

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Martina PLANINC

**OCENA PARAMETROV DISPERZIJE ZA
LASTNOSTI ZUNANJOSTI PRI KONJIH
HAFLINŠKE PASME**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Martina PLANINC

**OCENA PARAMETROV DISPERZIJE ZA LASTNOSTI
ZUNANJOSTI PRI KONJIH HAFLINŠKE PASME**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**ESTIMATION OF DISPERSION PARAMETERS FOR LINEAR
TYPE TRAITS IN THE HAFLINGER HORSES**

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo – zootehnika. Na Katedri za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičerejo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani so bile opravljene analize podatkov, ki so bili zbrani na Inštitutu za rejo in zdravstveno varstvo kopitarjev na Veterinarski fakulteti.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala znan. sod. dr. Špelo Malovrh in za somentorja prof. dr. Mileno Kovač.

Recenzent: prof. dr. Janez SALOBIR

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Jure POHAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: znan. sod. dr. Špela MALOVRH

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Milena KOVAČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Janez SALOBIR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: mag. Janez RUS

Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta

Datum zagovora: 12. sep. 2008

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.

Martina PLANINC

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.082.2(043.2)=163.6
KG	konji/haflinška pasma/haflinger/lastnosti zunanosti/selekcija/genetski parametri
KK	AGRIŠ L10/5120
AV	PLANINC, Martina
SA	MALOVHRH, Špela (mentor)/KOVAČ, Milena (somentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2008
IN	OCENA PARAMETROV DISPERZIJE ZA LASTNOSTI ZUNANOSTI PRI KONJIH HAFLINŠKE PASME
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XV, 75 str., 47 tab., 11 sl., 3 pril., 39 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Ocenjevali smo komponente (ko)variance za lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme. Lastnosti zunanosti so bile ocenjene oziroma izmerjene. V raziskavo smo vključili 600 živali (15 žrebcev in 585 kobil), ki so imele zapise desetih ocen oziroma devet meritev, ter njihove prednike kot poreklo. Genetske in okoljske parametre smo ocenjevali z metodo omejene največje zanesljivosti (REML) v programu VCE. Model za vse lastnosti vsebuje leto ocenjevanja oziroma merjenja kot sistematski vpliv. Naključni del modela predstavlja direktni aditivni genetski vpliv (žival). Heritabilitete za ocenjene lastnosti se gibljejo med 0,01 za izdatnost hodov do 0,37 za zadnji del trupa. Za merjene lastnosti se heritabilitete gibljejo med 0,15 za obseg prsi in 0,62 za višino vihra, merjeno s palico. Genetske korelacije so ocenjene tudi nad 0,90. Negativnih genetskih korelacije, ki niso bile pogoste, se pojavljajo med pasemsko značilnostjo in izdatnostjo hodov ter med pasemsko značilnostjo in pravilnostjo hodov. Fenotipske korelacije pri ocenjenih lastnostih ne presegajo ocene 0,70 in pri merjenih lastnostih 0,81. Negativne fenotipske korelacije lahko zasledimo med ocenami glave in pravilnosti hodov ter glave in izdatnosti hodov, kadar je v sklop združenih vseh deset ocen in njihov seštevek.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	UDC 636.082.2(043.2)=163.6
CX	horses/breeds/Haflinger/linear type traits/selection/genetic parameters
CC	AGRIS L10/5120
AU	PLANINC, Martina
AA	MALOVRH, Špela (supervisor)/KOVAČ, Milena (co-supervisor)
PP	SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY	2008
TI	ESTIMATION OF DISPERSION PARAMETERS FOR LINEAR TYPE TRAITS IN THE HAFLINGER HORSES
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	XV, 75 p., 47 tab., 11 fig., 3 ann., 39 ref.
LA	sl
AL	sl / en
AB	The covariance components for linear type traits were estimated on Haflinger horses in Slovenia. Data from 600 horses (15 stallions and 585 mares) with known pedigree were analysed. For each horse, 10 traits were scored and 9 traits were measured. Genetic and environmental parameters for linear type traits were estimated by the restricted maximum likelihood method (REML) as implemented in the program package VCE. Fixed part of the model included only year of score or measurement of each horse. Animal (direct additive genetic effect) was treated as random effect. Heritabilities for the scored traits ranged between 0.01 for walk efficacy and 0.37 for rear body part. For measured traits the heritabilities were between 0.15 for chest circumference and 0.62 for height at withers (measuring stick). Genetic correlations were estimated height, some of them even over 0.90. The negative genetic correlations were expressed between the breed type and walk efficacy, as well as breed type and walk regularity. They were not frequent. The phenotypic correlations for the score traits were lower than 0.70 and genetic correlations lower than 0.81. Negative phenotypic correlations were between the head score and the score of walk regularity, as well as between head and walk efficacy, when all traits were combined.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo tabel	VII
Kazalo slik	XIII
Kazalo prilog	XIV
Okrajšave in simboli	XV
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 RAZVOJ HAFLINŠKE PASME	2
2.2 REJSKI PROGRAM	4
2.3 OPISOVANJE, VREDNOTENJE IN MERJENJE TELESNIH LASTNOSTI	8
2.3.1 Ocenjevanje zunanjih lastnosti	8
2.3.2 Merjene lastnosti zunanosti	17
2.4 NAPOVEDOVANJE PLEMENSKE VREDNOSTI	22
3 MATERIAL IN METODE	24
3.1 MATERIAL	24
3.1.1 Priprava podatkov	24
3.1.2 Struktura podatkov	25
3.1.3 Poreklo	27
3.2 METODE	28
3.2.1 Sistematski del modela	29

	str.
3.2.2 Enolastnostni mešani model	30
3.2.3 Večlastnostni mešani model	31
3.2.4 Ocena komponent varianc in kovarianc	33
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	34
4.1 PREGLED PODATKOV	34
4.2 IZBIRA MODELA	38
4.3 PARAMETRI DISPERZIJE	41
4.3.1 Ocene varianc in kovarianc za ocenjene lastnosti	41
4.3.2 Ocene varianc in kovarianc za merjene lastnosti	48
4.3.3 Ocene varianc in kovarianc za kombinacijo ocenjenih in merjenih lastnosti	51
4.4 OCENA HERITABILITET IN KORELACIJ	53
4.4.1 Ocene heritabilitet in korelacij za ocenjene lastnosti	53
4.4.2 Ocene heritabilitet in korelacij za merjene lastnosti	59
4.4.3 Ocene heritabilitet in korelacij za kombinacijo ocenjenih in merjenih lastnosti	62
4.5 IZBRANE LASTNOSTI	63
5 SKLEPI	67
6 POVZETEK	70
7 VIRI	72
ZAHVALA	
PRILOGE	

KAZALO TABEL

	str.
Tabela 1: Ocene za lastnosti zunanosti pri haflingerjih v Italiji (Samoré in sod., 1997)	10
Tabela 2: Lastnosti zunanosti pri šetlandskih ponijih (van Bergen in sod., 1993)	12
Tabela 3: Lastnosti zunanosti nizozemskih toplokrvnih konjih (Koenen in sod., 1995)	14
Tabela 4: Skala za ocenjevanje posamezne lastnosti pri konjih haflinške pasme v Sloveniji (Rus, 2005)	15
Tabela 5: Skupne ocene in kakovostni razredi (Rus, 2005)	17
Tabela 6: Število živali v podatkovni zbirki in število ocenjenih oziroma merjenih živali	25
Tabela 7: Število ocenjenih oziroma merjenih živali glede na starost po letih	27
Tabela 8: Število živali po generacijah in znani oziroma neznani starši	28
Tabela 9: Opisna statistika ocen za lastnosti zunanosti	35
Tabela 10: Osnovna statistika merjenih lastnosti	38
Tabela 11: P - vrednosti za vse možne vplive v modelu za ocene zunanosti in stopinje prostosti za izbrani model	40
Tabela 12: P-vrednosti za vse možne vplive v modelu za merjene lastnosti in stopinje prostosti za izbran model	41
Tabela 13: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za skupno oceno in pasemsko značilnost	42

str.

Tabela 14: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za glavo in vrat	42
Tabela 15: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti trupa	43
Tabela 16: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti nog	43
Tabela 17: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti gibanja	43
Tabela 18: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za skupno oceno, pasemsko značilnost, glavo in prednji del trupa	44
Tabela 19: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti nog in gibanja	45

str.

Tabela 20: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za del ocenjenih lastnosti	46
Tabela 21: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za vse ocenjene lastnosti	47
Tabela 22: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za meritve višine vihra	48
Tabela 23: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za meritve prsi	49
Tabela 24: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za meritve križa	49
Tabela 25: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za obseg piščali in dolžino trupa	50

str.

Tabela 26: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za vse meritve	51
Tabela 27: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za kombinacijo ocen prednjega in srednjega dela trupa ter za meritve prsi	52
Tabela 28: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za kombinacijo ocene zadnjega dela trupa in meritev križa	53
Tabela 29: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za skupno oceno in pasemsko značilnost	54
Tabela 30: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene glave in vratu	54
Tabela 31: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene trupa	55
Tabela 32: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene nog	55
Tabela 33: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene gibanja	55

str.

Tabela 34: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za lastnosti skupna ocena, pasemska značilnost, glava in prednji del trupa	56
Tabela 35: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za lastnosti nog in gibanja	56
Tabela 36: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen ter fenotipske korelacije (nad diagonalo) za vse ocenjene lastnosti	57
Tabela 37: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve višine vihra	59
Tabela 38: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve prsi	59
Tabela 39: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve križa	60
Tabela 40: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve obseg piščali in dolžina trupa	60
Tabela 41: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za vse meritve	61

str.

Tabela 42: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za kombinacijo ocen prednjega in srednjega dela trupa ter za meritve prsi	63
Tabela 43: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za kombinacijo ocene zadnjega dela trupa in meritve križa	63
Tabela 44: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za izbrane ocenjene lastnosti	64
Tabela 45: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za izbrane ocenjene lastnosti	65
Tabela 46: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za izbrane merjene lastnosti	66
Tabela 47: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za izbrane merjenje lastnosti	66

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Kobilha haflinške pasme (Foto: M. Planinc)	3
Slika 2: Žigosanje žrebet in kobilha haflinške pasme (Foto: M. Planinc)	5
Slika 3: Ocenjevanje žrebet (Foto: M. Planinc)	16
Slika 4: Skica osnovnih meritev pri konjih (Gottfried in sod., 1998).	18
Slika 5: Merjenje (a) višine vihra, s Lytinovo palico in (b) z merilnim trakom (Foto: M. Planinc)	20
Slika 6: Merjenje (a) obsega, (b) globine in (c) širine prsi (Foto: M. Planinc)	21
Slika 7: Merjenje (a) višine in (b) širine križa (Foto: M. Planinc)	21
Slika 8: Merjenje (a) obsega piščali in (b) dolžine telesa (Foto: M. Planinc)	22
Slika 9: Porazdelitev živali glede na starosti ob ocenjevanju oziroma merjenju	26
Slika 10: Porazdelitev ocen za lastnosti pravilnost hodov in prednji del trupa	36
Slika 11: Porazdelitev živali v kakovostne razrede ločene po spolu	37

KAZALO PRILOG

Priloga A: Zapisnik o pregledu žrebeta

Priloga B: Zapisnik o pregledu žrebca za vpis v rodovniško knjigo

Priloga C: Zapisnik o pregledu žrebice za vpis v rodovniško knjigo

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

PV	plemenska vrednost
S	seštevek desetih delnih ocen, 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
VVP	višina vihra, merjena s palico
VVT	višina vihra, merjena s trakom
OP	obseg prsi
GP	globina prsi
ŠP	širina prsi
OPI	obseg piščali
VK	višina križa
ŠK	širina križa
DT	dolžina trupa
R	razlika med višinama vihra in križa, merjenima s palico

1 UVOD

Pri gospodarsko pomembnih vrstah živali odbiramo plemenske živali na osnovi plemenske vrednosti. Tradicionalno napovedovanje plemenske vrednosti poteka na osnovi meritev in ocen, ki jih opravljamo med proizvodno dobo ali na živali. Pri različnih vrstah domačih živali plemenske vrednosti napovedujemo predvsem zaradi produktov, ki jih uživa človek kot hrano (mleko, meso, jajca, ...). Pri različnih pasmah konj po svetu plemenske vrednost napovedujejo predvsem zaradi delovne in tekmovalne sposobnosti.

V Sloveniji se haflinška pasma razvija v tipu jahalnega konja. Za nadaljnjo rejo konj haflinške pasme želimo odbrati najboljše žrebce in kobile, ki zadostujejo postavljenim selekcijskim ciljem za lastnosti zunanosti. Ti standardni sledijo svetovni reji in so zapisani v rejskem programu. Tako se konje že kot žrebeta oceni in izmeri. To naredi za to usposobljen ocenjevalec, ki pozna tako pasmo kot rejske cilje pasme. Ocenjevalec poda deset ocen, katerih seštevek predstavlja skupno oceno, ter opravi devet meritev na trupu konja.

Za napovedovanje plemenskih vrednosti pri konjih haflinške pasme moramo poznati razmerje med posameznimi komponentami (ko)varianc, s čimer lahko fenotipsko varianco razdelimo med genetske in okoljske vplive. Za večjo točnost ocene posameznih komponent vključujemo v statistični model vse razpoložljive informacije o živalih in sorodnikih.

Namen našega dela je bila raziskava lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme v Sloveniji. Želeli smo analizirati komponente varianc in kovarianc. Eden od ciljev je bil tudi postaviti večlastnostni statistični model, primeren za napovedovanje plemenske vrednosti za lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme.

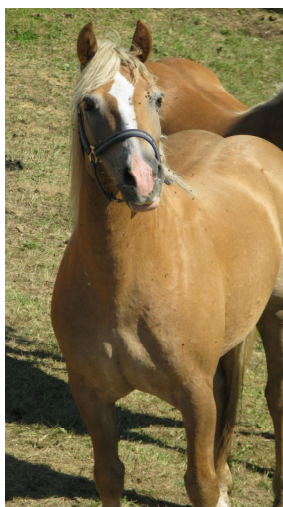
2 PREGLED LITERATURE

2.1 RAZVOJ HAFLINŠKE PASME

Pasma je nastala na Južnem Tirolskem v provinci Bozen iz populacije v tipu manjšega tovornega konja (Viliani, 2008). Pričela se je leta 1874 z rojstvom žrebca Folie, ki je bil registriran pod številko 249. Folie, potomec žrebca El Bedavi XXII, je bil začetnik modernega haflingerja, ki je prenašal lisjačo barvo in plavo grivo ter šarm in eleganco. V Avstriji začetki načrtne reje segajo v pozno 19. stoletje. Sedem žrebčevskih linij, katerih skupni prednik je Folie, se je ohranilo vse do danes. Te linije so: A po žrebcu Anselmo, B po žrebcu Bolzano, M po žrebcu Massimo, N po žrebcu Nibbio, S po žrebcu Stelvio, ST po žrebcu Student in W po žrebcu Willi. Izoblikovalo se je tudi 22 rodov kobil, ki se označujejo s črkami abecede.

Značilnosti konja haflinške pasme so opisane v rejskem programu (Rus, 2005). Povprečna višina vihra je okoli 150 cm, kobile so nekoliko nižje. Masa pri odrasli velikosti je okoli 500 kg. Oba podatka potrjujeta dejstvo, da je to konj majhnega okvirja. Značilna je tudi barva lisjaka s plavo grivo in repom. Druge osnovne značilnosti se nanašajo na ustroj glave, vratu, telesa, fundamenta, gibanja ter druge značilnosti. Konji haflinške pasme dobro izkoriščajo krmo in imajo dobro plodnost.

Konj haflinške pasme, v nadaljevanju tudi haflinger, se je močno razširil po vseh kontinentih. Danes jih lahko zasledimo že v več kot 50 državah, saj se je iz tovornega in lahkega voznega konja z intenzivnim razvojem ljubiteljskega konjenišтва uveljavil kot idealen, vsestransko uporaben mali konj. Največje reje haflingerjev so v Italiji, Avstriji, Nemčiji in državah Beneluxa. V Italiji je bilo 1.1.2007 registriranih 248 žrebcev in 5508 kobil (Viliani, 2008), celotno število vseh konj haflinške pasme pa je bilo ocenjeno na 10225.



Slika 1: Kobila haflinške pasme (Foto: M. Planinc)

Haflinški konj je v Sloveniji tradicionalna pasma (Pravilnik o ohranjanju ..., 2004). Začetki organizirane reje haflinških konj segajo v 50-ta leta 20. stoletja. Iz Tirolske je bilo med letoma 1955 in 1958 pripeljanih približno 100 kobil in nekaj žrebcev, s čimer so našim rejcem omogočili rejo pasme. Uvoz ni dal želenih rezultatov, saj so takratne razmere neugodne za konjerejo. Hitro uvajanje mehanizacije je botrovalo opuščanju konj in zmanjševanju rejskega dela. Ponovno pobudo je leta 1979 dala teritorialna obramba, saj je konj ustrezal za obrambne namene (Habe, 1981). Znova so uvozili 215 kobil in 29 žrebcev (Rus, 2005). Pomembno vlogo je dobil Konjerejski center Krumperk, ki je bil ustanovljen leta 1978 kot enota Biotehniške fakultete, Oddelka za živinorejo. Krumperk je kasneje pridobil status zvezne kobilarne za rejo konj haflinške pasme. Na njem je vse do konca osemdesetih let delovala postaja za preizkušnjo delovne sposobnosti.

Haflinški konj se je po letu 1995 razširil po celotni Sloveniji. Uveljavil se je kot konj, primeren za mlade in manj izkušene ljubitelje, za potrebo turističnih kmetij in jahalnih šol. V Sloveniji so danes zastopane vse linije žrebcev in vsi rodovi kobil. Populacija konj haflinške pasme je sorazmerno majhna, vendar stabilna (Rus, 2005). Zaradi intenzivnega širjenja ljubiteljskega konjenišstva se prihodnje pričakuje povečanje te populacije.

2.2 REJSKI PROGRAM

Rejski program je temeljni strokovni dokument (Zakon o živinoreji, 2002). Rejski program za konje vsebuje vsa pravila za izvajanje vzreje določene pasme, preizkus in odbiro plemenskega podmladka ter vse njene najpomembnejše telesne lastnosti in delovne sposobnosti. Natančno so opredeljeni selekcijski cilji, ki predstavljajo osnovo za merila, ki jih uporabljamo pri napovedovanju plemenske vrednosti konj. Rejski program vsebuje tudi navodila za izvajanje ustreznih metod in postopkov selekcije. V Sloveniji imamo trenutno izoblikovane rejske programe za pasme konj, za katere poteka selekcijsko delo pri priznanih organizacijah v živinoreji s sedežem na Veterinarski fakulteti. Tako imamo rejske programe za lipicansko, slovensko hladnokrvno, slovensko toplokrvno, kasaško, noriško, posavsko, arabsko, islandsko, angleško polnokrvno in haflinško pasmo konj (Priznane rejske organizacije, 2008).

Rejski cilji za konje haflinške pasme so povzeti po načelih Svetovne haflinške federacije, katere član je tudi Slovensko združenje rejcev konj pasme haflinger (Rus, 2005). Nosilec rejskega programa je Slovensko združenje rejcev konj pasme haflinger, ki določene naloge selekcije izvaja skupaj z Veterinarsko fakulteto. Te naloge financira Republika Slovenija v okviru javnih služb. Za zagotavljanje selekcijskega napredka se izvajajo ukrepi, kot so: vodenje in preverjanje porekla, ocena lastnosti zunanosti, preizkušnja delovne sposobnosti, vrednotenje po kakovosti potomstva, presoja zdravja in plodnosti ter razvrščanje v kakovostne razrede. Rejski cilj za konje haflinške pasme v Sloveniji pa je skladen, eleganten, plemenit konj živahnega temperamenta, pravilnih in izdatnih hodov, z nekoliko poudarjenimi lastnostmi jahalnega konja, primerne tudi za vprego.

Rejski program poudarja pomen sonaravne reje haflingerjev, saj le ta zagotavlja optimalni fizični razvoj živali in vrstno specifično socializacijo (Rus, 2005). V njem pogoji reje niso neposredno predpisani, vendar priporoča, da se žival vzreja v objektih in na površinah, ki zagotavljajo bivanje živali v skladu z ekološkimi, etološkimi in drugimi zahtevami. Živalim se naj v pašni sezoni omogoči celodnevno pašo na ustreznih pašnikih, priporoča se tudi vzreja na višinskih pašnikih.

Med rejскими metodami (Rus, 2005) je predpisano, da je dovoljena izključno čistopasemska reja. Dovoljene so vse oblike razmnoževanja (pripust, osemenjevanje in prenos jajčnih celic ter zarodkov). Pripustna sezona traja od 15. februarja do 15. avgusta v tekočem koledarskem letu, vendar so zaradi gospodarnosti reje dovoljeni pripusti tudi izven pripustne sezone.

V rodovniško knjigo so lahko vpisane samo čistopasemske živali, križanja niso dovoljena (Rus, 2005). Žival mora biti pred vpisom v rodovniško knjigo identificirana in registrirana. Živali so lahko vpisane v naslednje sezname rodovniške knjige:

- glavni del rodovniške knjige (knjiga žrebcev, knjiga kobil),
- dodatni del rodovniške knjige (evidenčna knjiga kobil),
- register žrebet in
- dodatni register.



Slika 2: Žigovanje žrebet in kobil haflinške pasme (Foto: M. Planinc)

Pogoji za vpise v rodovniške knjige so naslednji (Rus, 2005):

- V knjigo žrebcev I so lahko vpisani žrebci, katerih kakovostni razred je najmanj 2a oziroma skupna ocena za lastnosti zunanosti presega 74 točk in nobena posamična ocena ne sme biti manjša od 6.

- V knjigo žrebcev II so lahko vpisani žrebci, ki se uvrščajo najmanj v kakovostni razred 2b oziroma skupna ocena za lastnosti zunanosti presega 69 točk in nobena posamična ocena ne sme biti manjša od 6.
- V glavno knjigo kobil so lahko vpisane kobile, katerih kakovostni razred je najmanj 2b oziroma imajo najmanj 70 točk v skupni oceni za lastnosti zunanosti. Nobena posamična ocena ne sme biti nižja od 6.
- V splošno rodovniško knjigo kobil so lahko vpisane kobile, uvrščene vsaj v kakovostni razred 3a z najmanj 65 točkami pri skupni oceni. Nobena posamična ocena ne sme biti nižja od 5.
- V evidenčno knjigo kobil so lahko vpisane kobile, ki so izpolnile kriterij za uvrstitev v kakovostni razred 3b z doseženimi vsaj 60 točkami pri skupni oceni za lastnosti zunanosti. Pri tem ne sme biti podeljena nobena posamična ocena nižja od 4.

Strokovne službe v okviru rejskega programa izvajajo ukrepe za gospodarnejšo rejo, katerih namen je informiranje in izobraževanje rejcev (Rus, 2005). Med temi ukrepi je navedena tudi organizacija ocenjevanja in preizkus delovne sposobnosti v obliki javnih prireditev ter organizacija promocijskih prireditev in akcij. Z ohranjanjem zadostnega števila plemenjakov in s pripravo letnega programa uporabe plemenjakov se zagotavlja genetska variabilnost pri tradicionalni pasmi.

2.3 PREIZKUŠNJE DELOVNE SPOSOBNOSTI KONJ

Ocena delovne sposobnosti živali je ena pomembnejših informacij, ki jih uporabljamo pri odbiri konj (Rus, 1996). Začetki preizkušnje delovnih sposobnosti konj segajo 1000 let pred našim štetjem. Prva državna ustanova za preizkušanje sposobnosti je bila leta 1926 ustanovljena v Zwionu v Vzhodni Prusiji (Schwark, 1985, cit. po Kapun, 1995). Takratni cilj je bil vzreja žlahtnega, jahalnega konja v gospodarskem tipu. Leta 1977 je bil izdelan enoten sistem ocenjevanja delovnih sposobnosti konj in istega leta se je prvič izvajal preizkus kasačev. Preskus delovnih sposobnosti konj se je s spreminjanjem namena reje in razvojem preizkusov spreminjal, vendar ostaja še vedno osnova za odbiro delovnih in športnih konj.

Tako kot pri ostalih pasmah je tudi preizkus delovnih sposobnosti haflingerjev določen z rejskimi cilji (Schwark, 1985, cit. po Kapun, 1995). S časom je selekcija haflingerjev vedno bolj usmerjena k jahljivosti. Tako so poudarjene lastnosti pri konjih haflinške pasme v okviru preizkusa delovne sposobnosti voljnost in sposobnost pod sedlom in v vpregi ter gibanje konja v koraku, kasu in galopu. Selekcijo pri konjih haflinške pasme bi olajšala velika variabilnost znotraj lastnosti (Rus, 2005).

Pravilnik o preizkusu delovne sposobnosti žrebcev haflinške pasme je zapisan v rejskem programu za pasmo haflinški konj (Rus, 2005). Preizkus se izvaja na testni postaji, ki jo določi strokovni svet rejske organizacije. Preizkus traja 28 dni pod nadzorom trenerja in vodje treninga. Preizkus je obvezen za vse priznane žrebce v javni lasti. Posamezne lastnosti, kot so osnovni hodi in voljnost pod sedlom, so ocenjene z ocenami od 1 do 10, vmesne ocene niso dovoljene. V maneži predpisane velikosti se izvaja predizpit in končni izpit. Živali, ki testa niso opravile pozitivno, lahko lastniki ponovno prijavijo k testu naslednje leto. Dovoljeno je le enkratno ponavljanje in žrebci ne smejo biti starejši od 6 let.

Preizkus toplokrvnih kobil se je po svetu uveljavil šele nekaj let pred 1996, saj se kobile uporabljajo velikokrat v reji brez omembe vredne šole in treninga (Rus, 1996). Za ocenjevanje delovne sposobnosti kobil na tekmovanjih v Sloveniji ne izpolnjujemo pogojev, saj ne prirejamo rejskih tekmovanj. Tako ostaja edina možnost za oceno delovne sposobnosti kobil posebej organiziran preizkus, povzet po mednarodnih kriterijih. Kobile lahko preizkus opravljajo ne glede na starost.

Preizkusa delovnih sposobnosti za toplokrvne konje v Sloveniji niso opravljali do leta 1996 predvsem zaradi majhnega števila konj in slabe kakovosti plemenskega materiala (Rus, 1996). Leta 1996 je bil na testni postaji Grad Prestranek opravljen prvi preizkus delovne sposobnosti toplokrvnih kobil pri nas. V zadnjem času se je povečal interes za rejo toplokrvnih konj in tudi kakovost plemenskega materiala je boljša, to pa je osnovni pogoj za razvoj reje toplokrvnih konj v Sloveniji v zeleni smeri. V prihodnje bo preizkus delovne sposobnosti tudi pri nas pomembna informacija za napoved plemenske vrednosti, vendar bo potreben reden dotok meritev in opravljanje preizkusov v zadostnem obsegu. Delo selekcijske službe bo učinkovitejše in rejci se bodo lažje odločali za potrebne rejske ukrepe.

2.3 OPISOVANJE, VREDNOTENJE IN MERJENJE TELESNIH LASTNOSTI

S pojmom ocenjevanje združujemo tri načine spremljanja telesnih lastnosti: vrednotenje, opisovanje in merjenje (Potočnik, 2005). Ocenjevanje telesnih lastnosti pri domačih živali ima bogato zgodovino in prvi zapisi se nanašajo prav na jahalne konje (Bourgelat, 1754, cit. po Saastamoinen in Barrey, 2000).

2.3.1 Ocenjevanje zunanjih lastnosti

Lastnosti zunanosti pri konjih so posledica naravne selekcije in selekcije, ki jo izvaja človek (Saastamoinen in Barrey, 2000). Ocenjujemo lastnosti, ki so variabilne med konji različnih pasem in med konji znotraj ene pasme, so ekonomsko ali biološko pomembne in ocenljive. Pri konjih so lastnosti večinoma točkovane subjektivno po v naprej pripravljeni točkovalni skali. Subjektivnost ocenjevanja je v praksi eden največjih problemov, kadar ocenjevanja opravljajo različni ocenjevalci. Pri tem je pomembno usklajevanje ocenjevalcev. Razlike v povprečju ali razpršenosti med ocenjevalci je mogoče s korekcijami odpraviti. Težave nastopijo, ko ocenjevalec uporablja skalo z drugim pomenom, kar se odraža v razvrščanju živali. V različnih državah in pri različnih pasmah konj so različne lastnosti zunanosti ocenjene na različnih numeričnih skalah.

Pri andaluzijskih konjih v Španiji ocenjujejo 11 lastnosti, ki so razporejene v dveh sklopih (Molina in sod., 1999). Uporabljajo ocene med 0 in 10 na polovico točke natančno. Prvi sklop so ocene morfoloških lastnosti, kjer ocenjujejo glavo in vrat skupaj, ramenski sklep, viher, hrbet, prsa, križ in rep, noge in stojo. Drugi sklop predstavljajo ocene pasemskega tipa, gibanje, temperament in celotna ocena.

V Italiji ocenjujejo pri konjih haflinške pasme 10 sklopov lastnosti (Samoré in sod., 1997). Skupaj ocenjujejo 26 lastnosti z ocenami od 0 do 10 (tabela 1). Vrednost 0 je del skale. Ker ima skala 11 možnih vrednosti, pričakujemo povprečne vrednosti pri 5. Prvi sklop barva vsebuje ocene odtenka barve, barve grive in ocena znamenj. V drugem sklopu ocenjujejo volumen in izraženost glave. V tretjem sklopu ocenjujejo dolžine vratu, povezave vratu z glavo, povezave vratu s trupom in nasajenost vratu. V četrtem sklopu so ocene dolžine in naklon plečke. Hrbtna linija je peti sklop, kjer se ocenjuje

višina in širina križa kot ena lastnost ter linija hrbta. Šesti sklop križ vsebuje subjektivne ocene za dolžino, naklon in širino križa. Noge so sedmi sklop, kjer se ocenjuje prožnost, zadnje noge gledane s strani in od zadaj ter sprednje noge gledane s sprednje strani. Od spredaj in s strani se ocenjujejo prsi, ki predstavljajo osmi sklop. Način in energičnost koraka je ena ocena devetega sklopa. Deseti sklop je temperament, kjer ocenjujejo živahnost in poslušnost. Pri večini ocen se povprečja nahajajo med 4,5 in 5,5. Večje odstopanje navajajo pri poslušnosti (3,24) in barvi grive (7,92). Pri obeh lastnostih je povprečje pomaknjeno v ugodno smer. Poudariti je potrebno, da optimalna ocena ni vedno 10. Pričakovan standardni odklon v tem primeru je bil 1,50 (Samoré in sod, 1997). Sicer je največji standardni odklon pri oceni za barvo grive (2,03) in najmanjša za oceno poslušnosti (0,93). Tako je standardni odklon pri večini ocen manjši od pričakovanega, kar pomeni, da se izogibajo ekstremom in podeljujejo le ocene na sredini skale.

Tabela 1: Ocene za lastnosti zunanosti pri haflingerjih v Italiji (Samoré in sod., 1997)

Sklop lastnosti	Posamezna lastnost	Ocena 0	Ocena 10	Povprečje	Standardni odklon
Barva	Barva dlake	Svetel lisjak	Temen lisjak	4,96	1,55
	Barva grive	Črna	Bela	7,92	2,03
	Znamenja	Majhnih znamenj	Velika znamenja	5,35	1,59
Glava	Volumen glave	Nežna, majhna	Težka, velika	4,73	1,37
	Izraznost glave	Ne izražena	Močna izražena	4,80	1,16
Vrat	Dolžina	Kratek	Dolg	5,13	1,25
	Povezava z glavo	Težka	Lahka	4,73	1,33
	Povezava z telesom	Težka	Lahka	4,90	1,37
	Nasajenost vratu	Visoka	Nizka	4,48	1,03
Pleča	Dolžina	Kratka	Dolga	5,63	1,20
	Naklon	Ravna	Položna	5,08	1,46
	Laket	Položna	Ravna	5,42	1,47
Hrbet	Oblika	Nizek, širok	Visok, dolg	5,32	1,97
	Linija	Šibak	Močan	5,14	1,55
Križ	Dolžina	Kratek	Dolg	5,06	1,21
	Naklon	Vodoraven	Položen	5,62	1,08
	Širina	Ozek	Širok	4,74	1,35
Noge	Prožnost	Lahkotno	Težko	4,77	1,18
	Zadnje noge s strani	Sabljasta stoja	Ravna stoja	4,69	0,99
	Zadnje noge od zadaj	Kravja stoja	Krivotnog	5,73	1,23
	Prednje noge od spredaj	Noge obrnjene na vznožje	V kopitih razkročene	4,57	1,28
Prsa	Sprednja stran	Zaprta, ozka, ravna	Odperta, široka, polna	5,23	1,33
	S strani	Majhna	Globoka	5,96	1,19
Hoja	Energičnost	Neizrazita	Energična, izrazita	4,97	1,55
Temperament	Živahnost	Neutrudljiva	Pasivno	5,51	1,14
	Poslušnost	Poslušen	Uporniško	3,24	0,93

Šetlandske ponije na Nizozemskem ocenjujejo v štirih sklopih (tabela 2), in sicer prednji, srednji in zadnji del konja, noge ter gibanje (van Bergen in van Arendonk, 1993). Znotraj teh sklopov je skupaj 28 lastnosti, ki jih ocenjujejo na številčni skali od 0 do 40. Ekstremne vrednosti niso vedno optimalne. Prednji del konja opisuje devet lastnosti, in sicer ocene glave, dolžina, nasajenost, povezanost s trupom in omišičenost vratu, ocene širine prsi, višine vihra ter dolžina in naklon ramen. Trup in zadnji del konja zajema sedem ocen. Tako ocenjujejo dolžino in linijo hrbta, globino trupa, dolžina, naklon in oblika križa. Pri šetlandskih ponijih je izpostavljena še omišičenost stegen. Ocenam nog so rejci šetlandskih ponijev dali še večji pomen. Poleg stoje tako poudarjajo tudi položaj biclja, obliko kopit in globino pet. Ne merijo obsega piščali, sorodno lastnost lahko najdemo pri velikosti kosti. Tudi zadnji sklop, ki združuje

lastnosti gibanja, so bolj poudarili. Najprej ocenjujejo izdatnost in prožnost koraka tako v koraku kot v kasu, kakor tudi pravilnost hodov s sprednje in zadnje strani.

Povprečne vrednosti ocen se gibljejo okoli 20 (tabela 2). Najnižja povprečna ocena (17,12) je bila izračunana pri naklonu križa. Najvišja povprečna ocena (22,41), pa je pri linije hrbta. Standardni odkloni se gibljejo med 1,75, za oceno sprednjih nog gledanih s strani in 5,86 za ocene glave. Pričakovani standardni odkloni pri točkovanem sistemu s skalo med 0 in 40 točk so 6,80. Lahko opazimo, da so vsi standardni odkloni premajhni, kar je lahko posledica uporabe le sredine skale. Samo točkovanje z možnimi točkami od 0 do 40 je boljše kot točkovanje od 0 do 10. Zaradi večje skale lahko konje ocenijo in razvrstijo v več razredov, saj je še tako majhno variabilnost možno točkovati z izborom 40 ocen. Prav tako je napaka pri ocenjevanju in dodeljevanju ocen manjša. Pri točkovanju z le 9 ocenami ne moremo ocenjevati optimalno, saj je več konjev točkovanih z enako oceno. Tako se pri podelitvi ocen lahko zmotimo za celoten kakovosten razred. Pri obeh skalah pa lahko prihaja do izogibanja ekstremnim vrednostim.

Tabela 2: Lastnosti zunanosti pri šetlandskih ponijih (van Bergen in sod., 1993)

Sklop lastnosti	Posamezna lastnost	Ocena 0	Ocena 40	Povprečje	Standardni odklon
Prednji del trupa	Ocena glave	Privlačna	Neprivlačna	20,52	5,86
	Dolžina vratu	Dolg	Kratek	20,40	4,89
	Nasajenost vratu	Visoka	Nizka	19,68	3,92
	Povezava vratu s trupom	Visoka	Nizka	21,18	3,82
	Omišičenost vratu	Močna	Slaba	19,30	3,86
	Širina prsi	Široka	Ozka	19,91	3,04
	Višina vihra	Visok	Nizek	18,75	3,71
	Dolžina plečke	Dolga	Kratka	19,52	3,66
	Naklon plečke	Položna	Ravna	19,67	4,22
Srednji in zadnji del trupa	Dolžina hrbta in ledij	Dolg	Kratek	17,62	3,55
	Linija hrbta in ledij	Šibak	Močan	22,41	3,03
	Globina trupa	Plitev	Globok	20,91	3,46
	Dolžina križa	Dolg	Kratek	21,63	3,99
	Naklon križa	Položen	Raven	17,12	3,35
	Oblika križa	V – oblika	Razdeljen	20,51	2,33
	Omišičenost stegen	Močno	Slabo	19,91	3,38
Noge	Prednje noge s strani	V kolenu mehka	Stoja pod trupom	21,36	1,75
	Zadnje noge s strani	Sabljasta stoja	Ravne	18,39	3,77
	Položaj biclja	Mehek, šibak	Raven, močan	20,43	2,90
	Oblika kopit	Plosko kopito	Kozlovsko kopito	20,93	3,71
	Globina pete	Visoke	Nizke	21,34	3,24
	Velikost kosti	Grobe	Fine	20,48	2,62
Gibanje	Izdatnost koraka	Dolg	Kratek	19,78	3,79
	Prožnost koraka	Lahkoten korak	Težak korak	20,84	3,66
	Pravilnost hodov gledano s sprednje strani	Navznoter	Navzven	20,32	3,13
	Pravilnost hodov gledano iz zadnje strani	Ravno	Široko	20,93	4,22
	Izdatnost koraka v kasu	Dolg	Kratek	20,09	4,04
	Prožnost koraka v kasu	Lahkoten korak	Težak korak	20,76	3,63

Podobno ocenjujejo Nizozemci svojega toplokrvnega jahalnega konja (Koenen in sod., 1995). Tudi tu imajo lastnosti združene v štiri sklope in skala obsega vrednosti od 0 do 40 (tabela 3). V vseh sklopih je skupaj 26 lastnosti. V prvi sklop, prav tako kot pri šetlandskih ponijih, uvrščajo višino vihra, dolžino in naklon plečke, dolžino vratu ter omišičenost in nasajenost vratu. Zraven teh lastnosti ocenjujejo še povezavo glave in vratu in dolžino vihra. V drugem sklopu ocenjujejo lastnosti trupa. Ocenjujejo iste lastnosti kot pri šetlandskih ponijih, le da ne vključujejo ocene globine trupa in naklon križa. Ocene nog so združili v tretji sklop. Tudi v tem sklopu ocenjujejo, tako kot pri

šetlandskih ponijih, stojo prednjih in zadnjih nog, položaj biclja, obliko kopit in globino pete. Pri nizozemskih toplokrvnih konjih dodatno ocenijo še kakovost in ustroj nog. Med lastnostmi gibanja so v četrtem sklopu izpostavljene: izdatnost koraka, prožnost koraka, pravilnost koraka ter izdatnost, elastičnost in moč kasa.

Vse skale so prilagojene tako, da je srednja vrednost nekje blizu sredine intervala. Povprečne vrednosti so pri prvih štirih sklopih nekoliko manjše od 20 (tabela 3), pri lastnostih gibanja pa nekoliko večje od 20. Največjo povprečno vrednost ima ocena za moč koraka v kasu (22,1) in najmanjšo povprečno vrednost ima ocena za višino vihra (16,9). Standardni odkloni so nekoliko manjši od pričakovanega, ki znaša 6,8. Za selekcijsko delo je najugodnejša porazdelitev pri ocenah za moč koraka v kasu, kjer standardni odklon znaša 5,7. Manj variabilne so lastnosti za opis srednjega in zadnjega dela trupa ter nog. Pri teh ocenah standardni odklon ne preseže vrednosti 4,2.

Tabela 3: Lastnosti zunanosti nizozemskih toplokrvnih konjih (Koenen in sod., 1995)

Sklop lastnosti	Posamezna lastnost	Ocena 0	Ocena 40	Povprečje	Standardni odklon
Prednji del trupa	Povezava glave in vratu	Nežna	Težka	17,8	4,4
	Dolžina vratu	Dolg	Kratek	18,0	4,1
	Nastava vratu	Vertikalno	Horizontalno	18,6	3,8
	Omišičenost vratu	Močno omišičen	Slabo omišičen	19,7	3,9
	Dolžina vihra	Dolg	Kratek	18,1	4,4
	Višina vihra	Visok	Nizek	16,9	4,4
	Dolžina plečke	Dolga	Kratka	17,5	3,9
	Naklon plečke	Položna	Ravna	19,8	4,4
Srednji in zadnji del trupa	Dolžina hrbta in ledij	Dolg	Kratek	17,8	2,8
	Linija hrbta	Močna, ravna	Šibka, usločena	21,2	3,0
	Oblika križa	Razdeljen	Raven	17,0	3,9
	Dolžina križa	Dolg	Kratek	19,4	4,0
	Omišičenost stegen	Dobra omišičenost	Slaba omišičenost	18,4	3,8
Noge	Stoja prednjih nog	Čez koleno	Za kolenom	20,7	2,1
	Stoja zadnjih nog	Sabljasta stoja	Ravna stoja	19,6	3,3
	Položaj biclja	Mehak, šibak	Raven, močan	19,9	2,7
	Oblika kopit	Plosko kopito	Kozlovsko kopito	18,9	3,6
	Globina pete	Visoke	Nizke	20,2	3,6
	Kakovost nog	Dobra	Slaba	18,6	4,2
	Ustroj nog	Težka	Lahka	21,1	2,9
Gibanje	Izdatnost koraka	Dolg	Kratek	19,3	3,9
	Prožnost koraka	Lahkoten korak	Težek korak	20,2	4,2
	Pravilnost koraka	Navznoter	Navzven	19,4	2,6
	Izdatnost koraka v kasu	Dolg	Kratek	20,2	4,7
	Elastičnost koraka v kasu	Elastično	Togo	20,8	5,1
	Moč koraka v kasu	Močan	Šibak	22,1	5,7

V Sloveniji uporabljamo skalo z ocenami od 1 do 10 brez vmesnih ocen (tabela 4). Ocena 0 pomeni, da žival ni bila ocenjena za to lastnost. Najvišje ocene se podelijo za lastnosti, ki ustrezajo rejškemu programu. Ocene pod 4 ne dopuščajo vpisa kobil v rodovniške knjige, medtem ko morajo imeti žrebci vpisani v rodovniško knjigo vse ocene višje od 5. Namen ocenjevanja je izbor in razvrščanje konj. Pri tem je pomembno, da so pravilno določene živali z najboljšimi lastnostmi zunanosti, kakor tudi živali z napakami. Kadar del skale izpuščamo, zmanjšamo razlike med živalmi in izbira je manj uspešna. Pri odraslih konjih se ocenjuje pasemski tip s spolnim dimorfizmom, glava, vrat, prednji, srednji in zadnji del trupa, prednje in zadnje noge, pravilnost in izdatnost hodov. Pri žrebetih se ocenjuje samo pasemski tip, glava in vrat skupaj, trup, noge,

pravilnost in izdatnost hodov. Na zapisniku o pregledu žrebice oziroma žrebca za vpis v rodovniško knjigo je potrebno vse ocene utemeljiti.

Tabela 4: Skala za ocenjevanje posamezne lastnosti pri konjih haflinške pasme v Sloveniji (Rus, 2005)

Ocena	Pomen ocen	Ocena	Pomen ocene
1	Zelo slabo	6	Zadovoljivo
2	Slabo	7	Dobro
3	Razmeroma slabo	8	Prav dobro
4	Pomanjkljivo	9	Zelo dobro
5	Zadostno	10	Odlično

Pasemski tip vključuje opise želenih telesnih razmerij in značaja. Zaželene so živali v izrazitem pasemskem tipu in z dobro izraženim spolnim dimorfizmom. Prav tako je zaželen dobrohoten karakter, umirjen temperament in skladen telesni ustroj v plemenski kondiciji. Najvišje ocene prejmejo tiste živali, ki kažejo izrazite pasemske značilnosti (Rus, 2005).

Pri glavi se ocenjujejo velikost, oblika in sorazmerje ter pasemske in spolne značilnosti. Zaželena in najvišje ocenjena je plemenita, suha glava, ravnega do zmerno konkavnega profila. Ušesa naj bi bila lepo oblikovana in dobro nasajena, čelo široko in ravno z velikimi živahnimi očmi brez izrazite beločnice. Nozdrvi naj bi bile velike in spodnji čeljustnici zadostno razmaknjeni (Rus, 2005).

Pri vratu se ocenjujejo dolžina, nasajenost in povezanost vratu z glavo, oblika in omišičenost vratu. Dobro ocenjen je daljši, dobro nasajen vrat, usločen z dobro, dovolj globoko in v zatilju pregibno povezavo z glavo. Zaželena je tudi dobra omišičenost vratu (Rus, 2005).

Pri prednjem delu trupa ocenjujejo dolžino, globino in ustroj prsi, dolžino in višino vihra ter omišičenost in dolžina plečnice. Najvišjo oceno podelijo globokim in širokim prsi. Zaželene so izražen in dobro formiran viher, dobra omišičenost in dovolj položno oplečje (Rus, 2005).

Dobro oceno za srednji del trupa podelijo, kadar je le ta širok, globok in dobro omišičen. Prav tako je zaželen srednje dolg in prožen hrbet ter ledja krajša in široka z dobrim preходом v križ (Rus, 2005).

Pri zadnjem delu trupa se ocenjujejo dolžina, širina, oblika in položaj križa, nasajenost repa, omišičenost in dolžina stegna ter položaj križnice. Visoko ocenjen je dolg, širok in zmerno pobit, dobro omišičen križ. Zaželena je dolga križnica, dobro omišičena stegna in pravilno nasajen rep (Rus, 2005).

Pri okončinah ocenjujejo gradnjo in pravilnost stoje ter kakovost kopit. Zaželene so čvrste in dobro omišičene okončine. Visoko ocenjeni so dobro formirani sklepi, korektna stoja in dovolj velika ter pravilno oblikovana kopita. Prav tako so zaželene dolge podlahti, goleni in biclji ter kratke piščalnice (Rus, 2005).

Pri gibanju ocenjujejo pravilnost in izdatnost ter prožnost gibanja. Zaželeno je enakomerno, v hodu pravilno štiritaktno, v kasu čisto dvotaktno gibanje. Prav tako je visoka ocena namenjena energičnosti, izdatnemu in prožnemu gibanju, z jasno izraženo fazo lebdenja v kasu. Zadnje noge morajo biti aktivne in hrbet mora biti prožen (Rus, 2005).



Slika 3: Ocenjevanje žrebet (Foto: M. Planinc)

Pri sedanjem postopku vse posamezne ocene seštejemo v skupno oceno lastnosti zunanosti (Rus, 2005) in na osnovi le te se živali uvrstijo v kakovostne razrede (tabela 5). Odrasle živali lahko dosežejo največ 100 točk. Po doseženih točkah se razporedijo v šest razredov. Znotraj razredov se pri mejnih vrednostih pripiše oznaka plus (+) pri zgornji meji ali minus (-) pri spodnji meji. Tako npr. živali iz razreda 1b, ki

dosežejo 89 točk, razporejene v kakovostni razred +1b, tiste živali, ki dosežejo 80 točk, pa v -1b. Žrebeta lahko dosežejo največ 50 točk in so razvrščena v štiri razrede.

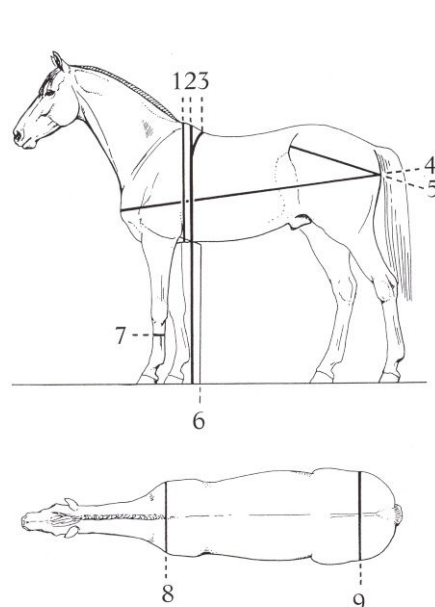
Tabela 5: Skupne ocene in kakovostni razredi (Rus, 2005)

Odrasli konji		Žrebeta	
Razred	Število točk	Razred	Število točk
1a	Nad 89	I	Nad 39
1b	$80 \leq x \leq 89$	II	$35 \leq x \leq 39$
2a	$75 \leq x \leq 79$	III	$30 \leq x \leq 34$
2b	$70 \leq x \leq 74$	IV	Pod 30
3a	$65 \leq x \leq 69$		
3b	Pod 65		

Za ocene oziroma meritve, ki jih uporabljamo pri odbiri je priporočljivo, da so pridobljene ob ocenjevanju živali v enaki starosti, v čim bolj izenačenih pogojih in v primerno veliki primerjalni skupini (Rus, 20005). S temi zahtevami poskušamo zmanjšati okoljske vplive na fenotipske vrednosti. Uporablja se metoda neodvisnih spodnjih mej, ki se je pri vseh speciesih pokazala kot neuspešna. Uvedba napovedovanja plemenske vrednosti z modelom živali omogoča primerjavo živali iz različnih skupin, če le med skupinami obstajajo genetske vezi. Pri linearnem opisovanju je lahko ciljna vrednost pri ekstremnih vrednostih ali drugje na intervalu oziroma skali (Marc, 1997).

2.3.2 Merjene lastnosti zunanosti

Zapisi o merjenju lastnosti segajo že v 18. stoletje (Bourgelat, 1754, cit. po Saastamoinen in Barrey, 2000). Vsaka merjena lastnost ima definirani točki, med katerima se meri razdalja, da so rezultati različnih preglednikov primerljivi (Osterc in Čepin, 1984). Merjene lastnosti so opisane v rejskem programu posameznih pasem. Pri posameznih pasmah so lahko navedene tudi lastnosti, ki jih vključujejo pri napovedovanju plemenske vrednosti. Gottfried in sod. (1998) so kot osnovne meritve (slika 4) našli višino vihra (označeno z 2), ki je lahko merjena s palico in/ali trakom, globino (1) in obseg prsi (3), dolžino trupa (4), dolžino križa (5), dolžino nog (6), obseg piščali (7) ter širino prednjega (8) in zadnjega dela trupa (9).



Slika 4: Skica osnovnih meritev pri konjih (Gottfried in sod., 1998).

Pri andaluzijskih konjih v Španiji merijo višino vihra, višino prsnega koša in dolžino telesa, širino in obseg prsi, obseg kolena in obseg piščali (Molina in sod., 1999). Na podlagi teh meritev in nekaterih ocen ocenjujejo genetske parametre. V Braziliji so Miserani in sod. (2002) na konjih pasme pantaneiro pri izračunu genetskih parametrov uporabili 14 meritev. Merili so višino vihra in križa, višino hrbta na dveh mestih, dolžino glave in vratu, dolžino križa, dolžina plečnice, širino glave, prsi in bokov ter obseg piščali in prsi.

Druml in sod. (2007) so pri nizozemskih vlečnih konjih izmerili kar 31 lastnosti. Te lastnosti so predpisane v njihovem rejskem programu. Tako so izmerili višini vihra s palico in merilnim trakom, višino hrbta in križa. Merili so tudi dolžino trupa, celega telesa, prednjega dela trupa in zadnjega dela trupa, širino, globino in obseg prsi ter širino in dolžino bokov. Prav tako so merili dolžine nog in delov nog, širino in dolžino glave, kote plečk in sklepov.

V Sloveniji pri konjih haflinške pasme merimo največ osem lastnosti zunanosti (Rus, 2005). Osnovne lastnosti praviloma predstavljajo višina vihra (izmerjeno z Lytinovo palico in merilnim trakom), obseg prsi in obseg piščali. Tudi uvožene živali bi praviloma morale imeti vseh osem meritev, vendar v podatkovni zbirki ni oznake, da je

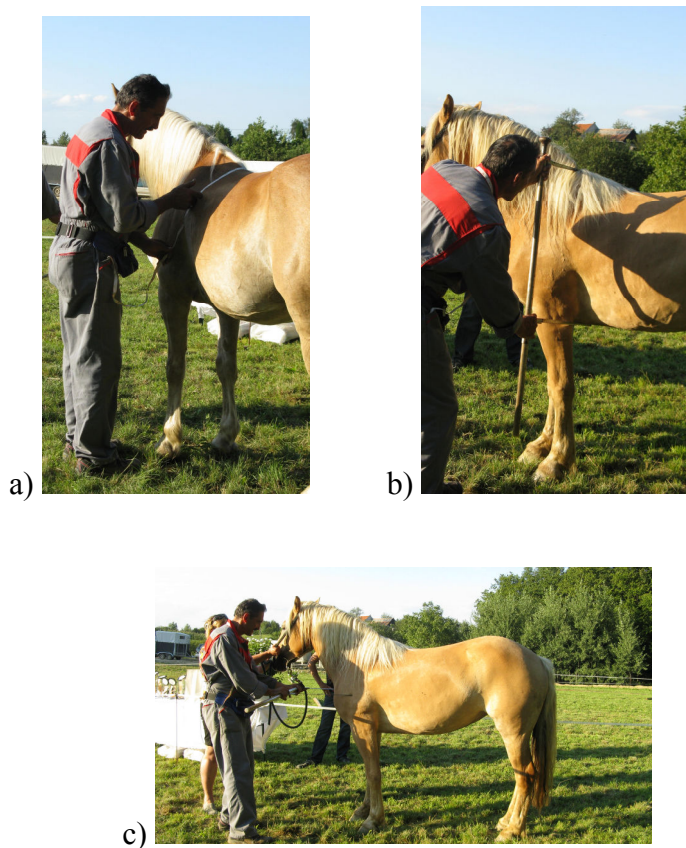
žival uvožena. Do teh napak prihaja predvsem zaradi ročnega vnašanja podatkov in neznanih tujih rejcev. Osnovne lastnosti imajo definicije enake kot pri govedu.

- Višina vihra (meritev 2 na sliki 4) se meri od zunanjega roba kopita sprednje noge do najvišje točke vihra z Lytinovo palico (slika 5a) in merilnim trakom (slika 5b). Vrednosti se navajajo v centimetrih (Trapečar, 1999). Pri merjenju s trakom so meritve vedno večje za 6 do 12 cm, saj trak sledi oblinam telesa. Višina vihra 142 cm, merjena z Lytinovo palico, je minimalna pri vpisu žrebcev v elitno knjigo, 140 cm pri vpisu žrebcev v knjigo žrebcev II in kobil v glavno knjigo. Višina vihra 138 cm pa 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.
- Obseg prsi (Osterc in Čepin, 1984) predstavlja obseg telesa za pleči (slika 6a) in se meri z merilnim trakom. Meri se v centimetrih.
- Globina prsi (Jurkovič, 1983) predstavlja globino od začetka hrbta do podprsja oziroma spodnjega dela prsi (slika 6b). Merimo z Lytinovo palico v centimetrih.
- Širina prsi (Utz, 1998) je razdalja med plečnima sklepoma opazovano od spredaj (slika 6c). Merjena je z Lytinovo palico, rezultate pa podamo v centimetrih.
- Obseg piščali predstavlja obseg noge tik pod kolenskim sklepom na prvi levi nogi (slika 8a). Meri se z merilnim trakom v centimetrih (Jurkovič, 1983). Navadno meri med 12 in 14 % višine vihra.
- Višina križa je navpična razdalja od tal do sredine križnice (Osterc in Čepin, 1984). Meri se z Lytinovo palico v centimetrih (slika 7a). Višina križa ne sme biti večja od višine vihra, izjema so mlade, rastoče živali (Jurkovič, 1984). Tistim konjem, ki imajo večjo višino križa pravimo, da so pregrajeni.
- Širina križa (Jurkovič, 1983) predstavlja širino med kolkoma, merimo jo z Lytinovo palico. (slika 7b). Rezultate podamo v centimetrih.

- Dolžina trupa (Pogačar in sod., 1995) je razdalja od vihra do konca sedne grče. Meri se z Lytinovo palico v centimetrih (slika 8b).



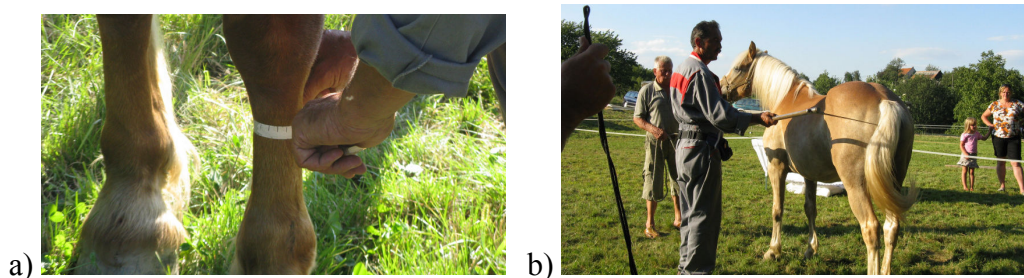
Slika 5: Merjenje višine vihra, (a) s Lytinovo palico in (b) z merilnim trakom
(Foto: M. Planinc)



Slika 6: Merjenje (a) obsega, (b) globine in (c) širine prsi (Foto: M. Planinc)



Slika 7: Merjenje (a) višine in (b) širine križa (Foto: M. Planinc)



Slika 8: Merjenje (a) obsega piščali in (b) dolžine telesa (Foto: M. Planinc)

2.4 NAPOVEDOVANJE PLEMENSKE VREDNOSTI

Plemensko vrednost napovedujemo živalim za določanje staršev za naslednjo generacijo. V napovedovanje plemenske vrednosti se vključijo podatki s točkovanja in merjenja konj (Arnason in van Vleck, 2000). Plemensko vrednost želimo napovedati čim bolj natančno, zato moramo v napoved vključiti poreklo (Falconer, 1981). S tem pri genetskem vrednotenju uporabimo tudi informacije sorodstva. Za napovedovanje plemenske vrednosti potrebujemo tudi variance in kovariance ter primeren statistični model.

V konjereji je v sedanjem času najbolj razširjena metoda mešanih modelov. Ta metoda omogoča hkratno ocenjevanje genetskih in okoljskih parametrov. S statističnim modelom odstranimo vplive, ki jih pri preizkusu ne moremo kontrolirati. Metoda mešanega modela je postajala standardna metoda za genetsko vrednotenje konj (Langlois, 1990, cit. po Marc, 1997; Arnason, 1996). Metode ne moti omejeno število potomcev, nenaključno parjenje, regionalna uporaba žrebcev, preizkus delovne sposobnosti omejenega števila živali in razlike v starosti med žrebci (Meinardus, 1988, cit. po Marc, 1997). Kljub temu pa napovedi plemenske vrednosti še niso vpeljali pri vseh pasmah konj.

Plemensko vrednost po metodi mešanega modela napovedujejo konjem haflinške pasme v Italiji (Samoré in sod., 1997) za linearne lastnosti telesnega ustroja. Z napovedovanjem plemenske vrednosti so pričeli leta 1996. V Nemčiji so s preходом na metodo mešanega modela izboljšali genetske trende (Bruns, 1990). Na Islandiji uporabljajo metodo mešanega modela za napovedovanje plemenske vrednosti vseh konj, ki so vključeni v podatkovno zbirko (Hugason, 1994). V njihovo napovedovanje plemenske vrednosti so vključeni vsi podatki od leta 1961 dalje. Za čim uspešnejšo

selekcijo in odbiro staršev ter za izogibanje parjenju v sorodstvu vedno ocenijo tudi koeficient inbridinga. Po metodi mešanega modela napovedujejo plemensko vrednost tudi konjem arabske pasme na Poljskem (Sobczynska in Kownacki, 1996), kasačem v Franciji (Langlois in Vrijenhoek, 2004) ter kasačem na Norveškem (Arnason, 1996).

V Franciji sta Langlois in Blouin (2004) razvijala vrednotenje plemenske vrednosti za kasače, galoperje ter konje, za preskakovanje ovir, na osnovi njihovega zaslužka. Plemenske vrednosti sta napovedovala z metodo mešanega modela. Kot se je pokazalo, so bile napovedi plemenskih vrednosti zelo uporabna metoda za rejce, ki so vzrejali tekmovalne konje. Rejci so se lahko na osnovi napovedanih plemenskih vrednosti odločali za nakup oziroma prodajo tekmovalnih konj ter načrtno parjenje.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Inštitut za rejo in zdravstveno varstvo kopitarjev na Veterinarski fakulteti, pri katerih smo dobili podatke o ocenah oziroma meritvah opravljenih na konjih haflinške pasme, opravlja identifikacijo, registracijo in vpis živali v rodovniško knjigo. Vključeni so bili konji haflinške pasme, ki so bili vneseni in urejeni v podatkovni zbirki do marca 2008. Podatke zbirajo popisovalci, ki živali primerne za vpis v rodovniško knjigo, ocenijo in opravijo meritve. V letu 2007 so na Biotehniški fakulteti razvili Informacijski sistem za kopitarje. V podatkovno bazo smo prvič vnesli vse znane podatke o živalih: identifikacijsko številko živali, spol, ime, datum rojstva, očeta, mati, rodovniško številko, če je žival bila sprejeta v rodovniško knjigo, žige, osnovno barvo in znamenja na trupu, rejca, lastnika, ocene in meritve, popisovalca (ni bil vedno znan) in opombe. Pri ročnem zajemanju se pogosto izpušijo tudi podatki, ki za rutinsko delo pri sedanjih opravilih niso bili nujni. Težja je tudi dosledna kontrola pravilnosti podatkov in logičnih povezav med njimi. Postavljena poslovna pravila pa se pri vnosu v podatkovno zbirko dosledno izvedejo. Pri prvem zajemu podatkov smo postavili ohlapnejša poslovna pravila, da bi lahko zajeli čimveč podatkov.

3.1.1 Priprava podatkov

Podatke o konjih haflinške pasme smo vzeli iz podatkovne zbirke ter jih s programskih jezikom SQL uredili in pripravili datoteko z ocenami in meritvami ter datoteko s poreklom. V datoteko s podatki smo vključili osnovne podatke o živalih (identifikacijsko številko, datum rojstva, ime) in ocene ter meritve, ki so bile opravljene na teh živalih. Izračunali smo skupno oceno za vse živali, ki so imele vseh 10 osnovnih ocen. Na živalih je bilo opravljenih devet meritev telesnih lastnosti, vendar vse meritve hkrati niso bile opravljene niti na enem konju. Zaradi velikega odstopanja sta bili izbrisani dve meritvi in sicer globina prsi izmerjena 170 cm ter višina križa zmerjena 71 cm. Kot sezono smo izbrali leto ocenjevanja, saj podrobnejše razdelitve nismo uspeli prirediti, ker ni bilo znanih datumov ocenjevanj oziroma merjenj. Zajeti so podatki o ocenah in meritvah živali vse od leta 1990 do leta 2008, kar znese skupaj 19 let. Nadalje

smo izračunali tudi starost živali, ki predstavlja razliko med letom rojstva in ocenjevanja.

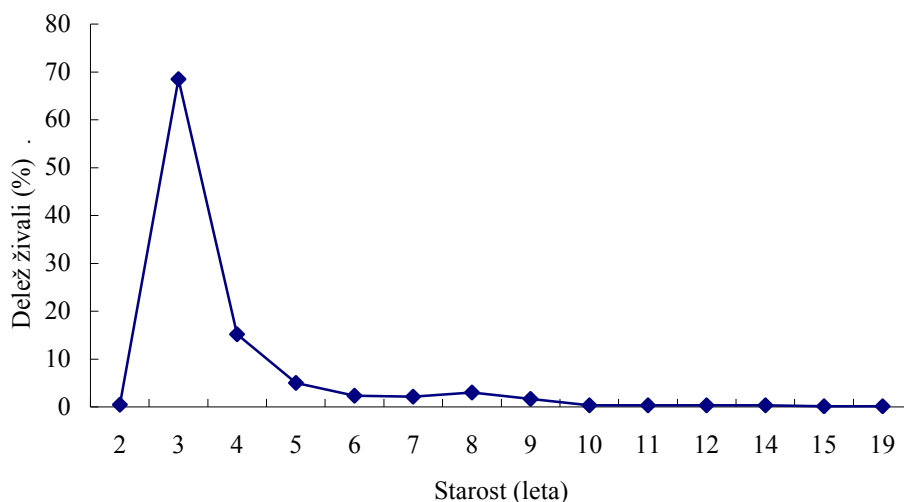
3.1.2 Struktura podatkov

V podatkovno zbirko je bilo do marca 2008 vnesenih skupno 3371 živali (tabela 6). Žrebcev je bilo 650, kar predstavlja 19,3 % vnesenih živali. Kobil je bilo 80,2 %, kar je 4-krat več. Med živalmi je tudi 16 kastratov oziroma 0,5 %. V obdobju od leta 1990 do 2008 je bilo ocenjenih in izmerjenih le 600 živali, kar predstavlja 17,80 % od vseh vnesenih živali. Med ocenjenimi oziroma merjenimi živalmi je bilo samo 15 žrebcev, ostalo pa so kobile.

Tabela 6: Število živali v podatkovni zbirki in število ocenjenih oziroma merjenih živali

	Število živali	Število zapisov
Žrebci	650	15
Kobile	2705	585
Kastrati	16	0
Skupna ocena	3371	600

Starost živali ob ocenjevanju ali merjenju je bila od dveh pa vse do 19 let (slika 9). Največ živali (68,5 %) je bilo ocenjenih pri starosti treh let, kar je pričakovano. Pri štirih letih je bilo ocenjenih 15,2 %, pri starosti pet let pa 5,0 % živali. Živali, stare med pet in deset let, so predstavljale 9,6 % ocenjenih oziroma merjenih živali. Živali, ki so bile ocenjene oziroma merjene pri starosti deset let ali več, je bilo skupaj 1,7 %.



Slika 9: Porazdelitev živali glede na starosti ob ocenjevanju oziroma merjenju

Število ocenjenih oziroma merjenih živali je med leti variiralo (tabela 7). V povprečju je bilo na leto ocenjenih oziroma merjenih 32,6 živali. V letu 2005 je bilo ocenjenih in merjenih največ živali, kar 64. V letu 2008 je bilo do marca v rodovniško knjigo sprejetih 13 živali, starih med 7 in 10 let. Te živali so večino uvožene kobile. Vse od leta 1990 do leta 2007 je bilo največ živali ocenjenih oziroma izmerjenih pri starosti treh let, z izjemo leta 2008. Najmlajše živali so bile ocenjene in merjene v letih 1990 in 1991. Z leti se je povprečna starost nekoliko povečevala in razlike znotraj let so se povečale. Največji delež ocenjenih oziroma izmerjenih troletnikov je bilo leta 1990 in 1991 (nad 90 %). V povprečju je bilo v vseh letih skupaj ocenjenih 71,2 % troletnikov. V zadnjem letu, kjer so podatki zajeti le do marca, je bil modus pri osmih letih. Živali, ki so bile ocenjene oziroma merjene pri osmih letih, predstavljajo 38,5 % vseh, ki so bile zajete v analizo leta 2008. Starost v tem obdobju je višja, predvsem zaradi uvoženih živali, ki jih v našo rodovniško knjigo sprejemamo nekoliko starejše. Živali rojene v obdobju od 1. januarja do 31. oktobra, se uvrščajo v letnik koledarskega leta, v katerem so bile rojene (Rus, 2005). Živali, rojene med 1. novembrom in 31. decembrom, se uvrščajo v letnik naslednjega koledarskega leta.

Tabela 7: Število ocenjenih oziroma merjenih živali glede na starost po letih

Sezona	Število živali	Povprečna starost (leta)	Delež živali starih tri leta	Najmlajša	Najstarejša
1990	27	3,1	92,6	3	4
1991	25	3,1	92,0	2	5
1992	21	3,4	76,2	3	7
1993	31	3,2	80,6	3	5
1994	34	3,9	70,6	3	14
1995	28	3,4	78,6	3	7
1996	30	3,7	73,3	3	11
1997	20	3,4	75,0	3	6
1998	29	3,6	65,5	3	8
1999	25	3,7	68,0	3	8
2000	33	3,6	57,6	2	8
2001	39	4,3	69,2	3	12
2002	43	4,2	60,5	3	15
2003	33	3,8	66,7	3	9
2004	36	3,9	69,4	3	14
2005	64	3,7	68,8	3	10
2006	40	4,0	55,0	2	9
2007	29	4,1	62,1	3	19
2008*	13	8,1	38,5**	7	10

*le do marca

** delež živali starih 8 let

3.1.3 Poreklo

V konjereji s posebno skrbnostjo vodijo poreklo, saj je pogosto kriterij za določanje tržne vrednosti živali. Pri konjih haflinške pasme, ki so sprejeti v rodovniško knjigo, mora biti znanih vsaj pet generacij prednikov, v izdanem identifikacijskem dokumentu pa se izpišejo le štiri generacije. Beležijo se identifikacijska in rodovniška številka matere in očeta, imena, datumi rojstva, rejci in lastniki. Primarni dokument o poreklu je pripustni list z identifikacijskimi podatki kobile in žrebca. Rejec ob žrebitvi izpolni še podatke o datumu žrebitve, spolu žrebeta in znamenja ter te podatke pošlje na Inštitut za rejo in zdravstveno varstvo kopitarjev na Veterinarski fakulteti, kjer izdelajo identifikacijski dokument in rodovnik.

Tabela 8: Število živali po generacijah in znani oziroma neznani starši

Generacija	Število živali	Oba starša znana	Mati znana	Oče znan	Znani starši (vsaj en)	Neznani starši
1	600	599	-	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	8	1	-	1	2	6
9	3	-	-	-	-	3
Skupaj	1958	1556	-	20	1576	382
Delež (%)	100,00	79,47	-	1,02	80,49	19,51

Za genetsko analizo pripravljeno poreklo zajema skupaj 1958 živali z globino devet generacij (tabela 8). Prvo generacijo pri pripravi porekla za genetsko analizo predstavljajo živali, ki imajo vsaj nekaj ocen ali meritev. V vse naslednje generacije so uvrščeni njihovi predniki. V poreklu ima 80,49 % živali znanega vsaj enega starša, oba starša pa sta znana pri 79,47 % živali. Med konji z le enim znanim staršem, zajetimi v analizo, ni nobenega, ki bi imel znano samo mater in neznanega očeta, so le takšni, ki imajo znanega očeta in neznano mater. Živali z neznanimi starši je 382 ali 19,51 % in predstavljajo osnovno oziroma izhodiščno populacijo. Pri poreklu ugotavljamo, da je le to precej popolno.

Med vsemi zajetimi konji haflinške pasme nastopa 71 različnih žrebcev v vlogi očeta in 363 različnih kobil v vlogi matere. V povprečju tako nastopa žrebec v vlogi očeta pri 19 konjih, matere pa le pri 2 konjih. Žrebec z največ potomci, nastopa kot oče kar 63–krat, medtem ko imajo kobile največ 3 potomce. Najdlje je en žrebec plemenil 17 let.

3.2 METODE

Pri izboru lastnosti, ki so pomembne za selekcijo, je potrebno upoštevati dednost, merljivost lastnosti, gospodarski in biološki pomen lastnosti. Kot nov vir informacij za genetsko vrednotenje upoštevamo samo tiste lastnosti, ki niso močno genetsko

korelirane z ostalimi. Za napoved plemenskih vrednosti pri konjih poleg lastnosti zunanosti potrebujemo tudi podatke o poreklu, ustrezen statistični model in strukturo varianc in kovarianc.

3.2.1 Sistematski del modela

Za lastnosti zunanosti, ki so bile ocenjene oziroma merjene na konjih haflinške pasme v Sloveniji, smo kot sistematske vplive v model vključevali leto ocenjevanja oziroma merjenja, spol in starost ob ocenjevanju oziroma merjenju (enačba 1). Vpliv leta ima 19 razredov pri ocenah in samo 14 pri meritvah, saj so merjenje teh lastnosti uvedli šele kasneje. Vpliv spola ima dva razreda in starost smo vključili kot neodvisno spremenljivko. Kot starost smo upoštevali le razliko med letnico rojstva in letnico ocenjevanja oziroma merjenja živali, saj vse živali niso imele točnega datuma rojstva. Prav tako ni bilo povsod zabeleženega datuma ocenjevanja oziroma merjenja, tudi v tem primeru je bilo znano le leto. Preizkusili smo tudi interakcije med glavnimi vplivi.

$$y_{ijk} = \mu + L_i + S_j + b(x_{ijk} - \bar{x}) + e_{ijk} \quad \dots (1)$$

y_{ijk} - lastnost

μ - srednja vrednost

L_i - leto ocenjevanja oziroma merjenja, $i = 1, \dots, 19$

S_j - spol, $j = 1, 2$

b - regresijski koeficient

x_{ijk} - starost ob ocenjevanju oziroma merjenju

$\bar{x}$ - povprečna starost živali ob ocenjevanju oziroma merjenju

e_{ijk} - ostanek

Pri izboru modela smo upoštevali statistično značilnost vpliva (p-vrednost), koeficient determinacije (R^2) in število stopinj prostosti za posamezne vplive in za model v celoti. Razvoj sistematskega dela modela smo opravili po metodi najmanjših kvadratov s proceduro GLM v s statističnem paketu SAS (SAS Inst. Inc., 2002).

3.2.2 Enolastnostni mešani model

Po predhodnih analizah smo uporabili enostavni model iz enačbe 2, ki vključuje samo leto ocenjevanja kot sistematski vpliv. Naključni vpliv predstavlja žival. Matrična oblika izbranega modela je prikazana v enačbi 3.

Razlike med spoloma niso bile statistično značilne, kar je verjetno posledica neugodne strukture. V podatkih je zajetih le 15 žrebcev (tabela 6). Starost se je pri nekaterih lastnostih pokazala za značilno, vendar smo jo zaradi majhnega števila živali nad 5 let in mlajših od 3 let izpustili.

$$y_{ij} = \mu + L_i + a_{ij} + e_{ij} \quad \dots (2)$$

y_{ij} - analizirana lastnost

μ - srednja vrednost

L_i - leto ocenjevanja oziroma merjenja, $i = 1, 2, 3, \dots, 19$

a_{ij} - žival, $j = 1, 2, 3, \dots, 600$

e_{ij} - ostanek

$$\mathbf{y} = \mathbf{X} + \mathbf{Za} + \mathbf{e} \quad \dots (3)$$

$\mathbf{y}$ - vektor opazovanj

$\mathbf{X}$ - matrika dogodkov za sistematske vplive
- vektor neznanih parametrov za sistematske vplive

$\mathbf{Z}$ - matrika dogodkov za naključne vplive

$\mathbf{a}$ - vektor neznanih parametrov za aditivni genetski vpliv

$\mathbf{e}$ - vektor ostankov

Predpostavljamo, da je pričakovana vrednost za naključni vpliv enaka $\mathbf{0}$ (enačba 4), medtem ko je pričakovana vrednost opazovanj enaka $\mathbf{X}$ (enačba 5).

$$E(\mathbf{a}) = \mathbf{0} \quad \dots (4)$$

$$E(\mathbf{y}) = E(\mathbf{X} + \mathbf{Za} + \mathbf{e}) = \mathbf{X} \quad \dots (5)$$

Za fenotipsko varianco (σ_p^2) smo predpostavili, da se deli na dve komponenti: varianco direktnega aditivnega genetskega vpliva (σ_a^2) in varianco nepojasnjene ostanka (σ_e^2). V enačbah od 6 do 9 je podana struktura varianc in kovarianc. Matrika varianc in kovarianc za aditivni genetski vpliv je predstavljena z oznako **G**, za ostanek pa z **R**. Pri genetskem vplivu v enačbi 8 matrika **A** predstavlja matriko sorodstva. Predpostavljamo, da ostanek in naključni vpliv nista korelirana. Matrika **I** v enačbi 9 pove, da so ostanki identično in neodvisno porazdeljeni.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} \mathbf{X} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \beta, \begin{bmatrix} \mathbf{V} & \mathbf{ZG} & \mathbf{R} \\ & \mathbf{G} & \mathbf{0} \\ sim & & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right) \quad \dots(6)$$

$$\mathbf{V} = \text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{ZGZ}' + \mathbf{R} \quad \dots(7)$$

$$\mathbf{G} = \text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A} \begin{matrix} \sigma \\ 2 \\ a \end{matrix} \quad \dots(8)$$

$$\mathbf{R} = \text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I} \begin{matrix} \sigma \\ 2 \\ e \end{matrix} \quad \dots(9)$$

Na osnovi opisa modela živali lahko nastavimo sistem enačb mešanega modela v matrični obliki (enačba 10).

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X} & \mathbf{Z}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{Z} + \mathbf{G}^{-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta \\ \mathbf{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}'\mathbf{R}^{-1}\mathbf{y} \end{bmatrix} \quad \dots(10)$$

3.2.3 Večlastnostni mešani model

Izbrane vplive smo analizirali z večlastnostnim modelom za ločeno ocenjene in merjene lastnosti. Za uspešno končano optimizacijo smo morali v nekaterih primerih analizo ponoviti z drugimi startnimi vrednostnimi. Večlastnostni model v matrični obliki smo predstavili z enačbo 11. Simboli pomenijo isto kot pri enolastnostnem modelu (enačba 6), le da so vektorji in matrike ustrezno dopolnjene za izbrane lastnosti kot je prikazano v enačbah 11 in 12. V analizi smo analizirali 10 ocenjenih in 8 merjenih lastnosti zunanosti.

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e} = \begin{bmatrix} e_1 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix} \quad \dots(11)$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \dots & \mathbf{X}_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Z}_a = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{a1} & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \dots & \mathbf{Z}_n \end{bmatrix} \quad \dots(12)$$

Struktura varianc in kovarianc za večlastnostni model je predstavljena v enačbah 13 do 16. Pri večlastnostnih modelih smo dopustili variance in kovariance za lastnosti merjene na isti živali, tako za aditivni genetski vpliv (enačba 17) kot za ostanek (enačba 18). Znak $\otimes$ je predstavlja direktni (Kronecker) produkt in $\sum^{\oplus}$ direktno vsoto.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} \mathbf{X} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \boldsymbol{\beta}, \begin{bmatrix} \mathbf{V} & \mathbf{Z} \mathbf{G} & \mathbf{R} \\ & \mathbf{G} & \mathbf{0} \\ sim & & \mathbf{R} \end{bmatrix} \right) \quad \dots(13)$$

$$\mathbf{V} = \text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{Z} \mathbf{G} \mathbf{Z}' + \mathbf{R} \quad \dots(14)$$

$$\mathbf{G} = \text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_0 \quad \dots(15)$$

$$\mathbf{R} = \text{var}(\mathbf{e}) = \sum^{\oplus} \mathbf{R}_{0i} \quad \dots(16)$$

$$\mathbf{G}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{a_1}^2 & \sigma_{a_1 a_2} & \sigma_{a_1 a_3} & \dots & \sigma_{a_1 a_n} \\ & \sigma_{a_2}^2 & \sigma_{a_2 a_3} & \dots & \sigma_{a_2 a_n} \\ & & \sigma_{a_3}^2 & \dots & \sigma_{a_3 a_n} \\ & & & \ddots & \\ & & & & \sigma_{a_n}^2 \\ sim & & & & \end{bmatrix} \quad \dots(17)$$

$$\mathbf{R}_0 = \begin{bmatrix} \sigma_{e_1}^2 & \sigma_{e_1 e_2} & \sigma_{e_1 e_3} & \dots & \sigma_{e_1 e_n} \\ & \sigma_{e_2}^2 & \sigma_{e_2 e_3} & \dots & \sigma_{e_2 e_n} \\ & & \sigma_{e_3}^2 & \dots & \sigma_{e_3 e_n} \\ & & & \ddots & \\ & & & & \sigma_{e_n}^2 \end{bmatrix} \quad \dots(18)$$

$\mathbf{G}_0$ in $\mathbf{R}_0$ predstavljata osnovni matriki varianc in kovarianc za eno žival, ki ima vse meritve. Pri nepopolnih zapisih ima matrika varianc in kovarianc za ostanek ($\mathbf{R}_{0_i}$) v vrsticah ali stolpcih vrednosti 0 za manjkajočo lastnost.

3.2.4 Ocena komponent varianc in kovarianc

Za napovedovanje plemenskih vrednosti poleg podatkov o obravnavanih lastnostih in sorodnikih živali, potrebujemo tudi parametre disperzije. Parametri disperzije nam povedo, kakšno variabilnost imajo posamezni naključni vpliv in nepojasneni ostanki. Varianco naključnega vpliva živali imenujemo aditivna genetska varianca.

Parametre disperzije smo analizirali z metodo omejene največje zanesljivosti (REML) v programu VCE (Kovač in sod., 2002). Podatke smo predhodno za ta program pripravili s programom PEST (Groeneveld in sod., 1990; Groeneveld in sod., 1992).

Pri napovedovanju plemenskih vrednosti lahko uporabljamo samo pozitivno definitne matrike genetskih varianc in kovarianc (Hayes in Hill, 1981), zato je na tem temeljil izbor naših lastnosti. V večlastnostnih analizah pričakujemo visoke korelacije, ki ne zagotovijo pozitivne definitnosti matrik genetskih varianc in kovarianc. Lastnosti smo analizirali postopoma zaradi možnosti, da nam program VCE ne najde rešitev za parametre disperzije. Začeli smo pri dvolastnostnih analizah in nadaljevali do matrik za vse ocenjene in merjene lastnosti. Naknadno smo preverjali pozitivno definitnost matrik genetskih varianc in kovarianc. Pozitivno definitne matrike lahko preverimo s Cholesky razčlenitvijo. Pri tej metodi gre za dekompozicijo simetrične matrike. Z izločanjem močno koreliranih lastnosti smo dosegli pozitivno definitnost preostalega dela matrik.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

V genetsko analizo smo vključili 600 živali, ki so imele podatke o ocenjevanju in merjenju. Podatke smo pregledali, da med njimi ni bilo prevelikih odstopanj in so bile ocene v mejah numerične skale, ki se uporablja za ocenjevanje. Pri živalih smo izločili dve meritvi, ki sta preveč odstopali od povprečja. Rezultate smo razdelili v pet sklopov. V prvem delu predstavljamo osnovni pregled podatkov, saj so le ti tokrat predstavljeni prvič. V drugem delu utemeljujemo izbor modela z metodo najmanjših kvadratov. Tretje poglavje povzema pomembnejše rezultate varianc. V četrtem smo povzeli rezultate heritabilitet in v zadnjem smo predstavili izbrane lastnosti, ki med seboj niso bile visoko korelirane.

4.1 PREGLED PODATKOV

Skupaj smo obravnavali 20 lastnosti. Tako imamo 10 lastnosti, ki so subjektivno ocenjene ter skupno oceno le teh. Merjenih pa je bilo devet lastnosti. Porazdelitve subjektivnih ocen so diskretne. Porazdelitev vseh lastnosti, zlasti ocen, niso najugodnejše, vendar smo v obdelavi zanje predpostavljali normalne porazdelitve. Tako pri statistični obdelavi zanje ne grešimo veliko in posledično tudi statistični zaključki nimajo prevelike napake.

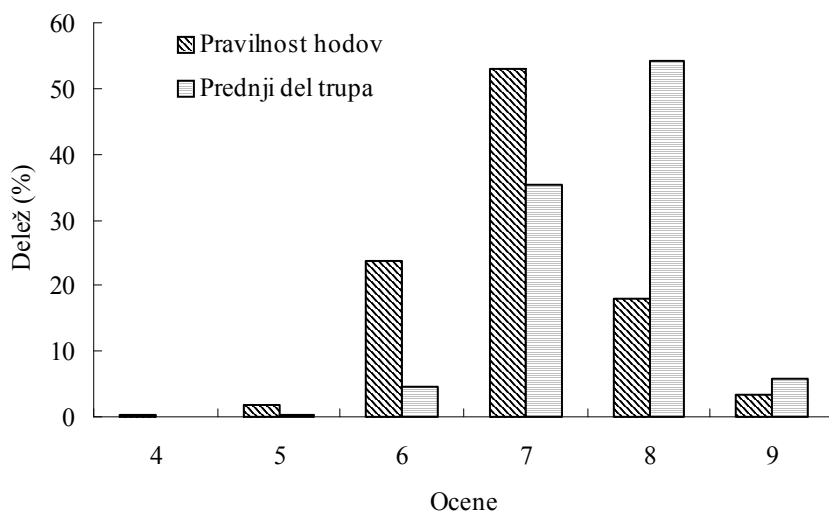
Največ, torej 600 ocen, je bilo opravljenih na pasemski značilnosti, glavi in vratu (tabela 9). Najmanj ocen imajo hodi in sicer izdatnost hodov, saj je bilo ocenjenih le 561 živali. Največje povprečje ima ocena prednjega dela trupa, kar 7,6, sledi izdatnost hodov s 7,4. Najmanjša povprečna ocena je bilo pri zadnjih nogah, le 6,7. Povprečna ocena pod 7 je še pri prednjih nogah in pri pravilnosti hodov. Povprečje skupne ocene je dobrih 71 točk, s standardnim odklonom 4,72 točke. Med posameznimi ocenami ima največji standardni odklon ocena prednjih nog, kar 0,92 točk, najmanjši standardni odklon pa je pri oceni prednjega dela trupa, in sicer znaša 0,67 točke.

Tabela 9: Opisna statistika ocen za lastnosti zunanosti

	Število ocen	Povprečje	Standardni odklon	Modus	Minimum	Maksimum
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
Skupna ocena	561	71,7	4,72	69	58	87

Razpon ocen na ocenjevalni skali je od 1 do 10. V praksi vidimo, da je najnižja podeljena ocena 4 pri ocenjenih prednjih in zadnjih nogah ter pri pravilnosti hodov. Najvišja ocena 10 se pojavi le pri pasemskih značilnosti in izdatnosti hodov. Največkrat je podeljena ocena 7. Od vseh 5928 ocen je ocena 7 uporabljena kar 2921-krat, kar predstavlja 49,3 % vseh ocen. Razpon med ocenami za posamezne lastnosti je največ le 6 točk in standardni odkloni ne dosežejo pričakovane vrednosti, ki znaša 1,66. Modus pri vseh ocenjenih lastnostih, z izjemo ocen za prednji del trupa, znaša 7, za skupno oceno pa je pri 69 točkah.

Pri ocenah bi pričakovali povprečno oceno 5 in standardni odklon 1,66. Porazdelitev bi naj bila simetrična. Ocene za pravilnost hodov so v primerjavi z ostalimi lastnostmi porazdeljene dokaj simetrično. Zajemajo ocene od 4 do 9 (slika 10), najpogostejša pa je vrednost 7. Za primerjavo prikazujemo še porazdelitve ocen za prednji del trupa, kjer so bile uporabljene le štiri ocene na intervalu od 5 do 9. Najpogostejša vrednost je 8.



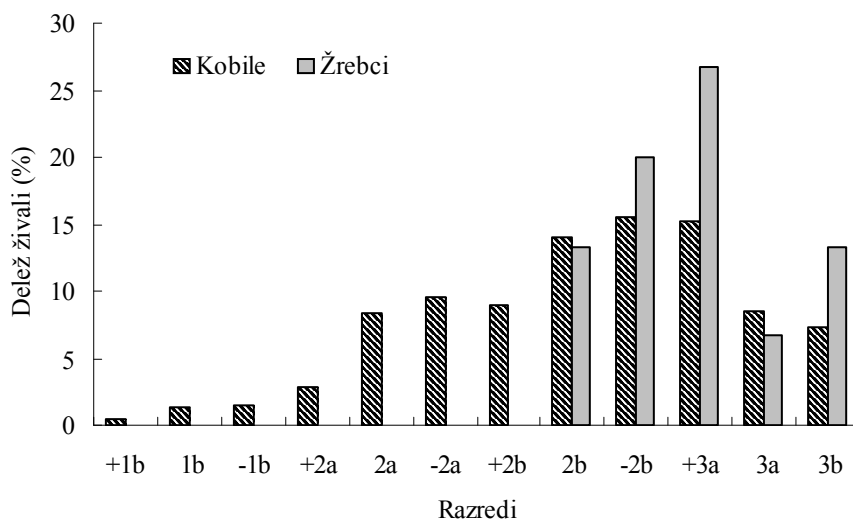
Slika 10: Porazdelitev ocen za lastnosti pravilnost hodov in prednji del trupa

Podatki, ki smo jih obdelali, nakazujejo možnost, da je bila prva odbira opravljena pred ocenjevanjem oziroma merjenjem. To odbiro lahko opravijo že sami rejci, ki konje s slabšimi lastnostmi ne pripeljejo na ocenjevanje oziroma merjenje. Ožji izbor pa se lahko vzpostavi tudi pri ocenjevanju, če se ocenjevalci izogibajo ekstremnim vrednostim ali vrednostim, ki živali izključujejo za vpis v rodovniško knjigo. Obe možnosti zmanjšujeta genetsko varianco in s tem heritabiliteto in tako otežujeta napovedovanje plemenske vrednosti.

Na podlagi sešteevka posameznih subjektivnih ocen se živali razvrščajo v 15 kakovostnih razredov. Najmanjša skupna ocena je bila 58, največja pa 87 (tabela 9). Nobena žival ne presega 87 točk, zato se tudi nobena ni uvrstila v razred 1a. Prevladujejo skupne ocene med 69 in 74, tako je večina živali v razredih med +3a in +2b. Najboljše živali, v našem primeru so to samo kobile, so uvrščene zgolj v razred +1b, teh kobil je le 0,5 %. V celotni razred 1b je bilo uvrščenih skupaj 20 živali, kar predstavlja 3,3 %. V razred 2a so razporedili petino živali ali 20,3 %. Razred 2b je bil najštevilčnejši, saj je vanj uvrščenih 230 oziroma 38,3 % živali. V razredu 3a je 144 živali (24,0 %). V najslabši razred 3b pripada kar 45 živali oziroma 7,5 %. Prav tako 39 živali (6,5 %) ni bilo ocenjenih v vseh lastnostih, zato nimajo skupne ocene. Od neocenjenih živali so trije žrebci in 36 kobil. Kobile so uvrščene v 12 razredov, medtem ko so žrebci le v 5 razredov.

Med 71 žrebci, ki so v podatkovni zbirki, je ocenjenih le 15. Med neocenjenimi žrebci so živali starejših generacij, pri katerih morebitnih ocen za lastnosti zunanosti nismo vnesli. Veliko je tudi žrebcev iz tujih populacij, ki niso ocenjeni. Rejci žrebce izbirajo za pripuste, že zaradi tega, ker so tuji. Pri sedanjem načinu dela lahko zanje predpostavimo, da so povprečni. Predlagana metoda napovedovanja plemenske vrednosti omogoča, da jih ocenimo na osnovi potomstva.

Med ocenjenimi žrebci jih največ dosega 68 oziroma 69 točk, kar zadostuje za razred +3a (slika 11). Kobile največkrat dosegajo točke med 70 in 71 ter se uvrščajo v razred -2b. Največ točk (87) so prejele na ocenjevanju tri kobile in s tem so uvrščene v razred +1b. Pod 66 doseženimi točkami, so živali uvrščene v razred 3b. V tem razredu je tako 43 kobil oziroma 7,4 % ocenjenih kobil in dva žrebca, ki pa predstavljata 13,3 % vseh ocenjenih žrebcev. Glede na možne posamezne in skupne ocene, bi pričakovali vsaj nekaj elitnih živali v najboljšem razredu, vendar jih ni. Med ocenjenimi živalmi ni nobenega žrebca, ki izpolnjuje pogoje za vpis v knjigo žrebcev I. Ocenjenih je bilo pet žrebcev, ki so po točkah uvrščeni v knjigo žrebcev II. V glavno knjigo kobil se po točkah uvršča 367 kobil, v splošno rodovniško knjigo 50 kobil in v evidenčno knjigo 43 kobil. Uporabljen del skale tako ne omogoča uvrstitve v elitne razrede.



Slika 11: Porazdelitev živali v kakovostne razrede ločene po spolu

Največ meritev (593) je bilo opravljenih za višino vihra, merjeno z merilno palico ter obseg prsi (tabela 10). Najmanjkrat je bila opravljen meritev širine križa in dolžine

trupa, le 450-krat. V povprečju je bila višina vihra, merjena s palico, 139,3 cm s standardnim odklonom 3,2 cm. Povprečna višina vihra, merjena s trakom, je 10,9 cm višja od višine vihra, merjena s palico. Tudi standardni odklon je večji in znaša 4,3 cm. Meritev obseg piščali ima povprečje 19,31 cm in standardni odklon 0,93 cm. Največji standardni odklon je pri obsegu prsi, kjer znaša 8,56 cm. Variabilnost merjenih lastnosti je majhna. Tako je 99 % merjenih živali visokih med 129,7 in 149,0 cm, kar je le 19,3 cm razpona. To otežuje selekcijsko delo. Ugotovljeno ne velja le za višino vihra, ampak tudi za druge telesne mere.

Tabela 10: Osnovna statistika merjenih lastnosti

	Število ocen	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

Vse živali, vključene v analizo, niso imele vseh meritev. Živalim so manjkale ena, dve, tri ali več meritev. Nekatere teh meritev niso imele opravljenih, pri drugih so meritve preveč odstopale od poslovnih pravil. Meritve, ki so kljub širokim poslovnim pravilom odstopale, niso bile zabeležene v podatkovni zbirki.

V preteklosti smo pri beleženju podatkov opazili pomanjkljivosti vodenja podatkov. Ti podatki so zadostovali pri ustaljenih klasičnih metodah. Pri možnosti računalniške obdelave pa se odpirajo nove možnosti, za katere je potrebno redno opremljanje.

4.2 IZBIRA MODELA

V tujini pri sestavljanju modela pri različnih populacijah upoštevajo veliko različnih vplivov, ki so rezultat skrbnega beleženja in vodenja podatkov. Tako so v modelih kot vplivi uporabljeni spol, starost, rejci, popisovalci in ocenjevalci, geografske regije,

genetske skupine, kondicija, dosežki na tekmovanjih ter zaslužki (van Bergen in sod., 1993; Koenen in sod., 1995; Samoré in sod., 1997; Dolvik in Klemetsdal, 1999; Langlois in Blouin, 2003). Nabor vplivov je v Sloveniji manjši, ker podatkovno zbirko šele vzpostavljamo. Prav tako je Slovenija majhna dežela in imajo rejci majhne črede, prihaja pa tudi do nepopolnih podatkov pri ocenjevalcih. Ocenjevalec je največkrat le eden.

Pri izbiri sistematskega dela modela (tabela 11) smo upoštevali statistično značilnost vplivov, pojasnjeno variabilnost in število stopinj prostosti. Kot možne vplive smo preizkusili leto ocenjevanja oziroma merjenja, starost in spol. Vpliv starost je bil statistično značilna pri ocenah za pasemsko značilnost, oceni srednjega in zadnjega dela trupa. Trend se je nakazoval tudi pri skupni oceni, oceni za zadnje in prednje noge ter oceni za pravilnost hodov. Razlike med spoloma pri nobeni od ocenjenih lastnosti niso bile statistično značilne. Trend za vpliv spola je nakazoval statistično značilnost pri oceni za vrat, kjer je p-vrednost znašala 0,0639. To je možno zato, ker so skale prilagojene spolnemu dimorfizmu. Poleg tega je bilo število žrebcev, vključenih v analizo, precej manjše in ni zadostovalo za preveritev vplivov. Sistematski vpliv leta ocenjevanja oziroma merjenja je bil za vse lastnosti statistično značilen. Leto lahko vključuje več vplivov na telesne mere. Do razlik v telesnih merah lahko pride zaradi sprememb pri načinu merjenja, različnih ocenjevalcev ter morebitnih sezonskih sprememb. Prav slednja bi lahko zahtevala delitev na dve ali več sezon na leto in glede na število razporeditev znotraj leta ter glede na sezonska nihanja posameznih lastnosti.

Tabela 11: P - vrednosti za vse možne vplive v modelu za ocene zunanosti in stopinje prostosti za izbrani model

Lastnost	Starost	Spol	Leto ocenjevanja
Pasemska značilnost	0,0034	0,4488	<0,0001
Glava	0,8890	0,2184	<0,0001
Vrat	0,6225	0,0639	<0,0001
Prednji del trupa	0,9895	0,6069	<0,0001
Srednji del trupa	0,0493	0,9753	<0,0001
Zadnji del trupa	0,0013	0,9186	<0,0001
Prednje noge	0,0712	0,7454	<0,0001
Zadnje noge	0,0664	0,8467	<0,0001
Pravilnost hodov	0,0891	0,3408	<0,0001
Izdatnost hodov	0,2629	0,5225	<0,0001
Skupna ocen	0,0535	0,2883	<0,0001

Statistični model za telesne mere je isti kot pri ocenjenih lastnostih (enačba 2). Vpliv starosti (tabela 12) je statistično značilen le pri višini križa merjeni s palico in pri globini prsi. Pri analizi se je pokazal trend zmanjševanja višine križa s starostjo medtem ko se je globina prsi nekoliko povečevala. Pri drugih lastnostih nismo dokazali vpliva starosti. Vpliv spola smo lahko uporabili le pri štirih merjenih lastnostih, ker so žrebci imeli le štiri osnovne meritve: višino vihra, merjeno s palico in trakom, obseg prsi ter obseg piščali. Spol je bil statistično značilen le pri višini vihra, merjeni s palico. Tako so bili žrebci nekoliko višji od kobil.

Vpliv starosti se je večkrat pokazal značilen, vendar pa je vključitev vpliva v model le malo doprinesla k pojasnjeni varianci. Ker je večina meritev opravljenih v tretjem in četrtem letu, smo tokrat vpliv izpustili. Kasneje, ko bodo znani novi podatki, pa predlagamo preveritev statističnega modela.

Pri izbranem modelu smo tako pri ocenah kot pri meritvah obdržali samo leto ocenjevanja. Žrebci so bili premalo zastopani, skale pa že upoštevajo spolni dimorfizem. Pri višini vihra, merjeni s palico, bi kazalo vključiti tudi spol.

Tabela 12: P-vrednosti za vse možne vplive v modelu za merjene lastnosti in stopinje prostosti za izbran model

Lastnosti	Starost	Spol	Leto merjenja
Višina vihra – palica	0,2501	0,0246	<0,0001
Višina vihra – trak	0,0233	0,1532	<0,0001
Obseg prsi	0,7380	0,6823	0,6031
Globina prsi	0,0223	-	0,2432
Širina prsi	0,8526	-	<0,0001
Obseg piščali	0,5169	0,1165	<0,0001
Višina križa	0,2809	-	<0,0001
Širina križa	0,1511	-	0,0006
Dolžina trupa	0,0777	-	0,0049

4.3 PARAMETRI DISPERZIJE

Pri obravnavanih lastnostih nismo preizkušali vseh možnih kombinacij. Ker smo pričakovali visoke korelacije, smo se odločili za postopne analize. Ocene varianc in kovarianc ter ocene deležev za lastnosti zunanosti so prikazane po različnih analizah. V prvem delu smo sorodne lastnosti obdelali z dvolastnostnim oziroma trolastnostnim modelom, kasneje pa smo lastnosti združevali v večlastnostne modele. V poskusu smo združili tudi po 8 ali več lastnosti, izključevali pa smo visoko korelirane, saj so le te povzročale nedefinitnost matrik varianc in kovarianc.

4.3.1 Ocene varianc in kovarianc za ocenjene lastnosti

Najprej smo opravili dvo in trolastnostne analize. Varianco aditivnega genetskega vpliva v dvolastnostnem modelu s skupno oceno ocenjujemo na 5,17 (tabela 13). Pasemska značilnost je ena od posamičnih ocen, zato je pričakovana manjša varianca. Ocenjena je na 0,14. Genetski standardni odklon za skupno oceno tako znaša 2,24 in za ocene pasemske značilnosti 0,37. Kovarianca med tema dvema lastnostnima je ocenjena na 0,70. Fenotipska varianca za lastnost skupna ocena znaša 14,21, za pasemsko značilnost pa 0,42. Fenotipska kovarianca med njima pa je ocenjena na 1,65. Pozitivne kovariance so pričakovane, saj je pasemska značilnost del skupne ocene.

Fenotipska varianca za glavo je 0,44, za vrat 0,50 in kovarianca med njima je ocenjena na 0,13, (tabela 14). Ocenjena varianca aditivnega genetskega vpliva za glavo znaša

0,04 in za vrat 0,02. Glede na standardno napako ocene lahko predvidevamo da so vrednosti nezanesljivo ocenjene. Že standardni odklon pri osnovni statistiki (tabela 9) nam je napovedoval majhno fenotipsko varianco.

Tabela 13: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za skupno oceno in pasemsko značilnost

	Skupna ocena	Pasemska značilnost	Fenotipska varianca
Skupna ocena	5,17 ± 1,15	1,65	14,21
Pasemska značilnost	0,70 ± 0,09	0,14 ± 0,03	0,42

Tabela 14: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za glavo in vrat

	Glava	Vrat	Fenotipska varianca
Glava	0,04 ± 0,02	0,13	0,44
Vrat	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,03	0,50

V sklopu trupa smo skupaj analizirali tri lastnosti: ocene prednjega, srednjega in zadnjega dela trupa (tabela 15). Največja genetska varianca je pri prvem delu (0,10) in nekoliko manjša pri zadnjem delu trupa (0,08). Pri srednjem delu trupa je genetska varianca najmanjša (0,04), medtem ko je fenotipska varianca največja (0,51). Fenotipske variance so za vse lastnosti ocenjene nad 0,40. Tako kovariance aditivnega genetskega vpliva kot fenotipske kovariance so pozitivne in velike.

Tabela 15: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti trupa

	Prednji del trupa	Srednji del trupa	Zadnji del trupa	Fenotipske variance
Prednji del trupa	0,10 ± 0,02	0,18	0,15	0,42
Srednji del trupa	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,20	0,51
Zadnji del trupa	0,06 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,08 ± 0,02	0,43

Pri obeh dvolastnostnih analizah so tako za lastnosti nog (tabela 16) kot za gibanje (tabela 17) fenotipske vrednosti ocenjene nad 0,40. Aditivna genetska varianca znaša 0,11 pri prednjih nogah oziroma 0,10 pri zadnjih nogah, kar predstavlja šestino oziroma petino fenotipske variance. Kovarianca aditivnega genetskega vpliva med pravilnostjo in izdatnostjo hodov je 0,02, med prednjimi in zadnjimi nogami pa 0,08. Pri lastnostih nog je povezava srednja, pri gibanju pa velika.

Tabela 16: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti nog

	Prednje noge	Zadnje noge	Fenotipska varianca
Prednje noge	0,11 ± 0,04	0,18	0,67
Zadnje noge	0,08 ± 0,01	0,10 ± 0,03	0,48

Tabela 17: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti gibanja

	Pravilnost hodov	Izdatnost hodov	Fenotipska varianca
Pravilnost hodov	0,05 ± 0,02	0,11	0,44
Izdatnost hodov	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,46

V štirilastnostnih analizah so bile v prvi analizi združene skupna ocena, pasemska značilnost, glava in prednji del trupa ter v drugem primeru prednje in zadnje noge ter pravilnost in izdatnost hodov. Matrike niso bile pozitivno definitne, kar je verjetno posledica visoko koreliranih lastnosti in majhnih varianc.

Pričakovano so ocene fenotipske variance (14,20) kot variance za direktni aditivni genetski vplivi (5,02) največje pri lastnosti skupna ocena (tabela 18). Fenotipske variance za ocene lastnosti glave so 0,44 in prednjega dela trupa 0,42. Fenotipske kovariance so med 0,11 in 1,64. Varianca aditivnega genetskega vpliva za pasemsko značilnost je 0,13, za glavo 0,05 in za prednji del trupa 0,10. Vse kovariance so ocenjene pozitivno od 0,03 do 0,69. Največje kovariance so ocenjene med skupno oceno in glavo, pasemsko značilnostjo ter prednjim delom trupa.

Variance za direktni aditivni genetski vpliv so pri nogah ocenjene na 0,12 oziroma 0,11, pri gibanju pa na 0,06 oziroma 0,01 (tabela 19). Fenotipska varianca je največja pri prednjih nogah (0,67), najmanjša pa pri pravilnosti hodov (0,44). Vse genetske in fenotipske korelacije so ocenjene pozitivno. Pri genetskih kovariancah se vrednosti gibljejo med 0,01 in 0,07. Fenotipske kovariance so ocenjene med 0,05 in 0,24.

Tabela 18: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za skupno oceno, pasemsko značilnost, glavo in prednji del trupa

	S	PZ	GL	PDT	σ_p^2
S	5,02 ± 0,71	1,64	1,14	1,55	14,20
PZ	0,69 ± 0,05	0,13 ± 0,02	0,12	0,18	0,42
GL	0,34 ± 0,06	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,11	0,44
PPD	0,63 ± 0,05	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,42

S - skupna ocena, PZ - pasemska značilnost, GL - glava, PDT - prednji del trupa, σ_p^2 - fenotipska varianca

Tabela 19: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za lastnosti nog in gibanja

	Prednje noge	Zadnje noge	Pravilnost hodov	Izdatnost hodov	Fenotipska varianca
Prednje noge	0,12 ± 0,03	0,18	0,24	0,08	0,67
Zadnje noge	0,07 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,16	0,05	0,48
Pravilnost hodov	0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,11	0,44
Izdatnost hodov	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,47

Fenotipske variance so enake kot pri štirilastnostnih modelih. Fenotipske kovariance so pozitivne in nekoliko višje (tabela 20). Najmanjše ocenjena varianca (0,02) za direktni aditivni genetski vpliv je ponovno za ocene izdatnosti hodov. Genetski standardni odklon je 0,14, tako da napovedi plemenskih vrednosti pričakujemo med -0,42 in +0,43. Najvišje ocenjena genetska varianca je pri pasemski značilnosti in oceni prednjih nog, znaša pa 0,15. Plemenske vrednosti bodo variirale med -1,16 in +1,16. Genetske kovariance so pozitivne, edino negativno vrednost smo izračunali med pasemsko značilnostjo in izdatnostjo hodov. Ker je standardna napaka ocene enaka vrednosti kovariance, le ta pravzaprav ni različna od 0. Podrobneje bomo povezave med lastnostmi obrazložili s korelacijami, saj je vrednost kovarianc težje pojasniti.

Tabela 20: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za del ocenjenih lastnosti

	S	PZ	GL	PDT	PN	ZN	PH	IH	σ_p^2
S	4,91 ± 0,51	1,67	1,16	1,55	1,79	1,48	1,35	0,96	14,55
PZ	0,70 ± 0,04	0,15 ± 0,02	0,12	0,18	0,13	0,15	0,09	0,06	0,42
GL	0,32 ± 0,04	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,11	0,05	0,04	0,01	0,03	0,44
PDT	0,60 ± 0,04	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,10 ± 0,02	0,11	0,10	0,06	0,05	0,42
PN	0,75 ± 0,05	0,11 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,18	0,24	0,08	0,67
FN	0,48 ± 0,04	0,06 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,11 ± 0,03	0,16	0,05	0,48
PH	0,50 ± 0,04	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,11	0,44
IH	0,06 ± 0,04	-0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,47

S - skupna ocena, PZ - pasemska značilnost, GL - glava, PDT - prednji del trupa, PN - prednje noge, ZN - zadnje noge, PH - pravilnost hodov, IH - izdatnost hodov, σ_p^2 - fenotipska varianca

Genetske kovariance so največje pri kombinacijah vseh lastnosti s skupno oceno (tabela 21). Ocene fenotipskih varianc so v večini primerljive z ocenami z manjših sklopov lastnosti. Ocenjene so nad 0,45, izjema je skupna ocena, kjer je fenotipska varianca 18,10. Fenotipske kovariance so nad 1,00 pri kombinaciji vseh lastnosti s skupno oceno, ostale vrednosti so ocenjene med -0,001 in +0,31. Genetski standardni odkloni za aditivni genetski vpliv pri vseh lastnostih skupaj so med 0,26 (glava) in 0,45 (zadnji del trupa), izjema je skupna ocena, kjer je 2,55.

Opozoriti moramo, da matrike genetskih varianc in kovarianc za skupine ocen in vse ocene niso bile pozitivno definitne. Tako ne morejo služiti pri napovedovanju plemenskih vrednosti. Opazimo lahko, da so genetske in fenotipske variance precej povečane. To se lahko zgodi zaradi visokih korelacij. Iz dosedanjih analiz pričakujemo, da je v zadnjih dveh večlastnostnih modelih nepotrebna skupna ocena, ker je močno

korelirana s svojimi sestavnimi deli. Nadalje pa velja izločiti tudi lastnosti z majhno genetsko varianco, kakršna je ocena vratu.

Tabela 21: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za vse ocenjene lastnosti

	S	PZ	GL	VR	PDT	SDT	ZDT	PN	ZN	PH	IH	σ_p^2
S	5,99 ±0,26	2,07	1,58	1,61	1,64	2,57	2,06	2,22	1,78	1,57	1,00	18,10
PZ	0,71 ±0,02	0,14 ±0,01	0,21	0,18	0,17	0,28	0,26	0,20	0,18	0,08	0,04	0,48
GL	0,52 ±0,02	0,06 ±0,01	0,06 ±0,01	0,17	0,06	0,17	0,21	0,14	0,08	-0,02	-0,002	0,55
VR	0,49 ±0,02	0,05 ±0,01	0,05 ±0,004	0,06 ±0,01	0,21	0,11	0,10	0,09	0,07	0,05	0,03	0,61
PDT	0,58 ±0,02	0,07 ±0,01	0,07 ±0,004	0,05 ±0,004	0,10 ±0,02	0,24	0,13	0,09	0,07	0,12	0,06	0,48
SDT	0,81 ±0,02	0,11 ±0,01	0,07 ±0,004	0,05 ±0,004	0,10 ±0,01	0,13 ±0,02	0,32	0,24	0,23	0,17	0,08	0,73
ZDT	0,94 ±0,02	0,14 ±0,01	0,08 ±0,004	0,07 ±0,004	0,09 ±0,01	0,12 ±0,01	0,20 ±0,05	0,21	0,18	0,07	0,03	0,54
PN	0,82 ±0,03	0,10 ±0,01	0,06 ±0,005	0,05 ±0,005	0,04 ±0,01	0,10 ±0,01	0,12 ±0,04	0,15 ±0,02	0,24	0,25	0,10	0,68
ZN	0,64 ±0,02	0,06 ±0,01	0,05 ±0,004	0,06 ±0,004	0,03 ±0,01	0,06 ±0,01	0,12 ±0,03	0,11 ±0,01	0,14 ±0,01	0,18	0,05	0,51
PH	0,28 ±0,02	-0,01 ±0,01	0,02 ±0,004	0,03 ±0,005	0,01 ±0,01	0,03 ±0,01	-0,02 ±0,03	0,05 ±0,01	0,001 ±0,01	0,13 ±0,03	0,15	0,54
IH	0,22 ±0,02	-0,01 ±0,01	0,01 ±0,004	0,02 ±0,005	0,02 ±0,01	0,03 ±0,01	0,02 ±0,03	0,03 ±0,01	0,02 ±0,01	0,03 ±0,01	0,06 ±0,01	0,47

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, σ_p^2 - fenotipska varianca

Albertsdóttir in sod. (2007) so v raziskavi, kjer so ocenjevali genetske parametre za lastnosti zunanosti in rezultate tekmovanj, aditivne genetske variance ocenili med 0,06 in 0,94. Primerjava vseh lastnosti ni mogoča, saj pri nas ne izvajamo toliko meritev. Za primerjavo lahko vzamemo ocene glave, vratu, zadnjega dela trupa, noge in hojo. Od teh primerljivih lastnosti imajo najvišje ocenjeno varianco za aditivni genetski vpliv lastnosti kakovosti nog (0,11) in najnižje ocenjeno stoja nog (0,06). Ostale primerljive

lastnosti imajo ocene varianc za aditivne genetske vplive med 0,07 (glava in vrat) in 0,08 (zadnji del trupa), kar je celo nekoliko nižje kot v našem primeru.

4.3.2 Ocene varianc in kovarianc za merjene lastnosti

Pri prvi dvolastnostni analizi meritev smo združili višini vihra, merjeni s palico in trakom. Fenotipsko varianco pri meritvi s palico smo ocenili na $9,29 \text{ cm}^2$, kar je nekoliko manj, kot smo ocenili z osnovno statistiko. To pomeni, da tudi vpliv sezone ni pojasnil veliko variance. Višina vihra, merjena s trakom, ima pričakovano večjo fenotipsko varianco in sicer 1,8–krat. Varianca za aditivni genetski vpliv pri obeh lastnostih predstavlja dobro polovico fenotipske variance. Genetska kovarianca med meritvama je velika, kar kaže na to, da bi pri napovedovanju plemenske vrednosti obdržali le eno lastnost.

Tabela 22: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za meritve višine vihra

	Višina vihra – palica (cm)	Višina vihra – trak (cm)	Fenotipska varianca
Višina vihra – palica (cm)	5,84 ± 0,79	10,31	9,29
Višina vihra – trak (cm)	7,67 ± 0,52	10,36 ± 1,44	17,50

Variance za aditivni genetski vpliv so ocenjene med $2,82 \text{ cm}^2$ za globino prsi in $11,27 \text{ cm}^2$ za obseg prsi (tabela 23). Ocene genetskih kovarianc so med 1,67 in $7,67 \text{ cm}^2$. Fenotipska varianca je najvišje ocenjena pri obsegu prsi $74,41 \text{ cm}^2$. Fenotipska kovarianca pa je najvišje ocenjena med obsegom in širino prsi, kjer je ocenjena na $12,48 \text{ cm}^2$. Za meritve prsi so ocene genetskega standardnega odklona ocenjene od 1,68 pa vse do 4,17 cm.

Tabela 23: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za meritve prsi

	Obseg prsi (cm)	Globina prsi (cm)	Širina prsi (cm)	Fenotipska varianca
Obseg prsi (cm)	11,27 ± 3,64	12,48	19,41	74,41
Globina prsi (cm)	4,26 ± 0,58	2,82 ± 0,53	3,81	7,05
Širina prsi (cm)	5,02 ± 0,78	1,67 ± 0,35	3,63 ± 0,79	12,32

V trolastnostno analizo smo združili meritve prsi. Fenotipske vrednosti (tabela 23) so podobne ocenam pri osnovni statistiki (tabela 10). Varianca pri obsegu in globini prsi je pričakovana glede na razliko v srednji vrednosti. Širina prsi je bolj variabilna. Največji delež fenotipske variance (dve petini) pojasnjuje aditivni genetski vpliv pri globini prsi. Pri širini prsi predstavlja genetska komponenta slabo tretjino. Povezave med lastnostmi so srednje močne. Manj sta genetsko povezani globina in širina prsi, močnejše pa so povezave obsega prsi z drugima dvema lastnostima. To je tudi pričakovano, saj je obseg prsi v veliki meri pojasnjen s tema dvema lastnostima.

Tabela 24: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za meritve križa

	Višina križa (cm)	Širina križa (cm)	Fenotipska varianca
Višina križa (cm)	6,93 ± 1,25	2,93	11,23
Širina križa (cm)	2,07 ± 0,59	1,82 ± 0,68	10,02

V tretji analizi smo obdelali višino in širino križa (tabela 24). Zanimivo je, da je pri višini križa prvič opaženo nekoliko večje zmanjšanje fenotipske variance v primerjavi z varianco, izračunano med osnovno statistiko (tabela 9). Pri širini križa tega nismo opazili. Genetska varianca pri višini križa pojasni večji delež fenotipske variance (nad 60 %), pri širini križa pa le 20 %. Za fenotipsko kovarianco med lastnostima pričakujemo, da je pretežno genetskega izvora.

V dvolastnostni analizi, ki vključuje obseg piščali in dolžino telesa (tabela 25), so variance za aditivni genetski vpliv ocenjene na 0,27 cm² za obseg piščali in na 10,25 cm² za dolžino telesa. Genetska kovarianc med dolžino trupa in obsegom piščali

je $1,24 \text{ cm}^2$. Fenotipska varianca za obseg piščali je $0,76 \text{ cm}^2$ in za dolžino telesa $28,63 \text{ cm}^2$. Pri obeh lastnostih genetska komponenta pojasnjuje dobro tretjino fenotipske variance. Med lastnostnima je fenotipska kovarianca $1,86 \text{ cm}^2$. Večji del povezave ($1,24 \text{ cm}^2$) je genetskega izvora in le manjši okoljske.

Tabela 25: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za obseg piščali in dolžino trupa

	Obseg piščali (cm)	Dolžina trupa (cm)	Fenotipska varianca
Obseg piščali (cm)	0,27 ± 0,05	1,86	0,76
Dolžina trupa (cm)	1,24 ± 0,15	10,25 ± 2,31	28,63

V naslednji analizi (tabela 26) smo združili v večlastnostnem modelu vse merjenje lastnosti hkrati. Fenotipske variance so primerljive z ocenami iz dvolastnostnih analiz. Tako je šest fenotipskih kovarianc, ki smo jih ocenili v modelih z manj lastnostmi, zelo podobnih in bi težko trdili, da se razlikujejo. Celotna analiza pa na novo oceni 30 komponent kovariance za ostale pare lastnosti. Tudi genetske variance in kovariance ocenjene v predhodnih analizah so primerljive. Matrika genetskih varianc in kovarianc, čeprav vrednosti niso bile nepričakovane, ni bila pozitivno definitna zaradi visokih korelacij med posameznimi lastnostmi, zato je za napovedovanje plemenskih vrednosti ne bomo mogli uporabiti.

Tabela 26: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za vse meritve

	VVP	VVT	OP	GP	ŠP	OPI	VK	ŠK	DT	σ_p^2
VVP	5,74 ±0,60	10,27	9,98	4,27	2,97	1,10	7,89	3,40	7,77	9,24
VVT	7,48 ±0,40	10,61 ±1,10	21,18	5,78	6,58	1,61	9,88	5,61	11,28	17,55
OP	5,90 ±0,81	9,40 ±1,10	13,18 ±3,32	12,57	19,34	2,96	9,19	13,99	21,32	74,66
GP	2,86 ±0,26	3,56 ±0,35	4,81 ±0,53	3,01 ±0,53	3,81	0,88	3,64	3,80	6,64	7,05
ŠP	2,00 ±0,34	3,54 ±0,47	5,16 ±0,71	1,61 ±0,36	3,28 ±0,71	1,22	3,12	5,03	7,15	12,22
OPI	0,72 ±0,09	1,04 ±0,12	1,12 ±0,18	0,51 ±0,09	0,39 ±0,09	0,26 ±0,05	1,08	1,11	1,80	0,76
VK	5,15 ±0,32	7,22 ±0,44	5,42 ±0,66	1,91 ±0,33	1,88 ±0,33	0,66 ±0,08	5,16 ±0,77	2,96	7,42	10,63
ŠK	2,02 ±0,30	3,65 ±0,42	5,47 ±0,63	1,68 ±0,31	2,42 ±0,31	0,51 ±0,08	2,06 ±0,36	2,49 ±0,61	6,53	10,25
DT	5,36 ±0,51	7,88 ±0,70	7,75 ±1,05	3,64 ±0,52	2,58 ±0,52	1,23 ±0,13	5,22 ±0,61	3,38 ±0,52	10,09 ±2,02	28,84

VVP - višina vihra, merjena s palico, VVT - višina vihra merjena, s trakom, OP - obseg prsi, GP - globina prsi, ŠP - širina prsi, OPI - obseg piščali, VK - višina križa, ŠK - širina križa, DT - dolžina trupa, σ_p^2 - fenotipska varianca

Dolvik in Klemetsdal (1999) sta genetsko varianco ocenjevala pri nizozemskih hladnokrvnih konjih. Uporabila sta štiri lastnosti, od katerih sta z našimi lastnostmi primerljivi le višina vihra in obseg piščali. Za višino vihra sta genetske variance ocenila na 12,25 cm² in za obseg piščali na 0,38 cm². Vrednosti so nekoliko večje od naših, kar lahko pričakujemo pri konjih večjega okvira.

4.3.3 Ocene varianc in kovarianc za kombinacijo ocenjenih in merjenih lastnosti

Ocenili smo tudi parametre disperzije med ocenjenimi in merjenimi lastnostmi. Naredili smo dve večlastnostni analizi. Prva analiza je obsegala ocene prednjega in srednjega dela trupa ter meritve obsega prsi, globine prsi in širine prsi. V drugi analizi smo združili oceno zadnjega dela trupa ter meritve dolžine in višine križa. Pri nobeni od

analiz nismo dobili pozitivno definitnih matrik z genetskimi variancami in kovariancami in tako niso uporabne za napovedovanje plemenskih vrednosti.

Ocene genetskih varianc za ocenjene lastnosti se gibljejo med 0,06 za oceno srednjega dela trupa in 0,09 za prednji del trupa (tabela 27). Za merjene lastnosti pa se gibljejo med 2,65 cm² za globino prsi in 9,24 cm² za obseg prsi. Fenotipske variance so podobne kot pri manjših analizah (tabeli 15 in 23). Fenotipska kovarianca je najvišje ocenjena med obsegom in širino prsi (19,12 cm²) in najnižje ocenjena med oceno srednjega dela trupa in obsegom prsi (0,15 cm). Obseg prsi je močno genetsko povezan z ocenami prednjega in srednjega dela trupa. Te povezave so tudi verjeten vzrok, da matrika genetskih varianc in kovarianc ni pozitivno definitna. Večje odstopanje pri ocenah genetskih komponent zasledimo pri merjenih lastnostih.

Tabela 27: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za kombinacijo ocen prednjega in srednjega dela trupa ter za meritve prsi

	PDT	SDT	OP (cm)	GP (cm)	ŠP (cm)	σ_p^2
PDT	0,09 ± 0,02	0,18	1,81	0,40	0,58	0,42
SDT	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,02	1,37	0,15	0,36	0,51
OP (cm)	0,88 ± 0,13	0,67 ± 0,12	9,24 ± 2,83	12,29	19,12	73,98
GP (cm)	0,40 ± 0,04	0,18 ± 0,04	3,57 ± 0,45	2,65 ± 0,52	3,72	6,99
ŠP (cm)	0,26 ± 0,06	0,36 ± 0,05	3,76 ± 0,61	1,31 ± 0,35	3,43 ± 0,88	12,25

PDT - prednji del trupa, SDT - srednji del trupa, OP - obseg prsi, GP - globina prsi, ŠP - širina prsi,

σ_p^2 - fenotipska varianca

Fenotipske variance za oceno zadnjega dela trupa ter meritvi širine in višine križa (tabela 28) so primerljive z ocenami, ki smo jih dobili pri predhodnih analizah (tabela 15 in 24). Varianca za aditivni genetski vpliv je bila najnižje (0,07) ocenjena za lastnost zadnji del trupa, najvišje (6,30 cm²) pa za višino križa (tabela 29). Genetske kovariance so ocenjene na 0,37 cm med zadnjim delom trupa in širino križa, 0,47 med zadnjim delom trupa in višino križa ter 2,09 cm² med širino in višino križa.

Tabela 28: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za kombinacijo ocene zadnjega dela trupa in meritev križa

	Zadnji del trupa	Višina križa (cm)	Širina križa (cm)	Fenotipska varianca
Zadnji del trupa	0,07 ± 0,02	0,26	0,36	0,43
Višina križa (cm)	0,47 ± 0,06	6,30 ± 1,09	2,90	11,05
Širina križa (cm)	0,37 ± 0,05	2,09 ± 0,52	2,27 ± 0,69	10,07

Ocene fenotipskih varianc se gibljejo med 0,43 cm in 11,05 cm² (tabela 28). Najvišje ocenjena fenotipska kovarianca je bila med višino in širino križa, najnižje ocenjena pa med oceno zadnjega dela trupa in višino križa. Višina in širina križa v tem primeru nista bili močno genetsko povezani z ocenami zadnjega dela trupa. Ocene genetskih standardnih odklonov za drugi sklop kombiniranih lastnosti se gibljejo med 0,26 za oceno zadnjega dela trupa in 2,51 cm za višino križa.

4.4 OCENA HERITABILITET IN KORELACIJ

4.4.1 Ocene heritabilitet in korelacij za ocenjene lastnosti

Tudi ocene heritabilitet in korelacij bomo predstavili v enakem zaporedju, kot komponente (ko)varianc. Prve bodo ocenjene, nato merjene lastnosti in na koncu kombinacija ocenjenih in merjenih lastnosti.

Heritabiliteta za skupno oceno je 0,36 in za pasemsko značilnost 0,32 (tabela 29). Genetska korelacija med lastnostnima je pričakovano visoka (0,83), saj je ocena pasemske značilnosti del skupne ocene. Fenotipska korelacija je nekoliko manjša (0,67). Prva lastnost je sestavljena in je močno korelirana z vsemi ostalimi komponentami. Pasemsko značilnost pa lahko razumemo bolj kot opisno lastnost, saj ocena 10 pomeni odlično prilagojena standardom, 1 pa slabo ne glede na smer odstopanja od standarda. Kljub visoki heritabiliteti sta lastnosti manj primerni na napovedovanje plemenske vrednosti.

Heritabilitete (tabela 30) za lastnosti glave (0,09) in vratu (0,05) so nizke. Genetska korelacija med njima je srednja, ocenjena na 0,56. Fenotipska korelacija (0,28) pa je manjša od genetske.

Tabela 29: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za skupno oceno in pasemsko značilnost

	Skupna ocena	Pasemska značilnost
Skupna ocena	0,36 ± 0,07	0,67
Pasemska značilnost	0,83 ± 0,07	0,32 ± 0,07

Tabela 30: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene glave in vratu

	Glava	Vrat
Glava	0,09 ± 0,04	0,28
Vrat	0,56 ± 0,46	0,05 ± 0,06

Pri trolastnostni analizi za ocene trupa (tabela 31) smo najnižjo heritabiliteto (0,08) ocenili za srednji del trupa in najvišjo (0,24) za prednji del trupa. Heritabiliteta za zadnji del trupa je bila 0,18. Genetske korelacije so močne med prednjim in srednjim (0,90) ter prednjim in zadnjim (0,74) delom trupa. Fenotipske korelacije niso presegle vrednosti 0,42. za napoved plemenske vrednosti bi dali prednost prvemu delu trupa, nato pa bi dodali še zadnji del.

Pri ocenah za prednje in zadnje noge je večja genetska varianca (tabela 16), korelacija pa je srednje močna (tabela 32). Fenotipska korelacija je bila v tem primeru ocenjena na 0,32. Heritabiliteta za prednje noge je 0,17 in za zadnje noge 0,22. Kljub večjim heritabilitetam pri oceni za zadnje noge, bi bila za selekcijo lahko pomembnejša ocena prednjih nog, ker ima večjo varianco.

Za pravilnost hodov smo heritabiliteto ocenili na 0,12, medtem ko za izdatnost hodov le na 0,01 (tabela 33). Pri izdatnosti hodov je fenotipska varianca primerljiva s pravilnostjo hodov, vendar na lastnost vpliva predvsem okolje. Genetska korelacija pa

je nezanesljivo ocenjena, kar se vidi iz velikih standardnih napak. Fenotipska korelacija je med nižjimi ocenami.

Tabela 31: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene trupa

	Prednji del trupa	Srednji del trupa	Zadnji del trupa
Prednji del trupa	0,24 ± 0,04	0,39	0,35
Srednji del trupa	0,90 ± 0,20	0,08 ± 0,04	0,42
Zadnji del trupa	0,74 ± 0,10	0,55 ± 0,24	0,18 ± 0,05

Tabela 32: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene nog

	Prednje noge	Zadnje noge
Prednje noge	0,17 ± 0,05	0,32
Zadnje noge	0,75 ± 0,15	0,22 ± 0,06

Tabela 33: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za ocene gibanja

	Pravilnost hodov	Izdatnost hodov
Pravilnost hodov	0,12 ± 0,04	0,25
Izdatnost hodov	0,99 ± 0,91	0,01 ± 0,02

Skupina ocen, v kateri so skupna ocena, pasemska značilnost, glava in prednji del trupa, imajo heritabilitete ocenjene med 0,11 in 0,35 (tabela 34). Genetske korelacije med lastnostmi so ocenjene srednje do visoko. Močno genetsko korelirana je skupna ocena z ostalimi lastnostmi, ki jo sestavljajo. Pri pasemski značilnosti je fenotipska varianca (tabela 18) primerljiva z lastnostima glava in prednji del trupa. Fenotipske korelacije so med višjimi ocenami.

Tabela 34: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za lastnosti skupna ocena, pasemska značilnost, glava in prednji del trupa

	Skupna ocena	Pasemska značilnost	Glava	Prednji del trupa
Skupna ocena	0,35 ± 0,04	0,67	0,46	0,63
Pasemska značilnost	0,84 ± 0,05	0,31 ± 0,04	0,27	0,43
Glava	0,71 ± 0,09	0,42 ± 0,11	0,11 ± 0,03	0,27
Prednji del trupa	0,88 ± 0,04	0,77 ± 0,08	0,90 ± 0,07	0,24 ± 0,04

Najnižjo (0,02) heritabiliteto smo ocenili za izdatnost hodov, najvišjo (0,22) pa za zadnje noge (tabela 35). Fenotipske variance (tabela 19) so bile med seboj primerljive, z izjemo prednjih nog. Za napoved plemenske vrednosti bi dali prednost zadnjim nogam in pravilnosti hodov, ki imata večjo genetsko varianco in med njima je srednje močna korelacija. Zraven najnižje heritabilitete ima izdatnost hodov tudi najnižjo varianco. Visoka genetska korelacija je med prednjimi nogami in pravilnostjo hodov.

Tabela 35: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za lastnosti nog in gibanja

	Prednje noge	Zadnje noge	Pravilnost hodov	Izdatnost hodov
Prednje noge	0,18 ± 0,04	0,32	0,45	0,13
Zadnje noge	0,62 ± 0,15	0,22 ± 0,04	0,35	0,12
Pravilnost hodov	0,96 ± 0,05	0,48 ± 0,19	0,14 ± 0,04	0,25
Izdatnost hodov	0,17 ± 0,35	0,11 ± 0,40	0,39 ± 0,35	0,02 ± 0,02

Pri vseh lastnostih skupaj (tabela 36) se ocenjene heritabilitete nekoliko razlikujejo od ocenjenih heritabilitet pri lastnostih v manjših skupinah. Tako se ocene heritabilitet gibljejo med 0,10 za oceno vratu in 0,37 za oceno zadnjega dela trupa. Najnižje ocenjena fenotipska korelacija je bila -0,004. Genetske korelacije so negativne med ocenami pravilnosti in izdatnosti hodov v kombinaciji s pasemsko značilnostjo, srednjega dela trupa in glave, pravilnostjo hodov in skupno oceno, pasemsko značilnostjo ter med pravilnostjo hodov in zadnjim delom trupa. Močno genetsko korelirana skupna ocena v manjših analizah, je v tem primeru manjša. Šibka genetske korelacije lahko opazimo med skupno oceno in lastnostmi gibanja.

Samoré in sod. (1997) so heritabilitete za ocenjene lastnosti pri konjih haflinške pasme v Italiji ocenili med 0,04 za vrat in 0,53 za barvo dlake. Ocene heritabilitet so bile okoli 0,20 in so nekoliko nižje kot za našo populacijo. Močne genetske korelacije so ocenili med lastnostmi vratu, 0,94 in med posameznimi lastnostmi glave, 0,99. Heritabilitete za lastnosti nog so ocenili med 0,10 in 0,17 ter genetsko korelacijo med prednjimi in zadnjimi nogami 0,06. Naša genetska korelacija med prednjimi in zadnjimi nogami pa je bila kar 0,72.

Tabela 36: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen ter fenotipske korelacije (nad diagonalo) za vse ocenjene lastnosti

	S	PZ	GL	VR	PDT	SDT	ZDT	PN	ZN	PH	IH
S	0,33 ±0,01	0,70	0,50	0,48	0,56	0,71	0,66	0,64	0,58	0,51	0,34
PZ	0,77 ±0,03	0,30 ±0,03	0,40	0,33	0,36	0,48	0,51	0,35	0,35	0,17	0,08
GL	0,84 ±0,04	0,63 ±0,11	0,12 ±0,02	0,30	0,12	0,27	0,39	0,23	0,16	-0,03	- 0,004
VR	0,82 ±0,04	0,52 ±0,16	0,73 ±0,10	0,10 ±0,03	0,39	0,17	0,18	0,13	0,13	0,08	0,05
PDT	0,75 ±0,06	0,61 ±0,06	0,81 ±0,03	0,66 ±0,15	0,21 ±0,04	0,41	0,26	0,15	0,15	0,23	0,13
SDT	0,90 ±0,03	0,81 ±0,04	0,75 ±0,05	0,61 ±0,07	0,83 ±0,03	0,19 ±0,03	0,50	0,35	0,37	0,27	0,14
ZDT	0,85 ±0,03	0,80 ±0,04	0,71 ±0,07	0,66 ±0,10	0,61 ±0,10	0,73 ±0,05	0,37 ±0,04	0,35	0,34	0,13	0,06
PN	0,85 ±0,03	0,67 ±0,06	0,56 ±0,07	0,57 ±0,08	0,34 ±0,07	0,69 ±0,05	0,71 ±0,09	0,23 ±0,02	0,41	0,41	0,17
ZN	0,69 ±0,03	0,39 ±0,06	0,48 ±0,06	0,63 ±0,09	0,28 ±0,11	0,42 ±0,11	0,68 ±0,04	0,72 ±0,04	0,28 ±0,02	0,34	0,10
PH	0,32 ±0,12	-0,07 ±0,16	0,27 ±0,08	0,33± 0,06	0,12 ±0,13	0,26 ±0,17	-0,12 ±0,18	0,39 ±0,14	0,07 ±0,06	0,24 ±0,03	0,29
IH	0,36 ±0,07	-0,11 ±0,08	0,10 ±0,13	0,28 ±0,26	0,27 ±0,08	0,29 ±0,08	0,18 ±0,08	0,29 ±0,08	0,26 ±0,08	0,30 ±0,08	0,13 ±0,02

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

Pri nizozemskih toplokrvnih konjih so Koenen in sod. (1995) dobili heritabilitete za ocenjene zunanje lastnosti med 0,09 in 0,28. Primerljive ocene z našimi so ocene heritabilitet za zadnje noge (0,21). Genetske korelacije so bile v veliki večini negativne

in v primerjavi z našimi ocenami nižje. Nižje ocenjene so bile tudi fenotipske korelacije, ki so se gibale med 0,00 in 0,12 v pozitivni ter 0,00 in -0,05 v negativni smeri. Molina in sod. (1999) so na islandskih konjih genetske korelacije med lastnostmi ocenili med 0,12 in 0,83. Za lastnosti glave so heritabilitete ocenili na 0,23 in za lastnosti križa na 0,03. Lastnosti križa pri islandskih konjih bi lahko primerjali z oceno zadnjega dela trupa pri konjih haflinške pasme v Sloveniji.

Ocene heritabilitet za lastnosti zunanosti pri šetlandskih ponijih so med 0,10 za povezavo glave s trupom ter 0,41 za dolžino koraka v kasu (van Bergen in sod., 1993). Večje ocene heritabilitet lahko zasledimo pri lastnosti glave in vratu (nad 0,30). Manjše ocene so pri lastnostih nog, pri prednjih 0,21 in pri zadnjih 0,07. Heritabiliteto za izdatnost koraka so ocenili na 0,35. Ocene genetskih korelacij so bile med -0,12 in 0,88, fenotipskih korelacij pa med -0,24 in 0,78. Močno genetsko korelirane so bile lastnosti glave in vratu, kjer so bile ocene nad 0,50. Ocene heritabilitet so med 0,22 in 0,46 za lastnosti zunanosti in rezultatov tekmovanj pri islandskih konjih (Albertsdóttir in sod., 2007). Ocene so primerljive z našimi za lastnosti glave, vratu, nog in hoje. Genetske korelacije so bile med šibko negativnim (-0,22) in močnejše pozitivnim (+0,88). Za podobne lastnosti, kot jih ocenjujemo pri konjih haflinške pasme v Sloveniji, so bile genetske korelacije v večini pod 0,10. Tudi fenotipske korelacije so bile v povprečju ocenjene na 0,10, kar je veliko nižje kot v našem primeru. Fenotipska korelacija je bila med glavo in vratom ocenjena na 0,30 ter med vratom in srednjim delom telesa 0,17.

Heritabilitete med 0,08 in 0,37 so Druml in sod. (2008) ocenili za lastnosti zunanosti za populacijo vlečnih konj na Nizozemskem. Najnižja ocena heritabilitete je bila pri lastnosti prednjih nog, najvišja pa pri pasemski značilnosti. Druml in sod. (2008) so nizke heritabilitete ocenili tudi za lastnosti glave in vratu. Ocena za prednji del trupa je bila 0,16, za srednji del trupa 0,25 in zadnji del trupa 0,2. Genetske korelacije so bile na pozitivni skali ocenjene vse do 0,98 med pasemsko značilnostjo in glavo. Najnižja genetska korelacija je bila z 0,07 ocenjena med glavo in pravilnostjo hodov. Genetska korelacija med prednjimi in zadnjimi nogami je bila ocenjena na 0,57.

4.4.2 Ocene heritabilitet in korelacij za merjene lastnosti

Ocene deležev pri merjenih lastnostih v skupinah so predstavljene v tabelah 37 do 41. Heritabiliteti za višini vihra sta 0,63 in 0,59 (tabela 37). Njuna genetska korelacija je pričakovano močna, ocenjena je na 0,99. Tudi fenotipska korelacija je visoka in znaša 0,81.

Tabela 37: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve višine vihra

	Višina vihra - palica	Višina vihra – trak
Višina vihra – palica	0,63 ± 0,06	0,81
Višina vihra – trak	0,99 ± 0,02	0,59 ± 0,06

Dokaj nizko (tabela 38) je ocenjena heritabiliteta za obseg prsi (0,15). Za globino prsi je heritabiliteta 0,40 in za širino prsi 0,29. Visoke genetske korelacije so med obsegom in globino ter med obsegom in širino prsi. To je pričakovano, saj lahko obseg prsi izračunamo s pomočjo globine in širine prsi. Fenotipska korelacija je ocenjena na 0,64 med obsegom in širino prsi.

Tabela 38: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve prsi

	Obseg prsi	Globina prsi	Širina prsi
Obseg prsi	0,15 ± 0,05	0,55	0,64
Globina prsi	0,76 ± 0,15	0,40 ± 0,07	0,41
Širina prsi	0,78 ± 0,07	0,52 ± 0,13	0,29 ± 0,06

Dvolastnostna analiza, ki smo jo opravili za meritve križa, nam je heritabilitete ocenila na 0,62 za višino in 0,18 za širino križa (tabela 39). Genetska korelacija med lastnostnima je 0,58. Z vrednostjo 0,28 pa je ovrednotena fenotipska korelacija. Za lastnosti obseg piščali in dolžino telesa je heritabiliteta ocenjena na 0,36 (tabela 41). Genetska korelacija med njima je 0,75, medtem ko je fenotipska nekoliko nižja (0,40).

Tabela 39: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve križa

	Višina križa	Širina križa
Višina križa	0,62 ± 0,09	0,28
Širina križa	0,58 ± 0,15	0,18 ± 0,06

Tabela 40: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za meritve obseg piščali in dolžina trupa

	Obseg piščali	Dolžina trupa
Obseg piščali	0,36 ± 0,06	0,40
Dolžina trupa	0,75 ± 0,10	0,36 ± 0,07

Pri ocenah deležev za vse merjenje lastnosti skupaj se ocene heritabilitet niso veliko spremenile (tabela 41). Največja sprememba je pri heritabiliteti za višino križa. Pri manjših sklopih lastnosti je bila ocenjena na 0,62, pri vseh meritvah skupaj pa na 0,49. Ta sprememba je verjetno posledica tega, da so vrednosti parametrov disperzije na robu parameterskega prostora. Genetske korelacije so bile ocenjene nad 0,40. Najvišje, nad 0,90, so bile med višinama vihra ter med višino križa in obema višinama vihra. Fenotipske korelacije so bile med 0,28 in 0,81. Najvišja fenotipska korelacije je pričakovano znova med višinama vihra.

Tabela 41: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za vse meritve

	VVP	VVT	OP	GP	ŠP	OPI	VK	ŠK	DT
VVP	0,62 ±0,05	0,81	0,38	0,53	0,28	0,42	0,80	0,35	0,48
VVT	0,96 ±0,02	0,60 ±0,05	0,59	0,52	0,45	0,44	0,72	0,42	0,50
OP	0,68 ±0,09	0,80 ±0,07	0,18 ±0,04	0,55	0,64	0,39	0,33	0,51	0,46
GP	0,69 ±0,06	0,63 ±0,07	0,76 ±0,09	0,43 ±0,06	0,41	0,38	0,42	0,45	0,47
ŠP	0,46 ±0,10	0,60 ±0,09	0,78 ±0,07	0,51 ±0,11	0,27 ±0,05	0,40	0,27	0,45	0,38
OPI	0,59 ±0,07	0,63 ±0,07	0,61 ±0,08	0,58 ±0,08	0,43 ±0,11	0,34 ±0,05	0,38	0,40	0,38
VK	0,95 ±0,02	0,98 ±0,01	0,66 ±0,10	0,49 ±0,09	0,46 ±0,12	0,57 ±0,09	0,49 ±0,05	0,28	0,43
ŠK	0,53 ±0,10	0,71 ±0,08	0,95 ±0,04	0,61 ±0,10	0,85 ±0,08	0,64 ±0,11	0,58 ±0,11	0,24 ±0,05	0,38
DT	0,70 ±0,07	0,76 ±0,07	0,67 ±0,11	0,66 ±0,08	0,45 ±0,13	0,76 ±0,09	0,72 ±0,09	0,67 ±0,11	0,35 ±0,06

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

Dolvik in Klemetsdal (1999) sta pri norveških hladnokrvnih konjih heritabilitete za višino vihra in obseg prsi ocenila na 0,73 oziroma 0,53. Ocenjena heritabiliteta 0,67 za višino vihra je bila pri islandskih konjih (Albertdóttir in sod., 2008). Naša ocena je sicer nekoliko nižja, a primerljiva. Pri obsegu prsi so naše ocene bistveno manjše (0,18 in manj) kot pri Dolvik in Klemetsdal, kjer navajajo oceno 0,50.

Na brazilskih konjih pantaneiro so bile ocene heritabilitet za merjene lastnosti ocenjene med 0,50 in 0,73 (Miserani in sod., 2002). Za lastnosti, ki so bile merjene tudi na populaciji haflinških konj pri nas, so ocene heritabilitet od 0,51 za širino prsi do 0,72 za dolžino trupa. Heritabiliteta za višino vihra, merjeno s palico, je ocenjena na 0,61, za obseg piščali 0,53 in za višino križa 0,52. Genetske korelacije so v tej raziskavi v večini ocenili na 1.

Na andaluzijskih konjih v Španiji so Molina in sod. (1999) analizirali sedem lastnosti in zanje izračunali dednostne deleže. Heritabilitete so ocenili med 0,35 in 0,95. Za višino vihra je ocena 0,50, v našem primeru so te ocene 0,59 ali višje. Za dolžino trupa so heritabiliteto ocenili na 0,72, kar je precej več kot pri nas (0,35). V primerjavi z našim delom so višje ocenili tudi heritabiliteto za širino prsi (0,56) in za obseg prsi (0,48). Primerljiva vrednost je heritabiliteta za obseg piščali, ki je tako v njihovem kot v našem primeru ocenjena na 0,35. Genetske korelacije so ocenjene nižje kot v našem primeru, gibljejo se med 0,20 in 0,60. Najvišje je bila ocenjena genetska korelacija med obsegom prsi in dolžino trupa (0,77). Fenotipske korelacije so ocenili med 0,25 za višino vihra in širino prsi ter 0,55 za višino vihra in dolžino trupa.

Druml in sod. (2008) so na populaciji vlečnih konj na Nizozemskem najnižjo heritabiliteto (0,35) ocenili za obseg prsi. Ta vrednost je primerljiva z našo oceno, ki je pri izbranih lastnostih prav tako znašala 0,35. Najvišje so ocenili heritabiliteto s 0,67 za lastnost višine vihra, merjeno s palico. Mi smo jo ocenili na 0,63. Genetske korelacije so bile od 0,25 med obsegom prsi in obsegom piščali do 0,99 med višino vihra, merjeno s palico in višino vihra, merjeno s trakom. Korelacija med višinama vihra je primerljiva z našimi rezultati, kjer je bila ocenjena na 0,96.

4.4.3 Ocene heritabilitet in korelacij za kombinacijo ocenjenih in merjenih lastnosti

Heritabilitete in korelacije smo ocenili tudi v večlastnostnih modelih z izbranimi ocenjenimi in merjenimi lastnostmi. Heritabilitete za lastnosti, ki smo jih uporabili v kombinacijah so nižje, kot tiste, ki smo jih ocenili v sklopu ocenjenih ali merjenih lastnosti (tabeli 42 in 43). Edina izjema je ocena heritabilitete za višino križa, ki se je povečala z 0,42 na 0,47. Ocene genetskih korelacij so visoke med obsegom prsi in ocenama prednjega (0,96) in srednjega (0,92) dela trupa. Globina prsi je bolj korelirana s prednjim delom trupa (0,82) kot s srednjim (0,45). Močno genetsko korelacijo (0,85) smo ocenili tudi med oceno zadnjega dela trupa in meritvijo širine križa. Ocene fenotipskih korelacij se gibljejo med 0,08 in 0,65. Nekoliko višje so ocenjene v sklopu prednjega dela trupa in meritev na prsih. Nizke fenotipske korelacije so dobili med ocenjeno lastnostjo zadnji del trupa in meritvami križa ter ocenjeno lastnostjo srednji del trupa in meritvami prsi.

Tabela 42: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za kombinacijo ocen prednjega in srednjega dela trupa ter za meritve prsi

	PDT	SDT	OP	GP	ŠP
PDT	0,22 ± 0,05	0,39	0,33	0,23	0,26
SDT	0,78 ± 0,11	0,11 ± 0,04	0,22	0,08	0,14
OP	0,96 ± 0,06	0,92 ± 0,09	0,12 ± 0,04	0,54	0,64
GP	0,82 ± 0,19	0,45 ± 0,14	0,72 ± 0,13	0,38 ± 0,07	0,40
ŠP	0,47 ± 0,14	0,81 ± 0,13	0,67 ± 0,12	0,44 ± 0,11	0,28 ± 0,07

PDT - prednji del trupa, SDT - srednji del trupa, OP - obseg prsi, GP - globina prsi, ŠP - širina prsi

Tabela 43: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za kombinacijo ocene zadnjega dela trupa in meritve križa

	Zadnji del trupa	Višina križa	Širina križa
Zadnji del trupa	0,15 ± 0,05	0,12	0,18
Višina križa	0,73 ± 0,16	0,57 ± 0,08	0,28
Širina križa	0,97 ± 0,04	0,55 ± 0,15	0,13 ± 0,06

4.5 IZBRANE LASTNOSTI

Matrike varianc in kovarianc, ki jih uporabljamo za napoved plemenske vrednosti, morajo biti pozitivno definitne (Jorjani in sod., 2003). Pozitivno definitnost matrike smo preverjali s Cholesky razčlenitvijo. Poskušali smo zadržati čimveč lastnosti, ki naj bi prispevale najmanj k problemom matrik varianc.

Na podlagi pozitivne definitnosti matrik genetskih varianc in kovarianc smo izbrali lastnosti znotraj sklopov ocenjenih in merjenih lastnosti. V sklopih so vključene lastnosti, ki niso močno korelirane s preostalimi lastnostmi. Tako je v sklop ocenjenih lastnosti vključenih šest lastnosti (tabela 44). Iz večlastnostnega modela smo izključili skupno oceno, oceno vratu, oceno srednjega in zadnjega dela trupa ter oceno prednjih nog, ki so bile močno korelirane s pravilnostjo hodov.

Tako dobljene genetske variance (tabela 44) so bile primerljive z obema celotnima sklopoma ocenjenih lastnosti (tabel 36) Največja (0,14) genetska varianca je pri pasemski značilnosti in najmanjša (0,01) pri izdatnosti hodov. Fenotipske variance so

med seboj primerljive. Že majhen standardni odklon pri osnovni statistiki je napovedal majhne fenotipske variance.

Najmanjšo heritabiliteto (0,02) ima izdatnost hodov (tabela 45). Najvišja heritabiliteta (0,32) je ocenjena pri pasemski značilnosti, ki ima tudi ocenjeno največjo varianco. Genetske korelacije so pozitivne, z izjemo korelacije med pasemsko značilnostjo in izdatnostjo hodov, in nizke. Najvišja genetska korelacija je ocenjena na 0,08. Tudi fenotipske korelacije so ocenjene nizko.

Tabela 44: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za izbrane ocenjene lastnosti

	PZ	GL	PDT	ZN	PH	IH	σ_p^2
PZ	0,14 ±0,02	0,12	0,18	0,15	0,09	0,06	0,42
GL	0,03 ±0,01	0,05 ±0,02	0,11	0,04	0,01	0,03	0,44
PDT	0,08 ±0,01	0,06 ±0,01	0,10 ±0,02	0,09	0,06	0,05	0,42
ZN	0,05 ±0,01	0,02 ±0,01	0,03 ±0,01	0,10 ±0,03	0,16	0,05	0,48
PH	0,04 ±0,01	0,03 ±0,01	0,06 ±0,01	0,04 ±0,02	0,06 ±0,01	0,11	0,44
IH	-0,01 ±0,01	0,01 ±0,01	0,01 ±0,01	0,01 ±0,01	0,02 ±0,01	0,01 ±0,01	0,46

PZ – pasemska značilnost, GL – glava, PDT – prednji del trupa, ZN – zadnje noge, PH – pravilnost hodov, IH – izdatnost hodov, σ_p^2 - fenotipska varianca

Tabela 45: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za izbrane ocenjene lastnosti

	PZ	GL	PDT	ZN	PH	IH
PZ	0,32 ±0,04	0,27	0,43	0,33	0,21	0,14
GL	0,37 ±0,14	0,11 ±0,04	0,26	0,09	0,02	0,7
PDT	0,73 ±0,07	0,88 ±0,09	0,23 ±0,04	0,21	0,14	0,11
ZN	0,41 ±0,09	0,34 ±0,12	0,30 ±0,14	0,21 ±0,06	0,35	0,11
PH	0,46 ±0,14	0,65 ±0,17	0,75 ±0,12	0,49 ±0,21	0,13 ±0,03	0,25
IH	-0,23 ±0,28	0,43 ±0,37	0,30 ±0,28	0,15 ±0,43	0,76 ±0,19	0,02 ±0,02

PZ – pasemska značilnost, GL – glava, PDT – prednji del trupa, ZN – zadnje noge, PH – pravilnost hodov, IH – izdatnost hodov

Pri izbranih merjenih lastnostih smo v analizi pustili višino vihra, merjeno s palico, globino in širino, ter obseg piščali ter dolžino telesa. Kot novo informacijo smo vključili razliko, ki smo jo izračunali med višino vihra in višino križa, merjenima s palico, saj sta omenjeni lastnosti močno genetsko korelirani. Genetske variance so ocenjene nizko (tabela 46). Genetska varianca za razliko je ocenjena na $0,87\text{cm}^2$. Fenotipske variance so primerljive s tistimi, ki smo jih dobili v dvo in trolastnostnih analizah. Genetske korelacije so pozitivne in ocenjene med 0,46 in $5,44\text{ cm}^2$. Fenotipske kovariance so v večini višje od genetskih. Genetski standardni odkloni se gibljejo med 0,44 in 0,79 cm.

Za izbrane merjenje lastnosti so ocene heritabilitet presegale 0,19 (tabela 47). Najvišje (0,63) je bila ocenjena heritabiliteta za višino vihra, merjeno s palico. Najnižjo (0,19) heritabiliteto ima razliko. Tako se standardni odkloni pri tem sklopu lastnosti gibljejo med 0,44 in 0,79 cm. Genetske korelacije lahko ocenimo kot srednje močno. Negativna fenotipska korelacija (-0,01) je med širino prsi in razliko. Ostale vrednosti fenotipskih korelacij so pozitivne.

Tabela 46: Ocene varianc (diagonala) in kovarianc (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen za direktni aditivni genetski vpliv, fenotipskih kovarianc (nad diagonalo) ter fenotipskih varianc (zadnji stolpec) za izbrane merjene lastnosti

	VVP	GP	ŠP	OPI	DT	R	σ_p^2
VVP	5,83 ±0,51	4,24	2,82	1,10	7,70	1,72	9,28
GP	2,95 ±0,22	3,23 ±0,41	3,73	0,90	6,61	1,01	7,01
ŠP	1,96 ±0,29	1,92 ±0,27	3,16 ±0,74	1,26	6,97	-0,09	12,03
OPI	0,71 ±0,07	0,55 ±0,07	0,51 ±0,09	0,26 ±0,04	1,81	0,07	0,76
DT	5,44 ±0,43	4,01 ±0,40	2,59 ±0,54	1,30 ±0,11	10,47 ±1,58	0,30	28,77
R	0,94 ±0,17	1,22 ±0,16	0,20 ±0,22	0,12 ±0,05	0,46 ±0,32	0,87 ±0,22	4,65

VVP - višina vihra, merjena s palico, GP - globina prsi, ŠP - širina prsi, OPI - obseg piščali, DT - dolžina trupa, R – razlika med višino vihra in višino križa, merjeno s palico, σ_p^2 - fenotipska varianca

Tabela 47: Ocene heritabilitet (diagonala), genetske korelacije (pod diagonalo) s standardnimi napakami ocen in fenotipske korelacije (nad diagonalo) za izbrane merjenje lastnosti

	VVP	GP	ŠP	OPI	DT	R
VVP	0,63 ±0,04	0,53	0,27	0,42	0,47	0,26
GP	0,68 ±0,05	0,45 ±0,05	0,41	0,39	0,47	0,18
ŠP	0,46 ±0,09	0,60 ±0,07	0,26 ±0,06	0,42	0,38	-0,01
OPI	0,58 ±0,06	0,60 ±0,07	0,56 ±0,09	0,35 ±0,05	0,39	0,04
DT	0,70 ±0,06	0,69 ±0,05	0,45 ±0,08	0,79 ±0,07	0,36 ±0,05	0,02
R	0,42 ±0,09	0,73 ±0,06	0,12 ±0,13	0,26 ±0,12	0,15 ±0,12	0,19 ±0,04

VVP - višina vihra, merjena s palico, GP - globina prsi, ŠP - širina prsi, OPI - obseg piščali, DT - dolžina trupa, R – razlika med višino vihra in višino križa, merjeno s palico

5 SKLEPI

Proučevali smo lastnosti zunanosti pri konjih haflinške pasme v Sloveniji. Analizirali smo podatke, ki so bili zajeti v obdobju 19 let. Naše ugotovitve so naslednje:

- Povprečna starost ocenjenih oziroma merjenih živali je 3,82 leta. Vse živali imajo znanega vsaj enega starša. Poreklo je sestavljeno iz devetih generacij, v katerih je skupaj 1958 živali.
- Povprečje ocenjenih lastnostih se giblje med 6,8 za prednje noge in 7,6 za prednji del trupa. Minimalna podeljena ocena je 4 in maksimalna 10. Po rejskem programu bi morale podeljene ocene zavzemati celotno skalo od 1 do 10. Vredno bi bilo razmisliti o primernejši novi skali za ocenjevanje zunanosti. Povprečje za skupno oceno je 71,7 točk, maksimum pa le 87 točk, kar nobene živali ne uvršča v najboljši razred 1a.
- Živali so imele v povprečju višino vihra, merjeno s palico, 139,3 cm, merjeno s trakom pa 150,2 cm. Obseg prsi je bil v povprečju 177,2 cm, globina prsi 65,3 cm in širina prsi 42,0 cm. Višina križa je bila izmerjena na 140,7 cm in širina 52,8 cm. Merjeni konji so imeli v povprečju dolžino trupa 150,8 cm, obseg piščali pa je znašal 19,3 cm.
- Za večjo variabilnost, lažjo odbiro živali in več možnosti za selekcijo, bi bilo potrebno ocenjevati oziroma meriti več živali. Tudi tiste, ki niso primerne za vpis v rodovniško knjigo.
- Sistematski vpliv, leto ocenjevanja oziroma merjenja, se je izkazal za statistično značilnega pri vseh lastnostih zunanosti, izjema sta bili le meritvi obseg in globina prsi.
- Ocenjene genetske in fenotipske variance za ocenjene lastnosti se med manjšimi in večjimi skupinami lastnosti ne razlikujejo veliko. Najnižje genotipske variance so vedno ocenjene za lastnosti glave, vratu in izdatnosti hodov. Tudi

ocene genetskih in fenotipskih kovarianc se ne razlikujejo veliko med manjšimi in večjimi skupinami lastnosti.

- Prav tako se ne razlikujejo veliko ocene genetskih in fenotipskih (ko)varianc pri merjenih lastnostih med manjšimi in večjimi sklopi lastnosti. Do nekaterih sprememb pride pri kombinacijah lastnosti, kjer smo združili določene ocenjene in merjenje lastnosti v skupini večlastnostnih analiz.
- Heritabilitete za ocenjene lastnosti zunanosti so najnižje pri lastnostih glava, vrat ter izdatnost hodov. V teh primerih so ocene heritabilitet pod 0,10. Najvišje so heritabilitete ocenjene pri lastnostih skupna ocena, pasemska značilnost ter prednje in zadnje noge. Pri teh lastnostih heritabilitete presegajo 0,20.
- Za merjenje lastnosti so najnižje heritabilitete ocenjene pri obsegu prsi in širini križa, kjer so le te manjše od 0,25. Najvišje (nad 0,60) so ocenjene heritabilitete za višino vihra, merjeno tako s palico kot s trakom.
- Genetske korelacije, ocenjene nad 0,90 so pri ocenjenih lastnostih v manjših sklopih. Tako je genetska korelacija nad 0,90 med prednjim in srednjim delom trupa, med pravilnostjo in izdatnostjo hodov ter med prednjimi nogami in pravilnostjo hodov. Fenotipske korelacije ne presegajo 0,70.
- Ocene genotipskih korelacij pri meritvah so nad 0,90 v večlastnostni analizi, kjer so zajete vse merjene lastnosti in v skupini, kjer smo analizirali višini vihra. Tako je genetska korelacija 0,99 ali 0,96 med višino vihra, merjeno s palico, in višino vihra, merjeno s trakom. Nad 0,90 je genetska korelacija ocenjena tudi med višino križa in višino vihra merjeno, s palico, kot višino vihra, merjeno s trakom ter med širino križa in obsegom prsi. Fenotipske korelacije pri merjenih lastnosti niso presegale 0,81.
- Parametre disperzije je smiselno ločevati na ločene sklope za ocenjene in merjene lastnosti. Prav tako bi bilo smiselno meritve opravljati čim bolj natančno in potrebno bi bilo razmisliti o novi skali za subjektivno ocenjene lastnosti.

- V model bi bilo potrebno vključiti več sistematskih vplivov, ki pa morajo biti znani pri večini živali. Tako bi bilo npr. smiselno vključiti popisovalca oziroma ocenjevalca, ki žival oceni in izmeri. Prav tako bi bilo smiselno v analizo vključiti spol, vendar mora biti razmerje med spoloma ugodnejše. Kot sistematski del bi lahko v model vključili tudi starost ob ocenjevanju oziroma merjenju konj, vendar je za ta vpliv potreben točen zapis datuma rojstva in datum ocenjevanja oziroma merjenja.

6 POVZETEK

Zaradi ljubiteljstva, razvoja turističnih kmetij in jahalnih šol v Sloveniji se je konj haflinške pasme močno razširil po celotni Sloveniji. Prednosti haflingerjev so majhen okvir, miren karakter, dobro izkoriščanje krme in dobra plodnost. Na konjih haflinške pasme v Sloveniji smo proučevali lastnosti zunanosti. Analizirali smo podatke ocenjevanj oziroma merjenj živali od leta 1990 do vključno marca leta 2008. Tako je bilo v analizo vključenih 600 živali, ki so bile ocenjene oziroma izmerjene. Poreklo je sestavljalo 1958 živali in vse živali so imele znanega vsaj enega starša .

Z metodo najmanjših kvadratov smo v programu SAS analizirali vpliv spola, starosti in leto ocenjevanja oziroma merjenja. V nadaljnjo analizo smo vključili samo vpliv leta, saj ostali vplivi niso bili statistično značilni ali pa struktura podatkov ni ustrezala. Genetsko analizo lastnosti zunanosti smo opravili z metodo omejene največje zanesljivosti (REML) v programu VCE. Naključni del modela je predstavljal direktni aditivni genetski vpliv oziroma vpliv živali. Analizo naključnega dela modela smo opravili postopoma. Najprej smo opravili dvolastnostne analize parov lastnosti, nato pa še celotne sklope ocenjenih in merjenih lastnosti ločeno.

Heritabilitete za ocenjene lastnosti glave in vratu so v primerjavi z literaturo nižje, za lastnosti nog pa višje. Naši rezultati so primerljivi z nekaterimi raziskavami, ki so jih opravili na haflinških konjih v Italiji in na nizozemskih toplokrvnih konjih. Nizke ocene heritabilitet (pod 0,10) so pri lastnostih glava, vrat in izdatnost hodov. Nad 0,20 so kot najvišje ocenjene heritabilitete pri lastnostih skupna ocena, pasemska značilnost ter prednje in zadnje noge. Tudi heritabilitete za merjene lastnosti so v primerjavi z literaturo nekoliko nižje. Najnižje ocenjene heritabilitete (pod 0,25) so pri obsegu prsi in širini križa. Najvišje (nad 0,60) pa pri višini vihra, merjeni tako s palico kot s trakom.

Genetske korelacije ocenjene nad 0,90 so pri ocenjenih lastnostih med prednjim in srednjim delom trupa, med pravilnostjo in izdatnostjo hodov ter med prednjimi nogami in pravilnostjo hodov, pri merjenih lastnostih pa med višino vihra, merjeni s palico, in višino vihra, merjeni s trakom, kot tudi med višino križa in višino vihra, merjeno s palico kot višino vihra merjeno, s trakom ter med širino križa in obsegom prsi.

Negativnih genetskih korelacij ni veliko, pojavljajo se med pasemsko značilnostjo in izdatnostjo hodov ter med pasemsko značilnostjo in pravilnostjo hodov.

Fenotipske korelacije pri ocenjenih lastnostih ne presegajo ocene 0,70 pri merjenih pa 0,81. Negativne fenotipske korelacije lahko zasledimo med ocenami glave in pravilnosti hodov ter glave in izdatnosti hodov. Negativne se pojavljajo tudi, kadar je v sklop združenih vseh deset ocen in skupno oceno, ki predstavlja seštevek vseh ocen.

Za pričetek napovedovanja plemenskih vrednosti v okvirju rejskega programa in odbiro konjev haflinške pasme v Sloveniji, predlagamo vključitev izbora ocenjenih in merjenih lastnosti, ki niso močno korelirane med seboj. Prav tako predlagamo vestno in natančno zapisovanje vseh znanih podatkov, meritev in ocen ter ocenjevanje oziroma merjenje večjega števila živali.

7 VIRI

- Albertsdóttir E., Eriksson S., Näsholm A., Strandberg E., Árnason Th. 2007. Genetic correlations between competition traits and traits scored at breeding field-tests in Icelandic horses. *Livestock science*, 114: 181–187
- Arnason T. 1996. Selection criterion for increased long-term response in Nordic-trotters. V: 47th EAAP Meeting, Lillehammer, 25-29 avg. 1996 (neobjavljeno)
- Arnason T., Van Vleck L.D. 2000. Genetic improvement of the horse. V: The genetics of the horse. Bowling A.T., Ruvinsky. A. (ur.). London, CABI Publishing: 473-497
- Bruns E. 1990. Breeding values and estimation of genetic trends in riding horses. V: Proceedings of the 4th World congress on genetics applied to livestock production, Edinburgh, 23-27 jul. 1990. Edinburgh, University of Edinburgh, XVI: 206–208
- Dolvik N. I., Klemetsdal G. 1999. Conformational traits of Norwegian cold-blooded trotters: Heritability and the relationship with performance. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 49: 156-162
- Druml T., Baumung R., Sölkner J. 2008. Morphological analysis and effect of selection for conformation in the Noriker draught horse population. *Livestock science*, 115: 118–128
- Falconer D.S. 1981. Introduction to quantitative genetics. 2nd ed. New York, Longman Inc.: 340 str.
- Gottfried B., Damme K., Erbe H., Gottschalk A., König E., Kräußlick H., Littmann E., Naderer J., Utz J. 1998. *Exterieurbeurteilung landwirtschaftlicher Nutztiere*. Stuttgart, Die Deutsche Bibliothek: 317 str.

- Groeneveld E., Kovač M., Wang T. 1990. PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. Proceedings of the 4th World congress on genetics applied to livestock production, Edinburgh, 23-27 jul. 1990. Edinburgh, University of Edinburgh, XIII: 488-491
- Groeneveld E., Kovač M., Wang T., Fernando R.L. 1992. Computing algorithms in a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. Archiv fuer Tierzucht, 35: 399-412
- Habe F. 1981. Zreja konj haflinger pasme pri nas. Sodobno kmetijstvo, 3: 100–102
- Hayes J.F., Hill W.G. 1981. Modification of estimates of parameters in the construction of genetic selection indices ('Bending'). Biometrics, 37: 483-493
- Huganson K. 1994. Breeding of Icelandic toelter horses: an overview. Livestock production science, 40, 1: 21–29
- Jurkovič J. 1983. Konjereja. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 204 str.
- Jorjani H., Klei L., Emanuelson U. 2003. A simple method for weighted bending of genetic (co)variance matrices. Journal of dairy science, 86, 2: 677-679
- Kapun H. 1995. Razvoj staleža in kvalitete toplokrvnega jahalnega konja v Sloveniji od leta 1975 dalje. Diplomsko delo. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 162 str.
- Koenen E.P.C., 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 horse population. Livestock production science, 43, 1: 85-94
- Kovač M., Groeneveld E., García-Cortez L.A. 2002. VCE-5, a package for the estimation of dispersion parameters. V: Proceeding of the 7th World congress on genetics applied to livestock production, Montpellier, 19-23 avg. 2002. 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. *Livestock production science*, 87, 2-3: 99-107
- Langlois B., Vrijenhoek T. 2004. Qualification status and estimation of breeding value in French trotters. *Livestock production science*, 89, 2-3: 187-194
- Marc M. 1997. Predlog pristopa k napovedovanju plemenske vrednosti pri lipicancu. Diplomsko delo. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 88 str.
- 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. *Archivos de zootecnia*, 51: 107-112
- Molina A., Valera M., Dos Santos R., Rodero A. 1999. Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse. *Livestock production science*, 60, 2-3: 295-303
- Osterc J., Čepin S. 1984. Ocenjevanje govedi. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 115 str.
- Pogačar J., Kunstelj P., Zupančič A., Čeh J. 1995. Linearno opisovanje in ocenjevanje krav. Domžale, Govedorejska služba Slovenije, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 21 str.
- Potočnik K. 2005. Genetski parametri za telesne lastnosti pri mlečnih pasmah govedi v Sloveniji. Doktorska disertacija. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 225 str.
- Pravilnik o ohranjanju biotske raznovrstnosti v živinoreji. Ur.l. RS št. 90-4111/04
- Priznane rejske organizacije. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2008. http://www.mkgp.gov.si/si/o_ministrstvu/direktorati/direktorat_za_varno_hrano/starasektor_za_zootehniko/organizacije_v_zivinoreji/priznane_rejske_organizacije/ (1 sep. 2008)

- Rus J. 1996. Preizkus delovne sposobnosti toplokrvnih kobil na testni postaji Grad Prestranek. *Revija o konjih*, 7: 7–9
- Rus J. 2005. Rejski program za pasmo haflinški konj. Ljubljana, Veterinarska fakulteta: 41 str.
- Saastamoinen M.T., Barrey E. 2000. Genetic of conformation, locomotion and physiological traits. V: *The genetics of the horse*. Bowling A.T., Ruvinsky. A. (ur.). London, CABI Publishing: 439-472
- Samoré A.B., Pagnacco G., Miglior F. 1997. Genetic parameters and breeding values for linear type traits in the Haflinger horse. *Livestock production science*, 52: 105–111
- SAS Inst. Inc. 2002. The SAS System for Windows, Release 9.1. Cary, NC, SAS Institute
- Sobczynska M., Kownacki M. 1996. Genetic trends in the breeding of Arabian horses. V: 47th EAAP Meeting, Lillehammer, 25-29 avg. 1996 (neobjavljeno)
- Trapečar B. 1999. Konjenikov priročnik. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 254 str.
- Utz J. 1998. Tierbeurteilung Rider. München, Druckhaus Kastner GmbH: 44 str.
- van Bergen Henk M.J.M., van Arendonk J.A.M. 1993. Genetic parameters for linear type traits in Shetland ponies. *Livestock production science*, 36: 273–284
- Viliani S. The Haflinger horse in its country of origin. 2008. Haflinger Italija.
http://www.haflinger.it/frames/3_haflinger_e.html (25 jul. 2008)
- Zakon o živaloreji. Ur.l. RS št. 18-716/02

ZAHVALA

Na prvem mestu bi se rada zahvalila mentorici znan. sod. dr. Špeli Malovrh in somentorici dr. Mileni Kovač za vzpodbudo in pomoč pri izdelavi diplomske naloge. Hvaležna sem jima za vse znanje, ki sta mi ga predali v času predavanj in dela na katedri.

Zahvaljujem se predsedniku komisije prof. dr. Juriju Poharju, recezentu prof. dr. Janezu Slobirju in članu mag. Janezu Rusu za pregled diplomskega dela, nasvete in pomoč.

Zahvalila bi se Veterinarski fakulteti, ki je zbrala in mi zaupala podatke.

Sodelavki Sonji Vahen sem hvaležna za ves čas in trud, ki ga je porabila ob mojem uvajanju na delo na katedri. Hvaležna sem ji tudi za strokovne razlage in pogovore, ki so mi omogočili, da sem probleme lažje razumela.

Zahvala gre še ostalim sodelavcem na Katedri za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičerejo, ki so me sprejeli med sebe in mi pomagali pri študiju in delu.

Na koncu pa bi se rada zahvalila svoji družini, ki so mi je celotni študij stali ob strani in me vzpodbujali.

PRILOGE

Priloga A: Zapisnik o pregledu žrebeta

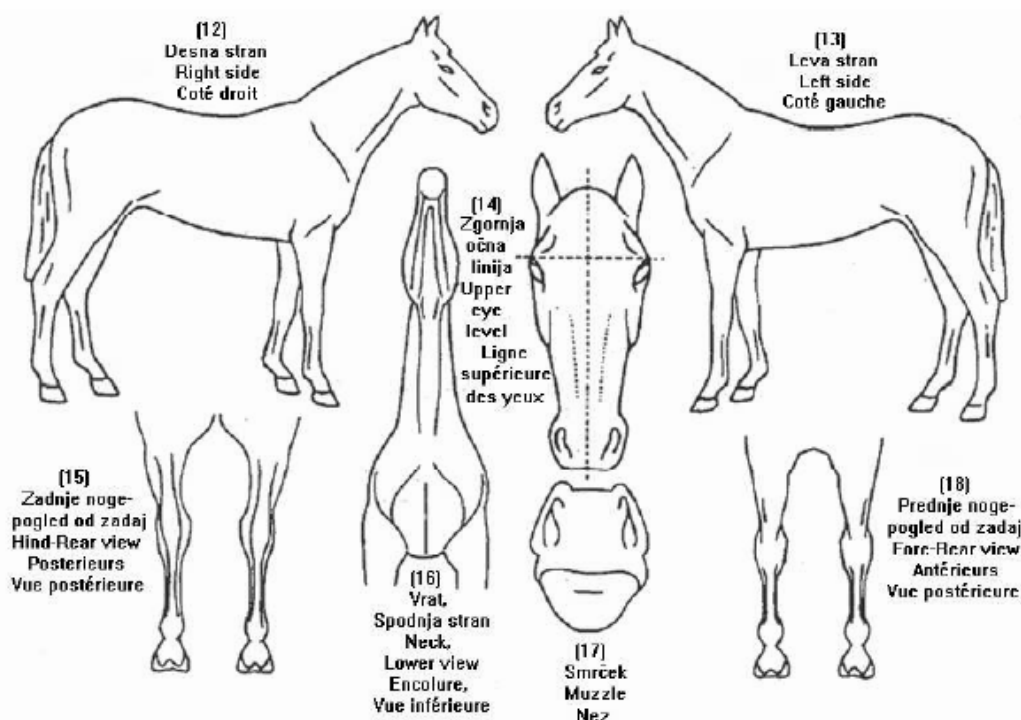
UNIVERZA V LJUBLJANI, VETERINARSKA FAKULTETA
INŠTITUT ZA REJO IN ZDRAVSTVENO VARSTVO KOPITARJEV
1000 Ljubljana, Cesta v Mestni log 47
p.p.25., tel +386 1 4779 100, fax +386 1 4779 388

ŽIG:

ZAPISNIK O PREGLEDU ŽREBETA

MATI :		Življenjska številka :	
(ime)			
Pripuščena:			
(zadnji pripust)		(št. seznama pripuščenih kobil)	
OČE :		Življenjska številka :	
(ime)			
ŽREBE :		IME 1	
Št. poročila o žrebitvi :		2	
Rojeno:	Spol:	3	
MATI PRIPUŠČENA		Dne:	
Pod žrebca:			
REJEC :			
(ime)	(priimek)	(naslov)	(pošta št.)
LASTNIK :			
(ime)	(priimek)	(naslov)	(pošta št.)
Žigosano:			
Vpisano v register:		Življenjska št.:	705001
(pasma)	(št. registra)		
OPIS:		Barva:	
Glava:			
Prednja leva noga:			
Prednja desna noga:			
Zadnja leva noga:			
Zadnja desna noga:			
Trup:			
Znamenja:			
Opis opravi:			
(ime in priimek)	(kraj)	(dan)	(podpis in žig)
Odvzem vzorca za preverjanje porekla			
Odvzem opravi:			
(ime in priimek)	(kraj)	(dan)	(podpis in žig)
Mikročip (številka/mesto):			
Označitev opravi:			
(ime in priimek)	(kraj)	(dan)	(podpis in žig)
LASTNOST	OCENA	KOMENTAR	
PASEMSKI TIP			
GLAVA, VRAT			
TRUP			
NOGE			
HODI			
SKUPNO			

ORIS:



IZJAVA IMETNIKA ŽIVALI

I.

Podpisani lastnik ali zastopnik⁽¹⁾ izjavljam:
Žival opisana v tem zapisniku po mojem najboljšem vedenju ni bil nikoli označen z identifikacijskim dokumentom predpisanim z Direktivo 90/427/EGS (passport, ID, PI).

II.

Izjavljam, da zgoraj navedena žival:

A) ⁽¹⁾ ni namenjena klanju za človeško prehrano.

Kraj in datum:

PODPIS LASTNIKA ali ZASTOPNIKA:

B) ⁽¹⁾ je namenjena klanju za človeško prehrano in ni dobivala:

- zdravil brez vednosti veterinarja, ki opravlja zdravljenja živali oziroma je žival dobila zdravilo v skladu z navodilom veterinarja, ki je zdravilo izdal in je datum dajanja zdravila vpisal v dnevnik zdravljenj;
- krme z dodatki zdravil in drugih snovi, ki bi vplivale na zdravstveno ustreznost mesa in organov ter krem ali dodatkov h krmi, s katero je krmljenje teh živali prepovedano, oziroma, da do izdaje identifikacijskega dokumenta predpisanega z Direktivo 90/427/EGS (ID, PI) naštetih snovi zaradi katerih je prepovedan zakol teh živali ne bo dobival/-a.

Kraj in datum:

PODPIS LASTNIKA ali ZASTOPNIKA:

⁽¹⁾ Obkroži / izpolni kot ustreza

Priloga B: Zapisnik o pregledu žrebca za vpis v rodovniško knjigo

UNIVERZA V LJUBLJANI, VETERINARSKA FAKULTETA
INŠTITUT ZA REJO IN ZDRAVSTVENO VARSTVO KOPITARJEV
 1000 Ljubljana, Cesta v Mestni log 47
 p.p.25., tel +386 1 4779 100, fax +386 1 4779 388

ZAPISNIK O PREGLEDU ŽREBCA ZA VPIS V RODOVNIŠKO KNJIGO

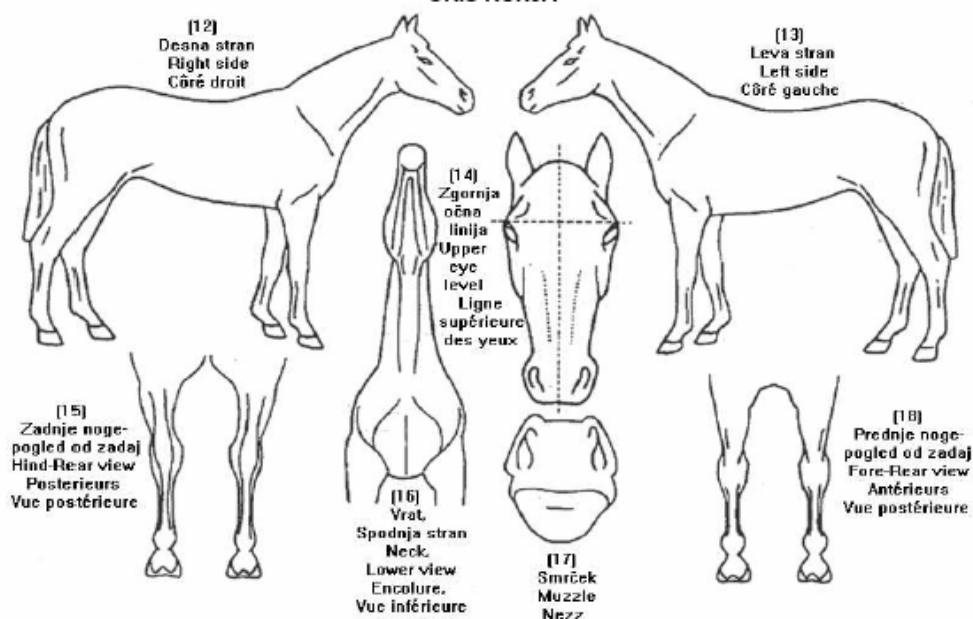
Št.:

ŽREBEC :		Življenjska številka :	
(ime)			
Rojen:		Št. Registra žrebet:	
Žigi:		Pasma:	
MATI :		Življenjska številka :	
(ime)			
OČE :		Življenjska številka :	
(ime)			
REJEC :			
(ime)	(priimek)	(naslov)	(poštna št.)
LASTNIK :			
(ime)	(priimek)	(naslov)	(poštna št.)
OPIS : Barva:			
Znaki: Glava:			
Trup:			
Vrat:			
Noge: P.l.:			
P.d.:			
Z.l.:			
Z.d.:			
MERE:		VIŠINA VIHRA	OBSEG PRSI
PALICA		TRAK	OBSEG PIŠČALNICE
Opis opravi:			
(ime in priimek)		(kraj)	(dan)
(podpis in žig)			
PREIZKUS DELOVNE SPOSOBNOSTI:			
JE / NI opravi:		Rezultat:	
JE / NI vpisan v rodovniško knjigo:			
		(pasma)	(št.registra)
V: dne: Vodja rodovnika:			

LASTNOST	OCENA	KOMENTAR
PASEMSKI TIP		
GLAVA		
VRAT		
PREDNJI DEL TRUPA		
SREDNJI DEL TRUPA		
ZADNJI DEL TRUPA		
PREDNJE NOGE		
ZADNJE NOGE		
PRAVILNOST HODOV		
IZDATNOST HODOV		
SKUPNA OCENA		

10	Odično	7	Dobro	4	Pomanjkljivo	1	Zelo slabo
9	Zelo dobro	6	Zadovoljivo	3	Razmeroma slabo	0	Neocenjeno
8	Prav dobro	5	Zadostno	2	Slabo		

ORIS KONJA



Priloga C: Zapisnik o pregledu žrebice za vpis v rodovniško knjigo

UNIVERZA V LJUBLJANI, VETERINARSKA FAKULTETA
INŠTITUT ZA REJO IN ZDRAVSTVENO VARSTVO KOPITARJEV
1000 Ljubljana, Cesta v Mestni log 47
p.p.25., tel +386 1 4779 100, fax +386 1 4779 388

ZAPISNIK O PREGLEDU ŽREBICE ZA VPIS V RODOVNIŠKO KNJIGO

Št.:

ŽREBICA :		Življenjska številka :	
(ime)			
Rojena:		Št. Registra žrebet:	
Žigi:		Pasma:	
MATI :		Življenjska številka :	
(ime)			
OČE :		Življenjska številka :	
(ime)			
REJEC :			
(ime)	(priimek)	(naslov)	(poštna št.)
LASTNIK :			
(ime)	(priimek)	(naslov)	(poštna št.)
OPIS : Barva:			
Znaki: Glava:			
Trup:			
Vrat:			
Noge: P.l.:			
P.d.:			
Z.l.:			
Z.d.:			
MERE:		VIŠINA VIHRA	OBSEG PRSI
PALICA		TRAK	OBSEG PIŠČALNICE
Opis opravič:			
(ime in priimek)		(kraj)	(dan)
(podpis in žig)			
PREIZKUS DELOVNE SPOSOBNOSTI:			
JE / NI opravila		Rezultat:	
JE / NI vpisana v rodovniško knjigo:			
		(pasma)	(št.registra)
V: dne: Vodja rodovnika:			

LASTNOST	OCENA	KOMENTAR
PASEMSKI TIP		
GLAVA		
VRAT		
PREDNJI DEL TRUPA		
SREDNJI DEL TRUPA		
ZADNJI DEL TRUPA		
PREDNJE NOGE		
ZADNJE NOGE		
PRAVILNOST HODOV		
IZDATNOST HODOV		
SKUPNA OCENA		

10 Odlično
9 Zelo dobro
8 Prav dobro

7 Dobro
6 Zadovoljivo
5 Zadostno

4 Pomanjkljivo
3 Razmeroma slabo
2 Slabo

1 Zelo slabo
0 Neocenjeno

ORIS KONJA

