

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Anita ULE

POTEK RASTI MERJASCEV NA VZREJNIH SREDIŠČIH

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij - 2. stopnja

GROWTH OF BOARS DURING ON-FARM TEST

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Znanost o živalih. Opravljeno je bilo na Enoti za prašičerejo, Katedre za znanost o rejah živali, Oddelka za zootehniko, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je za mentorico magistrskega dela imenovala prof. dr. Mileno Kovač in za somentorico doc. dr. Špelo Malovrh.

Recenzent: doc. dr. Gregor Gorjanc

Komisija za oceno in zagovor:

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

Članica: prof. dr. Milena KOVAČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: doc. dr. Špela MALOVRH
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

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

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Anita Ule

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
DK UDK 636.4(043.2)=163.6
KG prašiči/merjasci/rast/vzrejna središča
KK AGRIS L10/5300
AV ULE, Anita, dipl. inž. kmet. zoot. (UN)
SA KOVAČ, Milena (mentorica)/MALOVRH, Špela (somentorica)
KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI 2014
IN POTEK RASTI MERJASCEV NA VZREJNIH SREDIŠČIH
TD Magistrsko delo (Magistrski študij - 2. stopnja)
OP X, 80 str., 14 pregl., 14 sl., 1 pril., 69 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen dela je oceniti parametre disperzije za rast merjascev v pogojih reje. Parametre disperzije za telesno maso pri merjascih smo ocenili z eno (STM) in večlastnostnim modelom (MTM) ter modelom z naključno regresijo (RRM). V analizo smo vključili 9.073 meritev. Merjasci so bili petih genotipov in so prihajali iz sedmih rej. Zaradi potreb večlastnostne analize smo podatke razdelili v starostne razrede. V statistični model smo kot sistematske vplive vključili genotip, vzrejališče, zaporedno prasitev matere in sezono merjenja. Neodvisni spremenljivki sta bili starost ugnezdene znotraj genotipa in velikost gnezda. Naključni del modela sta sestavljala direktni aditivni genetski vpliv in vpliv skupnega okolja v gnezdu. Pri modelu z RRM smo vključili tudi permanentno okolje. Proizvodne funkcije v naključnem delu modela smo modelirali z Legendrovim polinomom druge stopnje. Ocenjene heritabilnosti pri STM in MTM se gibljejo med 0,36 in 0,47 pri vseh genotipih (niz A) in terminalnih genotipih (niz B), nekoliko višje so pri pasmi pietrain pri izbranem rejcu (niz C). Delež variance za skupno okolje v gnezdu je bil največji pri odstavitvi in se je s časom zmanjševal (0,36 na 0,20 pri nizu A). Pri RRM so se heritabilnosti gibale med 0,30 do 0,45 pri nizu A in B ter med 0,26 in 0,65 pri nizu C. Genetske korelacije so pri MTM in RRM modelu največje med sosednimi meritvami in se postopoma zmanjšujejo s časovnim oddaljevanjem meritev. Najmanjše korelacije so med rojstno maso in masami v ostalih starostnih razredih. Ocene med metodami se bistveno ne razlikujejo, nekaj razlik je na koncu preizkusa. To pripisujemo manjšemu številu izmerjenih živali in selekcioniranemu vzorcu. Z uporabo RRM je odpravljena tudi numerična nestabilnost MTM.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
 DC UDC 636.4(043.2)=163.6
 CX pigs/boars/growth/on-farm test
 CC AGRIS L10/5300
 AU ULE, Anita
 AA KOVAČ, Milena (supervisor)/MALOVRH, Špela (co-advisor)
 PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
 PY 2014
 TI GROWTH OF BOARS DURING ON-FARM TEST
 DT M.Sc Thesis (Master Study Programmes)
 NO X, 80 p., 14 tab., 14 fig., 1 ann., 69 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB The purpose is to assess dispersion parameters for growth of boars. Longitudinal measurements of body weight in boars were analyzed by single trait (STM), multiple-trait (MTM), and random regression models for three data sets: DSA for all boars tested, DSB for terminal breeds and hybrid, and DSC for pietrain boars tested on one farm. The analyses included 9,073 records. Boars were of five genotypes reared on seven farms. Genotype, farm, parity, and season were treated as fixed effects. The independent variables were litter size and age nested within genotype. Random part of the model contained direct additive genetic effect and common litter environment effect. In the RRM, permanent environment effect was also included. Legendre polynomials were used to model random effects in RRM, where polynomials of the second order were found to be sufficient. Covariance components were estimated by REML as applied in VCE6. The estimated heritability by STM and MTM range from 0.36 to 0.47 in DSA and DSB, and are slightly higher in DSC (0.77). The proportion of variance due to the common litter effect was the greatest at weaning and decreased over time (0.36 to 0.20 DSA). The estimated heritability with RRM ranged from 0.30 to 0.45 in DTA and DTB and from 0.26 to 0.65 in DSC. Additive genetic correlations estimated by MTM and RRM are the highest among adjacent age classes and are gradually decreasing with time and the distance of age classes. The smallest correlations were between birth weights and other age groups. The RRM enable avoiding the numerical instability of the MTM.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO TABEL	VII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RAST PRAŠIČEV	3
2.1.1 Endogeni in eksogeni vplivi na rast	6
2.1.2 Rast sesnih pujskov in odstavitvena masa	7
2.1.3 Rast tekačev	8
2.1.4 Rast pitancev	9
2.2 PREIZKUS PRAŠIČEV NA PITOVNE LASTNOSTI V SLOVENIJI	10
2.2.1 Preizkus merjascev na testnih postajah	10
2.2.2 Preizkus merjascev v pogojih reje	11
2.2.3 Preizkus mladice	13
2.3 STATISTIČNI MODELI ZA NAPOVEDOVANJE PLEMENSKE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI RASTI	14
3 MATERIAL IN METODE	19
3.1 MATERIAL	19
3.1.1 Priprava podatkov	19
3.1.2 Priprava rodovnika	20
3.1.3 Struktura podatkov	21
3.1.4 Struktura porekla	21

3.2	METODE	23
3.2.1	Enolastnostni model živali	23
3.2.2	Večlastnostni modeli	25
3.2.3	Model z naključno regresijo	27
4	REZULTATI	29
4.1	SISTEMATSKI VPLIVI NA RAST MERJASCEV V POGOJIH REJE	29
4.1.1	Rast merjascev v pogojih reje	30
4.1.2	Vpliv genotipa na rast merjascev v pogojih reje	32
4.1.3	Vpliv dolžine laktacije na rast merjascev v pogojih reje	38
4.1.4	Vpliv sezone na rast merjascev v pogojih reje	40
4.1.5	Vpliv zaporedne pravitve na rast merjascev v pogojih reje	42
4.1.6	Vpliv velikosti gnezda na rast merjascev v pogojih reje	42
4.2	KOMPONENTE VARIANCE PRI ENOLASTNOSTNIH ANALIZAH	44
4.3	KOMPONENTE VARIANCE PRI VEČLASTNOSTNI ANALIZI	48
4.3.1	Ocene komponent varianc in njihovih deležev v fenotipski varianci	48
4.3.2	Ocene korelacij pri večlastnostni analizi	50
4.4	ANALIZA Z MODELOM Z NAKLJUČNO REGRESIJO	52
4.4.1	Lastne vrednosti kovariančnih funkcij	53
4.4.2	Ocene komponent varianc in njihovih deležev v fenotipski varianci na osnovi modela z naključno regresijo	55
4.4.3	Ocene korelacij pri analizi z naključno regresijo	63
5	RAZPRAVA	69
6	SKLEPI	71
7	POVZETEK	73
8	VIRI	76
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO TABEL

	str.
Tabela 1: Starostni razredi v nizu A po genotipih	22
Tabela 2: Struktura podatkov	22
Tabela 3: Struktura porekla	23
Tabela 4: Značilnost vplivov v modelu za telesno maso za vse genotipe skupaj (niz A), za terminalne genotipe (niz B) in za pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C)	30
Tabela 5: Povprečje ($\bar{x}$) in standardni odklon (σ) za starost, telesno maso in povprečni dnevni prirast med zaporednima tehtanjima (DPI) in povprečni dnevni prirast od rojstva do tehtanja (DPRK) za maternalni pasmi (G)	34
Tabela 6: Povprečje ($\bar{x}$) in standardni odklon (σ) za starost, telesno maso in povprečni dnevni prirast med zaporednima tehtanjima (DPI) in povprečni dnevni prirast od rojstva do tehtanja (DPRK) po starostnih razredih za terminalne genotipe (G)	35
Tabela 7: Ocene komponent varianc in deleži varianc za telesno maso iz enolastnostnih analiz za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in za pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C) po starostnih razredih	47
Tabela 8: Ocene komponent varianc in deleži varianc za telesno maso iz večlastnostnih analiz za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C) po starostnih razredih	49
Tabela 9: Ocene aditivnih genetskih (nad diagonalo) in fenotipskih korelacij (pod diagonalo) za telesno maso iz večlastnostne analize za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C)	51
Tabela 10: Ocene korelacij za skupno okolje v gnezdu (nad diagonalo) in korelacije za ostanek (pod diagonalo) za telesno maso iz večlastnostne analize za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C)	52

Tabela 11: Lastne vrednosti za ocenjene matrike kovarianc za naključne regresijske koeficiente z deležem v celotni varianci glede na različne stopnje Legendrovih polinomov (LG)	54
Tabela 12: Ocene komponent varianc in deleži varianc za telesno maso iz analize z naključno regresijo (LG2) za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C) po starostnih razredih (R)	59
Tabela 13: Ocene aditivnih genetskih (nad diagonalo) in fenotipskih korelacij (pod diagonalo) v modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje za vse genotipe (A), terminalne genotipe (B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (C)	64
Tabela 14: Ocene korelacij za vpliv skupnega okolja v gnezdju (nad diagonalo) in korelacij za vpliv permanentnega okolja (pod diagonalo) v modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje za vse genotipe (A), terminalne genotipe (B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (C)	66

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Spreminjanje telesne mase merjascev vseh genotipov s starostjo in oblikovanje starostnih razredov (črne točke - telesna masa ob naselitvi v preizkus, modre točke - meritve telesne mase)	31
Slika 2: Prikaz poteka rasti pri hitro in počasi rastočem merjascu	32
Slika 3: Rastna krivulja merjascev od rojstva do starosti 80 dni	36
Slika 4: Rastna krivulja merjascev od starosti 80 dni do konca preizkusa	38
Slika 5: Vpliv dolžine laktacije (točke) na odstavitveno maso (a), telesno maso v četrtem (b), sedmem (c) in devetem starostnem razredu (d) in porazdelitev števila meritev (histogram) pri merjascih pasme pietrain v pogojih reje pri izbranem rejcu	39
Slika 6: Sezonske spremembe odstavitvene mase in dolžine laktacije pri merjascih pasme pietrain v pogojih reje	40
Slika 7: Povprečja in ocenjene srednje vrednosti za vpliv sezone na rojstno maso (a), odstavitveno maso (b), telesno maso v sedmem (c) in devetem starostnem razredu (d) pri merjascih pasme pietrain pri izbranem rejcu	41
Slika 8: Vpliv zaporedne prasiatve na rojstno maso (a), odstavitveno maso (b), telesno maso v sedmem (c) in devetem (d) starostnem razredu in porazdelitev števila meritev (histogram) pri merjascih pasme pietrain pri izbranem rejcu	43
Slika 9: Vpliv velikosti gnezda na rojstno maso (a), odstavitveno maso (b), telesno maso v sedmem (c) in desetem (d) starostnem razredu in porazdelitev števila meritev (histogram) pri merjascih pasme pietrain pri izbranem rejcu	45
Slika 10: Primerjava ocen komponent variance za telesno maso v eno- in večlastnostnem modelu ter modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje	57
Slika 11: Primerjava ocen deležev komponent fenotipske variance za telesno maso v eno- in večlastnostnem modelu ter modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje	62

Slika 12: Genetske korelacije med telesnimi masami pri preizkusu merjascev za vse genotipe (niz A) iz analize z naključno regresijo	67
Slika 13: Korelacije za skupno okolje v gnezdju med telesnimi masami pri preizkusu merjascev za vse genotipe (niz A) iz analize z naključno regresijo	68
Slika 14: Korelacije za permanentno okolje med telesnimi masami pri preizkusu merjascev za vse genotipe (niz A) iz analize z naključno regresijo	68

KAZALO PRILOG

Priloga A: Priprava podatkov

1 UVOD

V običajnih pogojih reje so prašiči uhlevljeni v skupinah. Proizvodne lastnosti so slabše kot pri sovrstnikih, ki so uhlevljeni individualno na testnih postajah ali v posameznih preizkusih. Pogosto zaostajajo v rasti od 20 do 30 %, v slabših rejah tudi do 50 %. Vzroke lahko iščemo v slabšem zdravstvenem statusu, večji gostoti naselitve, kakovosti zraka in v socialnih interakcijah v skupinah. Rejci se običajno bolj posvečajo oskrbi plemenskega podmladka. Z merjenji telesne mase bi rejci rast prašičev bolje poznali in bi lažje zadovoljili potrebe živali. V skupini se pitancev ne obravnava individualno, rejec dela opravi hitreje in običajno živali manj časa opazuje, zato velikokrat spregleda opozorilne znake. To se pogosto odraža v slabši ješčnosti živali, kar pomeni manj hranil in posledično slabšo rast.

Na rast prašičev vpliva rojstna masa, ki je posledica prenatalne rasti zarodkov. Rejec vpliva na rast zarodkov posredno z vzdrževanjem primerne kondicije svinj v posameznih fazah reprodukcijskega ciklusa. Rast kot tudi vitalnost pujskov je odvisna od splošnega zdravstvenega statusa plemenske črede in higijene. Rejec čimprej po rojstvu poskrbi, da so pujski na toplem in pijejo mleziivo. Z izenačevanjem gnezd po številu, starosti in masi poskrbi rejec za pujske v večjih gnezdih in šibkejšje pujske. Od enega tedna starosti naprej je potrebno pujske privajati na krmo, s tem pokrijejo primanjkljaj po hranilnih snoveh in se počasi pripravijo na odstavitve. Odstavitev za pujske predstavlja stres, ki ga opazimo tudi kot zaostanek v rasti, v slabših pogojih pa se lahko pojavijo presnovne bolezni. Čim krajše je to obdobje, tem hitreje bodo prašiči dosegli klavno maso. Pri pitanju prašičev se priporoča vzorčna tehtanja v vsaki skupini pitancev in skupinsko spremljanje porabe krme. Pri oblikovanju skupin v vzreji in pitanju je potrebno vzpostaviti čim bolj izenačene skupine, zato jih ločujemo po starosti in/ali masi, genotipu in spolu. V hlevih s sodobno krmilno tehniko lahko krmljenje prilagajamo potrebam skupini prašičev v posameznem boksu.

V Sloveniji pitamo le svinjke in kastrate, v nekaterih evropskih državah pa je razširjeno tudi pitanje merjascev. Rast merjascev lahko tako opazujemo le v pogojih reje na vzrejnih središčih s statusom nukleusa. V preizkusu plemenskega podmladka se pogoji razlikujejo od tistih v komercialnem pitanju, predvsem pri razpoložljivi površini tal na žival, velikosti skupine in krmi. Preizkus poteka od rojstva do 100 kg. Merjasce stehamo ob rojstvu in ob odstavitvi ter vsaj šestkrat od naselitve pri okrog 30 kg do konca preizkusa. Pri zadnjih dveh tehtanjih izmerimo tudi debelino hrbtne in stranske slanine. Pogoji v preizkusih plemenskega podmladka naj bi bili standardizirani, zato je nabor vplivov na rast, ki jih lahko proučimo, razmeroma majhen. Ker je rejcev malo in imamo posamezne genotipe v eni sami reji, statistično ni mogoče ločiti, kolikšen vpliv pri oblikovanju rezultata ima rejec ali genotip. Pri maternalnih pasmah je malo preizkušenih merjascev, zato jih pri napovedovanju

plemenskih vrednosti obravnavamo skupaj z drugimi genotipi. Ker so preizkušene posamezne skupine po dolгих premorih, lahko njihova prisotnost ali odsotnost v primerjalni skupini vpliva na oceno drugih sistematskih vplivov. Število meritev po merjascu je več in postavlja se vprašanje, če lahko z uporabo vseh meritev telesne mase izboljšamo napoved plemenskih vrednosti. Ker preizkus konča malo živali in se pogoji med rejami razlikujejo, lahko z uporabo meritev pri različnih starostih izboljšamo točnost napovedi plemenskih vrednosti.

Pri obdelavah in izračunu plemenskih vrednosti v Sloveniji uporabljamo dvolastnostni model, v katerega je vključeno povprečje zadnjih dveh ali treh meritev mase in povprečje za debelino hrbtne in stranske slanine. Pri posameznih tehtanjih opazimo, da se tako mase kot starosti v primerjalni skupini precej razlikujejo in prepletajo z drugimi primerjalnimi skupinami. Pri vzreji ni priporočljivo živali premikati med skupinami, če le-te hitreje ali počasneje rastejo. Velike razlike v masi med merjaščki lahko opazimo že pri odstavitvi, saj med rejci ne odstavljajo enako starih pujskov, prav tako pa je veliko razlik že v rasti do odstavitve.

Od rojstva do konca preizkusa se masa s starostjo povečuje, povečuje pa se tudi varianca za telesno maso. Med meritvami telesne mase v kratkih časovnih intervalih lahko pričakujemo visoke korelacije, kar lahko povzroča težave pri oceni parametrov disperzije pri večlastnostni analizi. Ponuja se nam tudi možnost obdelave prirastov na posameznih intervalih, ki so med seboj manj korelirani. Napaka je relativno večja pri manjšem prirastu med zaporednima meritvama kot pri telesni masi ali prirastu med rojstvom ali naselitvijo in koncem preizkusa. Korelacije blizu 1 bi lahko pomenile, da so meritve le ponovitve iste lastnosti in bi v takem primeru uporabili za analizo mase enolastnostni ponovljivostni model živali. Na celotnem intervalu rasti tega ne pričakujemo, sosednje in bližnje meritve zlasti pri večjih masah bodo po pričakovanjih visoko korelirane.

Zaporedna tehtanja pri različnih starostih uvrščamo med tako imenovane longitudinalne podatke, za katere lahko uporabimo modele z naključno regresijo. Rast opišemo s splošno rastno krivuljo za posamezne primerjalne skupine (npr. pasme ali hibride) v sistematskem delu modela, s specifično krivuljo pa modeliramo odstopanje za posamezno žival od splošnega, pričakovanega poteka rasti. Rast prašičev običajno spremljamo od rojstva ali naselitve do prevojne točke rastne krivulje ali celo nekoliko dlje, zato lahko nelinearne rastne krivulje aproksimiramo z navadnimi ali ortogonalnimi polinomi.

Proučili bomo možnost vključevanja vseh meritev za napoved plemenske vrednosti in ocenili parametre disperzije za telesno maso merjascev na vzrejnih središčih. Preverili bomo eno- in večlastnostno analizo ter naključno regresijo z različnimi stopnjami polinoma. S primerjavo komponent disperzije bomo poskušali predstaviti prednosti in slabosti izbranih modelov. Presojali bomo tudi upravičenost obdelave podatkov za vse genotipe skupaj, za terminalne genotipe in za pasmo pietrain pri izbranem rejcu.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RAST PRAŠIČEV

Rast živali si najlažje predstavljamo s povečanjem velikosti živali, kar lahko rejci izkoristijo pri oceni telesne mase živali, hitrosti rasti in klavne mase (Lawrence in Fowler, 2001). Vendar je rast živali zelo kompleksen proces, zato za preučevanje rasti potrebujemo meritve telesne mase, velikosti živali (obseg prsi, višina vihra), podatke o sestavi telesa, ...

Rast je proces delitve, povečevanja in diferenciacije celic s hitrostjo, ki je značilna za posamezno vrsto (Lawrence in Fowler, 2001; Whittemore, 1993). Oblike telesa pri rastočih živalih se spreminjajo, ker organi ne rastejo usklajeno in se razmerja med njimi spreminjajo. Pri novorojenih pujskih je poudarjen prednji del: glava, saj je ob rojstvu dokaj dobro razvit živčni sistem, plečka, prsni koš in okončine, kar je povezano s potrebo pujskov do gibanja.

Rast opazujemo v prenatalnem in postnatalnem obdobju. Za reševanje praktičnih problemov v prašičereji se srečujemo predvsem s postnatalno rastjo, prenatalno rast lahko ocenjujemo samo preko rojstnih mas pujskov (English in sod., 1996). Opazujemo jo s spremembo telesne mase in oblike telesa. Spremembe v masi lahko prikazujemo na različne načine:

- kot absolutno rast, ki izraža spreminjanje telesne mase živali s starostjo,
- kot relativno rast ali hitrost rasti, ki jo predstavlja povprečni dnevni prirast v časovni enoti in
- kot specifično rast, ki opisuje prirast telesne mase kot delež od začetne telesne mase na opazovanem intervalu.

Nadomestna rast je rast živali pri zadostnem krmljenju, ki sledi po obdobju, ko žival ni imela dovolj krme ali je zaradi drugih stresnih situacij ni zaužila dovolj (Lawrence in Fowler, 2001). Pri nadomestni rasti živali rastejo hitreje, kot genetsko sorodne živali v istem okolju pri normalni rasti. Nadomestna rast je odvisna od stopnje in dolžine pomanjkanja in starosti živali. Za nadomestno rast je značilna boljša konverzija krme, večji prirasti, a kakovost prirasta je slabša, saj se nalaga več maščob. Pujski so ob odstitvi izpostavljeni stresu in posledično zaužijejo manj krme (Williams, 2003), kar vodi v kratkotrajno nično rast oziroma celo hujšanje. Zato lahko po tem obdobju pričakujemo nadomestno rast pri prašičih.

Posamezna tkiva v telesu ne rastejo enakomerno. Z diferencialno rastjo opišemo vrstni red dozorevanja posameznih tkiv (Lawrence in Fowler, 2001), ki rastejo v točno določenem zaporedju in ga ni moč spremeniti (Hammondov model). V postnatalnem obdobju najprej

raste živčevje in skelet, nato mišičevje in nazadnje maščobno tkivo. Rast tkiv med seboj ni ločena, tkiva rastejo istočasno vendar z različno hitrostjo. Ko pa je zaključena rast mišičevja, se začne nalagati pravzaprav čisto maščobno tkivo. Ob rojstvu je v telesu pujska 77 % vode, 18 % beljakovin in 2 % maščob, medtem ko je v telesu 100 kg prašiča pri krmljenju po volji 60 % vode, 15 % beljakovin in 22 % maščob (Whittemore, 1993). Posledica diferencialne rasti so značilne tako spremembe v obliki kot kemijski sestavi telesa.

Specifično rast uporabljamo predvsem, kadar primerjamo rast različno velikih živali ali posameznih organov (Lawrence in Fowler, 2001). Tako je zanimiva pri primerjavi različnih vrst.

Absolutna rast v prenatalnem obdobju je eksponentialna (Lawrence in Fowler, 2001). V tem času je rast predvsem posledica povečevanja števila celic. Celice se delijo. Po oploditvi se pri vsaki delitvi število celic podvoji. To obdobje se razmeroma hitro zaključi, ko se pričnejo celice diferencirati. Prenatalna rast je močno povezana z velikostjo matere, ki oblikuje prenatalno okolje, in genotipom zarodka ter obeh staršev. Pri prašičih zarodki povečujejo maso predvsem v zadnji tretjini brejosti, zato tudi svinjam povečamo obrok (Christiansen, 2010). Dolžina brejosti, čeprav variira le za nekaj dni, pomembno vpliva na rojstno telesno maso pujskov. Pri zgodnjih prasiatvah so gnezda pogosto večja, pujski pa v povprečju lažji in manj vitalni. Pri podaljšani brejosti svinje pogosto prasijo manjša gnezda in pujski so ob rojstvu težji. Na rast zarodkov vpliva kondicija in oskrba svinje, predvsem v zadnjem reprodukcijskem ciklusu, genotip in starost svinje. Na prenatalno rast vpliva tudi število zarodkov in položaj zarodka v maternici, kar daje prednost posameznim zarodkom. Ta prednost se ohrani tudi kasneje in je del permanentnega okolja. Boljša rast zarodkov je povezana tudi z boljšim preživetjem (Milligan in sod., 2002). Končni produkt prenatalne rasti zarodkov je rojstna masa novorojencev.

Absolutno rast v postnatalnem obdobju najbolje opisujejo rastne krivulje (Kallweit, 1992), ki so značilne sigmoidalne oblike in prikazujejo telesno maso pri posameznih starostih pri rastočih živali. Rastne krivulje opisujejo rast od rojstva do odrasle velikosti. Po rojstvu opazimo obdobje pospešene rasti, na katerem se prirast v ugodnih pogojih povečuje. To obdobje se konča ob prevojni točki, kjer je hitrost rasti največja in živali običajno tudi spolno dozori (Lawrence in Fowler, 2001). Po prevojni točki se prirast počasi zmanjšuje. Na začetku tega obdobja izberemo tudi klavno maso. Tudi pri plemenskih živalih nastopi proizvodno obdobje pred odraslo velikostjo, telesna masa pa se s proizvodnim obdobjem spreminja in je odvisna od fiziološkega statusa. Tako lahko le redko opazujemo rast pri domačih živali v obdobju upočasnevanja rasti.

Rastne krivulje so v osnovi nelinearne (Schinckel in sod., 2009), najpogostejše med njimi so enostavna logistična in večfazna logistična rastna krivulja, Gompertz-ova rastna krivulja

in Von Bertalanffy-jeva rastna krivulja (Grossman in sod., 1985; Koops in Grossman, 1991; Vincek in sod., 2012). Uporaba rastnih krivulj pri preučevanju rasti zahteva meritve tudi v odraslosti, poleg tega veliko meritev na vsaki živali in sodobno računalniško opremo, zato se jim izogibamo. Poleg tega se teoretične rastne krivulje ne prilagajajo najboljše empiričnim podatkom. Kadar imamo podatke samo na izbranem intervalu, lahko rast modeliramo s polinomi ali z enostavnejšimi funkcijami.

Rastne krivulje posplošujejo rast, saj predpostavljajo idealne pogoje za rast živali. Nikakor pa ne opisujejo dobro zaostankov v rasti, kot je npr. zaostanek po odstavitvi pujskov, ob menjavi krme, premikih in mešanju skupin, ob pokladanju s toksini kontaminirane krme ipd. Prav tako večina rastnih krivulj ne opisuje dobro primere, ko se po obdobju pomanjkanja pojavi nadomestna rast. To je pravzaprav pogost pojav, za katerega lahko uporabljamo večfazne rastne krivulje (Koops in Grossman, 1991). Čeprav ima zaostanek v rasti po odstavitvi, kadar traja dlje časa, velik vpliv na uspeh pitanja pri prašičih (Gadd, 2003), ga v praksi redko preverjamo. Najpogosteje v preizkusih opazujemo rast prašičev v obdobju pitanja od 30 kg do 100 kg ali največ do nekoliko večje mase, ki je značilna kot končna masa v pitanju za sveže meso ali alternativne izdelke s posebno kakovostjo.

Za proučevanje in razumevanje rasti potrebujemo podatke o lastnostih, ki se spreminjajo z rastjo. Podatke lahko pridobimo z različnimi tehnikami merjenja in jih delimo na objektivne ali subjektivne (Lawrence in Fowler, 2001). Subjektivne ocene nam lahko služijo pri spremljanju reje, čeprav se tudi pri tem delu priporočajo vzorčna tehtanja pitancev. Sodobne tehnike pri pitanju prašičev, kot tudi pri krmljenju, vključujejo informacije o rasti prašičev, saj se na osnovi tega določajo potrebe po krmi. Ne samo pri raziskovanju poteka rasti in odbiri plemenskega podmladka, ampak tudi pri vsakodnevnih opravilih pri vzreji in pitanju potrebujemo objektivne meritve rasti. Največkrat so to tehtanja v posebej načrtovanih preizkusih ali v pogojih reje, lahko pa so tudi izbrane telesne mere (npr. obseg prsi) ali ocene zunanjosti (npr. omišičenosti). Meritve lahko opravimo na živih živalih ali na klavnih polovicah. Pri živih živalih največkrat spremljamo telesno maso, debelino podkožne maščobe, kondicijo živali, telesne mere, ... Na klavnih polovicah lahko izmerimo maso klavnih polovic, delež posameznih kosov, določimo delež kosti, mišic in maščobnega tkiva v telesu. Meritve, s katerimi želimo spremljati rast v večjih populacijah, ne samo v eksperimentalnih, morajo biti preproste in poceni (Lawrence in Fowler, 2001). Tako se merjenje telesne mase največkrat uporablja za spremljanje rasti živali.

2.1.1 Endogeni in eksogeni vplivi na rast

Vplive na rast je Kallweit (1992) razdelil na endogene in eksogene. Med endogene uvršča genetske dejavnike, kot so genotip živali, spol, dedne napake ter prisotnost genov za dvojno omišičenost. Da obstajajo razlike med pasmami in hibridi, poročajo tuji (English in sod., 1996; Lawrence in Fowler, 2001) in domači viri (Kastelic in Šalehar, 1993; Šalehar in Zelenko, 2001). Genotipe ovrednotimo na zmogljivost rasti. Genotipi z večjo zmogljivostjo rasti dosežejo večjo odraslo velikost in imajo večje priraste, lahko jih zakoljemo tudi pri večji telesni masi. Prašiči z manjšo odraslo velikostjo rastejo počasneje in se jim rast upočasni pri manjših masah. Značilnosti veljajo tako za pasme oz. hibride kot živali znotraj genotipa.

Razlike v rasti prašičev zaradi vpliva spola opazimo potem, ko dosežejo 30 kg (English in sod., 1996). Androgeni moški spolni hormoni pospešijo rast merjascev in izboljšujejo konverzijo krme. Merjasci imajo tudi boljše mesnatost. Žal teh prednosti ne moremo izkoristiti pri pitanju, saj ima meso merjascev nezaželen vonj in okus. Spolni vonj se pojavi ob spolnem dozorevanju. Pitanje merjascev je mogoče do starosti, ko merjasci še niso spolno zreli in spolni vonj še ni prisoten (Kallweit, 1992). Čeprav je pri običajnih klavnih masah delež trupov z nezaželenim vonjem pravzaprav majhen (5 %), je prisotnost vonja na liniji klanja potrebno preverjati. Ko se masa merjascev povečuje, ali pa so zaradi zaostajanja v rasti starejši, je neprijeten spolni vonj pogostejši in tudi intenzivnejši (Žemva, 2010). S kastracijo merjascev se izognemo spolnemu vonju pri pitancih (EFSA, 2004) vendar se s tem upočasni tudi rast in kakovost klavnih polovic. Kastrati v pitanju dosegajo celo slabše rezultate kot svinjke (English in sod., 1996), predvsem pa se v istih pogojih tudi bolj zamastijo. Možno je tudi izvajanje imunokastracije, ki se izvaja kasneje (EFSA, 2004). Tako v prvem delu pitanja izkoristimo potencial rasti, z imunokastracijo pa preprečimo prisotnost spolnega vonja.

Med eksogenimi dejavniki Kallweit (1992) omenja prehrano, zdravstveni status, higieno, okoljske dejavnike, socialno okolje in pospeševalce rasti. Krma mora pokrivati potrebe živali v različnih obdobjih rasti in vsebovati dovolj kakovostnih komponent, da žival lahko čim bolje izkoristi potencialno rast. Pomembna je tudi količina krme, način pokladanja (suho ali tekoče krmljenje, peletirana krma ...), meljava in pogostnost krmljenja. Prašiči morajo imeti vedno na voljo dovolj čiste pitne vode.

Ob višjem zdravstvenem statusu črede, izvajanjem biovarnostnih ukrepov ter pri višjem higienskem standardu lahko pričakujemo boljše rezultate prireje. Obolelost živali upočasnjuje rast. Visok zdravstveni status je mogoče vzdrževati le v sistemih, kjer so živali naseljene hkrati in tudi hkrati izseljene iz oddelkov (Kovač in Malovrh, 2010; Golinar Oven in Valen-

čak, 2014). Tako je omogočeno temeljito čiščenje in razkuževanje celotnega oddelka. S tem preprečimo prenos bolezni med eno in drugo skupino živali.

V hlevih lahko uravnavamo pogoje reje tako, da v čim večji meri zadostimo potrebam živali. Uravnavamo lahko temperaturo, kakovost zraka, prostor in svetlobo glede na specifične potrebe živali v posameznih obdobjih rasti. Alternativa zaprtim hlevom so hlevi z izpusti in hlevi z zunanjo klimo (Wiedmann, 2009), kjer imajo živali možnost gibanja na svežem zraku. Tudi naravna osvetlitev ugodno vpliva na rast in počutje rastočih živali. Alternativni hlevi so tako zgrajeni iz zunanjega dela, vendar imajo še vedno zaprt prostor, kjer imajo živali zavetje pred zunanjimi klimatskimi nepravilnostmi.

V hlevih je velik problem omejen prostor. V Evropski uniji so zakonsko določeni minimalni standardi (2008/120/ES, 2009), ki jih povzema tudi slovenska zakonodaja (Pravilnik o zaščiti rejnih živali, 2010), vendar so pri večjem razpoložljivem prostoru rezultati pitanja boljši (Beattie in sod., 1996). Tako se države članice EU na pritisk porabnikov prašičjega mesa in gibanj za zaščito živali odločajo za višje standarde. Da bi nudili prašičem v reji čim več prostora, predvidevajo štiri osnovne skupine ukrepov, tako predvidevajo povečanje uporabnega prostora za prašiče za 10 %, 20 % in 40 %. Rejce poskušajo z nagrajevanjem višje kakovosti ob nudenju nadstandardnih pogojev reje tudi stimulirati. Dober zgled so v Nemčiji shema Neuland, trgovska veriga Edeka, ekološke reje Herrendoerfer, Mohrenköpfe prašiči v bližini Münchna, družinska reja Schweizer v Franciji, dobre zgleda najdemo tudi v sosednji Avstriji.

Med pospeševalce rasti Kallweit (1992) uvršča probiotike, ki so dovoljeni, in sintetične pospeševalce rasti (hormoni, beta agonisti, tireostatiki, stilbeni, ...), ki se jih v Evropi ne sme uporabljati. Probiotiki stabilizirajo črevesno miklofloro, predvsem v manj urejenih rejah in v kritičnih fazah. Tako pujskom drugi dan po rojstvu in po odstavitvi ponudimo probiotični jogurt za hitrejšo vzpostavitev mikrobiote.

2.1.2 Rast sesnih pujskov in odstavitvena masa

Na rojstno maso pujskov vplivajo genetski dejavniki, prisotnost bolezni v čredi, starost svinje, velikost in telesne rezerve svinje ob oploditvi, izpostavljenost svinje stresu, dozorelost in kakovost jajčne celice ob oploditvi, enakomerni razvoj embrijev, število in tekmovalnost zarodkov v maternici (Lawrence in Fowler, 2001). Prav tako je potrebno svinje pravilno krmiti tako ob pripustu, kot v času brejosti. Zarodki največ mase pridobijo v zadnjem mesecu brejosti (Whittemore, 1993). Tisti pujski, ki so ob rojstvu lažji od 0,9 kg, imajo manjšo verjetnost za preživetje (Quiniou in sod., 2002). Tako pujski z rojstno maso nad 1,3 kg potrebujejo 14 dni manj časa, da dosežejo 88 kg, kot tisti, kateri so lažji od 1 kg (Williams, 2003).

Večji in močnejši pujski si pridobijo boljše seske, popijejo več mleka in tudi bolje rastejo ter imajo večjo možnost za preživetje. Za dober začetek rasti je pomembno, da več kot 50 % pujskov v gnezdu presega 1,45 kg (Gadd, 2003). Pujski, ki so ob rojstvu težji, imajo večji potencial za rast. Urankar in sod. (2010) za slovenske podatke in Beaulieu in sod. (2010) za kanadske podatke navajajo, da se s povečevanjem gnezda za enega pujska povprečna rojstna masa v gnezdu zmanjša za 33 g. Prav tako Quiniou in sod. (2002) navajajo, da se rojstna masa pujska zmanjša za 35 g, ko se v gnezdu skoti en pujsek več.

Za prašiče je zelo značilna intenzivna postnatalna rast (Šalehar in Zelenko, 2001), saj pujsek svojo rojstno maso podvoji v sedmih do osmih dneh. Pujski lahko ob dobri oskrbi z mlekom v prvih dneh po rojstvu priraščajo tudi 300 g/dan in po prvem tednu starosti celo več kot 500 g/dan (Whittemore, 1993). V prvih štirih tednih naj bi pujski rojstno maso povečali za petkrat in ob odstavitvi ne bi smeli biti lažji od 7 kg (Christiansen, 2010). Če je med pujskoma ob odstavitvi razlika v telesni masi za 0,9 kg, se povprečni dnevni prirast do 110 kg razlikuje za 55 g/dan (Williams, 2003). Večja kot je odstavitvena masa, krajše je torej obdobje pitja (Mahan in Lepine, 1991).

Da dosežemo večje odstavitvene mase, je potrebno sesne pujske dohrmljevati. Pri 10. dnevu starosti pujski samo iz materinega mleka ne morejo več dosegati potencialnih prirastov (Williams, 2003). Torej pujski z uživanjem dodatne krme pokrivajo potrebe po energiji in hranilnih snoveh. Pomembni vidik dodajanja krme v prasilišču je tudi, da se pujski spoznavajo s krmo, ki jo kasneje srečajo v vzreji. Tako pujski pri odstavitvi ne doživijo tako velikega stresa, kar pozitivno vpliva na rast. V prasilišču se poslužujemo tudi izenačevanja gnezd, tako po številu kot po masi pujskov (Christiansen, 2010). S tem dosežemo, da imajo približno isto stari in težki pujski enake možnosti za rast. V gnezdih, kjer so neizenačeni pujski, bodo lažji pujski odrinjeni od seskov in bodo posledično slabše rastli. Prav tako je priporočljivo podaljšati laktacijo slabšim pujskom (Christiansen, 2010).

2.1.3 Rast tekačev

Odstavitev za pujske predstavlja velik stres, zato se rast pujskov nekoliko upočasni. Po odstavitvi pujskom ni več na voljo materino mleko. Preiti morajo na krmo, ki vsebuje več vlaknin in škroba. Prav tako se morajo navaditi na nove oblike krmilnikov. Krma v vzreji se največkrat poklada suha, medtem ko materino mleko vsebuje 80 % vode in le 20 % suhe snovi (Williams, 2003). Spopadati se morajo s spremembami v fizičnem okolju (temperatura, okolje) in s fiziološkim stresom (mešanje, prestavljanje). Pujski so v času odstavitve manj odporni, saj imunska zaščita, ki so jo dobili z mlezivom upada, lastna imunost pa še šele vzpostavlja. Tako so bolj izpostavljeni patogenim mikroorganizmom.

Pri odstavitvi na 21. dan lahko v prvem tednu pričakujemo priraste le okrog 100 g/dan. V drugem tednu naj bi se prirast podvojil, v četrtem tednu po odstavitvi pa naj bi pujski priraščali že okrog 400 g/dan (Whittemore in Green, 2000). Takšni prirasti odstavljenih pujskov so dosegljivi v pogojih reje. V poskusih, o katerih poročata Whittemore in Green (2000), kjer je bila dosežena potencialna rast pujskov, so prirasti skoraj dvakratnik dnevnega prirasta doseženega v pogojih reje. Potencialna rast pri pujskih je dva do trikrat večja, kot jo običajno zabeležimo v sicer dobrih pogojih reje (Williams, 2003).

2.1.4 Rast pitancev

Rast pitancev med začetkom pitanja pri 25 do 30 kg in povprečno maso ob zakolu običajno opišemo kar s povprečnim prirastom na celotnem intervalu (Williams, 2003). Predpostavimo torej enakomerno, linearno rast. Priporočljivo je, da imamo tedenski nadzor nad rastjo pitancev in se čimbolj približamo ciljem, ki jih predstavlja Gadd (2003). Pri starosti 70 dni (10 tednov) naj bi tekači tehtali okrog 31 kg, pri 140 dnevih (20 tednov) pa 101 kg. Če dnevne priraste spremljamo v obdobju od odstavitve na 21. dan do 70 dni, naj bi prirast znašal 517 g/dan, ter se postopoma povečeval do 828 g/dan do starosti 140 dni. V kolikor pa opazujemo povprečni dnevni prirast v tedenskih intervalih, se ta povečuje iz 750 g/dan v 8. tednu, na 990 g/dan v 15. tednu in v 20. tednu dosega 1200 g/dan. Pitanci na Danskem v povprečju dosegajo 30 kg pri starosti okrog 80 dni (Christiansen, 2010). V slabših vzrejalniških potrebujejo tekači tudi nad 87 dni, v boljših pa manj kot 75 dni, da dosežejo 30 kg (Christiansen, 2010).

V pitališču je potrebno zagotoviti ustrezne pogoje, da pitanci čim bolje rastejo. Posebno pozornost je potrebno nameniti čiščenju in razkuževanju pitališča po izselitvi prejšnje skupine, saj s tem preprečimo prenos bolezni med turnusi pitancev (Christiansen, 2010). Zelo dobro je, če je razkuženi hlev nekaj časa prazen. To omogoča sistem, pri katerem pitance naselimo hkrati in v kasnejših obdobjih ne dodajamo novih prašičev. Temperaturo je potrebno prilagoditi potrebam prašičev, ki se razlikujejo glede na starost. Priporočljivo je, da ob naselitvi živali v pitališče temperaturo zraka v hlevu zvišamo za 3° C, ker živali še ne oddajajo toliko toplote. Pitanci potrebujejo svež zrak, zato je ventilacija hlevov zelo pomembna (Christiansen, 2010). Ventilacijo je potrebno prilagoditi tudi glede na vlažnost zraka. Živalim mora biti sveža voda vedno na voljo. Pomembno je tudi, da imajo živali v času pitanja dovolj prostora (English in sod., 1996). Če imajo prašiči v pitanju 0,1 m² več prostora, kot določa standard, bodo pri masi med 27 in 53 kg imeli za 5,2 % boljši dnevni prirast, izboljša se tudi konverzija krme, in sicer za 1,6 %.

2.2 PREIZKUS PRAŠIČEV NA PITOVNE LASTNOSTI V SLOVENIJI

Rejski program za prašiče SloHibrid (Kovač in sod., 2005; Kovač in Malovrh, 2012) predvideva dve obliki preizkusa mladih merjascev in preizkus mladic. Preizkus merjascev na testni postaji je zasnovan na individualni uhlevitvi, ki omogoča poleg merjenja mase tudi spremljanje porabe krme in s tem izračun konverzije krme. Na vzrejnih središčih je preizkus poenostavljen, in sicer so opustili individualno rejo in s tem omogočili boljše počutje, vendar so morali opustiti tudi spremljanje porabe krme. V skupinah je spremljanje porabe krme, tehtanje in spremljanje navad pri krmljenju možno ob uporabi posebnih krmilnih naprav za preizkus (Von Felde in sod., 1996), ki pa so za naše kmetije v danih pogojih neupravičeno velik strošek. Prednost preizkusa v pogojih reje je, da so pogoji veliko bolj podobni tistim v pitanju kot na testni postaji. Skupna testna postaja je pri nukleusu v več čredah tudi rizična zaradi zdravstvenih problemov, s katerimi se spopadajo naše reje. Pomemben vir podatkov o rasti prašičev je lahko tudi preizkus mladic.

2.2.1 Preizkus merjascev na testnih postajah

Preizkus merjascev je v Sloveniji potekal na več testnih postajah na selekcijskih farmah od leta 1975 do leta 2006 po postopkih opisanih v prvem selekcijskem programu za prašiče v Sloveniji (Šalehar in Zagožen, 1977) in kasneje sprejetih številnih dopolnitvah, ki jim lahko sledimo v letnih poročilih. Preizkus je potekal v več stopnjah na največ štirih testnih postajah na selekcijskih farmah, med populacijami na farmah ni bilo genetskih povezav. Osnovne značilnosti preizkusa lahko strnemo v naslednjih alinejah.

- Po dva najboljša merjasca iz gnezda sta preizkus pričela pri telesni masi 27 do 35 kg. Zaradi spremljanja porabe krme so bili merjasci uhlevljeni individualno. Merjasce so stehali in merili obroke in ostanke krme ob tehtanjih merjascev.
- Vmesno odbiro so opravili pri 60 kg, najprej na osnovi trajanja pitanja in konverzije krme od 30 do 60 kg. Z uvedbo metode mešanega modela so upoštevali agregatno genotipsko vrednost. Pri odbiri so glede na razpoložljivost in rezultate živali odbrali 70 % do 30 % najboljših merjascev, ki so nadaljevali preizkus do končne odbire pri 100 kg.
- Pri 100 kg so merjascem poleg trajanja pitanja, porabe krme izmerili tudi debelino hrbtne in stranske slanine z ultrazvokom.
- Izračunali so indeks plemenskih vrednosti ali agregatno genotipsko vrednosti in merjascem določili kategorije odbire.

- Do leta 1997 so merili tudi klavne lastnosti na izločenih merjascih pri končni odbiri (Kovač in sod., 2002), ki pa niso bili vključeni pri vrednotenju plemenskih vrednosti.
- V krajšem obdobju od januarja 1989 do aprila 1994 so preizkus podaljšali na 120 kg (Kovač in sod., 2002), a so ga ukinili, ker so kupci odklanjali nakup težjih merjascev, preizkus na zadnjem intervalu pa je bil tudi manj zanesljiv zaradi spolnega dozorevanja posameznih merjascev. Tudi na tem intervalu so spremljali rast merjascev, porabo krme ter debelino hrbtne in stranske slanine.
- Odbranim merjascem so naknadno ocenili tudi zunanost. Merjasce z napakami v zunanosti so izločili. Pri odbirah so preverjali zastopanost zadostnega števila manj sorodnih živali in pogojno zadržali posamezne živali zaradi ohranitve linij.
- Od leta 1994 so merjascem (Kovač in sod., 2002), ki so uspešno zaključili preizkus, opravili tudi genetski test na sindrom maligne hipertermije in s pomočjo rezultatov izločali nezaželene genotipe (PP, tudi NP). Kriteriji so bili postavljeni ločeno za vsako pasmo.

Z vmesno odbiro so na testnih postajah z omejeno kapaciteto lahko preizkusili več merjascev in tako dosegli večjo intenzivnost selekcije, vendar je morala biti zagotovljena dovolj velika primerjalna skupina ob koncu preizkusa. Živali so bile stehtane ob pričetku preizkusa, pri vmesni in končni odbiri. Bile so stehtane dva- do trikrat, v obdobju podaljšanega preizkusa do 120 kg so bile posamezne živali stehtane štirikrat. Med leti 1988 in 2003 je pri 100 kg zaključilo preizkus nad 2000 živali letno. Do leta 1999 so se pri genetskem vrednotenju in končni odbiri posluževali izključno indeksa plemenske vrednosti, ki je vključeval trajanje pitanja, skupno porabo krme in debelino hrbtne slanine. V letu 1999 so poskusno za izračun plemenske vrednosti preizkušali 6-lastnostni mešani model in ga kasneje tudi uvedli (Kovač in sod., 2002). V letu 2003 je bilo uvedeno tudi redno spremljanje genetskih trendov (Malovrh in sod., 2004).

2.2.2 Preizkus merjascev v pogojih reje

Leta 2004 so začeli s preizkušnjo merjascev v pogojih reje na vzrejnih središčih, najprej samo z vzrejo merjascev hibrida 54, kasneje pa tudi čistih pasem. Preizkus merjascev v pogojih reje poteka od rojstva do 100 kg in je namenjen vzreji merjascev čistih pasem in križancev (hibridov). V preizkus sta vključeni maternalni pasmi slovenska landrace - linija 11 in slovenski veliki beli prašič (22), terminalni pasmi slovenska landrace - linija 55 in pietrain (44) ter hibrid 54. Sprva so načrtovali minimalno dve reji za vsak genotip, a sta ostali pri vzreji

terminalnih genotipov samo dve reji, pri maternalni pasmi veliki beli prašič pa le ena. Reje z nukleusi so manjše, zmanjšanje reje prašičev, domača vzreja merjascev in nakup v tujini so postopoma zmanjševali povpraševanje po preizkušenih merjascih v Sloveniji. Že Kovač in sod. (2002) so omenjali težave pri prodaji izločenih merjascev po zaključku preizkusa. Izločenih merjascev ni mogoče prodati niti v klavnico niti drugim kupcem po sprejemljivi ceni.

Postopek preizkusa je natančno določen v rejskem programu (Kovač in Malovrh, 2012), vendar se pojavljajo odstopanja predvsem od potrebnega števila preizkušenih merjascev po posameznih pasmah. Ker se preizkus opravlja na različnih kmetijah, so večje razlike med pogoji v rejah in med primerjalnimi skupinami znotraj rej. Za zagotovitev primerljivosti rezultatov med vzrejnimi središči in med primerjalnimi skupinami znotraj vzrejališč je potrebno vzpostavljati genetske vezi z uporabo merjascev iz osemenjevalnih središč. Določene so tudi mejne vrednosti, da bi zagotovili osnovne pogoje za primerjavo.

Del hleva, ki je namenjen vzreji merjascev, mora biti ločen od ostalih oddelkov (Kovač in sod., 2005). Temperatura v hlevih za merjasce naj bo med 16-22 °C. Na merjasca je potrebno računati najmanj 1 m² talne površine v kotcu, saj plemenski podmladek potrebuje več gibanja kot pitanci. Skupine živali, ki jih oblikujemo na začetku preizkusa, ne spreminjamo do konca. Živali iz preizkusa izločimo samo v primeru, če žival zboli ali se poškoduje, da ne bi bila sposobna dokončati preizkusa. Zaradi točnosti napovedi plemenskih vrednosti in zadostno velike primerjalne skupine naj bi preizkus zaključilo hkrati vsaj 10 živali istega genotipa ali 15 do 20 živali različnih genotipov (Urancar in sod., 2011). Merjasci so v preizkusu uhlevljeni skupinsko v kotce po 6 do 15 živali. V skupini naj bi bile živali istega genotipa.

Vzreja merjascev naj bi bila v čim večji meri standardizirana, da bi bili pogoji med vzrejališči kar se da izenačeni. Krma je predpisana in je ista od naselitve do konca preizkusa. Vsebovati mora 13,3 MJ metabolne energije, 16,5 % surovih beljakovin, ki jih dopolnimo z 12 g lizina na 1 kg krme. V preizkusu so živali krmljene po volji, kar pomeni, da mora biti sveža krma živalim vedno na voljo. Krmo lahko rejci mešajo sami, vendar morajo dokupiti mineralno-vitaminski dodatek za preizkus merjascev, ki vsebuje tudi dodatek lizina. Ne sme biti pokvarjena ali kontaminirana s plesnimi ali toksini. Neoporečna pitna voda mora biti živalim ves čas na voljo. Tehtanja si sledijo v naslednjem vrstnem redu.

- Rejec pujske prvič stehta ob rojstvu in jih začasno označi do tetoviranja, katerega je potrebno opraviti v prvem tednu po rojstvu. Ob tem preštejejo tudi funkcionalne seske.
- Ob odstavitvi, priporočeno med 28. in 35. dnevom starosti, pujske rejec drugič stehta.

- Tretje tehtanje je ob naselitvi v vzrejališče. Takrat naj bi merjasci dosegli maso okrog 30 kg in bili stari približno 80 dni. Merjasci morajo tudi do naselitve rasti normalno, postavljen je minimalni dnevni prirast (300 g/dan). To je razmeroma nizek prag, ki ga ne bi smelo biti težko preseči.
- Sledijo tehtanja (slika 1, str. 31) na 14 dni ob ponedeljkih, dokler večina živali v skupini ne preseže 95 kg.
- Pri zadnjih dveh tehtanjih, pri hitrorastočih živalih v skupini lahko ali pri treh, izmerijo tudi debelino hrbtne in stranske slanine z ultrazvokom.
- Ob zadnjem merjenju preštejejo merjascem funkcionalne seske.

Pri merjascih torej beležijo telesne mase, debelino hrbtne in stranske slanine. V času preizkusa se merjascem odvzame tudi vzorec tkiva za genski preizkus na sindrom maligne hipertermije. Pri izbiri pitovnih in klavnih lastnosti za napoved plemenskih vrednosti merjascem iz preizkusa v pogojih reje so omejeni na maso živali ali dnevni prirast in debelino hrbtne ter stranske slanine.

2.2.3 Preizkus mladice

V selekcijskih in razmnoževalnih rejah ter vzrejnih središčih poteka preizkus lastne proizvodnosti mladice v pogojih reje pri telesni masi od 85 do 135 kg (Kovač in Malovrh, 2012; Malovrh in Kovač, 2007). Mladice so skupinsko uhlevljene. Krma za mladice ni predpisana kot pri merjascih, mora pa biti ista za vse živali, ki so istočasno v preizkusu. Mladice restriktivno krmimo tako, da dosegajo od rojstva do odbire priraste 600 do 700 g/dan (Christiansen, 2010). Glavne značilnosti preizkusa podajamo v alinejah.

- Mladice so označene z ušesno številko najkasneje v prvem tednu po rojstvu, ob tem se jim preštejejo tudi funkcionalni seski.
- Mladice morajo pri odbiri tehtati najmanj 85 kg in največ do 135 kg. Razpon v starosti naj bi bil manjši kot 14 dni in ne več kot 3 tedne, zato naj bi bil razpon mase v posamezni reji manjši.
- Primerjalna skupina mora biti dovolj velika in mora šteti vsaj 10 mladice istega genotipa (Gadd, 2003), kajti velikost skupine vpliva na zanesljivost napovedi plemenskih vrednosti (Urunkar in sod., 2011) in omogoča izbiro.

- Na koncu preizkusa mladice stehajo in jim izmerijo debelino hrbtne in stranske slanine merjeno z ultrazvokom.
- Na koncu preizkusa ocenijo tudi lastnosti zunanosti, kot so pasemska značilnost, korektnost nog in stoje, oblika telesa, pravilno razvitost zunanjih spolnih organov, ponovno jim preštejejo funkcionalne seske. Živali, ki ne ustrezajo, so vključene v izračun plemenskih vrednosti a so uvrščene v kakovostni razred klanje eksterjer in izločene.

Mladice je potrebno vzrejati ločeno po genotipih. Čistopasemske živali so bolj občutljive in manj konkurenčne kot hibridi. Plemenskemu podmladku je potrebno zagotoviti 20 % več prostora kot pitancem (Kovač in Malovrh, 2012). Po vzreji jih naselimo v preizkus, kjer ne smejo imeti stika s pitanci ali merjasci (Christiansen, 2010). Mladice naj bi čim manj premikali. Na leto naj bi v primeru optimalne obnove preizkusili toliko mladic, kot je svinj v čredi. Od starosti 160 dni dalje je potrebno mladice stimulirati na spolno zrelost (Šalehar, 1995; Christiansen, 2010). S tem se doseže, da se večina mladic že drugič ali tretjič buka pri starosti 220-230 dni, ko so godne za pripust. Plemenski podmladek v vzreji potrebuje obogateno okolje in več prostora za gibanje, zaželeni so izpusti. Mladice se morajo navaditi pozitivnega stika s človekom, saj je v reprodukciji več rejskih opravil, kjer je stik z živaljo neposreden.

2.3 STATISTIČNI MODELI ZA NAPOVEDOVANJE PLEMENSKE VREDNOSTI ZA LASTNOSTI RASTI

Plemenske vrednosti pri prašičih napovedujemo z večlastnostnimi modeli, enolastnostni modeli se v prašičereji uporabljajo le izjemoma. Običajno so v model vključene različne proizvodne lastnosti (Kovač, 1989), ki se zbirajo v podobnih preizkusih ali pa so živali iz preizkusov genetsko povezane (Peškovičová in Groeneveld, 1997; Peškovičová in sod., 2002). Pri večkrat merjenih lastnostih, kot so npr. lastnosti mlečnosti pri govedu in drobnici (Komprij in sod., 2003), meritve mase pri rastočih živali (Malovrh, 2003) ali velikosti gnezda po zaporednih gnezdh pri prašičih (Luković in sod., 2004) ali kuncih, so meritve na različne kontrolne dni močno korelirane. Za obdelavo podatkov lahko izberemo različne modele:

- ko vsaka meritev predstavlja drugo lastnost uporabimo več enostavnih enolastnostnih modelov,
- v primeru ponovljivih merjenj uporabimo ponovljivostni enolastnostni model,
- medtem ko večlastnostni model uporabimo pri lastnostih, ki jih ne moremo obravnavati kot iste lastnosti in so med seboj korelirane,

- za longitudinalne podatke lahko uporabimo enolastnostne modele z naključno regresijo.

Pri enolastnostnih modelih predpostavljamo, da med meritvami, ki naj bi bile obdelane, ni niti genetskih niti okoljskih korelacij. Tako pri enolastnostni analizi predpostavljamo, da so zaporedne meritve neodvisne in jih obdelamo ločeno. Enolastnostni ponovljivostni model uporabimo v primeru, da so v analizo vključene večkratne meritve na isti živali.

V Sloveniji so za napovedovanje plemenske vrednosti merjascev iz testnih postaj uporabljali šestlastnostni mešani model (Kovač, 1989; Malovrh in sod., 2003). V model so vključili starost pri 30 kg, trajanje pitanja in konverzijo krme med 30 in 60 kg ter 60 in 100 kg ter debelino hrbtne slanine pri 100 kg merjene z ultrazvokom. V sistematski del modela je bila vključena sezona (interakcija leto-mesec) pri naselitvi in genotip. Skupno okolje v gnezdu in direktni aditivni genetski vpliv sta bila naključna vpliva. Neodvisna spremenljivka, masa pri 100 kg, je bila vključena v model za debelino hrbtne slanine.

Pri sedanjih napovedih plemenskih vrednosti za merjasce preizkušene v pogojih reje uporabljamo lastnosti za trajanje pitanja in debelino hrbtne slanine (Gorjanc in sod., 2004). V izračunu upoštevamo ponovljene meritve obeh lastnosti. Napovedi posameznih plemenskih vrednosti nato sestavimo v agregatno plemensko vrednost, ki vsebuje napovedi plemenskih vrednostih ovrednotenih z ekonomskimi težami (Malovrh in Kovač, 2007) za trajanje pitanja in debelino hrbtne slanine, za dolgoživost in število seskov. Pri maternalnih pasmah v izračun agregatne plemenske vrednosti dodatno vključimo tudi plemenske vrednosti za velikost gnezda in dolžino interim obdobja, ki jo živali dobijo preko sorodnikov.

Skupaj z rastjo živali (tehtanjem živali) pogosto spremljajo tudi dnevno porabo krme, izkoriščanje krme, lastnosti povezane s kakovostjo mesa, ... Von Felde in sod. (1996) so v preizkusu spremljali rast merjascev pasme large white in landarce starih med 100 in 170 dni. Za ocene parametrov disperzije so uporabili večlastnostni model živali. V sistematski del modela so vključili farmo, sezono (leto-sezona) in genotip. Neodvisna spremenljivka je bila masa ob začetku preizkusa, opisana z linearno regresijo. Merjasci so ob začetku preizkusa tehtali 47,8 kg ob koncu pa 116 kg. Povprečni dnevni prirast je znašal 1025 ± 139 g/dan, heritabiliteta za dnevni prirast je znašala 0,43. Schulze in sod. 2002 so pri enako starih merjascih dveh maternalnih linij zabeležili prirast 1015 ± 24 g/dan in ocenili heritabiliteto na $0,36 \pm 0,04$. Prav tako so uporabili večlastnostni model. Uporabili so isti model kot Von Felde in sod. (1996).

V Franciji so Labroue in sod. (1997) preizkušali merjasce in kastrate iz sestrskih in bratovskih skupin med 35 in 95 kg. Pri merjascih so beležili povprečni dnevni prirast, konverzijo krme in debelino hrbtne slanine. Kastrate so po koncu pitanja zaklali in jim določili klavni

izplen, mesnatost in indeks kakovosti mesa. Prirasti so znašali 911 ± 92 g/dan za pasmo large white in 879 ± 89 g/dan za pasmo francoska landrace. Za izračune komponent variance in kovariance so uporabili večlastnostni model. Zaradi težav pri izračunih z večlastnostnim modelom niso mogli vključiti vseh lastnosti hkrati, ampak so jih ocenjevali po parih. V model za lastnosti merjascev so vključili skupino kot sistematski vpliv ter naključni vpliv skupnega okolja v gnezdu in aditivni genetski vpliv. Ocene heritabilitete za povprečni dnevni prirast za pasmo large white je bila $0,31 \pm 0,02$ in za francosko landrace $0,41 \pm 0,04$.

Na Japonskem so v preizkusu merjascev (Suzuki in sod., 2005) spremljali povprečni dnevni prirast in 12 lastnosti kakovosti mesa za pasmo duroc od 30 do 105 kg. Pri izračunu parametrov disperzije so uporabili večlastnostni model. Ocena heritabilitete za povprečni dnevni prirast je znašala 0,47, delež pojasnjene variance pri povprečnem dnevnem prirastu za vpliv skupnega okolja v gnezdu pa je znašal 4 %. Merjasci pasme duroc so priraščali 873 ± 109 g/dan.

Saintilan in sod. (2011) so preučevali rast merjascev pasme pietrain od mase 35 do 107 kg. Merili so tudi dnevno porabo krme, konverzijo krme in spremljali kakovost mesa. Merjasci so priraščali 837 ± 84 g/dan. Heritabilitete so ocenili z enolastnostnim modelom, dvolastnostni model so uporabili za oceno korelacij med lastnostmi. Z aditivnim genetskim vplivom so pojasnili 58 % fenotipske variance, delež pojasnjene variance za skupno okolje v gnezdu pa je znašal 3 %.

V Nemčiji so spremljali prirast mase merjascev dveh terminalnih in dveh maternalnih genotipov selekcijske hiše BHZP na intervalu med 30. in 170. dnem starosti (Malovrh, 2003). Za analizo podatkov je bil uporabljen šestlastnostni model in model z naključno regresijo. Večlastnostni model je služil za primerjavo rezultatov z rezultati iz analize z naključno regresijo. Pri večlastnostni analizi so bili uporabljeni trije modeli, ki so se razlikovali v naključnem delu. V sistematskem delu modela sta kontrolni dan, ki predstavlja sezonski vpliv in neodvisni spremenljivki starost ob začetku preizkusa ter starost ob meritvi ugnezdene znotraj genotipa. Obe neodvisni spremenljivki sta opisani z linearno regresijo. V naključni del prvega modela sta bila vključena skupno okolje v gnezdu in aditivni genetski vpliv, v drugem modelu je dodan vpliv skupnega okolja v kotcu, v zadnjem modelu pa je namesto kotca uporabljen maternalni genetski vpliv. Ocene komponent variance za vse tri modele so naraščale s starostjo živali. Heritabilitete ocenjene z šest-lastnostnim modelom za prirast so znašale med 0,42 in 0,43 pri prvem modelu, med 0,27 in 0,35 pri drugem in med 0,31 in 0,37 pri tretjem. Delež pojasnjene variance za maternalni genetski vpliv je znašal 0,04 in 0,02. Genetske korelacije pri drugem modelu so bile največje med sosednjimi tehtanji (0,79 - 0,99) in so se zmanjševale med bolj oddaljenimi tehtanji (najnižja 0,35). Fenotipske korelacije so bile v primerjavi z genetskimi manjše.

Pri istočasni uporabi več zaporednih telesnih mas živali v izračune parametrov disperzije naletimo na težave, ker je telesna masa kumulativna lastnost in je seštevek telesne mase predhodne meritve in skupnega prirasta naslednjega tehtanja. Tako so zaporedne meritve med seboj visoko korelirane. S povečevanjem časovne oddaljenosti med meritvami se korelacije zmanjšujejo. Variance ob rojstvu so manjše kot variance na koncu preizkusa. Tako se tudi variance in kovariance spreminjajo v času in jih lahko opišemo s funkcijo (Malovrh in Kovač, 2000). Modele, ki dopuščajo spreminjanje kovarianc s časom in z oddaljenostjo posameznih meritev, imenujemo modeli z naključno regresijo.

Modeli z naključno regresijo se v živinoreji vse bolj pogosto uporabljajo pri analizi ponavljajočih se meritev na živalih (mlečnost, rast, zauživanje krme, velikost gnezda). Imajo nekaj prednosti v primerjavi z večlastnostno analizo. V modelih z naključno regresijo je potrebno oceniti manj parametrov za opis longitudinalnih podatkov, prav tako je mogoče oceniti komponente variance in napovedati plemenske vrednosti pri kateri koli točki proizvodne funkcije. Z modelom z naključno regresijo napovemo plemenske vrednosti za več regresijskih koeficientov na žival, zato potrebujemo zmogljivejše računalnike. Ocene komponent variance med razredi so bolj zglajene in z manj odstopanji. Prav tako omogočajo selekcijo na raven kot obliko proizvodnih funkcij. Metoda omogoča pogostejše izračune napovedi plemenske vrednosti (Malovrh in Kovač, 2000).

Pri ovcah so Lewis in Brotherstone (2002) uporabili model z naključno regresijo za spremljanje rasti od rojstva do 150. dneva starosti. Za modeliranje aditivnega genetskega vpliva in vpliva permanentnega okolja so uporabljali peto stopnjo Legendrovega polinoma. Delež genetske variance je naraščal skozi opazovano obdobje in je znašal 0,09 na začetku preizkusa ter 0,33 na koncu. Opažajo, da so genetske korelacije med sosednjimi meritvami mase na začetku preizkusa nižje, kot korelacije med telesnimi masami na koncu preizkusa. Poročajo, da je masa ob rojstvu druga lastnost kot masa v kasnejših razredih, saj nanjo vplivajo drugi geni.

Pri govedu je bilo raziskav za rast z analizo naključnim modelom več. Nobre in sod. (2003b) poročajo, da bi bili modeli z naključno regresijo uporabni pri napovedovanju plemenskih vrednosti, saj se v izračunih lahko uporabili vse zbrane meritve. Arango in sod. (2004) so uporabili podatke o rasti goveda pasem angus in hereford. V naključni del modela so vključili aditivni genetski vpliv in permanentno okolje. Ocene varianc se s starostjo povečujejo, a ugotavljajo, da se ocene varianc z naključno regresijo pri starejših živalih ne ujemajo s tistimi iz ponovljivostnega modela. Ocene heritabilitet so se gibale med 0,38 v 36. tednu starosti in 0,78 v 94. tednu starosti. Ocene genetskih korelacij so največje med sosednjimi merjenji in se zmanjšujejo s časovno oddaljenostjo meritev. Malovrh (2003) je uporabila podatke iz

preizkusa potomcev rjavih bikov v Sloveniji. Prav tako navaja, da so bile korelacije med sosednimi meritvami najvišje, najnižje pa tiste med najbolj oddaljenimi meritvami.

Rast lahko spremljamo tudi z dnevnimi prirasti. Pri govedu so (Krejčová in sod., 2007, 2008) obravnavali dnevne priraste pri živalih starih med 100 in 400 dni. Starost so razdelili na 30 dnevne intervale. Za modeliranje naključnih vplivov so uporabili Legendrove polinome četrte stopnje. Poročajo o nizkih heritabilitetah za dnevni prirast med 0,014 in 0,043, negativnih korelacijah za permanentno okolje pri najbolj oddaljenih razredih. Možnost za tak rezultat pripisujejo nadomestni rasti živali.

Za rast prašičev sta med prvimi uporabila model z naključno regresijo Andersen in Pedersen (1996). Proučevala sta rast, zauživanje krme in konverzijo krme pri mladica in kastratih med 30 in 115 kg. Živali so stehale dvakrat tedensko. Preizkus so začele pri različnih starostih in so bile posledično tudi kasneje merjenje pri različnih starosti. Za splošno krivuljo sta uporabila polinom četrte stopnje, za naključne vplive pa ortogonalne polinome druge stopnje. Rast živali je bila na opazovanem intervalu skoraj linearna.

Pri proučevanju prirasta telesne mase merjascev je Malovrh (2003) uporabila tudi model z naključno regresijo. Rezultati iz večlastnostne analize so služili za primerjavo. Uporabljeni so bili isti modeli, kot pri večlastnostni analizi, le v naključnem delu je bil dodan vpliv permanentnega okolja. Za modeliranje naključnih vplivov je bil uporabljen Legendrov polinom tretje stopnje. Ocene variance za posamezne naključne vplive so bile primerljive s tistimi iz večlastnostne analize. Heritabilitete za prirast telesne mase so bile v prvem modelu ocenjene med 0,30 in 0,43, v drugem modelu 0,25 do 0,31 in 0,29 do 0,34 za tretji model. Vpliv skupnega okolja v gnezdu se zmanjšuje proti koncu preizkusa, v prvem in tretjem modelu je pojasnil približno 20 % fenotipske variance na začetku preizkusa in 15 % fenotipske variance na koncu preizkusa. Deleži za vpliv skupnega okolja v gnezdu so nekoliko manjši pri drugem modelu, 0,14 na začetku in 0,07 na koncu preizkusa, saj je v model vključen tudi vpliv skupnega okolja v kotcu, s katerim je pojasnjene od 15 % do 17 % fenotipske variance.

V Nemčiji so rast Göttingen mini prašičev z naključno regresijo analizirali Köhn in sod. (2007a). Mini prašiče uporabljajo za laboratorijske živali, saj so zaradi majhne odrasle mase (od 35 do 45 kg) primernejši modelni organizmi za človeka kot ostale pasme prašičev. Spremljali so rast pri starosti od 30 do 400 dni. V naključnem delu modela so vključili aditivni genetski vpliv, skupno okolje v gnezdu in permanentno okolje. Starost, ki je bila v modelu neodvisna spremenljivka, so opisali s polinomom tretje stopnje. V naključnem modelu so uporabili Legendrov polinom druge stopnje. Delež pojasnjene variance za vpliv gnezda se je s starostjo zmanjševal.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Rast merjascev spremljamo na vzrejnih središčih, kjer poteka preizkušnja lastne proizvodnosti merjascev v pogojih reje. Podatki o tehtanjih so zbrani v podatkovni zbirki PiggyBank, ki so jo zasnovali Drobnič in sod. (1994). Za analizo smo uporabili podatke od začetka preizkusa v oktobru 2004 do konca maja 2013. V obdelavo smo vključili maternalni pasmi slovenska landrace - linija 11 in slovenski veliki beli prašič (22). V preizkus so zajeti tudi merjasci terminalnih pasem slovenska landrace - linija 55 in pietrain (44) ter terminalni hibrid 54. Pri preizkušnji merjascev je sodelovalo sedem vzrejnih središčih z nukleusi. Ker je vzrejno središče za preizkus maternalnih pasem v skladu z dogovorom s selekcijsko službo vse merjasce za preizkus kupilo, so živali izvirale iz 17 rej.

3.1.1 Priprava podatkov

Podatke smo s pomočjo programskega jezika SQL pripravili v naslednjih korakih (Priloga A).

1. Pripravili smo si začasno zbirno tabelo `T_RAST`, kjer smo sestavili zapise s podatki.
2. Iz tabele o preizkušnji (`TESTLJU_REJA`) smo za vse merjasce v preizkusu pridobili identifikacijsko številko merjasca, oznako vzrejališča, genotip, datum tehtanja in telesno maso in jih prenesli v začasno zbirno tabelo `T_RAST`. Merjasci so bili tehtani ob rojstvu, odstavitvi, naselitvi pri 30 kg in nato vsakih 14 dni, dokler ni večina merjascev v skupini tehtala najmanj 95 kg.
3. Iz tabele `MERJASCI` smo zapisom dodali še rojstne podatke merjasca, kot so datum rojstva, genotip, izvirno rejo, očeta in mater.
4. Iz datumov rojstva in tehtanj smo izračunali starost živali. Izračunali smo tudi povprečne dnevne priraste med zaporednimi tehtanji in dnevne priraste od rojstva do tehtanja.
5. Dodali smo sezono kot leto-mesec tehtanja v obliki `'YYYYMM'`.
6. Potrebovali smo še informacije o skupnem okolju v gnezdu (mati, datum rojstva), velikosti gnezda (število rojenih pujskov) in zaporednem gnezdu, v katerem je bila žival rojena. Pridobili smo jih iz tabele `CYCLE` s podatki o gnezdih.

7. Od naselitve dalje smo posamezna tehtanja uvrstili v 13 starostnih razredov zaradi velike razlike v starosti živali pri posameznem zaporednem tehtanju (tabela 1). V prvi razred smo vključili vse rojstne mase, tudi tiste z zakasnelim tehtanjem, v drugega pa mase ob odstavitvi ne glede na dobo sesanja (dolžino laktacije). Starostne razrede po naselitvi smo oblikovali na 13 dni, da je v vsak razred uvrščen največ en podatek po živali. V zadnji starostni razred se je uvrstilo le nekaj živali (1,2 %) s počasno rastjo in smo ga pri obdelavah z eno- in večlastnostnim modelom izpustili.
8. Ob logični kontroli smo zaradi pomanjkljivih ali nezanesljivih podatkov izbrisali 10 zapisov.
9. Za eno- in večlastnostno analizo vrstica v datoteki vsebuje vsa merjenja na živali. Tako vsako zaporedno tehtanje predstavlja drugo lastnost. Zapis je sestavljen iz oznake vzrejališča, identifikacijske številke merjasca, genotipa, oznake skupnega okolja v gnezdu, oznake zaporednega gnezda, velikosti gnezda. Za vsako tehtanje smo zabeležili sezono, starost in maso živali, povprečni dnevni prirast med tehtanji, povprečni dnevni prirast od rojstva do tehtanja ter starostni razred.
10. Datoteko z zapisi za analizo z naključno regresijo smo sestavili tako, da je vsako posamezno tehtanje zabeleženo v samostojni vrstici. Torej, če je bila žival stehtana sedemkrat, ima v datoteki merjasec sedem zapisov. Vse mase smo obravnavali kot eno lastnost.
11. Podatke smo uvozili v programski paket SAS, kjer smo izračunali osnovno statistiko in razvili sistematski del modela. Ker struktura podatkov ni bila optimalna, smo se odločili, da pripravimo tri nize podatkov. V prvega (niz A) smo zajeli podatke vseh genotipov, v drugega (niz B) smo vključili samo podatke terminalnih genotipov, medtem ko smo v tretji niz (niz C) uvrstili le podatke pasme pietrain na kmetiji Varga. Na kmetiji redno preizkušajo merjasce pasme pietrain. Podatki v zadnjem nizu so bili merjeni v najbolj kontroliranih pogojih reje.

3.1.2 Priprava rodovnika

Datoteka za poreklo je sestavljena tako, da so v prvem stolpcu ušesne številke živali (seznam živali), v drugih dveh pa ušesne številke mater in očetov. Poreklo smo sestavili v naslednjih korakih.

1. Najprej v tabelo POREKLO vpišemo identifikacijsko številko živali v preizkusu iz tabele T_RAST v stolpec žival.

2. Živalim pripišemo starše iz tabele ANIMAL.
3. V naslednjem koraku poiščemo vse starše iz tabele POREKLO, ki jih še ni v stolpcu žival in jih vpišemo v stolpec žival v tabeli POREKLO.
4. Pripišemo jim starše iz tabele ANIMAL.
5. Opisane korake ponovimo glede na to, koliko generacij želimo zajeti v poreklu.
6. Na koncu označimo še neznane starše.

Sestavili smo poreklo za najmanj tri generacije. V poreklu je imela zapis vsaka preizkušena žival in njeni predniki. Vsaka žival je imela samo en zapis. Pripravili smo porekla za vse tri nize podatkov (tabela 3) in jih označili poreklo A z vsemi živalmi, poreklo B za živali terminalnih genotipov in poreklo C za živali pasme pietrain pri izbranem rejcu.

3.1.3 Struktura podatkov

Genotipi niso enakomerno zastopani (tabela 1). Ob rojstvu prevladujeta pasma pietrain (48,9 %) in hibrid 54 (30,1 %). Najmanj, 4,2 % zapisov je zbranih za maternalno pasmo slovensko landrace linja 11. Druga maternalna pasma (slovenski veliki beli prašič) ima preizkušenih skoraj dva krat toliko merjascev (8,3 %) v celotnem obdobju. Le nekaj manj (7,7 %) je preizkušenih merjascev pri pasmi slovenska landrace linija 55. Po naselitvi se je najbolj zmanjšal delež pasme pietrain, saj so zaradi omejitev kapacitet vzrejališča strožje izbirala merjasce za naselitev. Pri pasmi 55 in hibridu 54 je na voljo premalo živali, zato je bil delež v preizkus naseljenih merjascev večji. Reje so manjše in vzrejajo večinoma le en oz. največ tri genotipe merjascev (tabela 2). Porazdelitev genotipov po sezonah in rejah je zelo neenakomerna. Preizkus merjascev se je v zadnjih letih zmanjševal, ker je upadalo povpraševanje po plemenjakih, po drugi strani pa je težko prodati iz preizkusa izločene živali.

Povprečna velikost gnezda je bila najmanjša v nizu B (10,66 rojenih pujskov na gnezdo), medtem ko je bilo povprečno gnezdo pri pasmi pietrain pri izbranem rejcu večje za 0,46 rojenega pujska. Število višjih zaporednih prasitev je bilo manjše, zato smo le-te združili s sedmo zaporedno pravitvijo v razred starejših svinj (oznaka 7+). Struktura podatkov ni optimalna. Živali pri posameznih genotipih nimajo meritev v vseh sezonah.

3.1.4 Struktura porekla

Poreklo za niz A vključuje 11.010 živali (tabela 3). Preizkušenih merjascev je bilo 9.073, ti pa so potomci 135 očetov in 606 mater. Osnovno populacijo sestavlja 570 živali. Največ,

Tabela 1: Starostni razredi v nizu A po genotipih

Genotip		11		22		44		54		55	
Razred	Starost	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	rojstvo	378		754		4436		2802		703	
2	odstavitev	290	76,7	521	69,1	2955	66,6	2352	83,9	543	77,2
3	60-79	13	3,4	33	4,4	277	6,2	246	8,8	65	9,2
4	80-93	67	17,7	198	26,3	968	21,8	897	32,0	255	36,3
5	94-107	119	31,5	234	31,0	1044	23,5	1150	41,0	316	45,0
6	108-121	131	34,7	211	28,0	1030	23,2	1117	39,9	306	43,5
7	122-135	125	33,1	209	27,7	999	22,5	1098	39,2	302	43,0
8	136-149	129	34,1	201	26,7	984	22,2	1081	38,6	293	41,7
9	150-163	133	35,2	194	25,7	942	21,2	1043	37,2	283	40,3
10	164-177	113	29,9	153	20,3	920	20,7	963	34,4	260	37,0
11	178-191	63	16,7	79	10,5	724	16,3	617	22,0	205	29,2
12	192-205	24	6,3	34	4,5	285	6,4	183	6,5	45	6,4
13	206-219	0	0,0	6	0,8	56	1,3	41	1,5	8	1,1

Tabela 2: Struktura podatkov

Vpliv	Vrsta vpliva	Niz		
		A	B	C
Izvorna reja	S	17	3	1
Vzrejališče	S	7	3	1
Genotip	S	5	3	1
Zaporedna prasitev	S	7	7	7
Velikost gnezda	S	10,7	10,7	11,1
Sezona	S	109	109	94
Skupno okolje v gnezdu	N	1968	1732	731
Žival v preizkusu	N	9073	7941	3586

S - sistematski vpliv, N - naključni vpliv

100 preizkušenih merjascev na očeta je v poreklu za niz C, najmanj (67 merjascev) v poreklu za niz A. V porekljih ni bilo živali z enim neznanim staršem. Med porekli ni velikih razlik v številu preizkušenih merjascev po gnezdu ob rojstvu (4,6 v poreklu za niz A in niz B ter 4,9 v poreklu za niz C). V četrtem starostnem razredu se število preizkušenih merjascev na gnezdo zmanjša, najbolj pri izbranem rejcu s pasmo pietrain na 1,9 preizkušenih merjascev na gnezdo. V povprečju so bili preizkušeni več kot štirje merjasci ob rojstvu in več kot en merjasec v četrtem starostnem razredu, kar nam omogoča vključitev vpliva gnezda v model.

Tabela 3: Struktura porekla

	Poreklo A	Poreklo B	Poreklo C
Število živali z meritvami	9073	7941	3586
Število živali v poreklu	11010	9102	4090
Živali z obema znanima staršema	10440	8837	3966
Živali z enim znanim staršem	0	0	0
Živali brez znanih staršev	570	265	124
Delež živali v osnovni populaciji	5,2	2,9	3,0
Število potomcev na očeta (ob rojstvu)	67,2	83,6	99,6
Število potomcev na mater (ob rojstvu)	14,9	18,6	18,3
Število potomcev na očeta (5. starostni razred)	24,3	29,9	28,3
Število potomcev na mater (5. starostni razred)	5,8	6,3	4,8
Število potomcev na gnezdo (ob rojstvu)	4,6	4,6	4,9
Število potomcev na gnezdo (4. starostni razred)	2,4	2,3	1,9

3.2 METODE

V analizah smo uporabili eno- in večlastnostni model ter model z naključno regresijo. Eno- in večlastnostni model sta služila za primerjavo rezultatov modela z naključno regresijo. Ti se vedno bolj uveljavljajo pri longitudinalnih podatkih, kamor sodijo tudi zaporedne meritve mase pri rastočih živalih.

3.2.1 Enolastnostni model živali

Maso živali smo analizirali z modelom iz enačbe 1. Pri nizu A in nizu B smo uporabili isti model, medtem ko smo iz modela pri nizu C izpustili vpliv vzrejališča in genotipa. Tako tudi neodvisna spremenljivka starost ni bila ugnezdjena znotraj genotipa.

$$\begin{aligned}
 y_{tijkln} = & [V_{ti}] + S_{tj} + [G_{tk}] + Z_{tl} + b_{xt[k]}(x_{tijkln} - \bar{x}_t) + b_{ztI}(z_{ijkln} - \bar{z}) + b_{ztII}(z_{ijkln} - \bar{z})^2 + \\
 & + l_{tijkln} + a_{tijkln} + e_{tijkln}
 \end{aligned}
 \quad \dots (1)$$

kjer pomeni:

- y_{tijkln} - opazovanje za telesno maso v starostnem razredu t ; $t = 1, 2, \dots, 12$
 V_{ti} - vzrejališče i ; $i = 1, 2, \dots, 7$
 S_{tj} - sezona j ; $j = 1, 2, \dots, 109$
 G_{tk} - genotip k ; $k = 1, 2, \dots, 7$
 Z_{tl} - zaporedno gnezdo matere, v katerem se je žival rodila l ; $l = 1, 2, \dots, 7$
 b_{xtk} - regresijski koeficient za starost ugnezden znotraj genotipa
 x_{tijkln} - starost
 $\bar{x}_t$ - povprečna starost v starostnem razredu t
 b_{ztI} - linearni regresijski koeficient za velikost gnezda
 b_{ztII} - kvadratni regresijski koeficient za velikost gnezda
 z_{ijklm} - velikost gnezda (število rojenih pujskov)
 $\bar{z}$ - povprečna velikost gnezda (število rojenih pujskov)
 l_{tijkln} - vpliv skupnega okolja v gnezd
 a_{tijkln} - aditivni genetski vpliv živali
 e_{tijkln} - ostanek

Pri izboru sistematskih vplivov smo upoštevali statistično značilnost vplivov (p-vrednost), koeficient determinacije (R^2) in stopinje prostosti pri vplivih. Sistematski del modela smo razvili po metodi najmanjših kvadratov s proceduro GLM v statističnem paketu SAS (SAS Inst. Inc., 2011).

Enačbo modela lahko zapišemo tudi v matrični obliki:

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{X}_t \boldsymbol{\beta}_t + \mathbf{Z}_{tl} \mathbf{l}_t + \mathbf{Z}_{ta} \mathbf{a}_t + \mathbf{e}_t \quad \dots (2)$$

kjer pomeni:

- $\mathbf{y}_t$ - vektor opazovanj za lastnost t ; $t = 1, 2, \dots, 12$
 $\mathbf{X}_t$ - matrika dogodkov za sistematske vplive
 $\boldsymbol{\beta}_t$ - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
 $\mathbf{Z}_{tl}$ - matrika dogodkov za naključni vpliv skupnega okolja v gnezd
 $\mathbf{l}_t$ - vektor neznanih parametrov za skupno okolje v gnezd
 $\mathbf{Z}_{ta}$ - matrika dogodkov za naključni aditivni genetski vpliv
 $\mathbf{a}_t$ - vektor neznanih parametrov za aditivni genetski vpliv
 $\mathbf{e}_t$ - vektor ostankov

Pričakovane vrednosti so prikazane v enačbi 3 in struktura varianc in kovarianc v enačbi 4. Pri vsaki lastnosti imamo tri komponente variance, in sicer σ_l^2 za skupno okolje v gnezd, σ_a^2 za aditivni genetski vpliv oz. vpliv živali in σ_e^2 za ostanek. Naključna vpliva sta med

seboj nekorelirana. Nivoji pri skupnem okolju v gnezdu in ostanku so identično in neodvisno porazdeljeni. Sorodstvo med živalmi na osnovi sestavljenih rodovnikov opisuje matrika sorodstva **A**. Matrika **I** predstavlja identično matriko.

$$E \begin{bmatrix} \mathbf{y}_t \\ \mathbf{l}_t \\ \mathbf{a}_t \\ \mathbf{e}_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_t \boldsymbol{\beta}_t \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

$$\text{Var}(\mathbf{y}_t) = \mathbf{Z}_{tl} \mathbf{Z}_{tl}' \sigma_l^2 + \mathbf{Z}_{ta} \mathbf{A} \mathbf{Z}_{ta}' \sigma_a^2 + \mathbf{I} \sigma_e^2 \quad \dots (4)$$

3.2.2 Večlastnostni modeli

Pri večlastnostni analizi smo za vseh 12 lastnosti uporabili model v skalarni obliki iz enačbe 1. Vse živali v vseh starostnih razredih niso imele opazovanj. Meritve po živali smo združili v vektor opazovanj $\mathbf{y}_n$, ki ga v enačbi 5 prikazujemo za žival s telesnimi masami 1, 9, 27, 34, 44, 54, 66, 77, 91 in 104 kg pri starosti 0, 29, 76, 91, 104, 118, 132, 146, 160 in 174 dni. Izbrana žival ni imela meritve v enajstem in dvanajstem starostnem razredu.

$$\mathbf{y}'_1 = \begin{bmatrix} 1, 9, 9, 27, 34, 44, 54, 66, 77, 91, 104 \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

Vektorje opazovanj za posamezne živali nanizamo v skupen vektor opazovanj $\mathbf{y}$ (enačba 5).

$$\mathbf{y}' = \begin{bmatrix} \mathbf{y}'_1 & \mathbf{y}'_2 & \cdots & \mathbf{y}'_n \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

Vektor neznanih parametrov za sistematske vplive sestavimo (enačba 7):

$$\boldsymbol{\beta}' = [\beta'_1, \beta'_2, \dots, \beta'_t] \quad \dots (7)$$

Potem lahko zapišemo model v matrični obliki (enačba 8):

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_l \mathbf{l} + \mathbf{Z}_a \mathbf{a} + \mathbf{e} \quad \dots (8)$$

kjer pomeni:

- $\mathbf{y}$ - vektor opazovanj
 $\mathbf{X}$ - matrika dogodkov za sistematske vplive
 β - vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
 $\mathbf{Z}_1$ - matrika dogodkov za naključni vpliv skupnega okolja v gnezdu
 $\mathbf{l}$ - vektor neznanih parametrov za skupno okolje v gnezdu
 $\mathbf{Z}_a$ - matrika dogodkov za naključni aditivni genetski vpliv
 $\mathbf{a}$ - vektor neznanih parametrov za aditivni genetski vpliv
 $\mathbf{e}$ - vektor ostankov

Pričakovane vrednosti (enačba 9), struktura fenotipskih varianc (enačba 10) in struktura posameznih komponent varianc in kovarianc (enačba 11):

$$E \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{l} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}\beta \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad \dots (9)$$

$$\text{Var}(\mathbf{y}) = \mathbf{Z}_1 \mathbf{G}_1 \mathbf{Z}_1' + \mathbf{Z}_a \mathbf{G}_a \mathbf{Z}_a' + \mathbf{R} \quad \dots (10)$$

$$\text{Var} \begin{bmatrix} \mathbf{l} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{G}_1 & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{G}_a & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{I}_1 \otimes \mathbf{G}_{01} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{A} \otimes \mathbf{G}_{0a} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \sum^{\oplus} \mathbf{R}_{0i} \end{bmatrix} \quad \dots (11)$$

Matrika varianc in kovarianc za ostanek ($\mathbf{R}$) je direktna vsota ($\sum^{\oplus}$) varianc in kovarianc za ostanek pri meritvah, merjenih na isti živali ($\mathbf{R}_{0i}$) za zapise z manjkajočimi meritvami. Matrika $\mathbf{A}$ predstavlja matriko sorodstva, $\mathbf{I}_1$ je identična matrika za skupno okolje v gnezdu.

$$\mathbf{G}_{a0} = \begin{bmatrix} \sigma_{a1}^2 & \sigma_{a12} & \cdots & \sigma_{a1t} \\ & \sigma_{a2}^2 & \cdots & \sigma_{a2t} \\ & & \ddots & \vdots \\ \text{sim.} & & & \sigma_{at}^2 \end{bmatrix}; \mathbf{G}_{10} = \begin{bmatrix} \sigma_{l1}^2 & \sigma_{l12} & \cdots & \sigma_{l1t} \\ & \sigma_{l2}^2 & \cdots & \sigma_{l2t} \\ & & \ddots & \vdots \\ \text{sim.} & & & \sigma_{lt}^2 \end{bmatrix} \quad \dots (12)$$

$$\mathbf{R}_{i0} = \begin{bmatrix} \sigma_{e1}^2 & \sigma_{e12} & \cdots & \sigma_{e1t} \\ & \sigma_{e2}^2 & \cdots & \sigma_{e2t} \\ & & \ddots & \vdots \\ \text{sim.} & & & \sigma_{et}^2 \end{bmatrix} \quad \dots (13)$$

Vse živali v vseh starostnih razredih niso bile stehtane, zato so matrike varianc in kovarianc za ostanek različne in manjše. V primeru, da živali manjka meritev v tretjem razredu iz matrike $\mathbf{R}_0$ izpadeta tretji stolpec in tretja vrstica. Tako dobimo eno od matrik $\mathbf{R}_{0i}$.

Po predhodnih analizah smo ugotovili, da matrike varianc in kovarianc za vse zaporedne meritve niso bile pozitivno definitne. Pozitivno definitnost dobljenih matrik varianc in kovarianc smo preverili v proceduri IML (SAS Inst. Inc., 2011) s funkcijo rook (Cholesky razčlenitev). Zato smo podatke analizirali v dveh izračunih, in sicer je prvi vseboval podatke iz lihih starostnih razredov od naselitve naprej, drugi pa iz sodih starostnih razredov. Obe analizi sta vsebovali rojstno in odstavitveno maso. Komponente variance za prvi in drugi starostni razred v rezultatih prikazujemo kot aritmetično sredino iz obeh izračunov.

3.2.3 Model z naključno regresijo

Model z naključno regresijo predstavljamo v enačbi 14. Medtem ko sta si modela za niz A in B enaka, v nizu C izpustimo vpliv vzrejališča in genotipa. Prav tako pri nizu C starost živali ni ugnezdjena znotraj genotipa, saj ima izbran rejec samo pasmo pietrain.

$$\begin{aligned}
 y_{ijklmn} &= [V_{ti}] + S_{tj} + [G_{tk}] + Z_{tl} \\
 &+ b_{xI[k]}(x_{ijklmn} - \bar{x}) + b_{xII[k]}(x_{ijklmn} - \bar{x})^2 + b_{zI}(z_{ijklm} - \bar{z}) + b_{zII}(z_{ijklm} - \bar{z})^2 + \\
 &+ \sum_{s=1}^3 \sum_{q=0}^v \alpha_{sq} \Phi(s_{ijklmn}) + \varepsilon_{ijklmn}
 \end{aligned}
 \quad \dots (14)$$

Naključne vplive smo modelirali z ortogonalnimi Legendrovimi polinomi prve, druge in tretje stopnje na standardizirani časovni skali s_{ijklmn} . Starost živali smo z enačbo 15 transformirali v vrednosti med -1 in +1.

$$s_{ijklmn} = \frac{2(x_{ijklmn} - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} - 1 \quad \dots (15)$$

Časovna komponenta v RRM za telesno maso je starost. V modelu smo uporabili Legendrove polinome od linearnega (LG1) do polinoma tretje stopnje (LG3). Sistematski del modela se nekoliko razlikuje od tistega pri večlastnostnem modelu. Sezona je v modelu z naključno regresijo sestavljena v obliki starostni razred-leto-mesec. Starost, kot neodvisno sprejemljivko, pa opisujemo s kvadratno regresijo.

Za vpliv skupnega okolja v gnezdu ($s=1$), vpliv permanentnega okolja ($s=2$) in za aditivni genetski vpliv ($s=3$) smo uporabili naključno regresijo in Legendrove polinome različnih stopenj ($\Phi(s_{ijklmn})$).

Model z naključno regresijo lahko prav tako zapišemo v matrični obliki (enačba 16):

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_l\mathbf{l} + \mathbf{Z}_p\mathbf{p} + \mathbf{Z}_a\mathbf{a} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad \dots (16)$$

kjer je $\mathbf{y}$ vektor opazovanj, $\mathbf{X}$ je matrika dogodkov za sistematski del modela, β je vektor neznanih parametrov za sistematski del modela, $\mathbf{Z}_l$ je matrika dogodkov za vpliv skupnega okolja v gnezdu, $\mathbf{l}$ je vektor neznanih regresijskih koeficientov za vpliv skupnega okolja v gnezdu, $\mathbf{Z}_p$ je matrika dogodkov za vpliv permanentnega okolja, $\mathbf{p}$ je vektor neznanih regresijskih koeficientov za vpliv permanentnega okolja, $\mathbf{Z}_a$ je matrika dogodkov za aditivni genetski vpliv, $\mathbf{a}$ je vektor neznanih regresijskih koeficientov za aditivni genetski vpliv, ε je vektor ostankov.

$$E \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{l} \\ \mathbf{p} \\ \mathbf{a} \\ \varepsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}\beta \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \quad \dots (17)$$

$$\text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{Z}_l \mathbf{K}_l \mathbf{Z}_l' + \mathbf{Z}_p \mathbf{K}_p \mathbf{Z}_p' + \mathbf{Z}_a \mathbf{K}_a \mathbf{Z}_a' + \mathbf{R} \quad \dots (18)$$

$$\text{var} \begin{bmatrix} \mathbf{l} \\ \mathbf{p} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_l & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{K}_p & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{K}_a & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{I}_l \otimes \mathbf{K}_{0l} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I}_p \otimes \mathbf{K}_{0p} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{A} \otimes \mathbf{K}_{0a} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \sum^{\oplus} \mathbf{R}_{0i} \end{bmatrix} \quad \dots (19)$$

kjer je $\mathbf{K}_{0l}$ matrika varianc in kovarianc za naključne regresijske koeficiente za skupno okolje v gnezdu, $\mathbf{K}_{0p}$ je matrika varianc in kovarianc za naključne regresijske koeficiente za vpliv permanentnega okolja. $\mathbf{I}_l$ in $\mathbf{I}_p$ sta identični matriki. Matrika $\mathbf{A}$ je matrika sorodstva, $\mathbf{K}_{0a}$ je matrika varianc in kovarianc za naključne regresijske koeficiente za aditivni genetski vpliv (enačba 19) in $\mathbf{R}_{0i}$ je matrika varianc in kovarianc za ostanek. Simbol $\otimes$ predstavlja Kronecker produkt, simbol $\sum^{\oplus}$ pa je oznaka za direktno vsoto. Struktura matrik varianc in kovarianc za naključne regresijske koeficiente za vpliv skupnega okolja v gnezdu ($\mathbf{K}_{0l}$), za vpliv parmanentnega okolja ($\mathbf{K}_{0p}$) so podobne strukturi matriki varianc in kovaranc za naključne regresijske koeficiente za aditivni genetski vpliv ($\mathbf{K}_{0a}$). Matriko $\mathbf{K}_{0s}$ (enačba 20) prikazujemo pri uporabi Legendrovega polinoma druge stopnje.

$$\mathbf{K}_{0s} = \text{var} \begin{bmatrix} \alpha_{s0} \\ \alpha_{s1} \\ \alpha_{s2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{s0}^2 & \sigma_{s01} & \sigma_{s02} \\ & \sigma_{s1}^2 & \sigma_{s12} \\ sim & & \sigma_{s2}^2 \end{bmatrix} \quad \dots (20)$$

Variance in kovariance za telesno maso za vse kombinacije med starostnimi razredi smo izračunali z enačbo 21, kjer prikazujemo primer za vpliv aditivnega genetskega vpliva.

$$\mathbf{C}_s = \Phi \mathbf{K}_s \Phi', \quad \dots (21)$$

kjer je C_s matrika varianc in kovarianc, Φ je matrika, ki vsebuje neodvisne spremenljivke za Legendrov polinom za starost ob merjenju.

Za ocene komponent varianc in kovarianc smo v eno- in večlastnostnem modelu ter modelu z naključno regresijo uporabili metodo omejene največje zanesljivosti (REML) v programu VCE 6 (Groeneveld in sod., 2010). Podatke smo za ta program predhodno pripravili s programom PEST (Groeneveld in sod., 1990). S pomočjo statističnega paketa SAS v proceduri IML smo izračunali lastne funkcije s pripadajočimi lastnimi vrednostmi za modele z naključno regresijo. Lastne vrednosti nam pokažejo relativen pomen izbrane stopnje Legendrovih polinomov. S pomočjo statističnega paketa SAS smo izračunali komponente varianc in kovarianc pri modelu z naključno regresijo in rezultate grafično prikazali v SAS/GRAPH (SAS Inst. Inc., 2011) ter odprtokodnim programom GNU PLOT.

4 REZULTATI

4.1 SISTEMATSKI VPLIVI NA RAST MERJASCEV V POGOJIH REJE

Statistični model za analizo telesnih mas je vseboval sistematske vplive: vzrejališče, sezono, genotip, zaporedno gnezdo matere, velikost gnezda in starost pri vseh podatkih in pri terminalnih genotipih (tabela 4). Pri nizu C smo izpustili vzrejališče in genotip, saj so živali bile samo pasme pietrain od enega rejca (tabela 4).

S sistematskim delom modela (tabela 4) smo največ variance pojasnili pri masi ob odstavitvi 72,6 % (niz A), 75,4 % (niz B), najmanj 25,9 % pri masi v desetem starostnem razredu pri vseh genotipih in v enajstem starostnem razredu pri nizu B (25,8 %). Pri nizu C s sistematskim delom pojasnimo nekoliko več variance od naselitve dalje, največ 69,3 % v tretjem starostnem razredu, najmanj pa pri rojstni masi, 18,2 %.

Vzrejališče, sezona in zaporedno gnezdo pri materi, ki smo jih v model vključili kot sistematske vplive z nivoji, so značilno vplivali na telesno maso ($p < 0,0001$, tabela 4). Linearni regresijski koeficient za starost, ki je bil ugnezden znotraj genotipa, je prav tako bil značilen pri vseh telesnih masah v vseh starostnih razredih ($p < 0,0001$, tabela 4). Posledica slabe strukture podatkov in različne uspešnosti rej skozi čas je, da med genotipi pri nizu A ni razlik. Predpostavljali smo, da živali različnih genotipov rastejo različno hitro in smo ne glede na rezultat vpliv genotipa ohranili v modelu pri nizu A. Pri nizu B, kjer je struktura podatkov boljša, je vpliv genotipa jasno izražen. Spreminjanje mase s številom rojenih pujskov smo opisali s kvadratno regresijo in smo jo zaradi uporabe istega modela pri vseh starostnih razredih tako tudi obravnavali, čeprav kvadratni člen v nekaterih razredih ni značilen.

V nadaljevanju bomo prikazali rezultate za vplive v sistematskem delu modela. Zaradi strukture podatkov, saj nimamo zastopanih vseh genotipov v vseh sezonah, smo prav tako imeli težave pri ocenljivosti vplivov z razredi, zato smo se odločili, da prikazujemo predvsem rezultate iz niza C, torej iz vzreje plemenskih merjascev pasme pietrain pri izbranem rejcu, kjer je bilo preizkušenih tudi največ merjascev in so skupine najbolj enakomerno zastopane. Ocene, ki smo jih dobili pri razvoju statističnega modela, bomo primerjali s povprečji.

Tabela 4: Značilnost vplivov v modelu za telesno maso za vse genotipe skupaj (niz A), za terminalne genotipe (niz B) in za pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C)

St. razred	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vpliv	Niz A											
Vzrejališče	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Sezona	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Genotip	0,002	***	0,001	0,02	0,55	0,81	0,46	0,28	0,25	0,18	0,06	0,18
Zap. prasitev	***	***	***	0,001	***	***	***	***	***	***	0,01	***
Starost	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Vel gnezda I	0,001	***	0,73	0,01	0,11	0,17	0,01	0,12	0,05	0,05	0,36	0,05
Vel. gnezda II	0,79	***	0,62	0,17	0,55	0,32	0,23	0,60	0,27	0,22	0,40	0,22
R ² (%)	37,1	72,6	69,1	43,6	43,3	37,8	35,3	33,4	31,7	27,5	25,9	27,4
	Niz B											
Vzrejališče	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Sezona	***	***	0,004	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Genotip	***	0,65	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Zap. prasitev	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	0,01	0,03
Starost	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	0,03
Vel gnezda I	0,02	***	0,88	0,003	0,002	0,01	0,01	0,18	0,03	0,22	0,80	0,49
Vel. gnezda II	0,15	***	0,49	0,10	0,17	0,37	0,17	0,83	0,21	0,68	0,99	0,38
R ² (%)	31,8	75,4	64,7	38,3	42,6	38,0	36,4	33,2	32,9	27,8	25,8	34,9
	Niz C											
Sezona	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Zap. prasitev	***	***	0,001	0,02	0,36	0,002	0,01	***	***	***	***	0,02
Starost	0,07	***	0,006	***	***	***	***	***	***	***	***	0,49
Vel gnezda I	0,81	0,80	0,47	0,66	0,98	0,51	0,12	0,06	0,15	0,26	0,10	0,01
Vel. gnezda II	0,01	0,22	0,77	0,95	0,56	0,91	0,04	0,04	0,12	0,05	0,11	0,06
R ² (%)	18,2	55,9	69,3	49,0	53,5	56,7	54,1	52,3	52,1	52,2	41,0	55,0

*** - p-vrednost <0,0001

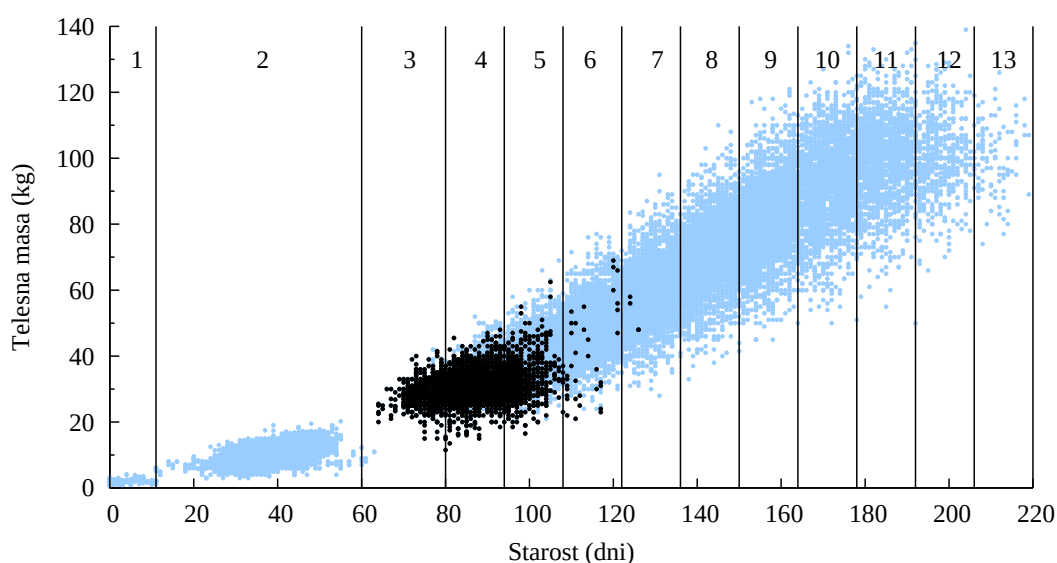
4.1.1 Rast merjascev v pogojih reje

V razsevnem grafikonu prikazujemo telesne mase merjascev pri različnih starostih za vse genotipe (slika 1). Ker je v slovenskih rejah prevladovala kontinuirana prireja in rejci večino časa niso imeli uvedenih proizvodnih ritmov (Urankar in sod., 2014), so meritve opravljene

pri različnih starostih. Čeprav smo pri večini živali imeli rojstno in odstavitveno maso ter šest tehtanj v preizkusu, smo obdobje preizkusa za potrebe večlastnostne analize razdelili na enajst starostnih razredov (od 3 do 13).

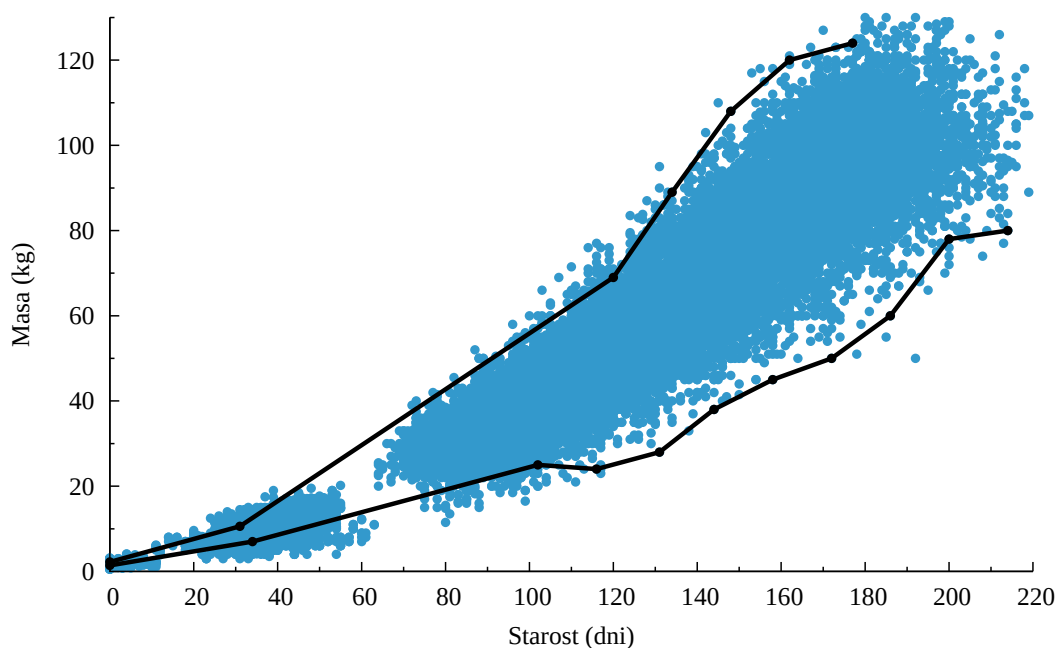
V prvem starostnem razredu so zajeti podatki o rojstnih masah. Na dan rojstva je stehtanih 97,5 % merjascev. Ostali merjasci so prvič stehtani do 12. dne po rojstvu. V drugem starostnem razredu so odstavitvene mase. Merjasci so v povprečju odstavljeni pri starosti 36,6 dni, standardni odklon (6,9 dni) pa kaže na velik razpon v dolžini laktacije. Pri odstavitvi izstopa skupina slabo rastočih in/ali zelo pozno odstavljenih živali starih med 50 in 60 dni.

Ob naselitvi v preizkus (črne točke na grafu) so merjasci stari med 64 in 126 dni. Tako najdemo naselitvene mase kar v petih starostnih razredih. V tretjem in četrtem razredu je 77,8 % vseh naselitvenih mas, ostale so večinoma razporejene v peti, posamezne pa v šesti in celo sedmi starostni razred. Merjasci končujejo preizkus že v devetem in desetem starostnem razredu. V zadnje tri starostne razrede so uvrščeni merjasci, ki so počasneje rasli in zato pri večji starosti zaključujejo preizkus.



Slika 1: Spreminjanje telesne mase merjascev vseh genotipov s starostjo in oblikovanje starostnih razredov (črne točke - telesna masa ob naselitvi v preizkus, modre točke - meritve telesne mase)

S povečanjem telesne mase se povečuje tudi varianca. V zadnjih dveh starostnih razredih so razlike med živalmi, ki so še ostale v preizkusu, manjše zaradi selekcioniranega vzorca (slika 1). V literaturi (Mahan in Lepine, 1991; Williams, 2003) zasledimo, da se razlike v masi, ki se pokažejo že ob rojstvu in ob odstavitvi, ne samo ohranjajo, ampak tudi povečujejo. Številni avtorji so izračunali pozitivne korelacije med rojstno in odstavitveno maso, kakor tudi med odstavitvijo in kasnejšo rastjo (Lewis in Brotherstone, 2002; Köhn in sod.,



Slika 2: Prikaz poteka rasti pri hitro in počasi rastočem merjascu

2007b). Še posebej so visoke korelacije med zaporednimi in tudi bližnjimi tehtanji v preizkusu (Malovrh, 2003; Nobre in sod., 2003a; Arango in sod., 2004; Köhn in sod., 2007a). Campbell (1989) cit. po Williams (2003) je v večji avstralski reji potrdil, da so za 1,8 kg težji odstavljeni pujski pri laktaciji dolgi štiri tedne ob koncu vzreje težji za 5 kg, proti koncu pitanja (starost 150 dni) pa kar za 10 kg. Pri opazovanju individualnih rastnih krivulj merjascev v pitanju so se ugotovitve potrdile tudi v naši populaciji. Zaradi preglednosti smo na razsevnem grafikonu povezali točke samo pri dveh merjascih in tako prikazali njuno rast (slika 2). Razlika v telesni masi med njima se s starostjo povečuje. Izbrana merjasca sta ekstremna primera, vendar se pravilo potrdi v večini drugih primerov, le nekaj merjascev zaostane v rasti zaradi bolezni ali drugih problemov. Ti merjasci so praviloma izločeni tekom preizkušnje.

4.1.2 Vpliv genotipa na rast merjascev v pogojih reje

Preizkus merjascev pasme slovenska landrace - linije 11 so opravili na enem vzrejališču (Malovrh in Kovač, 2014), kjer so naselili merjasce iz več vzrejnih središč z nukleusi. Zaradi težav pri polnjenju vzrejališča in slabše rasti po naselitvi so zadnje skupine preizkušali kar v rejah z nukleusi. Preizkusili so manjše število merjascev, ki pa niso enakomerno porazdeljeni po sezonah, primerjalne skupine so različno velike in so genetsko slabo povezane. Pri pasmi slovenska landrace - linija 11 je zadnja leta opaziti tudi premajhno število plemenskih

merjascev. Ob rojstvu so stehali v celotnem obdobju le 378 merjaščkov (tabela 5), večino njih tudi ob odstavitvi. V tretjem starostnem razredu je bilo naseljenih le 13 živali, v četrtem pa približno polovica vseh merjascev v preizkusu. Zaradi malega števila gnezd v kratkem obdobju in različne hitrosti rasti so bile ob naselitvi različne tako starosti kot mase. Ob rojstvu in odstavitvi so bile mase stehanih samcev primerne, če jih primerjamo s standardi, ki jih navaja (Gadd, 2003). V času po odstavitvi pa opazimo pri večini živali zaostanek v rasti.

Tudi v času preizkusa od 30 do 100 kg bi pričakovali hitrejšo rast pri maternalnih pasmah. Pričakovali bi, da bodo merjasci zaključili preizkus pri masi 100 kg stari od 150 do 180 dni. V tem obdobju konča le tretjina živali, dve tretjini merjascev pa zaključujeta preizkus pri starosti med 192 in 219 dni (dvanajsti in trinajsti starostni razred). Tudi dnevni prirasti med zaporednima tehtanjima in povprečni dnevni prirast kažeta na zaostanek v rasti pri tekačih in na začetku preizkusa. Pri dnevnih prirastih bi radi opozorili na velike standardne odklone pri prirastu od rojstva do konca preizkusa, še posebej pa pri dnevnem prirastu med pari zaporednih meritev. Ob zaključku preizkusa so merjasci v povprečju stari 174,4 dni in tehtajo 105,4 kg (Kovač in sod., 2011, 2012, 2013, 2014). Populacija prašičev pasem slovenska landrace - linija 11 izhaja iz vseh štirih selekcijskih farm, zato je zanimiva primerjava rezultatov iz vzrejnih središč z eno od njih. Izbrali smo farmo Nemščak, ki je imela največji vpliv na vzpostavljen nukleus na kmetijah. Merjasci iz njihove testne postaje so v zadnjih letih končali preizkus pri starosti med 155 in 160 dni in so v povprečju od rojstva priraščali skoraj 650 g/dan (Kovač in sod., 2002).

Pri pasmi slovenski veliki beli prašič sta na začetku sodelovali dve manjši reji, kasneje pa je zaradi slabih rezultatov eden od rejcev prenehal (Malovrh in Kovač, 2014). Tudi pri tej pasmi je število preizkušenih merjascev majhno. Majhno je število zastopanih očetov in majhno povpraševanje po plemenjakih. Tako je struktura podatkov slaba. Ob rojstvu so stehali 754 merjascev (tabela 5), ob odstavitvi jih je ostalo še 69,1 % (tabela 1), v preizkus pa so naselili približno eno četrtno ob rojstvu stehanih merjaščkov. Tudi pri tej pasmi opazimo, da pujski po odstavitvi zaostanejo v rasti. Merjasci so v preizkus naseljeni šele pri starosti 95,3 dni in masi 45,4 kg (Kovač in sod., 2011, 2012, 2013, 2014). Prirasti v vzreji in na začetku pitanja so še manjši kot pri pasmi slovenska landrace - linija 11. V drugi polovici preizkusa so prirasti nekoliko večji in merjasci dohitijo merjasce pasme 11. Tudi merjasci te pasme naj bi končali preizkus pri starosti od 150 do 180 dni. Na testni postaji Nemščak so merjasci končali preizkus pri starosti okrog 160 dni (Kovač in sod., 2002).

Pri pasmi pietrain je bilo ob rojstvu stehanih največ merjaščkov (tabela 6). V začetnem obdobju sta pasmo pietrain vzrejala dva rejca, a je eden prekinil z vzrejo plemenskega podmladka (Malovrh in Kovač, 2014). Tudi pri tej pasmi so ob odstavitvi izmerili dve tretjini merjascev z rojstnimi masami oz. slabih 300 živali (tabela 1). V preizkus je bilo vključe-

Tabela 5: Povprečje ($\bar{x}$) in standardni odklon (σ) za starost, telesno maso in povprečni dnevni prirast med zaporednima tehtanjima (DPI) in povprečni dnevni prirast od rojstva do tehtanja (DPRK) za maternalni pasmi (G)

G	Razred	Število	Starost (dni)			Telesna masa (kg)		DPI (g/dan)		DPRK (g/dan)	
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
11	1	378	0,6	1,8	0,5						
	2	290	31,9	9,4	2,3	244,4	69,8	244,0	69,8		
	3	13	75,6	34,0	3,5	517,6	79,4	420,5	47,0		
	4	67	87,3	35,1	7,0	465,7	135,5	379,8	71,2		
	5	119	101,3	42,4	7,5	509,8	231,0	399,5	68,8		
	6	131	115,3	52,5	9,4	700,5	238,5	439,3	75,9		
	7	125	128,5	62,4	10,4	745,7	241,3	471,1	77,3		
	8	129	142,4	73,6	11,8	822,2	277,7	504,9	80,2		
	9	133	156,0	85,8	12,6	886,4	224,4	538,2	76,6		
	10	113	169,3	94,5	13,0	786,7	325,8	548,5	75,3		
	11	63	182,9	101,4	13,3	895,4	361,1	544,3	69,7		
	12	24	196,0	103,4	14,9	757,3	326,7	518,9	69,9		
22	1	754	0,1	1,7	0,5						
	2	521	32,8	8,5	1,9	210,3	60,7	210,3	60,7		
	3	33	76,9	27,9	7,6	399,8	148,4	337,3	93,4		
	4	198	87,5	30,5	7,9	395,2	164,3	325,5	87,6		
	5	234	100,5	37,3	9,2	483,2	274,3	351,5	86,2		
	6	211	114,6	48,8	9,8	713,5	269,5	409,5	80,6		
	7	209	128,7	60,2	11,8	804,3	283,8	453,9	87,0		
	8	201	142,9	73,3	13,5	896,2	300,3	500,5	89,2		
	9	194	156,7	85,2	14,2	862,6	304,6	532,6	87,1		
	10	153	170,5	94,2	14,2	903,2	314,5	542,8	80,5		
	11	79	183,9	97,0	13,3	776,4	363,6	519,0	71,9		
	12	34	196,4	101,5	13,5	820,7	308,8	508,8	70,8		

nih okrog 1000 živali. Rojstna masa je primerna, odstavljene pa so v povprečju teden dni kasneje kot drugi genotipi. Odstavitvena masa znaša dobrih 11 kg, kar je tudi posledica daljše laktacije. Zaostanek v rasti po odstavitvi je pri tej pasmi manjši, tako je kar četrtna merjascev naseljena pri starosti med 60 in 79 dni, okrog 90 % pa je vključenih do petega starostnega razreda. Pri pasmi opazimo povečevanje dnevnega prirasta med pari zaporednih tehtanj. Tri četrtine merjascev zaključijo preizkus do vključno 10. starostnega razreda, mlajših od 177 dni. Na farmi Nemščak, od koder populacija pasme pietrain na kmetijah tudi izvira, so bili merjasci iz testne postaje pri 100 kg stari okrog 190 dni (Kovač in sod., 2002), ob tem je znašal povprečni dnevni prirast med rojstvom in zaključkom preizkusa okrog 520 g/dan. Merjasci pasme pietrain s preizkusom v pogojih reje na kmetijah zaključijo preizkus pri starosti 179 dni in masi 108,6 kg (Kovač in sod., 2011, 2012, 2013, 2014).

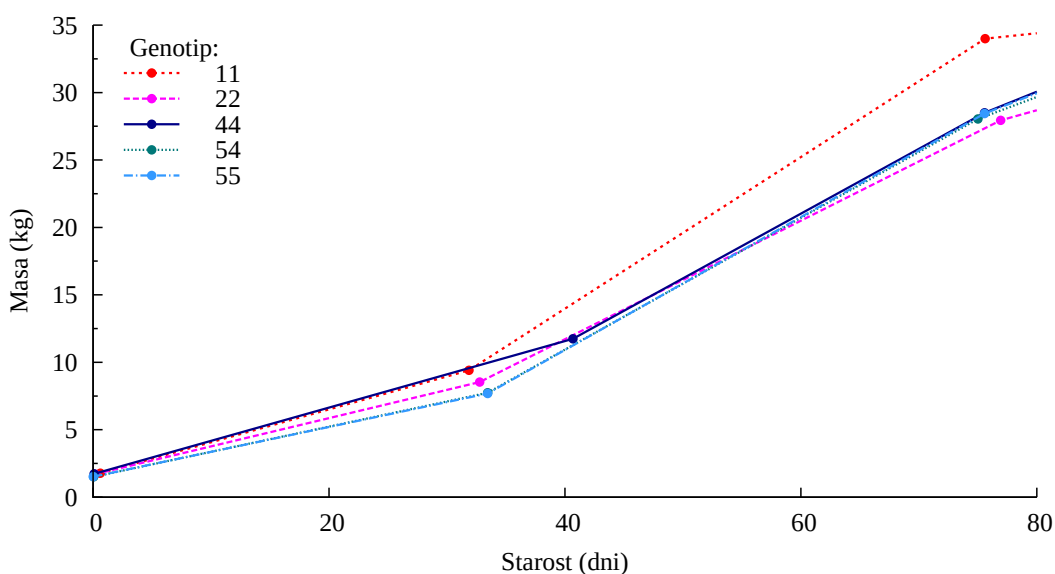
Tabela 6: Povprečje ($\bar{x}$) in standardni odklon (σ) za starost, telesno maso in povprečni dnevni prirast med zaporednima tehtanjima (DPI) in povprečni dnevni prirast od rojstva do tehtanja (DPRK) po starostnih razredih za terminalne genotipe (G)

Učinki hranjenja (DPRK) po starostnih razredih za terminirane genotipe (G)									
G	Razred	Število	Starost (dni)	Telesna masa (kg)	DPI (g/dan)		DPRK (g/dan)		
			$\bar{x}$	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
44	1	4436	0,1	1,7	0,3				
	2	2955	40,7	11,7	2,6	243,9	49,5	243,9	49,5
	3	277	75,6	28,5	3,9	459,9	131,9	352,0	43,2
	4	968	87,1	32,6	4,8	446,7	133,2	352,3	50,5
	5	1044	100,9	39,7	6,2	535,6	190,4	374,8	56,1
	6	1030	114,8	48,5	7,5	631,1	217,8	406,0	60,9
	7	999	128,8	58,6	8,7	706,4	227,8	439,8	63,3
	8	984	142,8	68,8	9,7	729,9	233,5	469,0	64,4
	9	942	156,6	79,5	10,8	769,4	236,8	496,2	65,8
	10	920	170,5	89,9	11,8	760,5	239,5	516,8	67,1
	11	724	183,7	97,8	11,5	762,8	258,8	523,1	62,7
	12	285	197,0	99,6	11,0	692,2	277,8	497,5	56,1
54	1	2802	0,1	1,5	0,3				
	2	2352	33,5	7,7	1,7	190,1	52,9	189,0	52,9
	3	246	75,0	28,0	4,8	448,2	118,7	356,6	46,2
	4	897	87,4	32,1	4,9	461,5	150,0	349,0	52,9
	5	1150	100,4	38,9	6,7	575,2	219,0	371,9	62,7
	6	1117	114,4	48,6	8,1	672,3	251,0	410,7	66,0
	7	1098	128,4	59,2	9,0	747,4	253,7	448,8	66,3
	8	1081	142,3	70,3	10,3	789,0	282,6	482,7	68,1
	9	1043	156,3	81,6	11,1	810,3	254,6	511,9	67,6
	10	963	170,0	92,2	11,1	830,6	268,7	533,1	63,6
	11	617	182,9	99,4	11,5	802,5	305,4	535,0	63,5
	12	183	196,8	101,1	11,4	777,9	285,6	506,1	58,4
55	1	703	0,0	1,5	0,2				
	2	543	33,4	7,7	1,7	183,7	52,0	186,5	52,0
	3	65	75,6	28,4	4,0	465,9	98,5	350,5	46,5
	4	255	87,6	32,5	5,2	478,8	157,6	351,0	51,1
	5	316	100,8	39,6	6,6	550,4	221,5	375,3	59,6
	6	306	114,9	48,1	8,4	593,4	322,8	403,3	67,3
	7	302	128,8	58,3	9,6	724,7	293,4	438,9	69,8
	8	293	142,8	69,0	10,7	755,5	246,9	471,0	70,8
	9	283	156,8	80,0	12,1	774,4	322,5	499,3	73,9
	10	260	170,5	90,8	12,4	861,3	313,0	522,8	70,6
	11	205	184,2	100,3	11,8	812,2	322,1	536,2	63,6
	12	45	197,7	100,3	13,6	733,6	311,2	499,3	68,9

Tudi merjasce pasme slovenska landrace - linija 55 in hibrida 54 so sprva vzrejali na dveh kmetijah, a je ena z vzrejo merjascev prenehala (Malovrh in Kovač, 2014). Populacija v celoti izhaja iz farme Nemščak. V reji je trenutno premalo svinj in merjascev linije 55 in je verjetno najbolj ogrožena pasma v Sloveniji, hkrati pa je težko najti primerno populacijo za uvoz genetskega materiala (Malovrh in Kovač, 2014). Pri genotipih 55 in 54 je delež merjascev, ki pričnejo preizkus, razmeroma visok.

Merjasci pasme 55 in hibrida 54 so ob rojstvu v povprečju lažji od drugih pasem za okrog 200 g. Tudi ob odstavitvi so bili najlažji, tehtali so le 7,7 kg pri starosti okrog 33 dni. Čeprav je za oba genotipa značilna večja zmogljivost rasti, v reji opazamo slabo rast. Precej živali zaključuje preizkus v enajstem starostnem razredu, kjer je razpon starosti med 178 in 192 dni in povprečna masa 99,4 kg pri hibridu 54 in 100,3 kg pri pasmi 55. V zadnjih letih starost ob zaključku preizkusa znaša 189 dni (Kovač in sod., 2011, 2012, 2013, 2014). Na testni postaji na farmi Nemščak sta oba genotipa zaključevala preizkus pri starosti okrog 160 dni in priraščala od rojstva do konca preizkusa 620 g/dan (Kovač in sod., 2002).

Povprečne rastne krivulje merjascev po genotipih smo razdelili v dva dela, in sicer od rojstva do starosti 80 dni in od starosti 80 dni do konca preizkusa, tako so razlike med genotipi bolj razvidne. Najtežji merjaški se v povprečju skotijo pri maternalnih pasmah 11 in pasmi pietrain (slika 3). Gnezda v povprečju odstavljajo pri starosti 33 dni, razen pri pasmi pietrain, kjer so pujski teden dni starejši. Merjaški so imeli primeren prirast le pri pasmah 11 in 44, medtem ko so merjaški pasme 55 in hibrida 54 rasli počasi. Pujski, odstavljeni pri starosti 35 dni, naj bi presegli maso 9 kg, pri 75 dneh pa naj bi tehtali 30 kg (Christiansen, 2010).



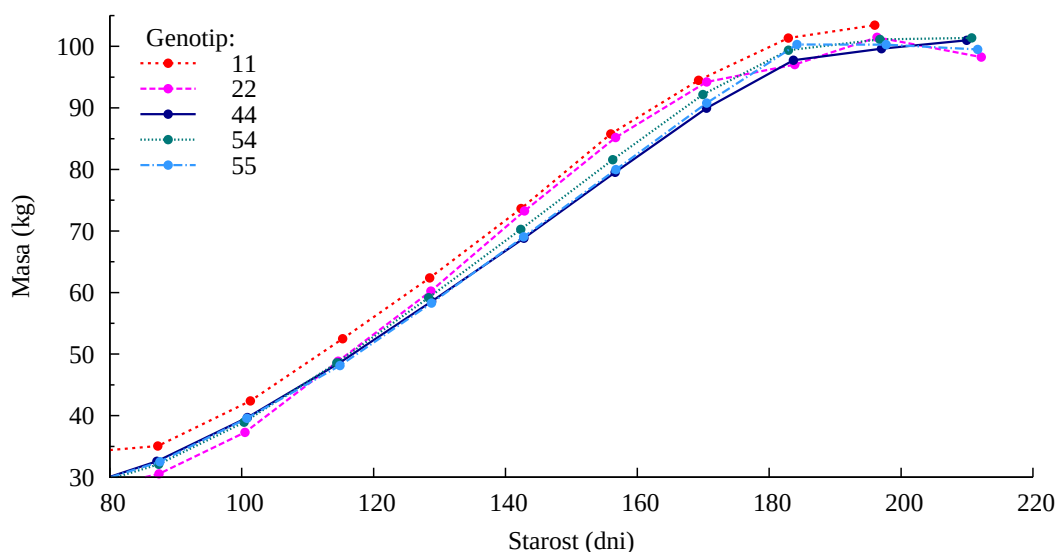
Slika 3: Rastna krivulja merjascev od rojstva do starosti 80 dni

Med zaporednimi meritvami smo izračunali povprečni dnevni prirast in povprečni dnevni prirast od rojstva do posameznega tehtanja za maternalne pasme v tabeli 5 in za terminalne genotipe v tabeli 6. Merjasci pasme 11 in 44 dosegajo 245 g prirasta na dan v obdobju od rojstva do odstavitve, to je zadovoljiv dnevni prirast tudi po standardih iz literature (Gadd, 2003; Christiansen, 2010). Pri starosti 32 dni naj bi pujski tehtali 8,3 kg, kar pomeni, da se pričakuje povprečni dnevni prirast nad 200 g. Tudi pri pasmi 22 so rezultati do odstavitve zadovoljivi. Najslabše so priraščale živali pasme 55 (184 g/dan) in hibrida 54 (190 g/dan). Rezultati so posledica slabših higienskih pogojev v reji in slabše oskrbe svinj in pujskov.

V tretji starostni razred so vključena tehtanja ob naselitvi merjascev v preizkus, ko so živali v povprečju stare 75 dni (slika 3). Takrat se tudi sestavijo skupine, ki se ne spreminjajo do konca preizkusa. Najtežji so merjasci genotipa 11 ($34,0 \pm 3,5$ kg), ki dnevno priraščajo za 517 g. Ostali genotipi so med seboj zelo izenačeni, saj so težki okrog 28 kg in dosegajo povprečne priraste 450 g/dan. V tej skupini je zajetih le 634 tehtanj (tabela 1). Christiansen (2010) navaja, da dober rezultat v komercialni vzreji dosežemo takrat, ko prašiči 30 kg dosežejo pri starosti 75 dni ali manj. To bi morali imeti za cilj tudi pri izboru merjascev za preizkus. Merjasci bi lahko priraščali vsaj tako dobro kot svinjke in kastrati in se tako ob naselitvi uvrščali v tretji starostni razred.

Večino živali naselijo v preizkuse nekoliko kasneje, in sicer v četrtem ali petem starostnem razredu. Tako je v četrtem starostnem razredu večina mas ob naselitvi (slika 1), nekatere pa se uvrščajo šele v peti starostni razred. Po standardih lahko že za večino merjascev, ki so naseljeni v preizkus šele v petem starostnem razredu, trdimo, da so njihovi rezultati slabi. Ne glede na to, ali je rejec dobre živali spregledal in so mu prerasle, ali pa jih je naselil, ker so zaostajale v rasti, te posebnosti zmanjšujejo učinek preizkusa, saj pri izračunih plemenskih vrednosti ni mogoče vključiti posebnosti za posamezne ali manjše skupine živali.

V drugem delu preizkusa so nekoliko povečani prirasti maternalnih pasem, krivulje terminalnih genotipov pa se skoraj prekrivajo (slika 4). Merjasci maternalnih pasem v tem obdobju priraščajo okrog 700 g/dan in so si po doseženi povprečni masi zelo izenačeni. V osmem starostnem razredu merjasci, ko so stari med 136 in 149 dni, v povprečju tehtajo 73 kg. Ostali genotipi so za 3 do 5 kg lažji in imajo približno za 100 g manjši dnevni prirast. V devetem starostnem razredu (povprečna starost 155 dni) so se razlike med maternalnimi in terminalnimi genotipi povečale. Večina merjascev maternalnih genotipov nekoliko prej konča preizkus.



Slika 4: Rastna krivulja merjascev od starosti 80 dni do konca preizkusa

4.1.3 Vpliv dolžine laktacije na rast merjascev v pogojih reje

Kljub priporočilom v rejskem programu (Kovač in Malovrh, 2012) je dolžina laktacije v rejah, ki preizkušajo merjasce, zelo različna. Rezultate za celotno obdobje prikazujemo samo pri pasmi pietrain na izbrani kmetiji. Na kmetiji so merjaščke odstavljali od 30. do 50. dneva starosti. Posamezne ekstremne vrednosti so tudi izven tega intervala, navajamo jih zato, da bi opozorili na slabosti pri neenaki starosti pujskov ob odstavitvi. Med mlajšimi in starejšimi odstavljenimi pujski je skoraj dvakratna razlika v starosti živali ob odstavitvi. Telesna masa odstavljenih merjaščkov na tej kmetiji je primerna. Pri odstavitvi tehtajo le merjaščke, ki so primerni za preizkus.

Pri odstavitveni masi je vpliv dolžine laktacije pričakovan: z odstavitvijo starejših pujskov se masa ob odstavitvi povečuje (slika 5a). Pri laktacijah daljših od 45 dni se odstavitvena masa pujskov zaustavi. Vzrok za to bi lahko bil, da rejec podaljšuje laktacijo slabšim pujskom. Na začetku preizkusa je rejec imel tudi daljše laktacije in pujski so imeli slabše priraste (slika 7).

V četrtem starostnem razredu, v katerem naselimo velik delež merjascev v preizkus, vpliv dolžine laktacije na telesno maso ob naselitvi ni opazen (slika 5b). Pri starostnih razredih proti koncu preizkusa smo opazili nekoliko nepričakovane trende. V sedmem starostnem razredu (slika 5c) se že nakazuje negativen učinek daljšega obdobja sesanja na rast merjascev, v devetem (slika 5d) pa se negativen vpliv še poveča. Merjasci, ki so sesali dlje časa, proti koncu preizkusa zaostajajo v rasti. Med možnimi vzroki vidimo odločitev rejca, da podaljša laktacijo pri slabšem gnezdu ali v obdobjih s slabšimi pogoji v reji (kontaminirana krma,

vročina). Pujski morda tudi niso najboljše pripravljene na odstavitve in so bili pri materi nekoliko razvajeni.

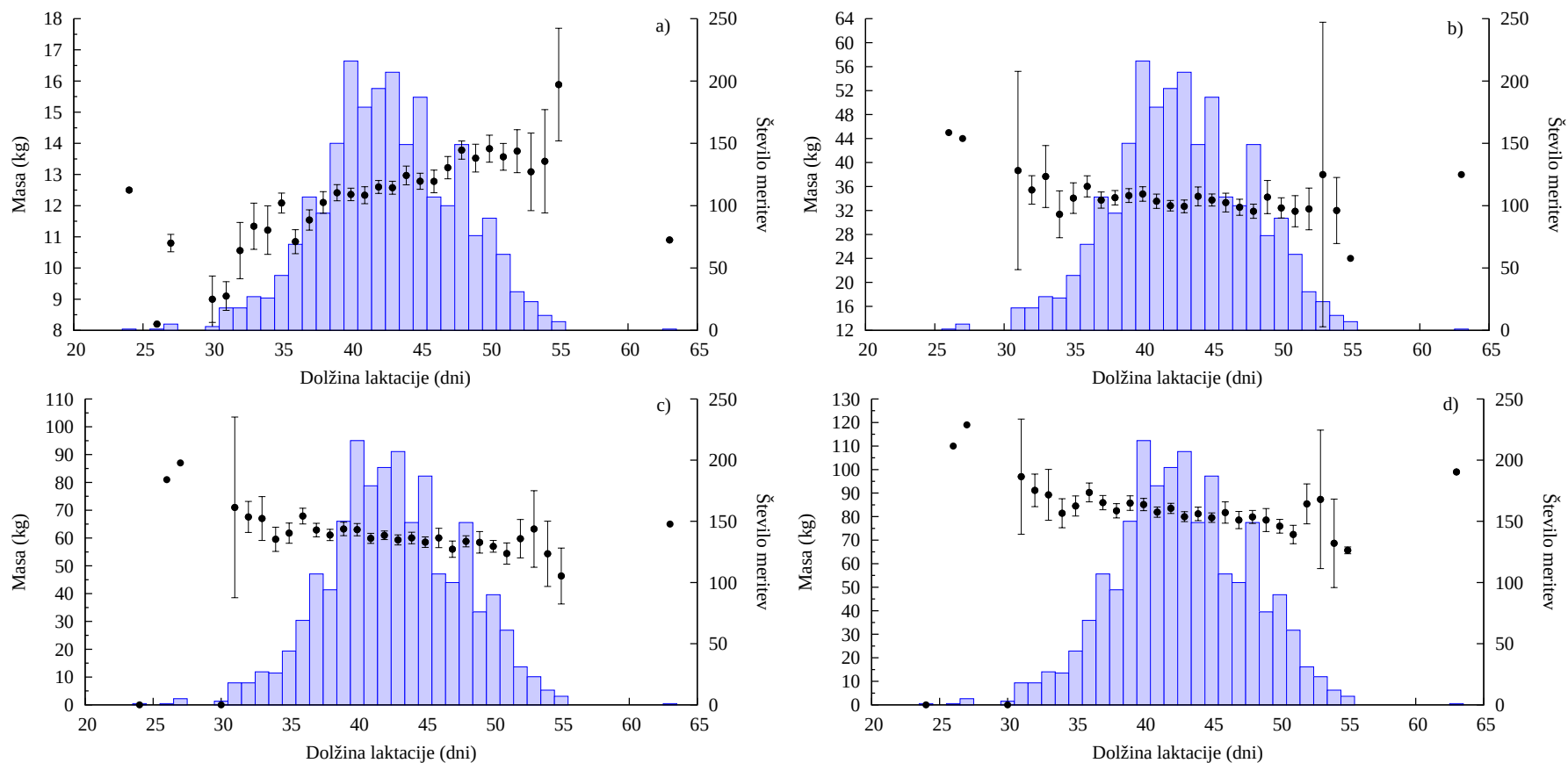
Pri vzpostavitvi reje pasme pietrain na izbrani kmetiji (slika 6) so odstavljali pozno, celo po 45. dnevu laktacije. Laktacijo so v letu 2008 skrajšali, vendar je še vedno daljša od priporočene v rejskem programu (Kovač in Malovrh, 2012). Kljub zmanjšanju starosti ob odstavitvi v letu 2009 v primerjavi z letom 2007 za teden dni se je masa odstavljenega pujska zmanjšala le za 1,11 kg. V letu 2009 so merjaški hitreje priraščali.

4.1.4 Vpliv sezone na rast merjascev v pogojih reje

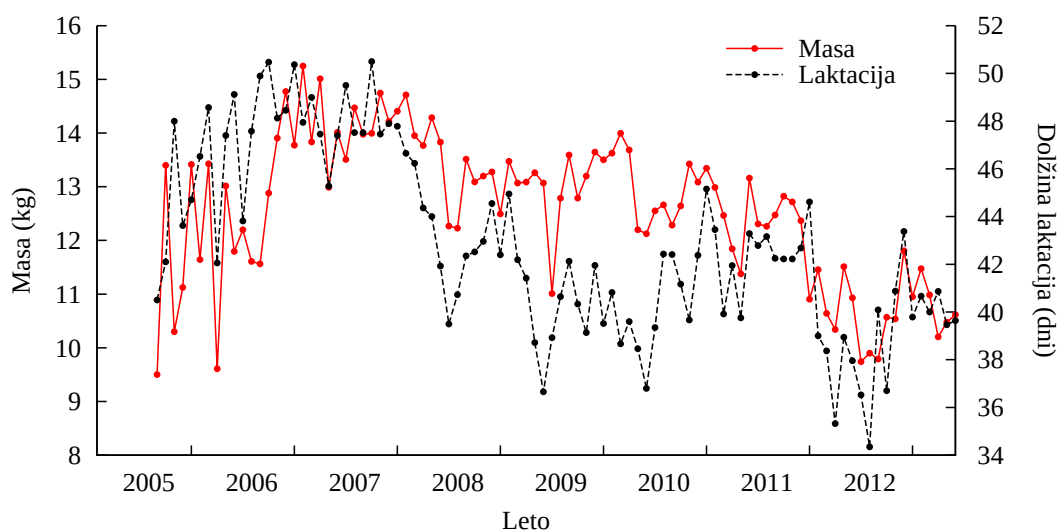
Sezono predstavlja interakcija med letom in mesecem merjenja in smo jo v model vključili kot sistematski vpliv z nivoji. Meritve na kmetiji s pasmo pietrain so bile razdeljene v 97 sezon (slika 7). Rojstna masa je v prvih treh letih precej nihala in se zmanjševala (slika 7a). Po letu 2008 opazimo trend povečevanja rojstne mase. Pri odstavitveni masi (slika 7b) je trend nekoliko nenavaden. Do leta 2007, ko se reja pasme pietrain na kmetiji šele vzpostavlja, je odstavitvena masa naraščala in dosegla kar 14 kg. Kot smo že omenili, odstavljeni pujski tehtajo v povprečju okrog 11 kg. Zmanjševanje odstavitvene mase pripisujemo predvsem skrajševanju dolžine laktacije in povečanju števila odstavljenih pujskov v gnezdu (slika 6). Pri sezonskih vplivih v sedmem starostnem razredu narašča masa le prvi dve leti, do leta 2009, in se nato ne spreminja veliko, razen cikličnih sprememb, vezanih na letni čas. Proti koncu leta 2010 se masa v sedmem in devetem starostnem razredu zmanjša in slabši rezultati trajajo približno eno leto. Tudi pri rojstni masi je ta trend opazen in ga bi lahko pri vseh krivuljah povezovali s toksini kontaminirano krmo. Po letu 2011 se rojstna masa in mase v preizkusu povečujejo. Ali v trendu prevladujejo genetske ali okoljske spremembe, lahko razjasni šele analiza fenotipskih trendov (Kovač, 1989).

4.1.5 Vpliv zaporedne praritve na rast merjascev v pogojih reje

Zaporedna praritev značilno vpliva na telesno maso v vseh starostnih razredih in v vseh njih podatkov (preglednice 4). Merjaški so ob rojstvu najlažji pri prvesnicah, saj tehtajo okrog 1,7 kg (slika 8a). Za prvesnice so značilna nekoliko manjša in lažja gnezda (Šalehar, 1995). Masa merjaškov je največja ob drugi zaporedni praritvi in s starostjo svinj rahlo pada, vendar so pujski v povprečju težji od 1,7 kg. Ob odstavitvi so še vedno najlažji merjaški iz prvega gnezda (slika 8b). Merjaški iz druge do pete zaporedne praritve dosegajo odstavitvene mase okrog 13 kg, nekoliko slabše rastejo merjaški iz šestega in sedmega za-



Slika 5: Vpliv dolžine laktacije (točke) na odstavitveno maso (a), telesno maso v četrtem (b), sedmem (c) in devetem starostnem razredu (d) in porazdelitev števila meritev (histogram) pri merjascih pasme pietrain v pogojih reje pri izbranem rejcu



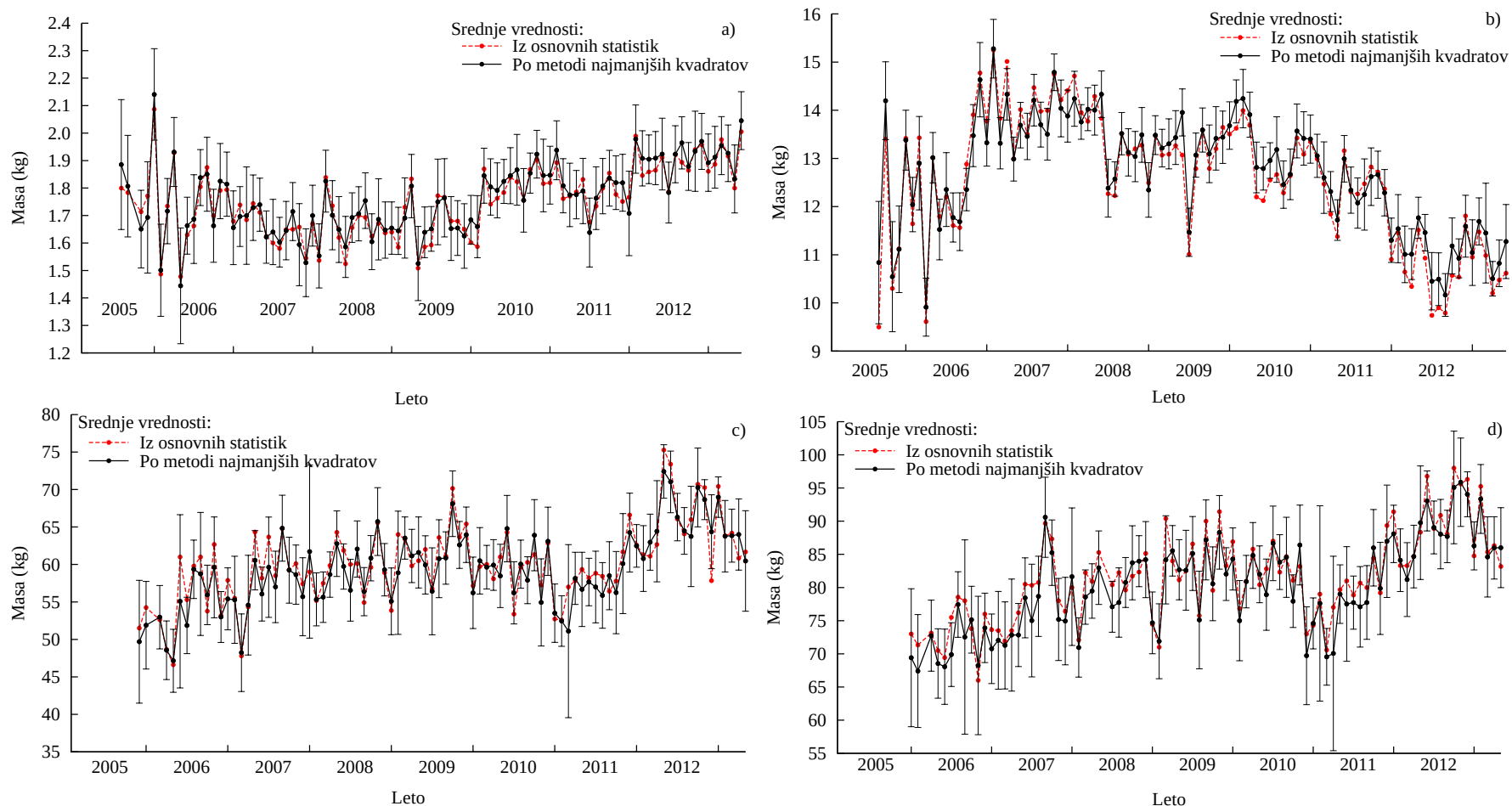
Slika 6: Sezonske spremembe odstavitvene mase in dolžine laktacije pri merjascih pasme pietrain v pogojih reje

porednega gnezda. V sedmem (slika 8c) in devetem starostnem razredu (slika 8d) opazimo podoben trend, do manjših razlik prihaja zaradi manjšega števila podatkov.

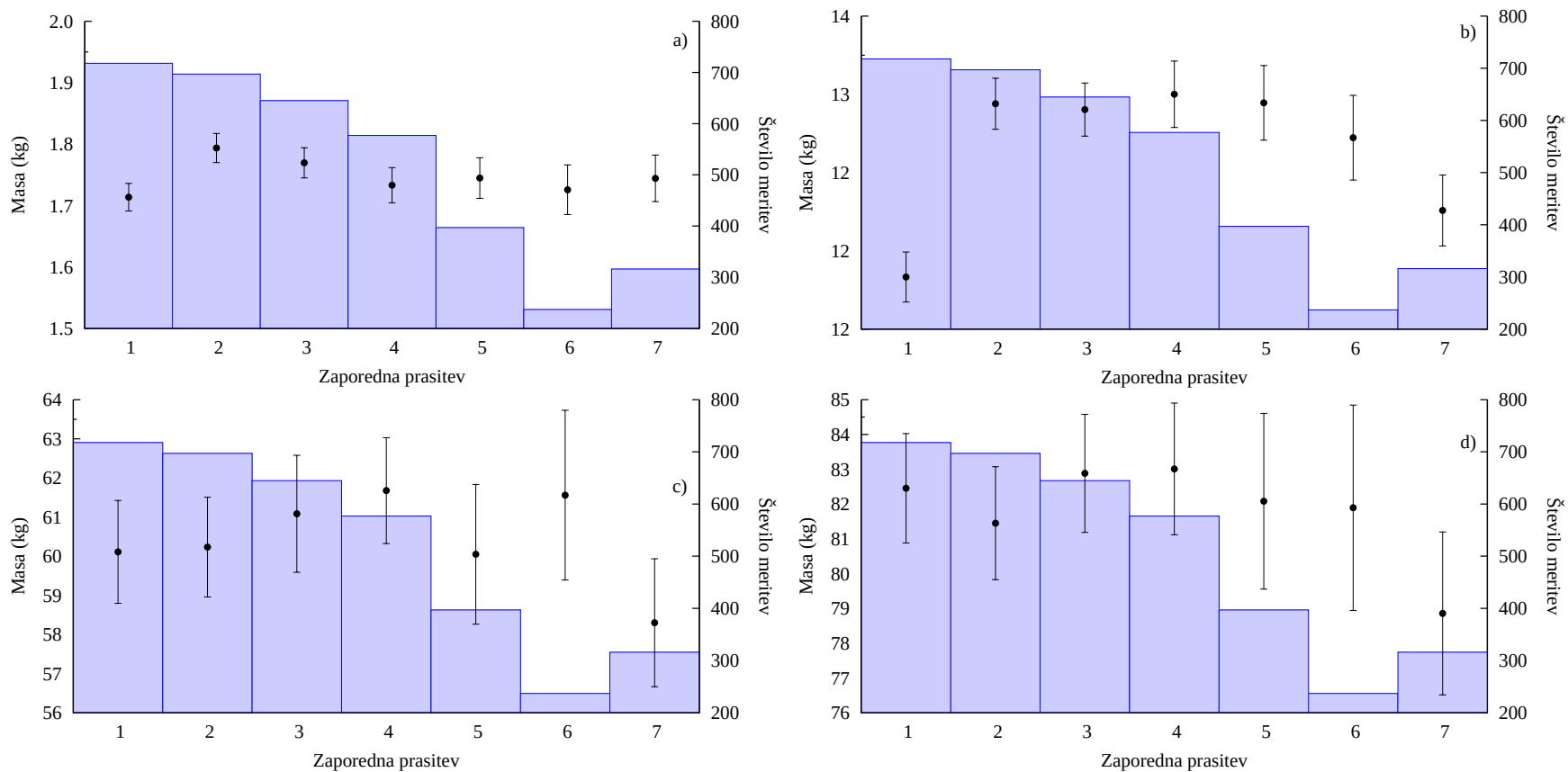
4.1.6 Vpliv velikosti gnezda na rast merjascev v pogojih reje

Merjasci v preizkusu so bili iz različno velikih gnezd, kar je razvidno na porazdelitvah na sliki 9. Povprečna velikost gnezda je bila pri pasmi pietrain pri izbranem rejcu 11,1 rojenih pujskov na gnezdo, v najmanjšem gnezdu sta bila samo dva rojena pujska, v največjem pa 18. Pri naseljevanju merjascev v preizkus niso posvečali pozornosti velikosti gnezda, saj se merjasci uporabljajo kot terminalna pasma. Rejec je tehtal predvsem merjaščke, za katere je sodil, da bodo primerni za naselitev v preizkus. Tako je izpustil prelahke pujske. S točkami smo prikazali povprečne vrednosti telesnih mas stehanih merjascev (slika 9). Vpliv velikosti gnezda na telesne mase smo opisali s kvadratno regresijo in jo ponazorili z ocenjeno krivuljo vrisano na grafikonu. Podobne rezultate smo dobili tudi pri nizu A z vsemi preizkušenimi merjasci in nizu B z merjasci terminalnih pasem.

S povečevanjem števila rojenih pujskov se rojstna masa merjaščkov zmanjšuje (slikah 9a). Kvadratni člen ni bil značilen (tabela 4). Ocenili smo, da se rojstna masa v povprečju zmanjša za 25 g, kadar je v gnezdu en pujske več. Beaulieu in sod. (2010) poročajo, da se je povprečna rojstna masa pujska z vsakim rojenim pujskom v gnezdu zmanjšala za 33 g. Podobno vrednost so dobili tudi Urankar in sod. (2010), ki so proučevali rojstno maso 10289 merjaščkov in svinjk. Pri manjših gnezdih pri izbranem rejcu s pasmo pietrain so bili merjaščki celo nekoliko lažji in do gnezd z osmimi rojenimi pujski je rojstna masa pujska nekoliko



Slika 7: Povprečja in ocenjene srednje vrednosti za vpliv sezone na rojstno maso (a), odstavitveno maso (b), telesno maso v sedmem (c) in devetem starostnem razredu (d) pri merjascih pasme pietrain pri izbranem rejcu



Slika 8: Vpliv zaporedne prasiatve na rojstno maso (a), odstavitveno maso (b), telesno maso v sedmem (c) in devetem (d) starostnem razredu in porazdelitev števila meritev (histogram) pri merjascih pasme pietrain pri izbranem rejcu

naraščala, česar pri drugih dveh nizih nismo opazili. Zelo podoben trend smo opazili tudi za odstavitveno maso (slika 9b). Odstavitvena masa je bila največja pri majhnih gnezdi in se nato precej enakomerno zmanjševala.

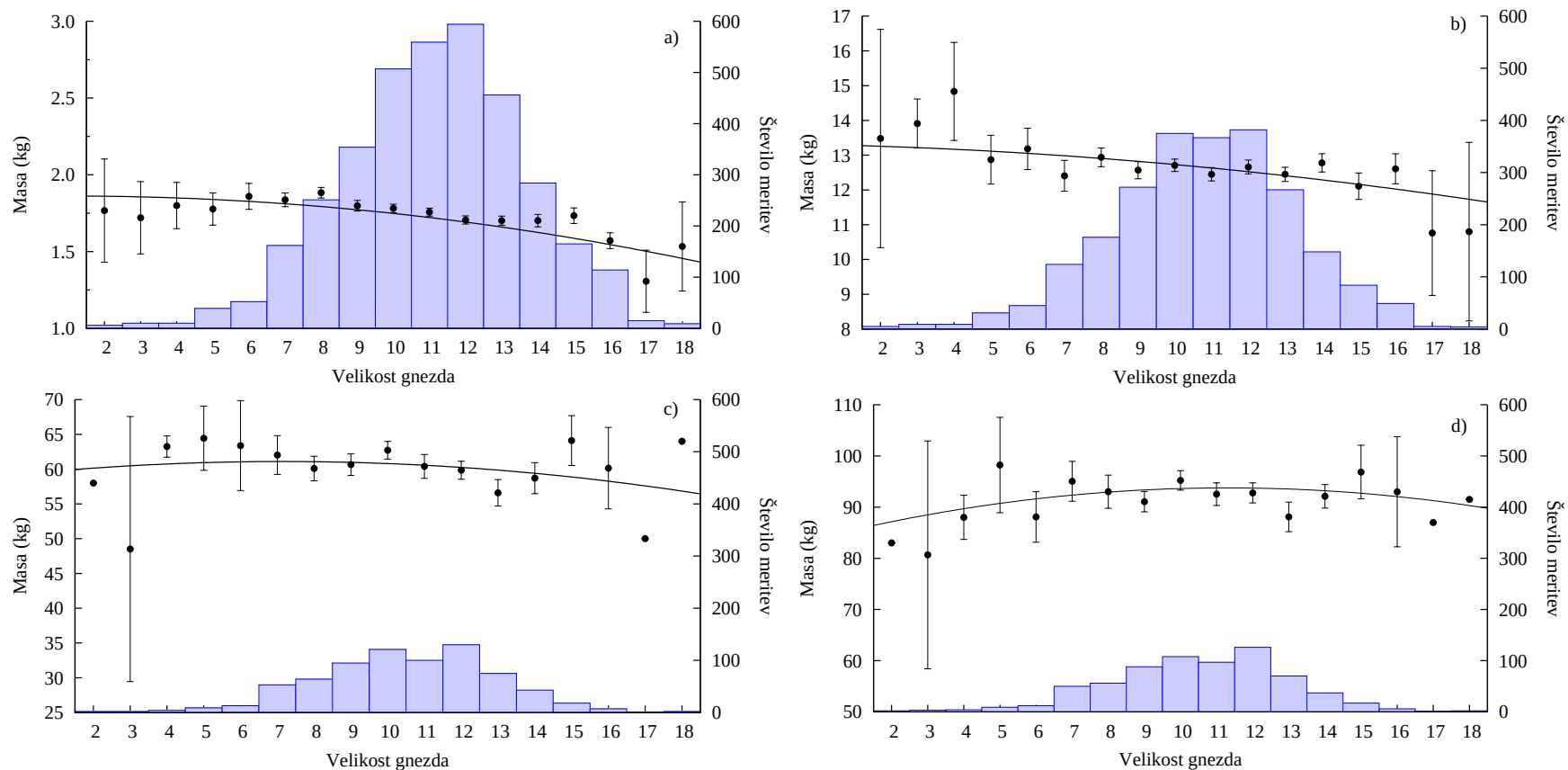
V tretji starostni razred so bili vključeni predvsem hitro rastoči merjasci, ki so posledično zelo mladi pričeli preizkus. Vzorec je tako precej selekcioniran in vpliv velikosti gnezda verjetno posledično ni značilen (tabela 4). Pri telesnih masah v preizkusu je zaznati značilen vpliv velikosti gnezda, čeprav se vpliv zmanjšuje pri višjih starostnih razredih. Povprečja telesnih mas se manj dobro prilegajo ocenjeni krivulji pri sedmem (slika 9c) in desetem (slika 9d) starostnem razredu, v katerih je bil linearni člen sicer značilen, kvadratni pa ne (tabela 4).

4.2 KOMPONENTE VARIANCE PRI ENOLASTNOSTNIH ANALIZAH

Najprej smo podatke obdelali z enostavnim enolastnostnim modelom (enačba 1). Opravili smo 12 enolastnostnih analiz za vsak niz podatkov. Podatkov za trinajsti starostni razred nismo obdelali zaradi majhnega števila opazovanj.

Ocene fenotipske variance kažejo, da le-te naraščajo s starostjo, saj je ob rojstvu fenotipska varianca pri nizu A $0,104 \text{ kg}^2$ in se poveča na $122,2 \text{ kg}^2$ v enajstem starostnem razredu (tabela 7). Pri vseh (niz A) in terminalnih genotipih (niz B) se ocene le malo razlikujejo. Ocene fenotipske variance iz niza A so do 10 % večje kot v nizu B, zlasti pri sedmem do devetem starostnem razredu, to je pri starosti od 122 do 163 dni (tabela 1). Merjasci maternalnih pasem izvirajo iz različnih rej. Ker je malo merjascev, variabilnosti, ki jo vnaša izvorni rejec, nismo mogli ovrednotiti. Pri pasmi pietrain (niz C) so fenotipske variance (tabela 7) za približno eno tretjino nižje kot v drugih dveh nizih praktično v vseh starostnih razredih (od starosti 94 do 191 dni). Manjša odstopanja so le na začetku ob naseljevanju v preizkus in na koncu preizkusa. To kaže na bolj izenačene pogoje v preizkusu te pasme na izbrani kmetiji. V dvanajstem starostnem razredu so merjeni le merjasci, ki so najbolj zaostajali v rasti. Med njimi je bilo manj razlik, kar se kaže tudi v manjši fenotipski varianci pri enolastnostni analizi.

Ocene komponent genetske variance za maso merjascev (tabela 7) naraščajo in se ne razlikujejo med nizi podatkov vse do devetega starostnega razreda. V zadnjih treh starostnih razredih je pri pasmi pietrain (niz C) genetska varianca večja za dobro šestino. Za lažjo predstavbo bomo rezultate podajali v standardnih odklonih. Ob rojstvu je genetski standardni odklon za vse genotipe znašal $0,21 \text{ kg}$ in se je do konca preizkusa povečal za 40-krat na $8,25 \text{ kg}$. Podoben trend povečevanja opazimo tudi pri terminalnih genotipih in pasmi pietrain pri izbranem rejcu.



Slika 9: Vpliv velikosti gnezda na rojstno maso (a), odstavitveno maso (b), telesno maso v sedmem (c) in desetem (d) starostnem razredu in porazdelitev števila meritev (histogram) pri merjascih pasme pietrain pri izbranem rejcu

Heritabilitete iz enolastnostnih analiz so najvišje pri nizu C za pasmo pietrain (tabela 7). Ob rojstvu in ob naselitvi v preizkus heritabiliteta presega vrednost 0,5. Tekom preizkusa naraste do 0,84 v enajstem starostnem razredu. Tako pri terminalnih genotipih (niz B) kot pri vseh genotipih skupaj (niz A) so heritabilitete nižje na račun večje variance za ostanek. Podobnost živali pri zgodnjem naseljevanju (tretji starostni razred) in poznem zaključevanju preizkusa (dvanajsti starostni razred) nista genetsko pogojena v nizu C.

Varianca za skupno okolje v gnezdu pri vseh (niz A) in terminalnih (niz B) genotipih se s starostjo povečuje (tabela 7). Tako se standardni odklon za skupno okolje v gnezdu poveča za 30-krat. Pri pasmi pietrain (niz C) je varianca za skupno okolje v gnezdu manjša zlasti pri starejših živalih proti koncu preizkusa. V zadnjih dveh starostnih skupinah je varianca nepričakovano visoka, verjetno zaradi selekcioniranega vzorca zaostalih živali.

Ob rojstvu je delež skupnega okolja v gnezdu sorazmerno nižji (tabela 7). Pripisujemo ga le skupnemu prenatalnemu okolju. V drugem starostnem razredu, ki zajema meritve telesne mase ob odstavitvi, skupno okolje v gnezdu pojasni 35 % fenotipske variance. Na rast pujskov v sesnem obdobju pomembno vplivajo mlečnost in materinske lastnosti svinje matere in mikroklimatsko okolje v kotcu. Po odstavitvi se gnezdo pogosto razporedi v več skupin, zato je zmanjševanje deleža variance za skupno okolje v gnezdu pričakovano. Obdobje skupnega okolja merjaščkov iz istega gnezda izgublja na pomenu. V preizkus je bilo vključenih 2,4 pujskov iz istega gnezda pri vseh genotipih, le nekaj manj (2,3) pri terminalnih genotipih, medtem ko je bilo pri pietrainu iz niza C kar 0,5 pujska po gnezdu manj (1,9) (tabela 3). Tudi to bi lahko bil vzrok za nižji delež variance za skupno okolje v gnezdu pri nizu C.

Varianca za ostanek iz niza A in B se je povečevala od rojstva do konca preizkusa (tabela 7). Pri starosti od 164 do 191 dni so spremembe pri nepojasneni varianci manjše. V zadnjem starostnem razredu je malo opazovanj, varianca za ostanek pa je nepričakovano velika, kar pripisujemo selekcioniranemu vzorcu počasi rastočih živali. Trend spreminjanja variance za ostanek je primerljiv z spremembami skupne variance (tabela 5, 6). Pri pasmi pietrain (niz C) je varianca za ostanek v prvih treh starostnih razredih primerljiva z ocenami iz niza A in B, od naselitve dalje se varianca za ostanek počasneje povečuje in je v večini starostnih razredih za polovico manjša, kot v nizih A in B. To dokazuje, da so pogoji na vzrejališčih različnih genotipov merjascev manj izenačeni, kot pri pasmi pietrain iz izbrane kmetije (niz C).

Ob rojstvu je ostalo nepojasnjene okrog tretjine fenotipske variance (tabela 7). V tretji starostni razred so uvrščene mlajše živali, ki so že dosegle primerno maso za naselitev. Vzorec je selekcioniran, zato je večji delež nepojasnjene variance pričakovan. Delež se s starostjo zmanjšuje in ob koncu preizkusa znaša 25 % fenotipske variance. Večje zmanjšanje je pri pasmi pietrain (niz C) in v enajstem starostnem razredu, kjer je zaključila preizkus večina živali je nepojasnjene le slabih 7 % fenotipske variance.

Tabela 7: Ocene komponent varianc in deleži varianc za telesno maso iz enolastnostnih analiz za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in za pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C) po starostnih razredih

Niz	Razred	σ_a^2	σ_l^2	σ_e^2	σ_{phe}^2	h^2	l^2	e^2
A	1	0,046	0,028	0,030	0,104	0,44	0,27	0,29
	2	0,975	0,996	0,699	2,670	0,37	0,37	0,26
	3	3,327	1,783	4,425	9,536	0,35	0,19	0,46
	4	7,823	4,981	6,436	19,239	0,41	0,26	0,33
	5	10,427	14,436	12,256	37,119	0,28	0,39	0,33
	6	17,322	12,658	16,090	46,070	0,38	0,27	0,35
	7	25,067	17,328	21,268	63,663	0,39	0,27	0,33
	8	40,336	19,863	24,416	84,615	0,48	0,23	0,29
	9	50,993	23,212	29,387	103,593	0,49	0,22	0,28
	10	62,061	26,209	29,275	117,545	0,53	0,22	0,25
	11	68,179	23,438	30,515	122,132	0,56	0,19	0,25
	12	5,895	42,754	74,354	123,003	0,05	0,35	0,60
B	1	0,042	0,020	0,030	0,092	0,46	0,21	0,32
	2	0,993	0,933	0,588	2,515	0,39	0,37	0,23
	3	2,553	1,597	4,596	8,747	0,29	0,18	0,53
	4	5,235	4,862	7,029	17,126	0,31	0,28	0,41
	5	8,012	7,415	11,753	27,180	0,29	0,28	0,43
	6	16,013	12,527	14,637	43,177	0,37	0,29	0,34
	7	23,029	15,842	19,390	58,262	0,40	0,27	0,33
	8	37,100	16,903	22,874	76,877	0,48	0,22	0,30
	9	48,518	18,726	26,890	94,134	0,51	0,20	0,29
	10	60,671	21,828	27,498	109,997	0,55	0,20	0,25
	11	77,885	18,836	23,998	120,720	0,65	0,16	0,20
	12	26,819	28,631	64,397	119,847	0,22	0,24	0,54
C	1	0,057	0,013	0,039	0,109	0,52	0,12	0,36
	2	0,669	0,747	0,573	1,990	0,34	0,37	0,29
	3	0,000	2,159	4,579	6,738	0,00	0,32	0,68
	4	6,769	2,921	4,071	13,761	0,49	0,21	0,30
	5	10,719	4,670	5,648	21,026	0,51	0,22	0,27
	6	13,410	4,546	9,735	27,692	0,48	0,16	0,35
	7	24,938	8,948	9,318	43,204	0,58	0,20	0,22
	8	35,789	5,660	12,993	54,441	0,66	0,10	0,24
	9	58,477	4,394	9,809	72,681	0,80	0,06	0,14
	10	70,579	3,726	13,182	87,487	0,81	0,04	0,15
	11	90,474	10,285	7,134	107,894	0,84	0,09	0,07
	12	0,000	30,608	53,359	83,966	0,00	0,36	0,64

σ_a^2 - varianca za aditivni genetski vpliv, σ_l^2 - varianca za skupno okolje v gnezdu, σ_e^2 - varianca za ostanek, σ_{phe}^2 - fenotipska varianca, h^2 - heritabiliteta, l^2 - delež variance za skupno okolje v gnezdu, e^2 - delež nepojasnjene variance

4.3 KOMPONENTE VARIANCE PRI VEČLASTNOSTNI ANALIZI

Meritve telesne mase razporejene v starostne razrede so avtokorelirane, saj je masa pri izbranem tehtanju kumulativni prirast iz prejšnjih starostnih razredov. Korelacije med sosednjimi in bližnjimi razredi so tako velike, da matrike posameznih komponent varianc in kovarianc niso pozitivno definitne. Pri obdelavah smo odstranjevali posamezne starostne razrede in dosegli pozitivno definitnost matrik varianc in kovarianc šele takrat, ko smo izpustili vsak drug starostni razred po naselitvi v preizkus. Da bi za primerjavo z modeli z naključno regresijo pridobili čim več parametrov disperzije, smo pri večlastnostni analizi za izračune matrik varianc in kovarianc uporabili sedemlastnostni model z rojstno in odstavitveno maso ter sodimi starostnimi razredi in šestlastnostni model z rojstno in odstavitveno maso in lihim starostnimi razredi. Pri terminalnih pasmah (niz B) smo morali izpustiti tudi deseti starostni razred.

4.3.1 Ocene komponent varianc in njihovih deležev v fenotipski varianci

Ocene fenotipske variance ob rojstvu in odstavitvi pri večlastnostni analizi (tabela 8) se ne razlikujejo od rezultatov pri enolastnostni obdelavi (tabela 7). Pri pasmi pietrain so odstopenja zelo majhna, razen v desetem in enajstem starostnem razredu na račun večje genetske in nepojasnene variance. Pri terminalnih genotipih (niz B) in še posebej pri vseh genotipih skupaj (niz A) se fenotipska varianca pri večlastnostni analizi povečuje hitreje kot pri enolastnostni analizi že od naselitve v preizkus dalje. Proti koncu preizkusa je fenotipska varianca za petino ali celo četrtno večja kot pri enolastnostni analizi (tabela 7).

Heritabiliteta za rojstno maso v večlastnostnem modelu je ocenjena na 0,45 pri nizih A in B ter se ne razlikuje od ocen pri enolastnostni analizi (tabela 8). Pri odstavitvi ocena za heritabiliteto znaša 0,35 pri nizu A in 0,37 pri nizu B. Zmanjšanje je pričakovano zaradi zelo variabilne starosti ob odstavitvi tako znotraj rej kot med njimi. Večina pujskov je odstavljena starih med 27 in 45 dni. Kar okrog 10 % jih odstaviijo med 46. in 55. dnem starosti, posamezni pa so celo mlajši (do 14 dni) ali starejši (do 63 dni). Masa pri mlajših (pod 30 dni) in starejših (nad 45 dni) odstavljenih pujskih je skoraj dva-kratna. Ocene heritabilitete iz eno- in večlastnostnih analiz ostajajo podobne tudi v času preizkusa. Nekaj več razhajanja je pri telesnih masah po začetku preizkusa pri starostih med 60 in 107 dni (tretji do peti starostni razred).

Tabela 8: Ocene komponent varianc in deleži varianc za telesno maso iz večlastnostnih analiz za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C) po starostnih razredih

Niz	Razred	σ_a^2	σ_l^2	σ_e^2	σ_{phe}^2	h^2	l^2	e^2
A	1	0,047	0,028	0,029	0,104	0,45	0,27	0,28
	2	0,956	0,993	0,796	2,745	0,35	0,36	0,29
	3	4,024	2,807	4,317	11,148	0,36	0,25	0,39
	4	9,219	5,749	6,556	21,524	0,43	0,27	0,30
	5	11,896	8,291	12,428	32,615	0,36	0,25	0,39
	6	18,706	12,615	18,656	49,976	0,37	0,26	0,37
	7	29,743	18,834	22,386	70,964	0,42	0,26	0,32
	8	41,802	19,971	30,420	92,193	0,45	0,22	0,33
	9	55,182	28,426	33,248	116,856	0,47	0,24	0,28
	10	69,145	28,955	41,310	139,410	0,50	0,20	0,30
	11	75,189	41,718	44,055	160,962	0,47	0,26	0,27
B	1	0,041	0,019	0,030	0,090	0,45	0,21	0,34
	2	0,953	0,927	0,694	2,573	0,37	0,36	0,27
	3	3,839	2,361	3,974	10,174	0,38	0,23	0,39
	4	6,522	5,705	7,199	19,425	0,34	0,29	0,37
	5	9,067	7,472	12,244	28,783	0,32	0,26	0,43
	6	16,495	12,201	17,182	45,879	0,36	0,27	0,37
	7	24,756	15,651	21,728	62,135	0,40	0,25	0,35
	8	38,913	16,124	28,329	83,367	0,47	0,19	0,34
	9	48,906	19,516	32,833	101,255	0,48	0,19	0,32
	10	-	-	-	-	-	-	-
	11	81,771	27,386	36,180	145,336	0,56	0,189	0,25
C	1	0,057	0,013	0,038	0,109	0,53	0,12	0,35
	2	0,736	0,717	0,603	2,057	0,36	0,35	0,29
	3	4,389	1,664	1,788	7,841	0,56	0,21	0,23
	4	6,261	3,195	4,348	13,804	0,45	0,23	0,32
	5	10,678	4,326	6,114	21,118	0,51	0,20	0,29
	6	11,153	5,431	11,924	28,508	0,39	0,19	0,42
	7	24,421	7,894	10,444	42,758	0,57	0,18	0,24
	8	35,382	6,381	15,223	56,986	0,62	0,11	0,27
	9	54,300	4,726	12,487	74,513	0,77	0,06	0,17
	10	73,904	4,177	15,664	93,745	0,79	0,04	0,17
	11	101,017	10,137	8,474	119,627	0,84	0,08	0,07

σ_a^2 - varianca za aditivni genetski vpliv, σ_l^2 - varianca za skupno okolje v gnezdu, σ_e^2 - varianca za ostanek, σ_{phe}^2 - fenotipska varianca, h^2 - heritabiliteta, l^2 - delež variance za skupno okolja v gnezdu, e^2 - delež nepojasnjene variance

Ocene varianc za skupno okolje v gnezdu iz večlastnostnih analiz se dobro ujemajo z ocenami iz enolastnostnih analiz: vpliv skupnega okolja v gnezdu je največji ob odstavitvi (36 % pojasnjene fenotipske variance) in na začetku preizkusa (okrog 24 % pojasnjene fenotipske

variance). Potem se vpliv skupnega okolja v gnezdu postopoma zmanjšuje, še posebej pri pasmi pietrain (niz C).

Tudi varianca za ostanek se v prvih starostnih razredih ne razlikuje pomembno od ocen pri enolastnostnih analizah. Razlike se začno nakazovati po petem starostnem razredu (pri starosti 97 do 107 dni), a le pri nizu B s terminalnimi genotipi in nizu A z vsemi genotipi v preizkusu. Ob koncu je razlika v varianci za ostanek od 1,2 do 1,4-krat večja.

Pri večlastnostnih analizah komponente variance med starostnimi razredi bolj enakomerno naraščajo. Pri oceni varianc za posamezni razred pri večlastnostnih modelih so preko korelacij upoštevali tudi meritve iz drugih starostnih razredov, zato je manjši vpliv predhodne selekcije na oceno komponent variance.

4.3.2 Ocene korelacij pri večlastnostni analizi

Pri ocenah fenotipskih korelacij opazimo, da se s starostjo povečujejo pri obeh analizah (tabela 9). S povečevanjem časovne oddaljenosti med meritvama telesne mase se korelacije zmanjšujejo. Fenotipske korelacije med meritvami v preizkusu in rojstno ali odstavitveno maso so nekoliko nižje, med 0,20 in 0,40. Telesne mase iz obdobja preizkusa so izmerjene v bolj izenačenih pogojih, zato višje fenotipske korelacije niso nepričakovane.

Pri genetskih korelacijah opažamo isti trend kot pri fenotipskih korelacijah, tako glede starosti pri meritvah kot tudi časovne oddaljenosti meritev (tabela 9). Največje genetske korelacije med rojstno in odstavitveno maso so pri nizu C, in sicer 0,49 pri sedem- oz. 0,51 pri šestlastnostni analizi, medtem ko so korelacije pri nizu A in B med 0,24 in 0,31. Višje korelacije pripisujemo urejenosti reje in bolj izenačenim pogojem v obdobju pred naselitvijo in v preizkusu.

Ocene korelacij za skupno okolje v gnezdu med rojstno in odstavitveno maso (tabela 10) so pri vseh nizih med 0,13 in 0,15, medtem ko so korelacije med bližnjimi meritvami v preizkusu višje (od 0,71 do 0,93). Tudi pri oceni korelacij za skupno okolje v gnezdu velja trend, da se korelacije s časovno oddaljenostjo med meritvami zmanjšujejo. Pri nizu C je korelacija med odstavitveno maso in maso v tretjem starostnem razredu -0,21, kar je verjetno posledica manj zanesljive ocene zaradi manjšega števila opazovanj in večje relativne napake pri tehtanju v začetnih starostnih razredih, saj meritve opravljajo z isto tehtnico do 500 kg.

Tabela 9: Ocene aditivnih genetskih (nad diagonalo) in fenotipskih korelacij (pod diagonalo) za telesno maso iz večlastnostne analize za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C)

Lihi starostni razredi v preizkusu								Sodi starostni razredi v preizkusu							
Niz A - vsi genotipi															
R	1	2	3	5	7	9	11	R	1	2	4	6	8	10	
1		0,24	0,15	0,20	0,26	0,28	0,17	1		0,26	0,29	0,26	0,32	0,28	
2	0,31		0,55	0,53	0,43	0,34	0,19	2	0,31		0,56	0,49	0,39	0,29	
3	0,23	0,41		0,71	0,66	0,48	0,43	4	0,24	0,44		0,86	0,72	0,66	
5	0,20	0,36	0,73		0,96	0,86	0,75	6	0,23	0,36	0,80		0,96	0,90	
7	0,20	0,32	0,64	0,84		0,96	0,88	8	0,23	0,30	0,67	0,87		0,97	
9	0,21	0,25	0,48	0,74	0,89		0,96	10	0,23	0,26	0,60	0,79	0,92		
11	0,17	0,21	0,41	0,62	0,79	0,90									
Niz B - terminalni genotipi															
1		0,27	0,15	0,20	0,22	0,21	0,07	1		0,31	0,33	0,24	0,24	-	
2	0,32		0,71	0,54	0,45	0,32	0,18	2	0,32		0,50	0,42	0,30	-	
3	0,23	0,44		0,80	0,72	0,53	0,48	4	0,24	0,41		0,90	0,77	-	
5	0,20	0,36	0,75		0,96	0,86	0,76	6	0,23	0,35	0,81		0,96	-	
7	0,19	0,34	0,68	0,83		0,96	0,89	8	0,22	0,30	0,69	0,87		-	
9	0,20	0,27	0,53	0,74	0,88		0,96	10	-	-	-	-	-		
11	0,14	0,23	0,47	0,64	0,80	0,91									
Niz C - pasma pietrain pri izbranem rejcu															
1		0,49	0,34	0,13	0,28	0,24	0,14	1		0,51	0,46	0,35	0,36	0,32	
2	0,35		0,88	0,61	0,42	0,25	0,14	2	0,35		0,76	0,45	0,30	0,27	
3	0,13	0,30		0,89	0,70	0,53	0,42	4	0,20	0,29		0,82	0,68	0,64	
5	0,12	0,21	0,82		0,88	0,76	0,68	6	0,19	0,20	0,77		0,97	0,96	
7	0,13	0,20	0,64	0,83		0,97	0,93	8	0,19	0,17	0,67	0,86		0,99	
9	0,14	0,16	0,56	0,72	0,89		0,98	10	0,19	0,17	0,58	0,77	0,91		
11	0,06	0,12	0,45	0,58	0,79	0,92									

R - razred

Ocene korelacij za ostanek med rojstno in odstavitveno maso so pri nizu A in B nad 0,54 (tabela 10). Korelacije za ostanek prav tako naraščajo s starostjo, največje so med sosednjimi razredi in se zmanjšujejo s povečevanjem časovne razlike med meritvama. Tako so ocene korelacij med meritvami na koncu preizkusa gibljejo okrog 0,80. Nekoliko nižje korelacije za ostanek med rojstno in odstavitveno maso so pri nizu C (0,33 in 0,32). Korelacija za ostanek med maso v tretjem starostnem razredu in odstavitveno ter rojstno so celo negativne. Odstopanje bi lahko pojasnili z večjo relativno napako pri merjenju in manjšim številom opazovanj v tretjem starostnem razredu.

Tabela 10: Ocene korelacij za skupno okolje v gnezdu (nad diagonalo) in korelacije za ostanek (pod diagonalo) za telesno maso iz večlastnostne analize za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C)

Lihi starostni razredi								Sodi starostni razredi							
Niz A - vsi genotipi															
R	1	2	3	5	7	9	11	R	1	2	4	6	8	10	
1		0,13	0,21	0,09	0,07	0,09	0,10	1		0,13	0,09	0,11	0,13	0,15	
2	0,59		0,21	0,17	0,20	0,07	0,11	2	0,58		0,29	0,22	0,17	0,17	
3	0,33	0,48		0,73	0,60	0,27	0,24	4	0,31	0,42		0,73	0,55	0,50	
5	0,31	0,35	0,73		0,80	0,67	0,51	6	0,30	0,36	0,78		0,82	0,74	
7	0,23	0,31	0,64	0,75		0,87	0,74	8	0,20	0,32	0,69	0,81		0,87	
9	0,20	0,31	0,64	0,68	0,81		0,85	10	0,22	0,31	0,58	0,70	0,87		
11	0,22	0,33	0,54	0,58	0,70	0,88									
Niz B - terminalni genotipi															
1		0,15	0,25	0,07	0,03	0,05	0,09	1		0,13	0,07	0,09	0,08	-	
2	0,56		0,19	0,20	0,26	0,15	0,20	2	0,54		0,30	0,24	0,22	-	
3	0,33	0,38		0,71	0,66	0,35	0,35	4	0,26	0,44		0,73	0,61	-	
5	0,30	0,33	0,72		0,78	0,68	0,58	6	0,30	0,39	0,77		0,84	-	
7	0,27	0,30	0,64	0,75		0,84	0,74	8	0,27	0,38	0,68	0,80		-	
9	0,28	0,32	0,64	0,68	0,81		0,84	10	-	-	-	-	-		
11	0,32	0,35	0,56	0,60	0,72	0,89									
Niz C - pasma pietrain pri izbranem rejcu															
1		0,14	-0,01	0,06	-0,10	-0,00	-0,09	1		0,14	-0,04	0,06	0,04	0,25	
2	0,33		-0,21	-0,10	0,06	0,07	0,18	2	0,32		0,09	0,13	0,10	0,24	
3	-0,20	-0,18		0,79	0,33	0,44	0,40	4	-0,04	-0,13		0,76	0,65	0,64	
5	0,13	-0,10	0,70		0,77	0,77	0,37	6	0,05	0,01	0,75		0,83	0,78	
7	-0,03	-0,06	0,77	0,76		0,93	0,61	8	-0,04	0,02	0,71	0,76		0,89	
9	-0,04	0,09	0,85	0,71	0,74		0,65	10	0,12	-0,01	0,57	0,62	0,75		
11	-0,13	0,09	0,83	0,65	0,54	0,72									

R - razred

4.4 ANALIZA Z MODELOM Z NAKLJUČNO REGRESIJO

Podatke smo nazadnje obdelali še z modelom z naključno regresijo. V modelu z naključno regresijo sta tako sistematski kot tudi naključni del. V sistematskem delu modela smo vključili iste vplive kot v eno- in večlastnostnem modelu, le sezona je bila sestavljena kot interakcija med starostnim razredom, letom in mesecem tehtanja. Spreminjanje mase s starostjo smo opisali s kvadratno regresijo ugnezdeno znotraj genotipa. V naključnem delu modela so bili aditivni genetski vpliv, vpliv skupnega okolja v gnezdu in permanentno okolje. Skupen ostanek smo razdelili na permanentno okolje in trenutni ostanek. Za primerjavo z eno- in večlastnostno analizo smo varianci za permanentno okolje in ostanek sešteli ter jo poime-

novali varianca za skupni ostanek. Za naključne vplive smo uporabili Legendrove polinome različnih stopenj.

Pri interpretaciji rezultatov bomo uporabili samo interval od rojstva do enajstega starostnega razreda. V dvanajstem in trinajstem starostnem razredu je bilo manj opazovanj in to le tistih merjascev s počasnejšo rastjo. Večje razlike v zadnjih razredih med eno-, večlastnostno analizo in analizo z naključno regresijo lahko pojasnimo z manj zanesljivimi ocenami in napovedmi, pristranostjo zaradi selekcioniranega vzorca in obnašanjem polinomskih funkcij na robu intervala opazovanj.

4.4.1 Lastne vrednosti kovariančnih funkcij

Izračunali smo lastne funkcije s pripadajočimi lastnimi vrednostmi (tabela 11) in se na podlagi teh odločili za najustreznejšo stopnjo uporabljenega Legendrovega polinoma za oceno komponent varianc in kovarianc za naključne vplive. Lastne vrednosti nam pokažejo relativni pomen stopnje Legendrovega polinoma. Uporabili smo Legendrov polinom od prve (LG1) do tretje (LG3) stopnje. Pri tem predstavljajo členi 0 individualni nivo za posamezni naključni vpliv, ostali členi pa predstavljajo potek rastne krivulje pri posameznih naključnih vplivih, ki modelirajo odstopanja od splošnih rastnih krivulj, opisanih s funkcijami v sistematskem delu modela. Ustrezna stopnja Legendrovega polinoma, ki zadošča za oceno komponent varianc in kovarianc za naključne vplive, je tista, pri katerih najmanjše lastne vrednosti pojasnijo vsaj 1 % skupne variance. Višje stopnje polinoma ne doprinesejo več veliko k pojasnitvi komponent, zato jih ne vključimo v model. S povečevanjem stopnje polinoma povečujemo tudi število parametrov, kar pri manjših nizih podatkov otežuje optimizacijo - iskanje maksimalne vrednosti funkcije največje zanesljivosti oz. funkcije največjega verjetja. Pri ocenjevanju večjega števila parametrov disperzije porabimo več računalniškega časa in spomina.

Prva lastna vrednost (tabela 11) je največja pri Legendrovih polinomih druge stopnje pri vseh naključnih vplivih v vseh nizih podatkov, razen pri genetski komponenti pri nizu B za terminalne pasme in nizu C za pasmo pietrain pri izbranem rejcu. Delež prve lastne vrednosti v skupni varianci se z naraščanjem stopnje polinoma zmanjšuje. V manjših nizih podatkov je prva lastna vrednost manjša, njen pomen (delež) pa večji. Pri matriki varianc in kovarianc za permanentno okolje so deleži pojasnjene variance za prvo lastno vrednost višji tudi pri višjih stopnjah polinoma. Prva lastna vrednost pojasni nad 99 % variance pri polinomu prve in druge stopnje in okrog 90 % pri polinomu tretje stopnje. Pri permanentnem okolju lastne vrednosti pri višjih členih so praktično 0 in tudi njihovi deleži so v vseh primerih manjši od 1 %. Druga lastna vrednost je večja pri uporabi polinomov tretje stopnje, v katerih je vsota

lastnih vrednosti manjša kot pri polinomu druge stopnje. Na osnovi lastnih vrednosti bi pri permanentnem okolju izbrali polinom prve stopnje.

Tabela 11: Lastne vrednosti za ocenjene matrike kovarianc za naključne regresijske koeficiente z deležem v celotni varianci glede na različne stopnje Legendrovih polinomov (LG)

Vpliv	Niz	LG	Lastna vrednost								Vsota
			0.	%	1.	%	2.	%	3.	%	
Aditivni genetski	A	1	40,48	99,95	0,02	0,05					40,50
		2	55,07	96,07	2,24	3,91	0,01	0,01			57,32
		3	43,79	75,70	13,47	23,28	0,58	1,00	0,00	0,00	57,84
	B	1	32,14	99,94	0,02	0,06					32,16
		2	65,13	96,99	2,01	2,99	0,01	0,01			67,15
		3	71,75	91,39	6,22	7,92	0,53	0,67	0,00	0,00	78,50
	C	1	15,70	99,84	0,02	0,16					15,72
		2	44,79	97,68	1,05	2,30	0,01	0,02			45,85
		3	80,21	95,55	3,70	4,41	0,02	0,03	0,00	0,00	83,93
Skupnega okolja v gnezdu	A	1	30,63	99,95	0,01	0,04					30,64
		2	46,20	93,22	3,35	6,76	0,01	0,01			49,56
		3	34,56	72,78	11,94	25,14	0,98	2,06	0,00	0,00	47,48
	B	1	28,68	99,96	0,01	0,03					28,69
		2	44,15	94,08	2,77	5,91	0,00	0,01			46,92
		3	35,83	78,66	8,85	19,42	0,87	1,90	0,00	0,00	44,80
	C	1	14,12	99,95	0,01	0,05					14,13
		2	19,12	92,05	1,65	7,93	0,00	0,01			20,77
		3	9,24	60,23	5,51	35,86	0,6	3,89	0,00	0,01	15,35
Permanentnega okolja	A	1	21,68	99,93	0,01	0,06					21,69
		2	68,72	99,70	0,20	0,29	0,00	0,00			68,92
		3	55,55	94,96	2,94	5,03	0,00	0,00	0,00	0,00	58,49
	B	1	14,12	99,95	0,01	0,05					14,13
		2	19,12	92,05	1,65	7,93	0,00	0,01			20,77
		3	9,24	60,23	5,51	35,86	0,6	3,89	0,00	0,01	15,35
	C	1	11,36	99,83	0,02	0,16					11,38
		2	33,16	99,89	0,03	0,10	0,00	0,01			33,19
		3	12,40	91,31	1,15	8,46	0,03	0,22	0,00	0,00	13,58

Pri vplivu skupnega okolja v gnezdu so vsote lastnih vrednosti večje pri polinomu druge stopnje in se pri polinomu tretje stopnje zmanjšajo. S stopnjo polinoma se delež prve lastne vrednosti zmanjšuje. Pri polinomu prve stopnje znaša nad 99 %, pri polinomu druge stopnje med 92 % pri nizu C in 94 % pri nizu B. Pri polinomu tretje stopnje so prve lastne vrednosti manjše, njihovi deleži pa so nižji od 80 %. Druga lastna vrednost pri vplivu gnezda pri vseh nizih podatkov se s stopnjo polinoma povečuje, prav tako tudi njen delež. Tudi tretja lastna

vrednost v polinomu tretje stopnje pojasni več kot 1 % variabilnosti. Četrta lastna vrednost in njen delež sta tudi pri vplivu gnezda 0.

Vsota lastnih vrednosti pri aditivnem genetskem vplivu narašča s stopnjo polinoma. Relativni delež prve lastne vrednosti je pričakovano največji (99,8 %) pri polinomu prve stopnje in se zmanjša na 95 % pri nizu C, 91 % pri nizu B in 76 % pri nizu C pri polinomu tretje stopnje. Relativni delež druge lastne vrednosti znaša 2 % do 4 % pri polinomu druge stopnje, pri tretjem pa tudi več. Pri genetskem vplivu smo na osnovi analize lastnih vrednosti izbrali Legendrov polinom druge stopnje.

V razpoložljivih nizih podatkov je število opazovanj pri posameznih tehtanjih majhno za analizo varianc. V modelu imamo poleg treh naključnih vplivov še matriko varianc in kovarianc za (trenutni) ostanek. Že pri večlastnostnih analizah smo zaradi visokih korelacij naleteli na težave pri izračunu parametrov disperzije. Število parametrov se pri naključni regresiji zmanjša, zato je težav lahko manj. S povečevanjem stopnje polinoma se število parametrov disperzije povečuje tudi pri modelih z naključno regresijo. Tudi zaradi lažje interpretacije rezultatov smo pri vseh naključnih vplivih uporabili Legendrov polinom druge stopnje.

4.4.2 Ocene komponent varianc in njihovih deležev v fenotipski varianci na osnovi modela z naključno regresijo

Genetske variance (tabela 12), ocenjene na osnovi modela z naključno regresijo, se med nizi podatkov dobro ujemajo, kar ne preseneča, saj je med vsemi merjasci v preizkusu kar dobra tretjina pasme pietrain pri izbranem rejcu. Do devetega starostnega razreda, ko živali dosežejo starost 150 do 163 dni in je večina živali še v preizkusu, so ocene genetskih varianc iz analize z naključno regresijo (tabela 12) in večlastnostne analize (tabela 9) skladne. Prav tako se ujemajo ocene variance za skupno okolje v gnezdu in varianca za skupni ostanek.

Primerjava za niz A, kjer so vključeni podatki vseh pasem, je razvidna tudi na sliki 10. V zadnjih razredih se genetske variance hitreje in najbolj povečajo v modelih z naključno regresijo. Razlike z enolastnostno analizo (tabela 7) so v zadnjih starostnih razredih še večje. Razhajanja na koncu preizkusa pripisujemo selekcioniranemu vzorcu: boljše živali preizkus zaključujejo že v desetem ali celo devetem starostnem razredu, medtem ko v preizkusu ostajajo slabše rastoče živali. V dvanajstem in trinajstem starostnem razredu je število preizkušenih živali majhno, zato so ocene varianc manj zanesljive, z večlastnostnim modelom pa jih sploh nismo mogli oceniti. Podoben trend lahko vidimo tudi pri ocenah variance za skupno okolje v gnezdu in varianci za skupni ostanek.

Genetske variance v nizu B (tabela 12, slika 10), ocenjene za terminalne pasme, so nekoliko manjše kot v nizu A, a razlike so pravzaprav majhne. Ker smo pri večlastnostni analizi

ocenili komponente variance le za enajsti starostni razred, razhajanja z večlastnostno in eno-lastnostno analizo v zadnjih starostnih razredih niso tako očitna kot pri nizu A. Po rezultatih iz različnih analiz lahko sklepamo, da so ocene v posameznih razredih primerljive in vzroki zanje isti.

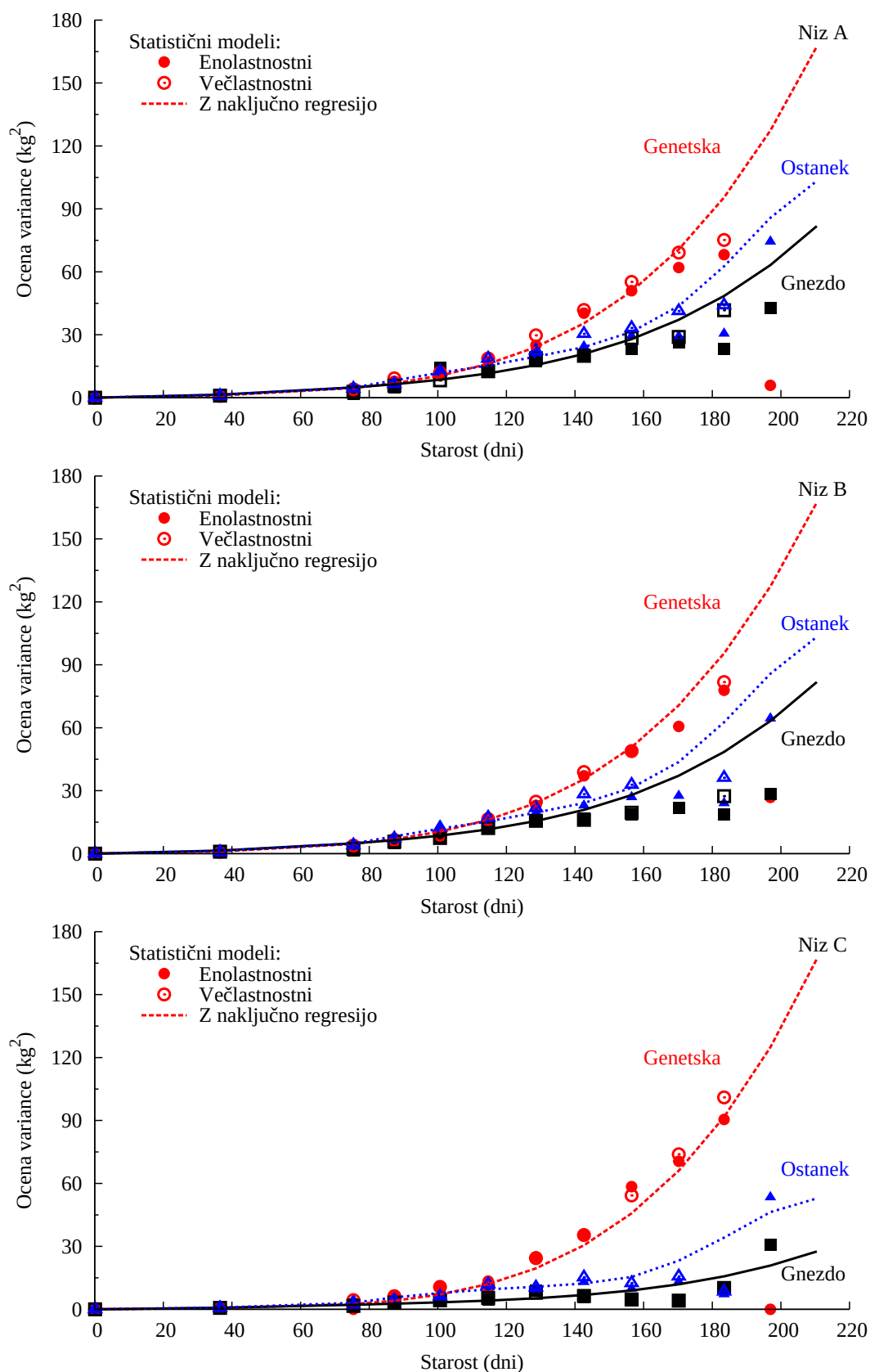
Variance za skupno okolje v gnezdu in variance za skupni ostanek pri nizu C so nižje v vseh starostnih razredih v primerjavi z nizom A in B. Pri nizu C ni opaziti znatnega povečanja na koncu preizkusa.

Pri pasmi pietrain iz izbrane kmetije je ocena genetske variance ob rojstvu (tabela 12) večja kot pri terminalnih genotipih (niz B) ali vseh genotipih (niz A). Merjasci v nizu C so ob rojstvu v povprečju tehtali 1,7 kg (tabela 6), kar je več kot pri drugih dveh terminalnih genotipih (1,5 kg) in je primerljivo z maternalnima pasmama (tabela 5). Velikost gnezda je bila večja za skoraj pol pujska kot v drugih dveh nizih (tabela 2). Vzroke za večjo varianco lahko iščemo v večji rojstni masi, večjem gnezdu in genotipu.

Ocena genetske variance za maso ob odstavitvi z modelom z naključno regresijo (tabela 12) je pri nizu C manjša kot pri nizu A in B. Manjše pa so bile tudi ocene za niz C v primerjavi z ocenami iz eno- (tabela 7) in večlastnostne analize (tabela 8). Pri nizu C opazimo, da je delež merjaščkov, stehanih pri odstavitvi, nižji kot pri drugih pasmah (tabela 1), saj rejec tehta le boljše merjaščke. Starost odstavljenih merjaščkov je bila večja in bolj variabilna. Morda je k slabšemu rezultatu pripomogla tudi tehtnica, ki je namenjena tehtanju večjih mas.

Ocene genetskih varianc, varianc za skupno okolje v gnezdu in varianc za skupni ostanek iz različnih modelov pri nizu C se dobro ujemajo (slika 10) in to tudi za višje starostne razrede. Med preizkusom rejec izloča le malo živali, preizkus večinoma konča cela skupina hkrati. Tako so v zadnjih skupinah manj selekcionirani vzorci, kot pri drugih dveh nizih.

Ocena fenotipske variance (tabela 12) z modelom z naključno regresijo se pri nižjih starostnih skupinah razmeroma dobro pokriva z ocenami iz eno- in večlastnostne analize. Razlike se pričnejo pojavljati v osmem starostnem razredu pri starosti od 136 do 149 dni. V tem starostnem razredu lahko že prve, izredno dobre živali, zaključujejo preizkušnjo. Od osmega razreda dalje se število živali z zaključenim preizkusom povečuje. Merjene živali v višjih starostnih razredih niso več naključni vzorec, saj pri višjih starostih ostajajo v preizkusu vedno slabše živali. Hkrati opazimo, da s starostjo narašča ocena fenotipske variance pri modelu z naključno regresijo hitreje kot pri drugih dveh modelih. Že pri večlastnostni analizi smo zaznali povečanje fenotipske variance (tabela 8).



Slika 10: Primerjava ocen komponent variance za telesno maso v eno- in večlastnostnem modelu ter modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje

Večlastnostni model in model z naključno regresijo upoštevata predhodno selekcijo, ki se pri enolastnostnih analizah in variancah iz osnovne statistike kaže v zmanjšanju variance in so zaradi tega komponente variance v zadnjih razredih podcenjene. Razhajanja med večlastnostno analizo in modelom z naključno regresijo izvirajo tudi iz načina izračuna napovedi za nivoje naključnih vplivov z manjkajočimi opazovanji. Pri večlastnostni analizi je za napoved uporabljena linearna funkcija, saj napoved dobimo iz koreliranih opazovanj oz. napovedi. Pri analizi z naključno regresijo manjkajoče vrednosti napovemo z Legendrovim polinomom izbrane stopnje. V našem primeru smo izbrali polinom druge stopnje, ki se uporabi tudi pri napovedi funkcije pri starostih s selekcioniranim vzorcem preizkusov.

Heritabiliteta, ocenjena ob rojstvu, je visoka (tabela 12). Za vse genotipe skupaj (niz A) in terminalne genotipe (niz B) znaša okoli 0,45, pri pasmi pietrain (niz C) pa je še višja (0,55). Dednostni delež je najnižji ob odstavitvi. Znižanje je največje pri pasmi pietrain, kjer heritabiliteta znaša 0,26. V starostnih razredih na začetku preizkusa heritabiliteta narašča in je v razponu med 0,30 in 0,40. Od sedmega starostnega razreda dalje, ko so živali stare od 120 do 135 dni in v povprečju težke 60 kg, je heritabiliteta večja od 0,40 v nizih A (slika 11) in B (slika 11). Heritabiliteta v drugem delu preizkusa je za niz C (slika 11) višja, in sicer 0,55 v sedmem starostnem razredu ter naraste na 0,65 od devetega starostnega razreda dalje. Ocene heritabilite z modelom z naključno regresijo so nižje kot pri eno- in večlastnostni analizi.

Delež variance za skupno okolje v gnezdu v nizu A je najnižji pri rojstni masi (tabela 12). Rojenim pujskom v gnezdu je skupno le prenatalno okolje, ki je v tem času edina komponenta skupnega okolja. Pri odstavitvi je pomen skupnega okolja v gnezdu večji, saj pojasni 36 % variance. Skupno okolje v gnezdu poleg prenatalnega obdobja sestavljajo tudi maternalne lastnosti svinje (mlečnost), mikroklimatski pogoji in oskrba v kotcu. Povečanje razlik med pujski zaradi skupnega okolja v gnezdu je torej pričakovano. Po naselitvi v preizkus se je vpliv skupnega okolja zmanjšal na 27 % in ostal na tem nivoju do konca preizkusa. Merjasci iz istega gnezda se po odstavitvi razselijo v različne skupine, zato se s starostjo pomen skupnega okolja zmanjšuje. Zmanjševanje je nekoliko večje pri terminalnih genotipih (niz B) in pasmi pietrain (niz C). Rezultati analiz se dovolj dobro ujemajo. Razhajanja so le v tretjem starostnem razredu. Pri večlastnostni analizi so ocene nekoliko nižje od osmega starostnega razreda dalje (tabela 8). Te so lahko posledica selekcioniranega vzorca. Pri večlastnostni analizi zaradi visokih korelacij med sosednimi razredi le teh nismo mogli hkrati obdelati, medtem ko smo pri naključni regresiji lahko uporabili vse podatke.

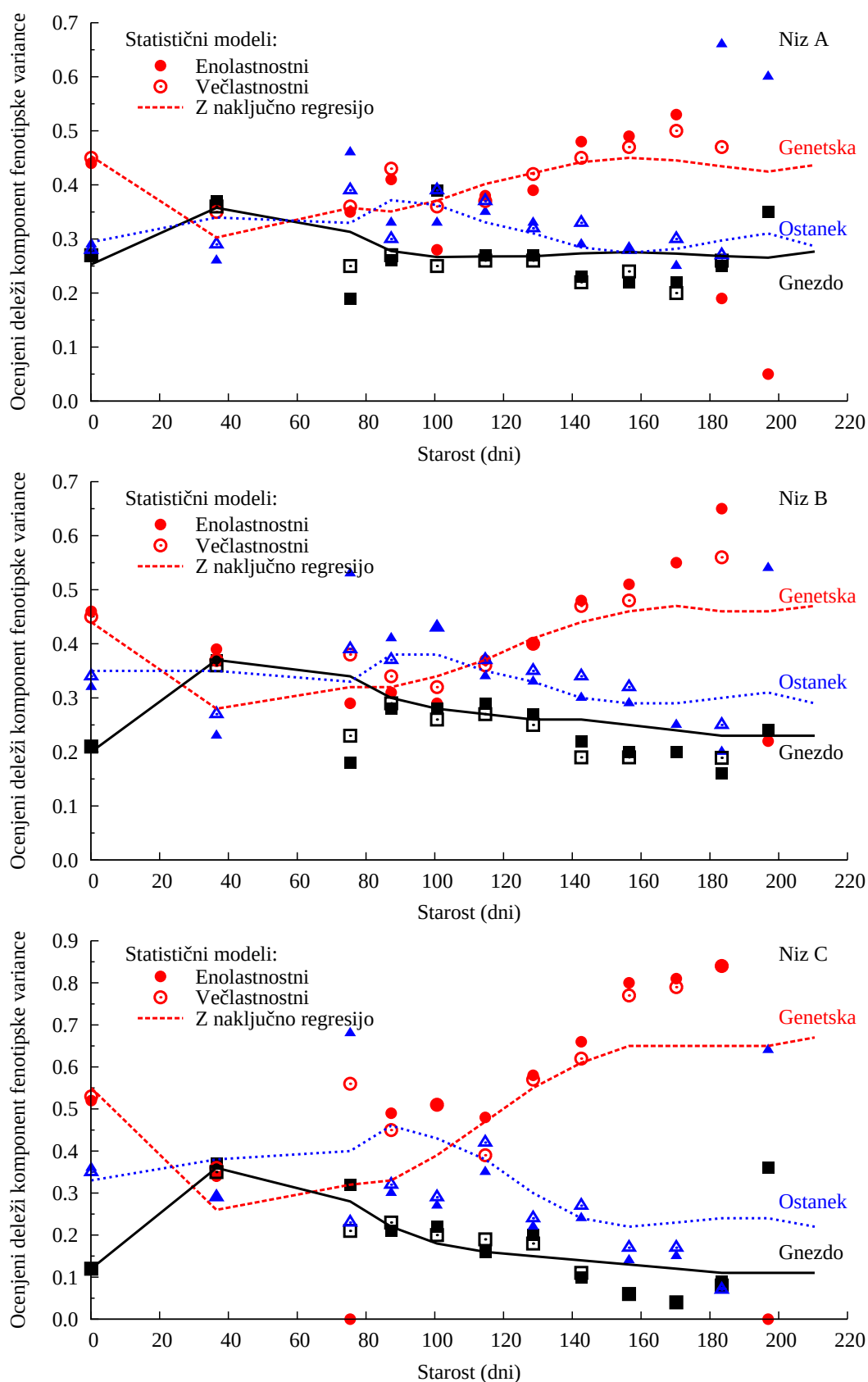
Tabela 12: Ocene komponent varianc in deleži varianc za telesno maso iz analize z naključno regresijo (LG2) za vse genotipe (niz A), terminalne genotipe (niz B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (niz C) po starostnih razredih (R)

Niz	R	σ_a^2	σ_l^2	σ_p^2	σ_e^2	σ_{phe}^2	h^2	l^2	p^2	e^2
A	1	0,045	0,025	0,029	0,000	0,100	0,45	0,25	0,29	0,00
	2	1,310	1,549	0,159	1,313	4,332	0,30	0,36	0,04	0,30
	3	5,812	5,090	1,379	3,980	16,262	0,36	0,31	0,08	0,24
	4	8,512	6,736	2,496	6,527	24,271	0,35	0,28	0,10	0,27
	5	12,797	9,197	4,509	8,018	34,521	0,37	0,27	0,13	0,23
	6	19,252	12,829	7,817	8,042	47,939	0,40	0,27	0,16	0,17
	7	28,281	17,953	12,707	8,108	67,049	0,42	0,27	0,19	0,12
	8	40,715	25,170	19,679	6,516	92,081	0,44	0,27	0,21	0,07
	9	57,262	35,051	29,163	5,743	127,219	0,45	0,28	0,23	0,05
	10	78,706	48,232	41,624	8,154	176,715	0,45	0,27	0,24	0,05
	11	105,004	64,840	57,035	14,807	241,685	0,43	0,27	0,24	0,06
	12	138,598	86,593	76,823	24,373	326,387	0,42	0,27	0,24	0,07
	13	180,453	114,329	101,553	16,869	413,204	0,44	0,28	0,25	0,04
B	1	0,039	0,018	0,031	0,000	0,088	0,44	0,20	0,35	0,00
	2	1,080	1,434	0,178	1,141	3,833	0,28	0,37	0,05	0,30
	3	4,637	4,905	1,470	3,373	14,385	0,32	0,34	0,10	0,23
	4	6,858	6,436	2,546	5,684	21,524	0,32	0,30	0,12	0,26
	5	10,488	8,589	4,418	7,519	31,014	0,34	0,28	0,14	0,24
	6	16,109	11,567	7,405	7,943	43,023	0,37	0,27	0,17	0,18
	7	24,157	15,532	11,724	7,873	59,286	0,41	0,26	0,20	0,13
	8	35,449	20,871	17,776	6,361	80,457	0,44	0,26	0,22	0,08
	9	50,702	27,935	25,897	5,499	110,034	0,46	0,25	0,24	0,05
	10	70,708	37,128	36,450	7,276	151,562	0,47	0,24	0,24	0,05
	11	95,477	48,506	49,385	13,242	206,61	0,46	0,23	0,24	0,06
	12	127,365	63,211	65,871	19,909	276,355	0,46	0,23	0,24	0,07
	13	167,359	81,772	86,339	17,012	352,483	0,47	0,23	0,24	0,05
C	1	0,061	0,014	0,037	0,000	0,112	0,55	0,12	0,33	0,00
	2	0,542	0,748	0,087	0,718	2,095	0,26	0,36	0,04	0,34
	3	2,485	2,179	0,790	2,335	7,788	0,32	0,28	0,10	0,30
	4	4,099	2,674	1,349	4,294	12,416	0,33	0,22	0,11	0,35
	5	7,048	3,310	2,291	5,507	18,156	0,39	0,18	0,13	0,30
	6	12,009	4,147	3,752	5,800	25,708	0,47	0,16	0,15	0,23
	7	19,528	5,265	5,810	4,922	35,525	0,55	0,15	0,16	0,14
	8	30,495	6,821	8,632	3,679	49,627	0,61	0,14	0,17	0,07
	9	45,720	8,978	12,348	3,052	70,098	0,65	0,13	0,18	0,04
	10	66,081	11,923	17,101	6,118	101,223	0,65	0,12	0,17	0,06
	11	91,650	15,733	22,848	11,335	141,567	0,65	0,11	0,16	0,08
	12	124,921	20,856	30,088	16,270	192,136	0,65	0,11	0,16	0,08
	13	166,999	27,553	38,982	13,881	247,416	0,67	0,11	0,16	0,06

σ_a^2 - varianca za aditivni genetski vpliv, σ_l^2 - varianca za skupno okolje v gnezdu, σ_p^2 - varianca za vpliv permanentnega okolja σ_e^2 - varianca za ostanek, σ_{phe}^2 - fenotipska varianca, h^2 - heritabiliteta, l^2 - delež variance za skupno okolje v gnezdu, p^2 - delež variance za permanentno okolje e^2 - delež nepojasnjene variance

Delež variance za permanentno okolje je najnižji ob odstavitvi (0,05) in se postopoma z rastjo povečuje (tabela 8). Permanentno okolje pojasnjuje tisti del fenotipske variance, ki je skupna vsem meritvam na posamezni živali. Trend je pričakovan, saj je pri meritvah pri starejših živalih več okolja skupnega kot pri mlajših živalih. Ob rojstvu je delež variance za permanentno okolje visok (okrog 0,30). Pri večlastnostnem modelu permanentnega okolja ne moremo ločiti od variance za ostanek, zato primerjava ni mogoča. V literaturi je malo rezultatov za permanentno okolje in ga običajno navajajo samo za meritve v času preizkusa. Podobno kot pri vplivu gnezda tudi pri vplivu permanentnega okolja za rojstno maso lahko razlike pojasnimo le s prenatalnim obdobjem, v katerem imajo posamezni zarodki boljše ali slabše pogoje za rast (npr. pozicija zarodkov v maternici). Rast v prenatalnem obdobju poteka drugače kot v postnatalnem obdobju, zato je delež variance za permanentno okolje težko presojati. Ocena variance za ostanek za rojstno maso enaka 0,00 kg² (tabela 12).

Delež variance za skupni ostanek ob rojstvu je primerljiv med vsemi analizami in je znašal okoli 30 %. Največji delež doseže ob naselitvi večine živali v preizkus pri starosti med 80 in 93 dnevi. Visoki delež variance za skupni ostanek v tem obdobju bi lahko pripisali večji relativni napaki pri meritvah, saj so tehtnice ves čas preizkusa in tudi ob odstavitvi iste. Najvišji delež variance za skupni ostanek zabeležimo pri pasmi pietrain pri izbranem rejcu (niz C), in sicer 46 %, v drugih dveh nizih je delež nekoliko nižji 37 % (niz A) in 38 % (niz B). Deleži variance za ostanek pri eno- in večlastnostni analizi so v četrtem starostnem razredu nekoliko nižji. Po odstavitvi se delež variance za skupni ostanek zmanjšuje do konca preizkusa in v devetem razredu predstavlja 28 % pri nizu A, 29 % pri nizu B pri vseh analizah. Nekoliko večje razlike so v nizu C med eno- (14 %) in večlastnostno analizo (17 %) ter analizo z modelom z naključno regresijo (22 %).



Slika 11: Primerjava ocen deležev komponent fenotipske variance za telesno maso v eno- in večlastnostnem modelu ter modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje

4.4.3 Ocene korelacij pri analizi z naključno regresijo

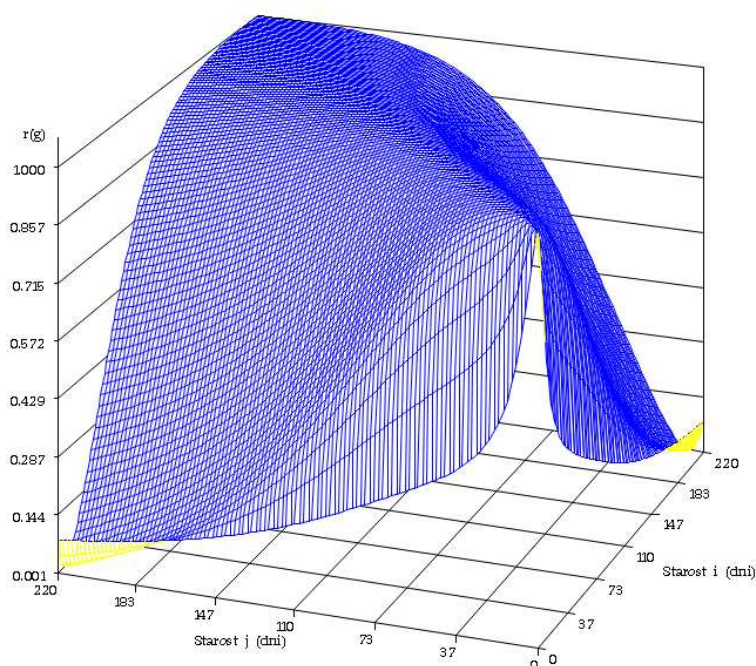
Pri večlastnostni analizi zaradi visokih korelacij matrike varianc in kovarianc niso bile pozitivno definitne, zato smo ocenili samo korelacije med lihim in sodimi starostnimi razredi. Vedno pa smo zraven zajeli rojstne in odstavitvene mase, zaradi morebitne prisotnosti odbire bolj rastočih merjascev pri odstavitvi in naselitvi. V izračune nismo mogli zajeti vseh meritv v vseh starostnih razredih hkrati, zato lahko pri primerjavi rezultatov med večlastnostno analizo in analizo z naključno regresijo prihaja do manjših odstopanj, kajti pri večlastnostni analizi so bili časovni intervali med meritvami večji.

Ocene fenotipskih korelacij med sosednjimi in bližnjimi starostnimi razredi se povečujejo s starostjo in so pri zadnjih starostnih razredih najvišje, okrog 0,95 (tabela 13). Najnižje fenotipske korelacije med sosednjima razredoma so med rojstno in odstavitveno maso, in sicer okrog 0,32 za vse nize podatkov. Korelacije se s časovno oddaljenostjo meritev zmanjšujejo. Tako so najnižje med rojstno maso in masami v trinajstem starostnem razredu. Pri večlastnostni analizi so fenotipske korelacije med rojstno in odstavitveno maso (tabela 9) primerljive s korelacijami ocenjenimi z modelom z naključno regresijo (tabela 13). Korelacije med telesnimi masami ob koncu preizkusa so nekoliko višje pri večlastnostni analizi (od 0,97 do 0,99).

Ocene aditivnih genetskih korelacij se prav tako povečujejo s starostjo: med sosednjimi razredi so močne (tabela 13, slika 12). Korelacije med rojstno in odstavitveno maso znašajo 0,46 pri nizu A, 0,41 pri nizu B in 0,65 pri nizu C. Že med odstavitveno maso in tretjim starostnim razredom so genetske korelacije precej višje, 0,92 pri nizu A, 0,88 pri nizu B in 0,77 pri nizu C in nato med sosednjimi in bližnjimi razredi s starostjo še naraščajo. Med starostnimi razredi proti koncu preizkusa se genetske korelacije približujejo vrednosti 1,00. S povečevanjem oddaljenosti med meritvami se korelacije med njimi zmanjšujejo. Tako so bile najnižje ocenjene genetske korelacije med najbolj oddaljenimi meritvami, torej med rojstnimi oz. odstavitvenimi masami in telesnimi masami na koncu preizkusa. Pri večlastnostni analizi so ocene za aditivne genetske korelacije med rojstno in odstavitveno maso manjše (tabela 9). Tudi ostale aditivne genetske korelacije so večje v analizi z modelom z naključno regresijo. Visoke genetske korelacije pomenijo, da so telesne mase v drugi polovici preizkusa genetsko iste lastnosti, zato so težave pri večlastnostni analizi pričakovane.

Tabela 13: Ocene aditivnih genetskih (nad diagonalo) in fenotipskih korelacij (pod diagonalo) v modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje za vse genotipe (A), terminalne genotipe (B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (C)

Niz		Starostni razred (R)												
R		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1		0,46	0,43	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
	2	0,33		0,92	0,86	0,80	0,73	0,67	0,61	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41
	3	0,28	0,65		0,99	0,97	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81	0,79	0,76	0,74
	4	0,26	0,60	0,74		0,99	0,98	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85	0,83	0,81
	5	0,25	0,55	0,74	0,74		0,99	0,98	0,96	0,94	0,92	0,91	0,89	0,87
	6	0,24	0,51	0,74	0,76	0,79		1,00	0,99	0,97	0,96	0,95	0,93	0,92
	7	0,23	0,47	0,72	0,75	0,80	0,85		1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
	8	0,22	0,42	0,71	0,75	0,80	0,86	0,90		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97
	9	0,20	0,38	0,68	0,73	0,79	0,86	0,90	0,94		1,00	1,00	0,99	0,98
	10	0,19	0,33	0,64	0,70	0,77	0,85	0,89	0,93	0,95		1,00	1,00	0,99
	11	0,18	0,29	0,61	0,67	0,74	0,82	0,87	0,91	0,94	0,95		1,00	1,00
	12	0,17	0,26	0,58	0,64	0,72	0,80	0,85	0,90	0,92	0,94	0,93		1,00
	13	0,16	0,23	0,57	0,63	0,72	0,80	0,86	0,91	0,93	0,94	0,95	0,94	
B	1		0,41	0,30	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09
	2	0,32		0,88	0,82	0,73	0,65	0,57	0,51	0,45	0,40	0,35	0,32	0,28
	3	0,26	0,66		0,99	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,78	0,75	0,72	0,69
	4	0,24	0,60	0,75		0,99	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,83	0,80	0,78
	5	0,23	0,56	0,74	0,74		0,99	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,86
	6	0,21	0,52	0,74	0,75	0,78		1,00	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91
	7	0,20	0,48	0,73	0,75	0,79	0,84		1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
	8	0,19	0,44	0,71	0,75	0,80	0,85	0,89		1,00	0,99	0,99	0,98	0,97
	9	0,17	0,40	0,69	0,73	0,79	0,85	0,90	0,93		1,00	1,00	0,99	0,98
	10	0,16	0,35	0,65	0,70	0,76	0,84	0,89	0,92	0,95		1,00	1,00	0,99
	11	0,15	0,31	0,62	0,68	0,74	0,81	0,87	0,91	0,93	0,94		1,00	1,00
	12	0,14	0,28	0,60	0,65	0,72	0,80	0,85	0,90	0,93	0,94	0,93		1,00
	13	0,13	0,25	0,58	0,64	0,71	0,79	0,85	0,90	0,93	0,94	0,94	0,94	
C	1		0,65	0,53	0,48	0,43	0,38	0,34	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	0,23
	2	0,32		0,77	0,66	0,55	0,46	0,38	0,32	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15
	3	0,25	0,58		0,99	0,96	0,92	0,88	0,85	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74
	4	0,23	0,51	0,67		0,99	0,97	0,95	0,92	0,90	0,88	0,87	0,85	0,84
	5	0,21	0,45	0,67	0,67		0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
	6	0,20	0,40	0,67	0,86	0,73		1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95
	7	0,19	0,36	0,67	0,69	0,75	0,81		1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97
	8	0,19	0,32	0,66	0,70	0,76	0,83	0,89		1,00	1,00	0,99	0,99	0,98
	9	0,18	0,27	0,63	0,68	0,76	0,83	0,89	0,93		1,00	1,00	1,00	0,99
	10	0,16	0,23	0,60	0,65	0,73	0,81	0,88	0,93	0,95		1,00	1,00	1,00
	11	0,15	0,19	0,57	0,62	0,71	0,79	0,86	0,91	0,93	0,93		1,00	1,00
	12	0,15	0,16	0,54	0,60	0,69	0,77	0,85	0,90	0,93	0,93	0,92		1,00
	13	0,14	0,14	0,53	0,59	0,69	0,78	0,85	0,91	0,94	0,94	0,93	0,93	



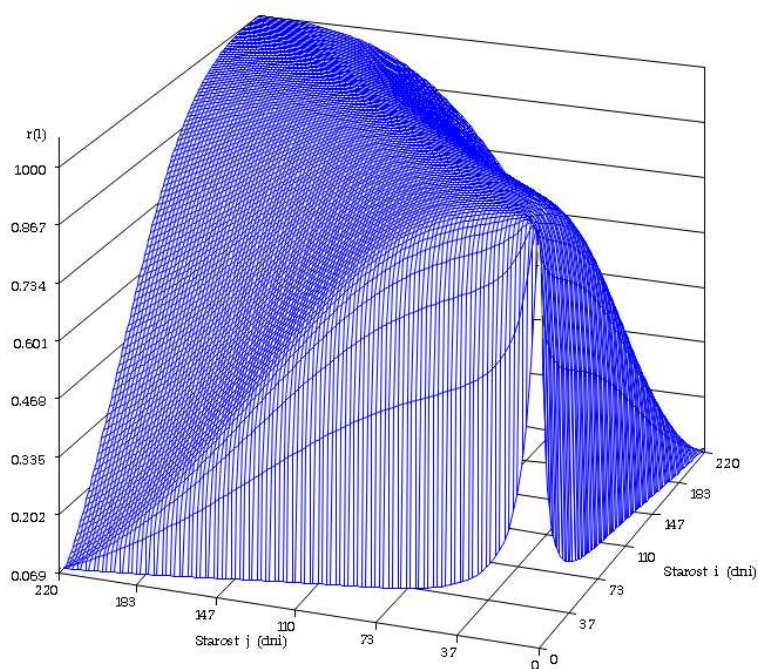
Slika 12: Genetske korelacije med telesnimi masami pri preizkusu merjascev za vse genotipe (niz A) iz analize z naključno regresijo

Ocene korelacij za skupno okolje v gnezdu se tako kot ostale povečujejo s starostjo in zmanjšujejo s povečevanjem časovne oddaljenosti meritve (tabela 14, slika 13). Korelacije med rojstno in odstavitveno maso so 0,21 pri nizu A in nizu B ter 0,07 pri nizu C. Ostale korelacije med sosednjimi meritvami so višje od 0,93.

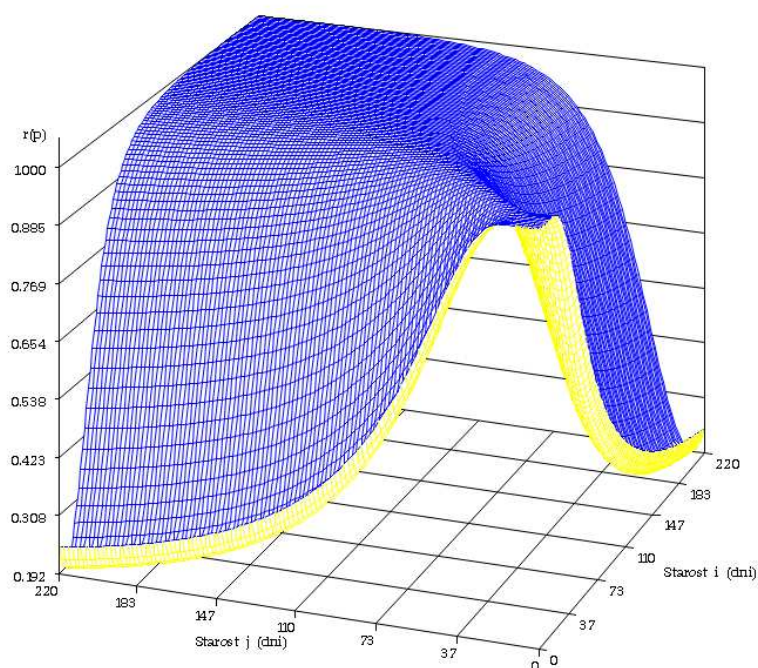
Tudi pri ocenah korelacij za vpliv permanentnega okolja (tabela 14, slika 14) se kažejo isti trendi kot pri korelacijah za vpliv skupnega okolja v gnezdu. Le ocene kovarianc z rojstno maso so višje. Korelacij za permanentno okolje pri modelu z večlastnostno analizo nimamo ločenih od vpliva trenutnega okolja. Ker so korelacije za trenutno okolje (ostanek) pri analizi z naključno regresijo 0, predpostavljamo, da se kovariance za ostanek iz večlastnostne analize pokažejo pri vplivu permanentnega okolja. Pri pregledu ocen kovarianc za permanentno okolje smo ugotovili, da so ocene kovarianc med meritvami in rojstno maso pri obeh metodah podobne. Prav tako so podobne ocene kovarianc med meritvami z rojstno maso in višjimi starostnimi razredi na koncu preizkusa. Med ostalimi meritvami so ocene kovarianc pri večlastnostni analizi tudi do dvakrat višje. Ocene korelacij so pri večlastnostni analizi pričakovano nižje, ker varianca za ostanek vključuje tako varianco za permanentno okolje kot trenutno okolje iz analize z modelom z naključno regresijo.

Tabela 14: Ocene korelacij za vpliv skupnega okolja v gnezdu (nad diagonalo) in korelacij za vpliv permanentnega okolja (pod diagonalo) v modelu z naključno regresijo z Legendrovim polinomom druge stopnje za vse genotipe (A), terminalne genotipe (B) in pasmo pietrain pri izbranem rejcu (C)

Niz		Starostni razred (R)												
R		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	1		0,21	0,14	0,13	0,11	0,10	0,08	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
	2	0,92		0,93	0,87	0,79	0,69	0,59	0,49	0,40	0,32	0,25	0,18	0,13
	3	0,45	0,76		0,99	0,96	0,91	0,85	0,78	0,71	0,65	0,59	0,54	0,49
	4	0,37	0,69	0,99		0,99	0,96	0,91	0,86	0,80	0,74	0,69	0,65	0,60
	5	0,29	0,63	0,98	0,99		0,99	0,96	0,92	0,88	0,83	0,79	0,75	0,71
	6	0,23	0,58	0,97	0,99	0,99		0,99	0,97	0,94	0,91	0,87	0,84	0,81
	7	0,19	0,55	0,96	0,98	0,99	1,00		0,99	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88
	8	0,16	0,52	0,95	0,98	0,99	0,99	1,00		0,99	0,98	0,97	0,95	0,93
	9	0,14	0,50	0,94	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00		0,99	0,99	0,98	0,96
	10	0,11	0,48	0,94	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,99	0,98
	11	0,10	0,47	0,93	0,96	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,99
	12	0,09	0,45	0,93	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00		0,99
	13	0,08	0,44	0,92	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	
B	1		0,21	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
	2	0,90		0,95	0,91	0,85	0,78	0,70	0,62	0,54	0,46	0,40	0,33	0,27
	3	0,56	0,85		0,99	0,97	0,94	0,89	0,83	0,78	0,72	0,66	0,61	0,56
	4	0,49	0,81	0,99		0,99	0,97	0,93	0,89	0,84	0,79	0,74	0,69	0,65
	5	0,43	0,77	0,98	0,99		0,99	0,97	0,94	0,90	0,86	0,82	0,78	0,74
	6	0,38	0,73	0,98	0,99	0,99		0,99	0,97	0,95	0,92	0,88	0,85	0,82
	7	0,35	0,71	0,97	0,98	0,99	1,00		0,99	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88
	8	0,33	0,69	0,96	0,98	0,99	0,99	1,00		0,99	0,98	0,97	0,95	0,93
	9	0,30	0,67	0,96	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,99	0,97	0,96
	10	0,28	0,66	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,99	0,98
	11	0,27	0,65	0,95	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00		0,99	0,99
	12	0,26	0,64	0,94	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00		0,99
	13	0,25	0,63	0,94	0,96	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	
C	1		0,07	0,06	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17
	2	0,56		0,96	0,93	0,87	0,79	0,69	0,57	0,46	0,35	0,25	0,16	0,08
	3	0,09	0,86		0,99	0,97	0,93	0,86	0,78	0,68	0,59	0,50	0,42	0,34
	4	0,04	0,84	0,99		0,99	0,96	0,91	0,84	0,76	0,67	0,59	0,51	0,44
	5	0,00	0,81	0,99	1,00		0,99	0,96	0,90	0,84	0,76	0,69	0,62	0,55
	6	-0,03	0,79	0,99	0,99	1,00		0,99	0,96	0,91	0,85	0,79	0,73	0,67
	7	-0,05	0,78	0,99	0,99	0,99	1,00		0,99	0,96	0,92	0,87	0,82	0,77
	8	-0,06	0,77	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,97	0,93	0,90	0,86
	9	-0,07	0,76	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,97	0,95	0,92
	10	-0,08	0,76	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,98	0,96
	11	-0,09	0,75	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00		0,99	0,99
	12	-0,10	0,75	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00		0,99
	13	-0,10	0,74	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	



Slika 13: Korelacije za skupno okolje v gnezdu med telesnimi masami pri preizkusu merjascev za vse genotipe (niz A) iz analize z naključno regresijo



Slika 14: Korelacije za permanentno okolje med telesnimi masami pri preizkusu merjascev za vse genotipe (niz A) iz analize z naključno regresijo

5 RAZPRAVA

Število preizkušenih merjascev posameznih genotipov v Sloveniji je premajhno. Ob rojstvu je bilo polovico stehtanih merjaščkov pasme pietrain in 30 % hibrida 54. Pri pasmi pietrain so bili ob odbirah merjaščkov ob odstavitvi in naselitvi v preizkus strožji in tako so naselili samo okoli 20 % ob rojstvu stehtanih merjaščkov, medtem ko je bil delež naseljenih v preizkus pri maternalnih pasmah okoli 30 %, pri genotipu 55 in 54 pa še za 10 % višji.

Pri maternalnih pasmah merjascev preizkus ne poteka kontinuirano. Merjasce preizkušajo po naročilu glede na potrebe po plemenskih merjascih na terenu. Večje povpraševanje je po merjascih terminalnih genotipov, ki se uporabljajo pri tro- ali štiripasemskih križanjih za prirejo pitancev. Število preizkušenih merjascev se po letih zmanjšuje. Tako so tudi primerjalne skupine zmanjšujejo, kar neugodno vpliva na točnost napovedi plemenske vrednosti (Urankar in sod., 2011). Največje so pri pasmi pietrain, saj na 14 dni naselijo 6 do 7 merjascev. Primerjalne skupine naj bi štele najmanj 10 živali istega genotipa (Gadd, 2003).

Pri večini merjaščkov, še posebej pri pasmi 55 in hibridu 54, opazimo, da ti zaostanejo v rasti po odstavitvi in ne dosežejo primerne naselitvene mase 30 kg pri starosti 75 dni, ko naj bi merjasci pričeli preizkus. Tudi v čredah z nukleusi opazamo, da je neuspešna predvsem odstavitev pujskov, saj traja vzreja vsaj 14 dni več kot bi pričakovali. Zaostanek v rasti je še posebej opazen v reji s svinjami slovenska landrace linija 55, kar pa pripisujemo predvsem nižjim higienskimi standardom v reji in slabši oskrbi svinj. Kot dober rezultat za komercialne reje velja, da živali pri starosti manj kot 75 dni dosežejo 30 kg (Gadd, 2003; Christiansen, 2010). V letu 2013 so bili merjasci pasme pietrain naseljeni v preizkus pri povprečni masi 81,4 dni in masi 33,1 kg, pasma 55 pa pri povprečni masi 79,6 dni in masi 29,8 kg (Kovač in sod., 2014). Če primerjamo rezultate s standardi iz literature merjasci zaostajajo v rasti, pri starosti 84 dni naj bi dosegali 43 kg (Gadd, 2003). Razlika med podanimi standardi in rezultati iz preizkusa se s starostjo povečujejo. V primerjavi s testno postajo Nemščak v letu 2001, kjer so merjasci pri 100 kg bili stari 193,1 dni Kovač in sod. (2002), so merjasci pasme pietrain dosegali boljše rezultate. Preizkusa med seboj nista čisto primerljiva, saj sestava krme v preizkusih ni bila ista. Poleg tega so merjasci na kmetijah skupinsko vhlavljeni, lahko se več gibajo, med njimi se vzpostavi socialno okolje, ki lahko pozitivno kot tudi negativno vpliva na rast.

Enolastnostni model, kjer mase pri različnih starostih obravnavamo kot druge lastnosti, ne upošteva predhodne selekcije in so tako ocene variance v starostnih razredih proti koncu preizkusa podcenjene (Kovač, 1989). Meritve telesne mase so v višjih starostnih razredih visoko korelirane, zato pri večlastnostni analizi nismo mogli oceniti vseh parametrov disperzije za vse starostne razrede hkrati. Alternativa je model z naključno regresijo, kjer lahko vse me-

ritve hkrati vključimo v obdelavo, spreminjanje varianc in kovarianc s starostjo pa opišemo s funkcijo. Oceniti je potrebno manj parametrov, kar pripomore k hitrejšim izračunom. Pri modelu z naključno regresijo lahko napovedujemo plemenske vrednosti za maso pri določeni starosti, prirast in potek krivulje. Pri modelu z naključno regresijo je mogoče oceniti komponente variance na kateri koli točki proizvodne funkcije (Malovrh in Kovač, 2000).

Ocene heritabilitet so visoke pri vseh treh modelih. Heritabilitete ocenjene z modelom z naključno regresijo pri nizu A in B se gibljejo okoli 0,30 do 0,45 (tabela 8). Pri nizu C so še nekoliko višje ob koncu preizkusa 0,65. Malovrh (2003) je izračunala heritabilitete za prirast mase na posameznih intervalih pri prašičih (od 0,25 do 0,43) kot tudi za telesno maso pri govedu (0,27 do 0,43). Pri ovcah so za telesno maso Lewis in Brotherstone (2002) dobili nižje ocene heritabilitet. Ob rojstvu je bila heritabiliteta 0,09 in je naraščala s starostjo ter dosegla 0,35 pri starosti 150 dni.

Skupno okolje v gnezdu pojasni pri nizu A in B okoli 30 % fenotipske variance (tabela 8), pri nizu C je delež za polovico manjši. Veliki deleži so verjetno posledica tudi različnega okolja med rejci po sezonah, saj je bilo po rejcu le malo gnezd. Delež skupnega okolja v gnezdu pri prašičih, ki ga je ocenila Malovrh (2003), je bil na začetku preizkusa 0,21 pri starosti 31 dni in na koncu pri starosti 145 dni 0,15.

Genetske korelacije med rojstno maso in ostalimi masami v starostnih razredih so najnižje tako pri modelu z naključno regresijo med 0,09 in 0,65 (tabela 13) kot tudi pri večlastnostnem modelu med 0,07 in 0,49 (tabela 9). Rojstna masa bi tako predstavljala drugo lastnost. Lewis in Brotherstone (2002) navajajo, da verjetno na rojstno maso vplivajo drugi geni, ker so korelacije med rojstno maso in ostalimi masami najnižje. V nadaljevanju bi bilo smiselno preučiti izključitev rojstne mase iz modela z naključno regresijo in jo obravnavati kot drugo lastnost.

Pri nadaljnjih raziskavah bi lahko v izračun plemenskih vrednosti za rast merjascev vključili tudi druge z rastjo povezane lastnosti. Zaenkrat imamo na voljo podatke o debelini hrbtna in stranske slanina pri zadnjih dveh ali treh tehtanjih v preizkusu. Obdelavi podatkov iz preizkusa merjascev v pogojih reje bi lahko priključili tudi meritve iz preizkusa mladice. S tem bi pridobili dodatne informacije za rast v pogojih reje. Preizkus mladice poteka v drugačnih pogojih, merjene so samo ob končni odbiri, mladice terminalnih pasem pa imajo izmerjeno tudi rojstno in odstavitveno maso. Pred morebitno združitvijo obdelav za rutinsko delo je potrebno preučiti, kako obravnavati posamezne informacije iz različnih preizkusov. Potrebno bi bilo preveriti zanesljivost ocen plemenskih vrednostih pri merjascih in mladica. Ker je pri mladica samo ena ali največ tri meritve, bi pri modelu z naključno regresijo lahko prišlo do težav. Vsaka regresijska analiza zahteva, da je na opazovanem intervalu rasti dovolj opazovanj, ki so na tem intervalu primerno razporejene (Huisman, 2001).

6 SKLEPI

Pri proučevanju rasti merjascev z eno- in večlastnostnim modelom ter z modelom z naključno regresijo lahko zaključimo naslednje:

- S sistematskim delom modela smo pojasnili okoli 30 do 50 % variabilnosti, odvisno od starostnega razreda. Sistematski vplivi z nivoji v modelu so: vzrejališče, genotip, sezona in zaporedna prasitev. Velikost gnezda in starost sta bili neodvisni spremenljivki.
- Pri večlastnostni analizi smo naleteli na težave, ker so zaporedne telesne mase močno korelirane. Pri obdelavi smo odstranjevali posamezne razrede, da smo dosegli pozitivno definitnost matrik. Uporabili smo lahko vsako drugo meritev telesne mase. Tako nismo mogli izračunati vseh komponent disperzije hkrati.
- Ocenjene lastne vrednosti za posamezni naključni vpliv pri modelu z naključno regresijo kažejo, da za oceno varianc in kovarianc zadošča Legendrov polinom druge stopnje.
- Ocene komponent variance z modeli z naključno regresijo so skladne z ocenami iz enolastnostnih in večlastnostnih analiz. V zadnjih starostnih razredih, kjer je manjše število opazovanj, pride do razhajanj med analizami, ki jih pripisujemo selekcioniranemu vzorcu.
- Pri enolastnostni analizi so ocene komponent variance in deležev v višjih razredih manjše v primerjavi z modelom z naključno regresijo in večlastnostnim modelom, kar pripisujemo selekcioniranemu vzorcu podatkov in nezmožnosti upoštevanja selekcije enolastnostnega modela.
- Ocene heritabilitete za telesno maso so visoke. Pri rojstni masi znaša ocena heritabilitete okoli 0,45, najnižja je ob odstavitvi (0,26 pri nizu C), in se s starostjo postopoma povečuje do 0,45. Pri pasmi pietrain so heritabilitete še nekoliko višje, npr. 0,65 v devetem starostnem razredu.
- Delež nepojasnjene variance se zmanjšuje s starostjo, pri odstavitveni masi znaša 0,30, medtem ko pri telesni masi v desetem starostnem razredu ostane nepojasnjene le 0,06 variance. Relativna napaka merjenja je precej večja v nižjih starostnih razredih zaradi uporabe iste tehtnice za vse meritve.

- Ocene korelacij so najvišje med sosednimi tehtanji (nad 0,8) in se s starostjo približujejo 1. Korelacije se zmanjšujejo s povečanjem časovne razdalje med tehtanji. Najnižje korelacije za vse naključne vplive so med rojstno in odstavitveno maso.
- Nižje korelacije med rojstno maso in ostalimi masami bi lahko nakazovale, da na rojstno maso vplivajo drugi geni, ki se izražajo pri rasti zarodkov v prenatalnem obdobju. V prihodnje bi bilo smiselno preveriti izključitev rojstne mase iz modela z naključno regresijo in obravnavati rojstno maso kot drugo lastnost.
- Zaradi visokih korelacij med starostnimi razredi je uporaba vseh zbranih podatkov možna z uporabo modela z naključno regresijo, medtem ko večlastnostna analiza tega ne omogoča.
- Struktura podatkov v analizi ni bila optimalna. V prihodnje bi bilo potrebno preizkus merjascev vseh genotipov, zlasti maternalnih pasem, izvajati v večjem obsegu, saj bi s tem lahko napovedali plemenske vrednosti z večjo točnostjo in povečali intenzivnost selekcije. Tako bi dosegli tudi večji genetski napredek.
- Uporaba modela z naključno regresijo pri obdelavi podatkov za rast merjascev bi bila smiselna. Model z naključno regresijo je v primerjavi z večlastnostnim modelom bolj robusten, potrebno je oceniti manj parametrov in upošteva predhodno selekcijo. Prav tako nam omogoča oceniti komponente variance in napovedati plemenske vrednosti na kateri koli točki proizvodne funkcije. Omogoča selekcijo tako na raven kot obliko proizvodne funkcije.

7 POVZETEK

Rast lahko delimo na prenatalno in postnatalno. V prašičereji spremljamo predvsem postnatalno rast. Največkrat jo opisujemo z rastnimi krivuljami, ki so značilne sigmoidalne oblike in prikazujejo telesno maso živali pri posamezni starosti. Rastne krivulje opisujejo rast od rojstva do odrasle velikosti, vendar rast posplošujejo, saj predvidevajo idealne pogoje za rast živali. Najpogosteje v praksi in v preizkusih spremljamo rast prašičev na krajših intervalih, le od naselitve do konca pitanja. Tako lahko rast modeliramo s polinomi ali enostavnejšimi funkcijami. Za preučevanje in razumevanje rasti potrebujemo podatke o lastnostih, ki se spreminjajo z rastjo. Meritve, s katerimi želimo spremljati rast, morajo biti poceni, enostavne in dovolj natančno izmerjene. Tako največkrat spremljamo telesno maso živali.

Na rast živali vplivajo številni dejavniki. Med endogene štejemo spol in genotip živali, prisotnost dednih napak in genov z večjim učinkom, kot npr. gen za dvojno oмиšičenost. Genotipi z večjo odraslo velikostjo imajo večjo zmogljivost rasti. Merjasci rastejo hitreje in imajo boljšo mesnatost kot svinjke ali kastrati. Pri pitanju žal ne moramo izkoriščati teh prednosti, saj je lahko v merjaščevem mesu prisoten neprijeten vonj. Prehrano, zdravstveni status, higieno, okoljske dejavnike in pospeševalce rasti štejemo med endogene vplive. Krma mora pokrivati potrebe živali in omogočati potencialno rast. Z rastjo se mora prilagajati tako sestavo kot količino krme. Z izvajanjem biovarnostnih ukrepov in s povečanjem higiene v hlevih lahko pričakujemo boljše proizvodne rezultate. V hlevih uravnavamo temperaturo, kakovost zraka in svetlobo, da zadovoljimo potrebe živali v različnih obdobjih.

Podatke o rasti smo pridobili iz preizkusa merjascev v pogojih reje na vzrejnih središčih, ki zajema tehtanja od rojstva do 100 kg in je namenjen vzreji merjascev čistih pasem in hibridov. V preizkus sta vključeni maternalni pasmi slovenska landrace - linija 11 in slovenski veliki beli prašič in terminalni pasmi slovenska landrace - linija 55, pietrain ter hibrid 54. Živali stehtajo ob rojstvu, ob odstavitvi in naselitvi ter vsakih 14 dni, dokler skupina ne preseže 95 kg.

Struktura podatkov je slaba. Vsi genotipi niso bili zastopani v vseh sezonah, zato v primerjalnih skupinah ni zadostnega števila preizkušenih živali. Odločili smo se za tri nize podatkov. V prvega smo uvrstili podatke vseh genotipov. Ker pri maternalnih pasmah ni opravljenih veliko meritev, smo jih pri drugem nizu izločili in tako obdržali samo terminalne genotipe. V zadnji niz smo zajeli le podatke izbranega rejca za pasmo pietrain. V tej reji preizkus merjascev poteka najbolj kontinuirano in predvidevamo, da so pogoji najbolj standardizirani.

Komponente varianc in kovarianc za rast merjascev smo ocenili z metodo omejene največje zanesljivosti (REML). Uporabili smo tri modele: enolastnostni in večlastnostni model ter model z naključno regresijo. V sistematskem delu modela smo vključili genotip živali, vzre-

jališče, sezono in zaporedno gnezdo kot vplive z nivoji. Velikost gnezda smo opisali s kvadratno regresijo, starost, ki je bila ugnезdena znotraj genotipa, pa z linearno pri eno in večlastnostnem modelu ter s kvadratno v modelu z naključno regresijo. Naključni del modela sta sestavljala aditivni genetski vpliv in vpliv skupnega okolja v gnezdu. Pri modelu z naključno regresijo smo dodali vpliv permanentnega okolja. Pri analizi niza C smo izpustili vpliv vzrejališča in genotipa. Naključne vplive smo v modelu z naključno regresijo opisali z Legendrovim polinomom prve, druge in tretje stopnje. Z analizo lastnih vrednosti smo ocenili relativen pomen členov Legendrovega polinoma. Po analizi smo se odločili, da bomo za vse naključne vplive uporabili Legendrov polinom druge stopnje.

Ocene heritabilitet pri enolastnostni analizi za telesno maso so se povečevale s starostjo živali pri vseh nizih podatkov. Gibale so se okoli 0,37 pri odstavitveni masi in okoli 0,50 ob koncu preizkusa pri nizu A in nizu B. Heritabilitete pri nizu C se ob koncu preizkusa povzpele kar na 0,80. Pri odstavitvi delež skupnega okolja pojasni 35 % fenotipske variance in se zmanjšuje proti koncu preizkusa.

Pri izračunu parametrov disperzije pri večlastnostni analizi smo imeli težave, ker so mase med starostnimi razredi avtokorelirane. Tako v izračune hkrati nismo mogli vključiti vseh opazovanj. Pozitivno definitne matrike varianc in kovarianc smo dobili šele, ko smo v analizo vključili vsako drugo meritev. Ocene heritabilitet se med eno in večlastnostno analizo bistveno ne razlikujejo. Nekaj več razhajanja je pri tehtanjih ob začetku preizkusa pri starostih med 60 in 107 dnevi ob naselitvi in na koncu preizkusa. Prav tako se vpliv skupnega okolja v gnezdu postopoma zmanjšuje, še posebej pri pasmi pietrain. Pri večlastnostnih analizah komponente variance in deleži fenotipske variance med starostnimi razredi bolj enakomerno naraščajo, kajti pri ocenah se preko korelacij upoštevajo tudi meritve iz drugih razredov. Tako se korigira tudi učinek selektivno izbranega vzorca ob naseljevanju in pri zaključevanju preizkusa.

Ocene fenotipskih korelacij pri večlastnostni analizi se s starostjo povečujejo. S povečanjem časovne razlike med meritvami se korelacije zmanjšujejo. Isti trend je opaziti tudi pri genetskih korelacijah. Največje genetske korelacije med rojstno in odstavitveno maso so pri nizu C in sicer 0,49 in 0,51, medtem ko so korelacije pri nizu A in B med 0,24 in 0,31. Korelacije med starostnimi razredi pri nizu C se tudi hitreje povečujejo. Višje korelacije pripisujemo dobri oskrbi svinj, urejenosti reje in bolj izenačenim pogojem v obdobju pred naselitvijo in v preizkusu.

Ocene komponent variance pri modelih z naključno regresijo so skladne z ocenami iz eno in večlastnostnih analiz. Do manjših razhajanj prihaja proti koncu preizkusa, ko se število meritev zmanjšuje in v preizkusu ostajajo slabše rastoče živali oz. selekcioniran vzorec. Tu so ocene komponente variance ocenjene z modelom z naključno regresijo višje v primerjavi z

eno in večlastnostnim modelom. Heritabiliteta ocenjena ob rojstvu je visoka za vse genotipe skupaj in terminalne genotipe, znaša okoli 0,45, pri pasmi pietrain pa je še višja 0,55. Pri odstavitvi se heritabilitete znižajo in potem postopoma naraščajo do konca preizkusa. Ocene heritabilitete v modelu z naključno regresijo so nižje kot pri eno in večlastnostni analizi.

Ocene fenotipskih korelacij ocenjenih z naključno regresijo med sosednjimi in bližnjimi meritvami se s starostjo povečujejo in med zadnjimi razredi najvišje. Podoben trend opazimo tudi pri ocenah korelacij za aditivni genetski vpliv, vpliv permanentnega okolja in vpliv skupnega okolja v gnezd. Ocene korelacij za skupno okolje so pri večlastnostni analizi pričakovano nižje, ker varianca za ostanek vključuje tako varianco za permanentno okolje kot tudi trenutno okolje iz analize z modelom z naključno regresijo.

Najnižje korelacije so med rojstno maso in ostalimi masami v starostnih razredih. To bi lahko tudi nakazovalo, da na rojstno maso vplivajo drugi geni, ki regulirajo prenatalno rast, in bi jo bilo smiselno obravnavati kot drugo lastnost.

Uporaba modela z naključno regresijo pri obdelavi podatkov o rasti merjascev bi bila smiselna, kajti model z naključno regresijo je bolj robusten, potrebno je oceniti manj parametrov. Prav tako nam omogoča oceniti komponente variance in napovedati plemenske vrednosti na katerikoli točki proizvodne funkcije. Omogoča selekcijo tako na raven kot obliko proizvodne funkcije. Zaradi visokih korelacij med starostnimi razredi je uporaba vseh zbranih podatkov možna z uporabo modela z naključno regresijo, medtem ko večlastnostna analiza tega ne omogoča.

Pred aplikacijo ocenjevanja poteka rasti merjascev z modelom z naključno regresijo v praksi je potrebno še izračunati plemenske vrednosti in preveriti zanesljivost napovedi plemenskih vrednosti. Nove plemenske vrednosti je potrebno primerjati z obstoječimi.

7 VIRI

- Andersen S., Pedersen B. 1996. Growth and food intake curves for group-housed gilts and castrated male pigs. *Journal of Animal Science*, 63: 457–464
- Arango J.A., Cundiff L.V., Van Vleck L.D. 2004. Covariance functions and random regression models for cow weight in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 82: 54–67
- Beattie V.E., Walker N., Sneddon N. 1996. An investigation of the effect of environmental enrichment and space allowance on the behaviour and production of growing pigs. *Applied Animal Behavioural Science*, 48: 151–158
- Beaulieu A. D., Aalhus J. L., Williams N. H., Patience J. F. 2010. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. *Journal of Animal Science*, 88: 2767–2778
- Christiansen J. P. 2010. The basic of pig production. 2nd edition. Landburgsforlaget, Knowledge center for agriculture: 216 str.
- Drobnič M., Groeneveld E., Kovač M., Tavčar J., Šalehar A., Logar B., Ule I., Marušič M., Krašovic M. 1994. PiggyBank - program za podporo informacijskega sistema v prašičereji. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 29 str.
- Direktiva Sveta 2008/120/ES z dne 18. decembra 2008 o določitvi minimalnih pogojev za zaščito prašičev (kodificirana različica). 2009. Uradni List EU L47: 5–13. [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?qid=1413972892260uri=CELEX:32008L0120\(20.sept.2014\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?qid=1413972892260uri=CELEX:32008L0120(20.sept.2014))
- EFSA 2004. Scientific Report of the Scientific Panel for animal health and welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of Piglets. *EFSA Journal*, 91: 1–18
- English P.R., Fowler V.R., Baxter S., Smith B. 1996. The growing and finishing pig: Improving efficiency. 2nd edition. Ipswich, Farming press: 555 str.
- Gadd J. 2003. Pig production problems. John Gadd's guide to their solutions. Nottingham, Nottingham University Press: 591 str.
- Golarin Oven I., Valenčak Z. 2014. Biovarnost v reji prašičev. V: Spremljanje proizvodnosti prašičev, IX. del. Kovač M., Malovrh Š. (ur.). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Enota za prašičerejo: 95–101

- Gorjanc G., Golubović J., Malovrh Š., Kovač M. 2004. Napoved plemenske vrednosti in postopek odbire pri preizkusu prašičev v pogojih reje. V: Spremljanje proizvodnosti prašičev, II. del. Kovač M., Malovrh Š. (ur.). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Katedra za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičerejo: 18–27
- Groeneveld E., Kovač M., Mielenz N. 2010. VCE6 User's Guide and Reference Manual. Mariensee, Institute of Farm Animal Genetics, FLI.: 125 str.
- Groeneveld E., Kovač M., Wang T. 1990. PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation. V: 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, 23.–27. jul. 1990, Vol. 13. Edinburgh, The East of Scotland College of Agriculture: 488–491
- Grossman M., Bohren B. B., Anderson V. L. 1985. Logistic growth curve of chickens: a comparison of techniques to estimate parameters. *Journal of Heredity*, 76, 5: 397–399
- Huisman A. 2001. Random regression models, a novel approach to growth curves. V: AGBU Pig Genetics Workshop Notes, Armidale, 7.–8. nov. 2001. Armidale, University of New England: 53–60
- Kallweit E. 1992. Wachstum und Schlachtkörperqualität. V: Schweinezucht. Glodek P. (ed.). Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag GmbH & Co.: 108–147
- Kastelic M., Šalehar A. 1993. Hitrost rasti in sestava telesa. *Sodobno kmetijstvo*, 26: 325–330
- Köhn F., Sharifi A. R., Malovrh Š., Simianer H. 2007a. Estimation of genetic parameters for body weight of the goettingen minipigs with random regression model. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 85: 2423–2428
- Köhn F., Sharifi A. R., Täubert H., Malovrh Š., Simianer H. 2007b. Breeding for low body weight in goettingen minipigs. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 125: 20–28
- Komprej A., Gorjanc G., Malovrh Š., Kompan D., Kovač M. 2003. Genetic parameters with test-day model in Slovenian dairy sheep. V: Book of Abstracts of the 54th Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Commission on Sheep and Goat Production: Session S5.8, Rome, Italy, 31. avg.–3. sep. 2003. Wageningen, Wageningen Academic Publishers: 331
- Koops W. J., Grossman M. 1991. Application of a multiphasic growth function to body composition in pigs. *Journal of Animal Science*, 69: 3265–3273

Kovač M. 1989. Ocenjevanje genetskih trendov z BLUP metodo. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 56 str.

Kovač M., Malovrh Š. 2010. Katalog plemenskih merjascev na osemenjevalnih središčih. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Enota za prašičerejo, biometrijo in selekcijo: 94 str.

Kovač M., Malovrh Š. 2012. Rejski program za prašiče SloHibrid. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 398 str.

Kovač M., Malovrh Š., Ule I., Urankar J., Ložar K., Marušič M., Pavlin S. 2011. Preizkušnja prašičev na vzrejnih središčih od 1.1.2010 do 31.12.2010. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 10 str.

Kovač M., Malovrh Š., Ule I., Urankar J., Ložar K., Marušič M., Pavlin S. 2012. Preizkušnja prašičev na vzrejnih središčih od 1.1.2011 do 31.12.2011. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 9 str.

Kovač M., Malovrh Š., Ule I., Urankar J., Ložar K., Marušič M., Pavlin S. 2013. Preizkušnja prašičev na vzrejnih središčih od 1.1.2012 do 31.12.2012. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 8 str.

Kovač M., Malovrh Š., Ule I., Urankar J., Ložar K., Marušič M., Pavlin S. 2014. Preizkušnja prašičev na vzrejnih središčih od 1.1.2013 do 31.12.2013. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 8 str.

Kovač M., Malovrh Š., Čop Sedminek D. 2005. Rejski program za prašiče SloHibrid. Ljubljana, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije: 375 str.

Kovač M., Šalehar A., Štuhec I., Malovrh Š., Gorjanc G., Kovačič K., Jug A., Marušič M., Ule I., Čop D., Urankar J., Čandek-Potokar M., Šegula B., Vnuk M.G., Zrim J. 2002. Preizkušnja prašičev na testni postaji Nemščak v letu 2001. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 56 str.

Krejčová H., Mielenz N., Příbylová J., Schueler L. 2007. Estimation of genetic parameters for daily gains of bulls with multi-trait and random regression models. *Archiv für Tierzucht*, 50: 147–154

Krejčová H., Příbyl J., Příbylová J., Štípková M., Mielenz N. 2008. Genetic evaluation of daily gains of dual-purpose bulls using random regression model. *Czech Journal of Animal Science*, 53: 227–237

- Labroue F., Gueblez R., Sellier P. 1997. Genetic parameters of feeding behaviour and performance traits in group-housed Large White and French Landrace growing pigs. *Genetics Selection Evolution*, 29: 451–468
- Lawrence T. L. J., Fowler V. R. 2001. *Growth of farm animals*. Wallingford, CABI: 347 str.
- Lewis R. M., Brotherstone S. 2002. A genetic evaluation of growth in sheep using random regression techniques. *Journal of Animal Science*, 74: 63–70
- Luković Z., Malovrh Š., Gorjanc G., Kovač M. 2004. A random regression model in analysis of litter size in pigs. *South African Journal of Animal Science*, 34, 4: 242–248
- Mahan D. C., Lepine A. J. 1991. Effect of pig weaning weight and associated nursery feeding programs on subsequent performance to 105 kilograms body weight. *Journal of Animal Science*, 69: 1370–1378
- Malovrh Š. 2003. Genetic evaluation using random regression models for longitudinal measurements of body weight in animals. Doctoral dissertation. Domžale, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department: 93 str.
- Malovrh Š., Gorjanc G., Kovač M. 2003. Napovedovanje plemenske vrednosti pri merjascih. V: *Spremljanje proizvodnosti prašičev*, I. del. Kovač M., Malovrh Š. (ur.). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Katedra za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičerejo: 5–15
- Malovrh Š., Kovač M. 2000. Modeli z naključno regresijo. *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo. Zootehnika*, 76: 103–117
- Malovrh Š., Kovač M. 2007. Preizkušnja ter odbira mladic in merjascev. V: *Selekcija prašičev na kmetijah*. Kovač M., Malovrh Š. (ur.). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Katedra za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičerejo: 13–22
- Malovrh Š., Kovač M. 2014. Slovenske lokalne pasme prašičev (Stanje pasem v letu 2013). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Enota za prašičerejo: 101 str.
- Malovrh Š., Kovačič K., Kovač M. 2004. Ocena genetskih trendov v preizkusu merjascev. V: *Spremljanje proizvodnosti prašičev*, II. del. Kovač M., Malovrh Š. (ur.) Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Katedra za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičerejo: 28–41

- Milligan B. N., Fraser D., Kramer D. L. 2002. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livestock Production Science*, 76: 181–191
- Nobre P.R.C., Misztal I., Tsuruta S., Bertrand J.K., Silva L.O.C., Lopes P.S. 2003a. Analyses of growth curves of Nellore cattle by multiple-trait and random regression models. *Journal of Animal Science*, 81: 918–926
- Nobre P.R.C., Misztal I., Tsuruta S., Bertrand J.K., Silva L.O.C., Lopes P.S. 2003b. Genetic evaluation of growth in Nellore cattle by multiple-trait and random regression models. *Journal of Animal Science*, 81: 927–932
- Peškovičová D., Groeneveld E. 1997. Simultaneous estimation of genetic parameters for field and station test traits in White Meaty and White Improved pigs in Slovakia. V: *Book of Abstracts of the 48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Vienna, Austria, 25-28. avg. 1997. Wageningen, Wageningen Academic Publishers, Session P5.1.
- Peškovičová D., Wolf J., Groeneveld E., Wolfová M. 2002. Simultaneous estimation of the covariance structure of traits from field test, station test and litter recording in pigs. *Livestock Production Science*, 77: 155–165
- Quiniou N., Dagorn J., Gaudre D. 2002. Variation of piglets birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, 78, 1: 63–70
- Saintilan R., Merour I., Schwob S., Sellier P., Bidanel J., Gilbert H. 2011. Genetic parameters and halothane genotype effect for residual feed intake in Pietrain growing pigs. *Livestock Science*, 142: 203–209
- SAS Inst. Inc. 2011. *The SAS System for Windows*, Release 9.3. Cary, NC.
- Schinckel A. P., Einstein M. E., Jungst S., Booher C., Newman S. 2009. Evaluation of different mixed model nonlinear functions to describe the body weight growth of pigs of different sire and dam lines. *Professional Animal Scientist*, 25: 307–324
- Schulze V., Roehe R., Lorenzo-Bermejo J., Looft H., Kalm E. 2002. Genetic associations between observed feed intake measurements during growth, feed intake curve parameters and growing-finishing performances of central tested boars. *Livestock Production Science*, 73:199–211

- Suzuki K., Irie M., Kadowaki H., Shibata T., Kumagai M., Nishida A. 2005. Genetic parameter estimates of meat quality traits in Duroc pigs selected for average daily gain, longissimus muscle area, backfat thickness and intramuscular fat content. *Journal of Animal Science*, 83: 2058–2056
- Šalehar A. 1995. Prašičereja. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 278 str.
- Šalehar A., Zagožen F. 1977. Seleksijski program za prašiče v Sloveniji. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 69 str.
- Šalehar A., Zelenko G. 2001. Postnatalna rast in pitanje prašičev. *Sodobno kmetijstvo*, 34, 6: 264–268
- Pravilnik o zaščiti rejnih živali. 2010. Ur. l. RS, št. 51/10
- Urankar J., Kovač M., Malovrh Š. 2011. Vpliv velikosti primerjalne skupina na zanesljivost napovedi plemenskih vrednosti pri mladica. V: *Spremljanje proizvodnosti prašičev*, VII. del. Kovač M., Malovrh Š (ur.). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Enota za prašičerejo, biometrijo in selekcijo: 61–74
- Urankar J., Malovrh Š., Kovač M. 2010. Vplivi na rojstno maso pujskov. V: *Spremljanje proizvodnosti prašičev*, VI. del. Kovač M., Malovrh Š (ur.). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Enota za prašičerejo, biometrijo in selekcijo: 17–24
- Urankar J., Ule A., Š. Malovrh, Kovač M. 2014. Razporeditve rejskih opravil v plemenski čredi. V: *Spremljanje proizvodnosti prašičev*, IX. del. Kovač M., Malovrh Š (ur.). Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Enota za prašičerejo: 71–81
- Vincek D., Kralik G., Kušec G., Sabo K., Scitovski R. 2012. Application of growth functions in the prediction of live weight of domestic animals. *Central European Journal of Operations Research*, 20, 4: 719–733
- Von Felde A., Roehe R., Looft H., Kalm E. 1996. Genetic association between feed intake and feed intake behaviour at different stages of growth of group-housed boars. *Livestock Production Science*, 47: 11–22
- Whittemore C. 1993. The science and practice of pig production. Harlow, Longman Scientific and Technical: 661 str.

Whittemore C.T., Green D.M. 2000. The weaner pig nutrition management. Wallingford, CABI Publishing: 399 str.

Wiedmann R. 2009. Pigport 1 2 3. Norderstedt, Books on Demand GmbH: 176 str.

Williams I.H. 2003. Growth of the weaned pig. V: Weaning the pig concepts and consequences. Pluske J. R., Dividich J. Le, Verstegen M. W. A. (eds.) Wageningen, Wageningen Academic Publishers: 17–31

Žemva 2010. Kakovost mesa in maščobnega tkiva slovenskih lokalnih genotipov prašičev. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 136 str.

ZAHVALA

Ob zaključku magistrskega študija bi se rada zahvalila mentorici prof. dr. Mileni Kovač in somentorici doc. dr. Špeli Malovrh za vse strokovne nasvete, za pomoč pri realizaciji magistrskega dela, drobne programerske spretnosti ter za spodbudne besede tekom študija. Doc. dr. Gregorju Gorjancu in doc. dr. Silvestru Žgurju se zahvaljujem za recenzijo magistrske naloge. Zahvaljujem se dr. Nataši Siard za pregled naloge in pomoč pri navajanju literature, saj nam študentom vedno dela preglavice. Za pomoč pri reševanju študentskih in administrativnih težav v času študija se zahvaljujem ga. Sabini Knehtl, ki vedno najde rešitev in nas opogumlja za naslednji korak.

Zahvala vsem sodelavkam na Enoti za prašičerejo, da so me sprejele in z mano delile praktična znanja. V času študija sem lahko obiskala več prašičerejskih kmetij, na katerih so mi rejci in terenski selekcionisti predstavili različne tehnološke rešitve in rejska opravila. Na farmah Ihan in Klinja vas so mi strokovni sodelavci ter delavci omogočili dodatna izobraževanja. Za vse pridobljene praktične izkušnje in informacije sem jim zelo hvaležna.

Študentska leta mi bodo ostala nepozabna zlasti zaradi sošolcev in prijateljev, s katerimi smo pridno nabirali in si bogatili življenjske izkušnje.

Doma me vedno čakata skrbna starša. Nanju lahko vedno računam in se zanesem. Za popestritev prostega časa poskrbita Žiga in Andrej. Z vami mi je prav posebej lepo.

PRILOGE

Priloga A: Priprava podatkov

```
set embedded on
set feedback off
set echo off
set tab on
set trimout on
set ver off
set line 500
set heading
off set term on
```

prompt ... NAREDIMO ZBIRNO TABELO

prompt t_rast

```
drop table t_rast;
create table t_rast (
owner          varchar(5),
origin         varchar(5),
id             varchar(13),
dt_nas        date,
dt_t          date,
dt_r          date,
star          number(6),
p             number(7,1),
masa          number(6,2),
dhs1          number(2),
dhs2          number(2),
dhs3          number(2),
test          varchar(2),
sex           varchar(3),
br            varchar(4),
box           varchar(8),
sire          varchar(13),
dam           varchar(13),
gn            varchar(16),
zap           number(2),
gn_vel        number(2),
cull_dt       date,
cull_cause    varchar(4),
sezona        varchar(6))

tablespace bazatmp
storage (initial 1200K next 300k pctincrease 0)
pctfree 1;

prompt ... vsatvimo podatke iz testlju_reja

insert into t_rast (owner, dt_t, id, masa, dhs1, dhs2, dhs3, test)
select owner, dt_t, id, teza, dhs1, dhs2, dhs3, test
from m.testlju_reja where dt_t between '5.5.2004' and '31.5.2013';

drop index t_rast_id_t;
create index t_rast_id_t on t_rast (id,owner);

prompt ... vpisemo vzrok in datum izločitve

update t_rast a set (cull_cause, cull_dt)=(select cull_cause, cull_dt
from koo.animal b where a.id=b.id
and a.test='R' and a.owner=b.owner)
where exists (select ' ' from koo.animal b where
```

a.id=b.id and a.test='R' and a.owner=b.owner);

prompt ... vsatvimo podatke iz merjascev

```
update t_rast a set (origin, dt_r, dt_nas, br, sex, box, sire, dam)=
(select origin, birth_dt, dt_nas, br, sex, box, sire, dam
from koo.merjasci b where a.id=b.id and a.owner=b.owner)
where exists (select '.' from koo.merjasci b where a.id=b.id
and a.owner=b.owner);
```

prompt ... 11,22

drop table t_nass;

```
create table t_nass as select * from koo.merjasci where dt_nas is not null and sex=1 and breed
in ('11','22');
update t_rast set owner=null where br in ('1111','2222');
update t_rast a set (owner)=(select owner from t_nass b where a.id=b.id )
where exists (select '.' from t_nass b where a.id=b.id );
drop table t_nass;
```

prompt ... samo merjasci

```
drop index t_rast_sex; create index t_rast_sex on t_rast (sex);
delete from t_rast where sex=2;
```

prompt ... brišem neprave pasme

```
delete from t_rast where br in ('5A44','55AA'); delete from t_rast where br is null;
```

prompt ... izracunamo starost

```
update t_rast set star=dt_t-dt_r;
```

prompt ... dnevni prirasti

drop table t_p;

```
create table t_p (
id          varchar(13),
star        number(4),
star1       number(4),
p           number(6,2),
masa        number(4),
masa1       number(4),
test        varchar(2))
```

tablespace bazatmp

storage (initial 1200K next 300k pctincrease 0)

pctfree 1;

```
create index t_p_id_t on t_p (id,test);
```

```
insert into t_p (id, star, masa, test) select id, star, masa, test from t_rast;
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='R' and a.test='O'
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='R' and a.test='O'));
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='O' and a.test='N')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='O' and a.test='N');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='N' and a.test='1')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='N' and a.test='1');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='1' and a.test='2')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='1' and a.test='2');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='2' and a.test='3')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='2' and a.test='3');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='3' and a.test='4')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='3' and a.test='4');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='4' and a.test='5')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='4' and a.test='5');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='5' and a.test='6')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='5' and a.test='6');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='6' and a.test='7')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='6' and a.test='7');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='7' and a.test='8')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='7' and a.test='8');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='8' and a.test='9')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='8' and a.test='9');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='9' and a.test='10')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='9' and a.test='10');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='10' and a.test='11')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='10' and a.test='11');
```

```
update t_p a set (masa1, star1)=(select masa, star
from t_rast b where a.id=b.id and b.test='11' and a.test='12')
where exists (select '.' from t_rast b
where a.id=b.id and b.test='11' and a.test='12');
```

```
update t_p set p=((masa-masa1)/(star-star1))*1000);
```

prompt ... prapisemo dnevni prirast

```
drop index t_rast_id_t;
```

```
create index t_rast_id_t on t_rast (id, test)
tablespace ind storage (initial 1047 k next 512 k pctincrease 0);
```

```
update t_rast a set (p)=(select p from t_p b
where a.id=b.id and b.test=a.test)
where exists (select '.' from t_p b where a.id=b.id and b.test=a.test);
```

prompt ... velikost gnezda

```
update t_rast a set (gn_vel)=(select liveborn+stillborn
from koo.cycle b where a.dam=b.sowid and a.dt_r=b.farrowing_dt)
where exists (select '.' from koo.cycle b where a.dam=b.sowid and a.dt_r=b.farrowing_dt);
```

prompt ... gnezdo

```
update t_rast set gn=substr(id,1,instr(id,'-',1,2))||to_char(dt_r,'rrmm');
```

prompt ... box

```
update t_rast set box=99999 where box is null;
update t_rast set box=box||'-'||to_char(dt_nas,'rrmm') where box !=99999;
update t_rast set box=99999 where box like '%-';
```

prompt zaporedna prasitev

```
update t_rast a set (zap)=(select parity from koo.cycle b
where a.dam=b.sowid and a.dt_r=b.farrowing_dt)
where exists (select '.' from koo.cycle b where a.dam=
b.sowid and a.dt_r=b.farrowing_dt);
```

prompt ... sezona

```
drop table t_nii; create table t_nii as select id, dt_t from t_rast where test='N';
alter table t_nii add sezona varchar(6);
update t_nii set sezona=to_char(dt_t,'yyyymm');
```

```
update t_rast a set sezona=( select sezona from
t_nii b where a.id=b.id)
where exists (select '.' from t_rast b where a.id=b.id);
```

```
alter table t_rast add sezona_r varchar(6);
drop table t_nii;
create table t_nii as select distinct id, dt_r from t_rast;
alter table t_nii add sezona varchar(6);
update t_nii set sezona=to_char(dt_r,'yyyymm');
```

```
update t_rast a set sezona_r=( select sezona
from t_nii b where a.id=b.id)
where exists (select '.' from t_rast b where a.id=b.id);
```

prompt ... popravimo test

```
alter table t_rast add test1 number (2);
update t_rast set test1='1' where test='R';
update t_rast set test1='2' where test='O';
update t_rast set test1='3' where test='N';
```

```
update t_rast set test1='4' where test='1';
update t_rast set test1='5' where test='2';
update t_rast set test1='6' where test='3';
update t_rast set test1='7' where test='4';
update t_rast set test1='8' where test='5';
update t_rast set test1='9' where test='6';
update t_rast set test1='10' where test='7';
update t_rast set test1='11' where test='8';
update t_rast set test1='12' where test='9';
update t_rast set test1='13' where test='10';
update t_rast set test1='14' where test='11';
alter table t_rast add ww number(2);

update t_rast set ww='1' where test1='1';
update t_rast set ww='2' where test1='2';
update t_rast set ww='3' where star between 60 and 79;
update t_rast set ww='4' where star between 80 and 93;
update t_rast set ww='5' where star between 94 and 107;
update t_rast set ww='6' where star between 108 and 121;
update t_rast set ww='7' where star between 122 and 135;
update t_rast set ww='8' where star between 136 and 149;
update t_rast set ww='9' where star between 150 and 163;
update t_rast set ww='10' where star between 164 and 177;
update t_rast set ww='11' where star between 178 and 191;
update t_rast set ww='12' where star between 192 and 205;
update t_rast set ww='13' where star between 206 and 219;
update t_rast set ww='14' where star between 220 and 223;
commit;
```