

## OCENE PARAMETROV DISPERZIJE Z MODELOM ŽIVALI ZA DNEVNE MERITVE PRI SLOVENSKI ČRNO BELI PASMI \*

Klemen POTOČNIK <sup>a)</sup>, Milena KOVAČ <sup>b)</sup> in Janez POGAČAR <sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, mag.

<sup>b)</sup> Isti naslov, izr.prof., dr., mag.

<sup>c)</sup> † Isti naslov, prof., dr.

Delo je prispelo 2000-02-22, sprejeto 2000-04-10.

Received February 22, 2000, accepted April 10, 2000.

### IZVLEČEK

V raziskavi smo uporabili podatke o 643 357 meritvah dnevni meritev za količino mleka in vsebnosti beljakovin ter maščob pri 29 150 kravah slovenske črno bele pasme. V datoteko sorodstva smo dodali še 12 173 živali. Meritve so bile opravljene od marca 1986 do julija 1998. Model je vključeval sezono telitve, starost ob telitvi in stadij laktacije kot sistematske vplive ter naključne vplive črede, stalnega okolja in živali. Vpliv črede je pojasnil skoraj četrtino celotne variabilnosti za količino mleka in malo manj kot desetino za obe lastnosti vsebnosti. Delež variance za vpliv čreda je za količino mleka 0,23, za vsebnost maščobe 0,06 in za vsebnost beljakovin 0,09. Podoben vpliv ima za vse tri lastnosti stalno okolje, saj delež variance znaša za količino mleka 0,23, za vsebnost maščobe 0,07 in za vsebnost beljakovin 0,11. Dednostni delež za količino mleka je 0,20, za vsebnost maščobe 0,22 in za vsebnost beljakovin 0,25. Z uporabo tega modela v praksi bi že mlajšim živalim z manjšim številom meritev ali celo brez njih napovedali plemenske vrednosti. S tem bi skrajšali generacijski interval. Ob uvedbi tega modela v praksi je primerno preveriti ekonomske teže in proučiti korelacije med opazovanimi lastnostmi.

Ključne besede: govedo / pasme / črno bela pasma / selekcija / model živali / dnevna meritve / mlečnost / lastnosti mlečnosti

### ESTIMATION OF DISPERSION PARAMETERS WITH AN ANIMAL TEST DAY MODEL FOR SLOVENIAN BLACK AND WHITE BREED †

#### ABSTRACT

The dispersion parameters for daily milk yield (DMY), fat (FC) and protein (PC) content were estimated in separate analyses on 643 357 test-day records of 29 150 cows in Slovene black and white population. Additionally, 12 173 animals were included into the pedigree file. Records were collected from March 1986 to July 1998. The model includes calving season, age at calving, and stage of lactation as fixed effects and herd, permanent environment, and animal as random effects. Herd effect explained 0.23, 0.06 and 0.09 of the total variance for DMY, FC, and PC, respectively. The similar proportions (0.23, 0.07, and 0.11) were estimated for permanent environment effect. Heritability estimates were 0.20, 0.20, and 0.25 for DMY, FC, and PC, respectively. The procedure allows to predict and use breeding values for younger cows with less or even none records causing the generation interval to be shortened. Before implementation of the model, the economic values of merit traits as well as correlations among the traits considered should be reevaluated.

Key words: cattle / breeds / Black and White breed / selection / animal model / test day / milk / milk traits

---

\* Prispevek je del magistrskega dela (zagovor 27. 12. 1999), mentorica izr.prof. dr. Milena Kovač

† The article is a part of a master of science thesis (justification 27. 12. 1999), supervisor Assoc.Prof. Milena Kovač, Ph.D.

## UVOD

Največji pomen pri selekciji mlečnih govedi ima laktacijska proizvodnja, ki je najpogosteje standardizirana na dobo 305 dni. Proizvodnja v standardni laktaciji je izračunana iz individualnih dnevnih kontrol in se najpogosteje opravljajo v mesečnih presledkih (Meyer in sod., 1989). Poleg tega v številnih državah pred napovedovanjem plemenskih vrednosti preračunajo meritve za laktacije, krajše od 305 dni, na dobo 305 dni (Jorjani, 1999).

Kot vse članice ICAR tudi v Sloveniji računamo standardne laktacije po navodilih ICAR-ja (Mednarodni komite za kontrolo proizvodnosti, 1995), ki jih potem uporabimo pri napovedovanju plemenskih vrednosti. Standardne laktacije so izračunane iz dnevnih kontrol, opravljenih od petega dne po telitvi do prve kontrole po 305. dnevu laktacije. Za napovedovanje plemenskih vrednosti se upoštevajo le laktacije, ki so daljše od 200 dni, krajših ne preračunavamo na 305 dni. Poleg tega je metoda napovedovanja plemenskih vrednosti drugačna za bike kot za krave. Do sedaj smo kravam za lastnosti mlečnosti napovedovali plemenske vrednosti z metodo primerjalnih skupin, bikom pa z metodo mešanih modelov po modelu očetov.

Poleg modela živali za standardne laktacije se za napovedovanje plemenskih vrednosti v zadnjem času vse bolj uveljavlja model živali za dnevne kontrole. Slednji upošteva namesto laktacijskih zaključkov kar posamezne dnevne meritve. V zadnjih letih v svetu veliko raziskovalcev na tem področju raziskuje modele za dnevne kontrole (Ali in Schaeffer, 1987; Wilmink, 1987; Meyer in sod., 1989; Pander in sod., 1992; Ptak in Schaeffer, 1993; Guo in Swalwe, 1995; Reents in Dopp, 1996; Jamrozik in sod., 1997; Pösö in sod., 1997). Pri nas smo prve raziskave naredili pri drobnici (Andonov, 1994; Brežnik in sod., 1998; Malovrh in Kovač, 1999). Modeli za dnevne kontrole zajamejo večje število podatkov in poleg ostalih vplivov upoštevajo še stadij laktacije. Vključene so meritve brez predhodnih popravkov, navadno na osnovi preprostejših ocen. S tem se izognemo računskim napakam zaradi zaokroževanja. Tako dobimo napovedi plemenskih vrednosti za žival prej, napovedi pa so točnejše. Napovedi lahko izračunamo prej, ker nam ni potrebno čakati do naslednje telitve, da bi dobili laktacijski zaključek (meritev), ampak dobi žival meritev že po prvi kontroli. Točnost plemenskih vrednosti je večja, ker pri napovedovanju upoštevamo večje število podatkov. Metoda omogoča tudi enostaven prehod na cenejše oblike ali celo kombinirane sisteme merjenja proizvodnosti.

Kljub prednostim modela živali za dnevne kontrole večina držav za praktično napovedovanje plemenskih vrednosti še vedno uporablja model živali za standardne laktacije. Do sedaj so le v Kanadi za vse pasme ter v Nemčiji in Estoniji za črno belo pasmo govedi uvedli praktično napovedovanje plemenskih vrednosti na podlagi dnevne kontrole. Vzroke lahko pripišemo potrebnim spremembam tako pri

- zbiranju podatkov - metoda zahteva sprotno vnašanje meritev v računalnik,
- shranjevanju podatkov - podatki o posameznih meritvah morajo biti shranjeni,
- informacijskem sistemu,
- spremembi programov za napovedovanje plemenskih vrednosti, saj so obstoječi programi za napoved plemenskih vrednosti v govedoreji prilagojeni uporabljenemu modelu.

Tako kot pred uvedbo katerekoli novosti pri selekciji je potrebno nov postopek tudi proučiti in uvesti v prakso spremembe, ki jih postopek omogoča. Pri tem je zelo pomembno tudi seznanitev terenskih selekcionerjev in rejcev z novostmi in možnostmi.

Pri napovedovanju plemenskih vrednosti potrebujemo poleg podatkov o proizvodnih lastnostih in sorodstvu še komponente varianc. Najpomembnejša med njimi je dednostni delež. Komponente varianc niso konstante, odvisne so od populacije oziroma od dela populacije, kateri napovedujemo plemenske vrednosti, in od statističnega modela. Različni avtorji so prišli do različnih zaključkov glede sprememb dednostnega deleža z menjavo modela živali za standardne laktacije z modelom živali za dnevne kontrole. Nekateri avtorji ugotavljajo, da so za lastnosti mlečnosti dednostni deleži pri uporabi modela živali za dnevne kontrole v primerjavi z modelom

živali za standardne laktacije enaki ali nekoliko manjši (Meyer in sod., 1989, Danell, 1982). Nasprotno ugotovitve navajajo v svojih člankih Emanuelson in sodelavci (1999) ter Freeman (1998).

Za modele živali za dnevne kontrole se ocene dednostnih deležev po posameznih populacijah precej razlikujejo (pregl. 1). Še posebej velike razlike so pri ocenah dednostnih deležev za lastnosti vsebnosti. Pri teh so velike razlike celo znotraj iste populacije govedi.

Preglednica 1. Ocenjeni dednostni deleži ( $h^2$ ) z modelom živali za dnevne kontrole  
Table 1. Estimations of heritabilities ( $h^2$ ) for animal test day models

Vir / Source	Pasma / Breed	ML - $h^2$	MA - $h^2$	BE - $h^2$
Meyer in sod., 1989 Meyer <i>et al.</i> , 1989	Avstralska črno bela – prvesnice Australian Black and White – heifers	0,08-0,25	0,16-0,33	0,23-0,45
Pander in sod., 1992 Pander <i>et al.</i> , 1992	Britanska holštajn-frizijska – prvesnice British Holstein-Friesian – heifers	0,27-0,43	0,11-0,48	0,21-0,43
Swalve, 1994	Nemška frizijska – prvesnice German Friesian – heifers	0,33-0,37		
Visscher in Goddard, 1995 Visscher and Goddard, 1995	Avstralska črno bela Australian Black and White	0,33		
Rekaya in sod., 1995 Rekaya <i>et al.</i> , 1995	Španska črno bela Spanish Black and White	0,17-0,29		
Swalve, 1995	Nemška frizijska – prvesnice German Friesian – heifers	0,24-0,32		
Reents in sod., 1995 Reents <i>et al.</i> , 1995	Kanadska črno bela Canadian Black and White	0,23-0,30		
Pösö in sod., 1997 Pösö <i>et al.</i> , 1997	Finska ajršir Finnish Ayrshire	0,24		
Strabel in Szwaczkowski, 1997 Strabel and Szwaczkowski, 1997	Poljska črno bela – prvesnice Polish Black and White – heifers	0,27-0,29	0,18-0,23	0,20-0,23
Pösö in sod., 1998 Pösö <i>et al.</i> , 1998	Ajršir, holštajn-frizijska in finsko govedo Ayrshire, Holstein-Friesian and Finnish cattle	0,24-0,25		
Emanuelson in sod. 1999 Emanuelson <i>et al.</i> , 1999	Kanadska holštajn-frizijska Canadian Holstein-Friesian	0,31-0,42		
Emanuelson in sod. 1999 Emanuelson <i>et al.</i> , 1999	Nemška holštajn-frizijska German Holstein-Friesian	0,35-0,37		

ML – količina mleka / milk yield; MA – vsebnost maščobe / fat content; BE – vsebnost beljakovin / protein content.

Namen naše raziskave je bil oceniti komponente variance za izbrani model živali za dnevne meritve. Na podlagi analiz bi izbrali ustrezen statistični model in pripadajoče komponente variance, ki bi bile primerne za praktično napovedovanje plemenskih vrednosti za lastnosti mlečnosti pri govedu v Sloveniji.

## MATERIAL

Podatke smo zajeli iz podatkovne zbirke govedorejske službe Slovenije. Pripravili smo podatke o dnevni kontrolah in poreklu pri črno beli pasmi. Zapis za vsako dnevno meritve je vseboval naslednje podatke: številko in ime krave; številko in ime očeta; številko in ime matere; oznako črede; številko zaporedne laktacije, številko kontrole; datume telitve, rojstva, kontrole, obrejitve za tekočo ter naslednjo laktacijo; dnevno količino mleka (kg); vsebnost maščobe (%) in vsebnost beljakovin (%).

Za podatke o poreklu smo uporabili centralni seznam živali. V obdelavo smo zajeli vse zapise dnevnih meritev za črno belo pasmo, ki so bili zbrani v bazi podatkov do 14.7.1998. Najstarejše meritve so z dne 3.3.1986. Celoten material je zajemal 796 316 zapisov.

Za obdelavo smo material prečistili, tako da smo izločili zapise

- pri katerih je znan datum in številka meritve, ni pa vrednosti za količino mleka ali odstotek maščobe ali odstotek beljakovin; med 79 051 zapisi namreč 37 zapisov ni imelo znane količine mleka, 569 odstotka maščobe in 78 995 odstotka beljakovin;
- ki so brez datuma rojstva ali datuma telitve krave (58 zapisov);
- ki so izven meja, in sicer pod 1,5 in nad 70,0 kg za količino mleka, pod 1,5 in nad 8,0% za vsebnost maščobe ter pod 1,0 in nad 7,0% za vsebnost beljakovin (945 zapisov);
- pri kontrolah, ki so bile opravljene pred petim ali po 365. dnevu po telitvi (48 651 zapisov);
- za krave, ki so bile ob telitvi mlajše od 450 ali starejše od 8 760 dni (205 zapisov);
- za krave, pri katerih je bila razlika v podatkih o poreklu in spolu med datotekama meritev in seznamom živali (24 049 zapisov).

Tako prečiščena datoteka ima 643 357 zapisov, sestavljajo jo vse meritve do 365. dne laktacije in smo jo zato imenovali LETVSE. Poleg te datoteke smo uporabili še datoteko STAVSE, pri kateri smo izločili meritve, opravljene po 305. dneh laktacije. V njej je 594 324 zapisov.

Povprečna količina mleka na molzni dan je v opazovanem obdobju znašala 20,7 kg za datoteko z meritvami od petega do 365. dne po telitvi v vseh laktacijah in 21,3 kg za datoteko z meritvami od petega do 305. dne po telitvi prav tako za vse laktacije (pregl. 2). Povprečna vsebnost beljakovin in maščob je večja v datoteki, ki zajema letno obdobje kontrol po telitvi. V datoteki, ki vključuje kontrole v daljšem obdobju po telitvi, je povprečna količina mleka pričakovano manjša, saj v zadnjem delu laktacije količina mleka pada in je manjša od povprečja v celi laktaciji. Obratno velja za lastnosti vsebnosti, ker obstaja med njima in količino mleka negativna povezanost.

Za vsako od datotek meritev smo pripravili dve obliki sorodstva. Najprej smo poiskali vse znane prednike krav, ki so imele dnevne kontrole, in ga poimenovali tip sorodstva A (pregl. 3). V drugem primeru pa smo za krave z dnevnimi kontrolami sestavili datoteko sorodstva, kot jo predlaga Casanova (1991): kravam z meritvami smo poiskali samo starše in stare starše, izpustili pa staro mater po materini strani. Ta tip sorodstva smo poimenovali B (pregl. 4). Tako pripravljeno sorodstvo naj bi odstranilo tisto vejo sorodnikov, ki prispeva največ napak v poreklu.

Preglednica 2. Osnovna statistika  
Table 2. Elementary statistic

Lastnost Trait		N	$\bar{x}$	SD	KV	MIN	MAX
Količina mleka (kg) Milk yield (kg)	LETVSE	643 357	20,7	7,4	36,0	1,5	66,0
Vsebnost maščobe (%) Fat content (%)		643 357	3,97	0,80	20,06	1,5	8,0
Vsebnost beljakovin (%) Protein content (%)		643 357	3,27	0,40	12,08	1,0	7,0
Količina mleka (kg) Milk yield (kg)	STAVSE	594 324	21,3	7,2	33,9	1,5	64,0
Vsebnost maščobe (%) Fat content (%)		594 324	3,94	0,79	20,01	1,5	8,0
Vsebnost beljakovin (%) Protein content (%)		594 324	3,24	0,37	11,56	1,0	7,0

LETVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 365. dne po telitvi za vse laktacije / File which includes records from 5<sup>th</sup> to 365<sup>th</sup> day after calving for all lactation; STAVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 305. dne po telitvi za vse laktacije / File which includes records from 5<sup>th</sup> to 365<sup>th</sup> day after calving for all lactation; N - število zapisov / No. of records;  $\bar{x}$  - povprečna vrednost / average; SD - standardni odklon / standard deviation; KV - koeficient variabilnosti / coefficient of variability; MIN - minimum; MAX - maksimum / maximum

Zaradi različnega števila živali v obeh datotekah dnevnih meritev smo sorodstvo sestavili po obeh postopkih za vsako posebej. V datoteki so vse živali z meritvami in tudi predniki brez meritev. Živalim smo pripisali oznake sorodstva od 1 do 6.

Preglednica 3. Število živali v datoteki sorodstva A za obe skupini podatkov z ozirom na vir podatkov  
Table 3. Number of animals in pedigree A for both data files classified by source of information

Oznaka sorodstva Mark of relationship	Datoteka File	LETVSE		STAVSE	
		N	%	N	%
1		22 610	54,7	22 567	54,7
2		6 065	14,7	6 018	14,6
3		6 278	15,2	6 284	15,2
4		3 910	9,5	3 925	9,5
5		475	1,1	474	1,1
6		1 985	4,8	1 983	4,8
Skupaj / Total		41 323		41 251	

1 – živali z meritvami in z obema znanima staršema / animals with records and both known parents; 2 – živali z meritvami in enim znanim staršem / animals with records and one known parent; 3 – živali brez meritev in z obema znanima staršema / animals without records and both known parents; 4 – živali brez meritev in enim znanim staršem / animals without records and one known parent; 5 – živali z meritvami in z neznanimi starši / animals with records and unknown parents; 6 – živali brez meritev in z neznanimi starši / animals without records and unknown parents; Datoteka / File; LETVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 365. dne po telitvi za vse laktacije / File which includes records from 5<sup>th</sup> to 365<sup>th</sup> day after calving for all lactation; STAVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 305. dne po telitvi za vse laktacije / File which includes records from 5<sup>th</sup> to 365<sup>th</sup> day after calving for all lactation; N – število živali / No. of animals.

Preglednica 4. Število živali v datoteki sorodstva B za obe skupini podatkov z ozirom na vir informacij

Table 4. Number of animals in pedigree B for both data files classified by source of information

Oznaka sorodstva Mark of relationship	Datoteka File	LETVSE		STAVSE	
		N	%	N	%
1		22 610	62,4	22 567	62,4
2		6 065	16,7	6 018	16,6
3		5 827	16,1	5 850	16,2
4		1	0,0	1	0,0
5		475	1,3	474	1,3
6		1 263	3,5	1 263	3,5
Skupaj / Total		36 241		36 173	

Razlage okrajšav so navedene v preglednici 3 / Abbreviations are the same as in Table 3.

## METODA

Za ocenjevanje parametrov disperzije smo za vse kombinacije med različnima datotekama meritev in tipoma sorodstva uporabili dva statistična modela, ki imata po tri sistematske vplive: prva dva, stadij laktacije in sezona telitve, sta enaka v obeh modelih, tretji, sistematski vpliv, pa je starost ob telitvi. V prvem modelu [1] merimo starost ob telitvi v zaporednih laktacijah, v drugem modelu [2] pa v mesecih. Naključni del modela je bil v obeh modelih enak: čreda, stalno okolje v laktaciji in žival.

$$y_{ijklmno} = D_i + T_j + L_k + h_1 + p_{mn} + a_m + e_{ijklmno} \quad [1]$$

$$y_{ijklmno} = D_i + T_j + S_k + h_1 + p_{mn} + a_m + e_{ijklmno} \quad [2]$$

$y_{ijklmno}$  - meritev (količina mleka, vsebnost maščobe in vsebnost beljakovin)

$D_i$  - stadij laktacije

$T_j$  - sezona telitve

$L_k$  - zaporedna laktacija

$S_k$  - starost ob telitvi

$h_1$  - čreda

$p_{mn}$  - stalno okolje

$a_m$  - žival

$e_{ijklmno}$  - ostanek

Statistična modela v matrični obliki sta po videzu enaka in jih uporabljamo zato, da poenostavljeno prikažemo strukturo varianc [3]:

$$y = Xb + Z_h h + Z_p p + Z_a a + e \quad [3]$$

<b>y</b>	- vektor meritev
<b>X</b>	- matrika dogodkov za sistematski del modela
<b>Z<sub>h</sub></b>	- matrika dogodkov za vpliv črede
<b>Z<sub>p</sub></b>	- matrika dogodkov za vpliv stalnega okolja
<b>Z<sub>a</sub></b>	- matrika dogodkov za vpliv živali
<b>b</b>	- vektor neznanih parametrov za sistematske vplive
<b>h</b>	- vektor neznanih parametrov za črede
<b>p</b>	- vektor neznanih parametrov za stalna okolja
<b>a</b>	- vektor neznanih parametrov za vpliv živali (plemenske vrednosti)
<b>e</b>	- vektor ostankov

V modelu smo predpostavili sledeče:

- pričakovana vrednost za naključne vplive je enaka 0 [4],
- vplivi so med seboj neodvisni,
- pričakovane vrednosti za opazovanja so enake sistematskemu delu modela [5],
- ostanki so identično, neodvisno in normalno porazdeljeni [8],
- napovedi za črede [6] in stalna okolja [7] so identično, neodvisno in normalno porazdeljene,
- plemenske vrednosti so identično in normalno porazdeljene, povezanost med živalmi pa je opisana v matriki sorodstva **A** [9].

$$E(\mathbf{a}) = \mathbf{0}; E(\mathbf{h}) = \mathbf{0}; E(\mathbf{p}) = \mathbf{0} \text{ in } E(\mathbf{e}) = \mathbf{0} \quad [4]$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{Xb} + \mathbf{Za} + \mathbf{Wh} + \mathbf{Vp} + \mathbf{e}) \\ &= E(\mathbf{Xb}) + E(\mathbf{Za}) + E(\mathbf{Wh}) + E(\mathbf{Vp}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{X} \times E(\mathbf{b}) + \mathbf{Z} \times E(\mathbf{a}) + \mathbf{W} \times E(\mathbf{h}) + \mathbf{V} \times E(\mathbf{p}) + E(\mathbf{e}) \\ &= \mathbf{Xb} \end{aligned} \quad [5]$$

$$\text{var}(\mathbf{h}) = \mathbf{I}\sigma_h^2 \quad [6]$$

$$\text{var}(\mathbf{p}) = \mathbf{I}\sigma_p^2 \quad [7]$$

$$\text{var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I}\sigma_e^2 = \mathbf{R} \quad [8]$$

$$\text{var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A}\sigma_a^2 = \mathbf{G} \quad [9]$$

Struktura varianc in kovarianc je za opazovanja (**V**) opisana v enačbi 10.

$$\text{var}(\mathbf{y}) = \mathbf{V} = \mathbf{Z}_a \mathbf{A} \sigma_a^2 \mathbf{Z}_a' + \mathbf{Z}_h \mathbf{I} \sigma_h^2 \mathbf{Z}_h' + \mathbf{Z}_p \mathbf{I} \sigma_p^2 \mathbf{Z}_p' + \mathbf{R} \quad [10]$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_h & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_p & \mathbf{X}'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_h + \mathbf{I}\alpha_2 & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_p & \mathbf{Z}_h'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_p'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_p'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_p'\mathbf{Z}_p + \mathbf{I}\alpha_3 & \mathbf{Z}_p'\mathbf{Z}_a \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{X} & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_h & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_p & \mathbf{Z}_a'\mathbf{Z}_a + \mathbf{A}^{-1}\alpha_1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \mathbf{b} \\ \mathbf{h} \\ \mathbf{p} \\ \mathbf{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_h'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_p'\mathbf{y} \\ \mathbf{Z}_a'\mathbf{y} \end{bmatrix} \quad [11]$$

Podatke smo obdelali z enolastnostnim modelom, zato je sistem enačb mešanega modela enostaven [11]. Tudi komponente varianc lahko enostavno predstavimo kot razmerje med varianco za ostanek in ostalimi komponentami [12].

$$\alpha_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_h^2}; \quad \alpha_3 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2}; \quad \alpha_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} \quad [12]$$

Komponente varianc smo ocenjevali z metodo omejene največje zanesljivosti (REML - restricted maximum likelihood; Patterson in Thopson, 1971) za naslednje lastnosti: količina mleka, vsebnost mlečne maščobe in vsebnost beljakovin. Analizo smo opravili za dve zbirki podatkov (LETVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 365. dne po telitvi za vse laktacije, in STAVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 305. dne po telitvi za vse laktacije) in oba tipa sorodstva (A - vsi znani predniki živali z meritvami, B - starši in stari starši, brez materine matere). V vseh štirih primerih smo uporabili dva modela s po tremi sistematskimi in tremi naključnimi vplivi [12 in 13]. Fenotipsko varianco smo razdelili na štiri komponente: varianco črede, stalnega okolja, aditivnega genetskega vpliva in varianco ostanka.

Komponente varianc smo ocenjevali s programskim paketom PeRun (Kovač, 1992) in uporabili optimizacijski algoritem Powell. Za vseh osem analiz smo začeli optimizacijo v petih različnih začetnih vrednostih.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

Opravili smo izračune za vse tri obravnavane lastnosti, oba statistična modela, oba tipa sorodstva in datoteki LETVSE in STAVSE - skupaj za 24 primerov. Znotraj vsakega primera smo opravili pet ponovitev, vsakič z drugačnimi začetnimi vrednostmi.

Za oceno enega enolastnostnega primera smo porabili približno 55 ur časa centralne procesne enote (CPE) in nato še za vsako ponovitev 3 do 4 ure CPE. Skupaj smo za en primer v povprečju porabili 73 ur CPE, za vse primere skupaj pa 1 750 ur časa CPE.

Algoritmi v programskem paketu PeRun (Kovač, 1992) so optimizacijski algoritmi, ki iščejo minimum funkcije. Ker pa pri funkciji zanesljivosti iščemo največjo vrednost, moramo funkcijskim vrednostim zamenjati predznak. Ko med rešitvami iščemo najboljšo, se tako odločimo za tisto, ki ima najnižjo vrednost funkcije. Pri tem pazimo, če se je med optimizacijo spreminjal rank sistema. V preglednicah smo poudarjeno napisali ocene, ki so med ponovitvami znotraj primera imele minimalno vrednost optimirane funkcije.

Fenotipska ocena varianc predstavlja vsoto varianc vseh naključnih vplivov in nepojasnjene variance. Za količino mleka so fenotipske variance malo večje za model 2 kot za model 1 (pregl. 5). To je posledica večjega koeficienta determinacije za sistematski del modela pri modelu 1 v primerjavi z modelom 2. Ker je sistematski del modela 1 pojasnil nekoliko več variance, je ostalo le-te manj za naključni del modela. Ocene za fenotipsko varianco so za količino mleka nekoliko večje za datoteko, v kateri so zajete meritve od petega do 305. dne po telitvi v primerjavi z drugo datoteko. Pri obeh lastnostih vsebnosti ni razlik med modeloma v fenotipskih ocenah varianc. Majhne razlike so za ti dve lastnosti med datotekama meritev, malo večje ocene fenotipske variance pa so za datoteko, v kateri so zajete meritve od petega do 365. dne po telitvi v primerjavi z drugo datoteko.

Pri prikazovanju rezultatov se omejujemo le na ocene deležev posameznih komponent variance in pri tem izpostavljam predvsem delež variance za direktni aditivni genetski vpliv, ki predstavlja t.i. dednostni delež ali heritabiliteto (pregl. 6).



Preglednica 5. Fenotipske ocene varianc  
Table 5. Estimations of phenotypic variances

Lastnost / Trait			ML (kg)		MA (%)		BE (%)	
Sor. Rel.	Dat. File	Pon. Rep.	Model					
			1	2	1	2	1	2
Tip sorodstva A Type of relationship A	STAVSE	1	38,074	38,074	0,596	0,587	0,119	0,120
		2	38,899	38,916	<b>0,594</b>	0,598	0,117	<b>0,117</b>
		3	<b>38,756</b>	<b>38,995</b>	0,586	<b>0,593</b>	0,121	0,121
		4	38,716	38,885	0,595	0,619	<b>0,117</b>	0,117
		5	38,932	39,367	0,567	0,593	0,124	0,124
	LETVSE	1	40,237	40,237	<b>0,598</b>	0,600	0,123	0,123
		2	<b>38,223</b>	<b>38,539</b>	0,599	0,599	0,125	0,126
		3	38,061	38,484	0,591	0,591	<b>0,126</b>	0,125
		4	38,829	40,429	0,602	<b>0,597</b>	0,125	<b>0,125</b>
		5	38,641	38,645	0,599	0,597	0,125	0,125
Tip sorodstva B Type of relationship B	STAVSE	1	38,074	38,074	0,595	<b>0,592</b>	0,120	0,120
		2	38,814	38,910	0,593	0,595	0,117	<b>0,117</b>
		3	38,671	<b>39,039</b>	0,589	0,593	0,121	0,121
		4	<b>38,666</b>	38,988	0,593	0,593	<b>0,117</b>	0,117
		5	38,933	39,274	<b>0,594</b>	0,593	0,124	0,124
	LETVSE	1	40,237	40,237	0,602	0,596	0,123	0,124
		2	38,223	<b>38,743</b>	<b>0,598</b>	0,605	0,125	0,125
		3	38,048	38,470	0,590	0,590	0,125	0,125
		4	<b>38,323</b>	40,154	0,597	0,600	<b>0,125</b>	<b>0,125</b>
		5	38,427	38,739	0,599	<b>0,598</b>	0,125	0,125

ML – količina mleka / milk yield; MA – vsebnost maščobe / fat content; BE – vsebnost beljakovin / protein content; Sor. - sorodstvo / relationship; Dat – datoteka meritev / file of measurements; LETVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 365. dne po telitvi za vse laktacije / File which includes records from 5<sup>th</sup> to 365<sup>th</sup> day after calving for all lactation; STAVSE - datoteka, ki vključuje meritve od petega do 305. dne po telitvi za vse laktacije / File which includes records from 5<sup>th</sup> to 365<sup>th</sup> day after calving for all lactation; Pon. – ponovitev / repetition

Za količino mleka je za oba modela, obe datoteki in oba tipa sorodstva ocena za dednostni delež 0,20. Za lastnost količina maščobe je dednostni delež za vse primere 0,22 in za vsebnost beljakovin med 0,24 in 0,25 (pregl. 6).

Če ocenjene dednostne deleže primerjamo z vrednostmi, ki jih za modele živali za dnevne kontrole najdemo v literaturi, ugotovimo, da so dednostni deleži za dnevno količino mleka pri naši populaciji črno bele pasme podobni kot pri avstralski (Meyer in sod., 1989) in španski črno beli pasmi (Rekaya in sod., 1995). Pri ostalih navedenih populacijah mlečnih govedi (pregl. 1) so dednostni deleži do dvakrat večji. Za vsebnost beljakovin in maščobe so ocene dednostnih deležev v naši raziskavi v mejah, navedenih za poljsko (Strabel in Szwaczkowski, 1997), britansko (Pander in sod., 1992) in avstralsko (Meyer in sod., 1989) črno belo pasmo.

Vpliv črede pojasni v vseh primerih 23% od celotne fenotipske variance za dnevno količino mleka, 6% za vsebnost maščobe ter 9% za vsebnost beljakovin. Iz teh rezultatov lahko zaključimo, da je naključni vpliv čreda pomemben. Pri mlečnih kozah (Brežnik in sod., 1998) so ocenili delež variance za ta vpliv z 0,33 za količino mleka in 0,11 za obe obravnavani vsebnosti,

vendar pa je omenjeni vpliv pri kozah predstavljal interakcijo med mesecem kontrole in tropom. Pojasnjeval je tako tudi sezonske vplive, ki so pri drobnici običajno večji, saj je drobnica v laktaciji navadno na paši, sedanje tehnologije pa se redko poslužujejo dokrmeljevanja v hlevu.

Preglednica 6. Ocene dednostnih deležev  
Table 6. Heritability estimations

Lastnost / Trait			ML (kg)		MA (%)		BE (%)	
Sor. Rel.	Dat. File	Pon. Rep.	Model					
			1	2	1	2	1	2
Tip sorodstva A Type of relationship A	STAVSE	1	0,219	0,219	0,216	0,220	0,254	0,254
		2	0,200	0,214	<b>0,217</b>	0,216	0,247	<b>0,248</b>
		3	<b>0,200</b>	<b>0,203</b>	0,208	<b>0,217</b>	0,261	0,261
		4	0,197	0,196	0,217	0,207	<b>0,247</b>	0,250
		5	0,200	0,201	0,232	0,217	0,255	0,256
	LETVSE	1	0,219	0,219	<b>0,222</b>	0,224	0,232	0,231
		2	<b>0,199</b>	<b>0,200</b>	0,222	0,223	0,239	0,236
		3	0,200	0,207	0,207	0,207	<b>0,238</b>	0,240
		4	0,192	0,212	0,220	<b>0,223</b>	0,240	<b>0,237</b>
		5	0,194	0,202	0,223	0,224	0,239	0,239
Tip sorodstva B Type of relationship B	STAVSE	1	0,219	0,219	0,215	<b>0,216</b>	0,230	0,253
		2	0,215	0,214	0,216	0,216	0,247	<b>0,247</b>
		3	0,201	<b>0,200</b>	0,215	0,218	0,261	0,261
		4	<b>0,198</b>	0,196	0,216	0,214	<b>0,248</b>	0,247
		5	0,198	0,202	<b>0,219</b>	0,215	0,255	0,256
	LETVSE	1	0,219	0,219	0,223	0,221	0,232	0,231
		2	0,199	<b>0,201</b>	<b>0,220</b>	0,226	0,238	0,234
		3	0,198	0,206	0,206	0,206	0,238	0,239
		4	<b>0,199</b>	0,206	0,222	0,224	<b>0,239</b>	<b>0,239</b>
		5	0,195	0,202	0,225	<b>0,222</b>	0,240	0,239

Razlage okrajšav so enake kot pri preglednici 5 / Abbreviations are the same as in Table 5.

Pri naključnem vplivu stalno okolje smo ocenili delež variabilnosti na 0,22 za količino mleka, na 0,07 za vsebnost maščobe in med 0,10 in 0,11 za vsebnost beljakovin. V primerjavi z vrednostmi iz literature smo s tem vplivom za količino mleka pojasnili skoraj polovico manj skupne fenotipske variabilnosti kot na podatkih prvesnic nemške črno bele pasme (Swalve, 1994; Swalve, 1995), prvesnic finske ajršir pasme (Pösö in sod., 1997), poljske črno bele pasme (Strabel in Szwaczkowski, 1997) in treh finskih mlečnih pasem: ajršir, holštajn-frizijska in finsko govedo (Pösö in sod., 1997). Za obe lastnosti vsebnosti so ocenjevali delež varianc za vpliv stalno okolje na poljski črno beli pasmi (Strabel in Szwaczkowski, 1997). Ocene so primerljive z ocenami v naši raziskavi. Pri kozah so za ta vpliv dobili nekoliko manjše vrednosti pri vseh treh lastnostih (Brežnik in sod., 1998).

Pri tem moramo poudariti pomembno razliko med našimi preizkušenimi modeli in modeli, ki jih pogosto srečujemo v drugih populacijah. Ker so črede v Sloveniji običajno majhne, smo čredo uvrstili med naključne vplive ter s tem dejansko povečali fenotipsko varianco. Deleži posameznih komponent pa so tako navidezno zmanjšani, s tem pa ni zmanjšana genetska

variabilnost. Ker je vpliv črede večji pri dnevni količini mleka kot pri vsebnostih, je tudi razlika med ocenami heritabilnosti pri nas in v literaturi večja.

## ZAKLJUČKI

Z uporabo modela živali za dnevne meritve bi živali dobile pri istih pogojih zanesljivejšo napoved plemenske vrednosti. Prvesnicam bi napovedali plemenske vrednosti že po prvi oziroma drugi kontroli, to je najpogosteje pred osemenitvijo za naslednjo laktacijo. Tako bi pri napovedi poleg podatkov o sorodnikih uporabili še prve lastne meritve. Seleksijska služba bi lahko v načrtno osemenjene vključila tudi najboljše prvesnice.

Raziskava je pokazala, da je v naših razmerah uporaben statističen model, ki vključuje sistematske vplive za stadij laktacije, zaporedno laktacijo in sezono telitve ter naključne vplive za čredo, stalno okolje in aditivni genetski vpliv.

Za izbran model so najprimernejši podatki dnevnik kontrol vseh laktacij, opravljeni od petega do 305. dne po telitvi. V datoteko sorodstva je primerno vključiti vse znane prednike živali. Ocena dednostnega deleža za dnevno količino mleka je 0,20, za vsebnost maščobe 0,22 in za vsebnost beljakovin 0,25. Delež variance za skupno okolje v čredi znaša za količino mleka 0,23, za vsebnost maščobe 0,06 in za vsebnost beljakovin 0,09. Pri stalnem okolju so ocene deležev podobne: za količino mleka 0,23, za vsebnost maščobe 0,07 in za vsebnost beljakovin 0,11. Za ostanek so deleži variance naslednji: za količino mleka je 0,34, za vsebnost maščobe 0,65 in za vsebnost beljakovin 0,55.

Za učinkovito selekcijo bi bilo smiselno raziskati modele za napovedovanje plemenskih vrednosti, ki bi hkrati vključevali med seboj negativno povezane lastnosti. Preveriti pa je potrebno tudi izbor gospodarsko pomembnih lastnosti in njihove ekonomske teže ter predlagati dopolnjeno enačbo za agregatni genotip. Selekcija na eno lastnost bi povzročila nazadovanje drugih, negativno povezane lastnosti.

Pred uporabo tega modela za praktično napovedovanje plemenskih je potrebno analizirati vpliv stadija laktacije s funkcijami za ta vpliv, ki jih predlagajo Wilmink (1987), Ali-Schaeffer (1987) in Guo-Swalve (1995). Pri Wilminkovi in Guo-Swalvejevi funkciji je potrebno poiskati ustrezne konstante za posamezne lastnosti.

## VIRI

- Ali, T. E./ Schaeffer, L. R. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 67(1987), 637-644.
- Andonov, S. Estimation of genetic parameters for milk production in dairy goats using the first records of lactation. Master of science thesis. Domžale, Biotech. fac., Zootechnical Dep., 1994, 68 s.
- Brežnik, S./ Kovač, M./ Kompan, D./ Malovrh, Š. Genetic evaluation of dairy goats with single-trait and four-trait model. V: 49<sup>th</sup> annual meeting of the EAAP, Warsaw, 1998-08-24/27, 1998, 6 s.
- Casanova, L. D. Zuchtwertschätzung mit einem Wiederholbarkeits-Tiermodell beim Schweizer Braunvieh. Diss. ETH Nr. 9389. Zürich, Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH), 1991, 124 s.
- Danell, B. Studies on lactation yield and individual test-day yields on Swedish dairy cows. *Acta Agric. Scandinavica*, 32(1982), 83-92.
- Emanuelson, U./ Fikse, F./ Banos, G. Impact of national evaluation models on international comparisons. V: Proceedings of the computational cattle breeding '99 workshop, Tuusula, 1999-03-18/20. *Interbull Bulletin*, No. 20(1999), 115-119.
- Freeman, A. E. Dairy cattle breeding. V: Proceedings of the 6<sup>th</sup> world congress on genetics applied to livestock production, Armidale, 1998-01-11/16. Armidale, Organising committee of the 6<sup>th</sup> world congress on genetics applied to livestock production, 1998, cd-rom.
- Guo, Z./ Swalve, H. H. Comparison of different lactation curve sub-models in test day models. V: Proceedings of the open session of the Interbull annual meeting, Prague, 1995-09-07/08. *Interbull Bulletin*, No. 11(1995), 4 s.
- ICAR. Constitution Rules for the granting and for the use of the Special Stamp International Agreement of recording practices. Rome, ICAR, September 1995.

- Jamrozik, J./ Schaeffer, L. R./ Dekkers, J. C. M. Genetic evaluation of dairy cattle using test day yields and random regression model. *J. Dairy Sci.*, 80(1997a), 1217-1226.
- Jorjani, H. Survey of national genetic evaluation procedures in some countries. V: Proceedings of the open session of the Interbull annual meeting, Zürich, 1999-08-26/27. *Interbull Bulletin*, No. 22(1999), 157-163.
- Kovač, M. Derivative free methods in covariance components estimation. Ph. D. Thesis. Urbana-Champaign, University of Illinois, 1992, 147 s.
- Malovrh, Š./ Kovač, M. Modeli z naključno regresijo. Domžale, BF, Odd. za zootehniko, 1999, 10 s.
- Meyer, K./ Graser, H. U./ Hammond, K. Estimates of Genetic Parameters for first Lactation Test Day Production of Australian Black and White cows. *Livest. Prod. Sci.*, 21(1989), 177-199.
- Pander, B. L./ Hill, W. G./ Thompson, R. Genetic parameters of test day records of British Holstein-Friesian heifers. *Anim. Prod.*, 55(1992), 11-21.
- Paterson, H. D./ Thompson, R. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58(1971), 545.
- Pösö, J./ Mäntysaari, E. A./ Kettunen, A. Estimates of genetic parameters for test day and lactation average SCS of Finnish Ayrshire. V: Proceedings international workshop on genetic improvement of functional traits in cattle, Uppsala, June 1997, *Interbull Bulletin*, 15(1997), 50-53.
- Pösö, J./ Mäntysaari, E. A./ Lindauer, M./ Strandén, I./ Kettunen, A. Empirical bias in the pedigree indices of heifers evaluated using test day models. V: Proceedings of the 6th world congress on genetics applied to livestock production, Armidale, 1998-01-11/16. Armidale, Organising committee of the 6<sup>th</sup> world congress on genetics applied to livestock production, 1998, cd-rom.
- Ptak, E./ Schaeffer, L. R. Use of test day yields for genetic evaluation of dairy sires and cows. *Livest. Prod. Sci.*, 34(1993), 23-34.
- Reents, R./ Jamrozik, J. / Schaeffer, L. R. /Dekkers, J. C. M. Estimation of genetic parameters for test day records of somatic cell score. *J. Dairy Sci.*, 78(1995), 2847-2857.
- Rekaya, R./ Béjar, F./ Carabaño, M. J./ Alenda, R. Genetic parameters for test day measurements in Spanish Holstein-Friesian. Proceedings of the open session of the Interbull annual meeting, Prague, 1995-09-07/08. *Interbull Bulletin*, No. 11(1995), 8 s.
- Reents, R./ Dopp, L. Genetic Evaluation for Dairy Production Traits with a Test Day Model for Multiple Lactations. V: Proceedings of the Open Session of the Interbull. Annual Meeting, Veldhoven, 1996-06-23/24. *Interbull Bulletin*, 14(1996), 113-117.
- Strabel, T./ Szwaczkowski, T. Additive genetic and permanent environmental variance components for test day milk traits in Black-White cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 48(1997), 91-98.
- Swalve, H. H. Estimation of breeding values using testday models. V: Proceedings of the open session of the Interbull annual meeting, Ottawa, 1994-08-05/06. *Interbull Bulletin*, No. 10(1994), 13 s.
- Swalve, H. H. The effect of test day models on the estimation of genetic parameters and breeding values for dairy yield traits. *J. Dairy Sci.*, 78(1995), 929-938.
- Visscher, P. M./ Goddard, M. E. Genetic parameters for milk yield, Survival, Workability, and type traits for Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 78(1995), 205-220.
- Wilmink, J. B. M. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livest. Prod. Sci.*, 16(1987), 335-348.