

**PROCJENA UZGOJNE VRIJEDNOSTI BIKOVA
HOLSTEIN - FRIESIAN PASMINE UVAŽAVAJUĆI
RODBINSKE VEZE**

M. Kapš, M. Posavi, P. Caput

Sažetak

U radu je prikazana procjena uzgojnih vrijednosti (UV) 35 bikova Holstein-friesian pasmine, s 2189 podataka kćeri, uz uvažavanje rodbinskih veza, upotrebom matrice srodnosti. Podaci se odnose na količinu mlijeka, mliječne masti i MKM u kg mjerenu u prvoj laktaciji. Prikazan je postupak za izračunavanje inverzne matrice srodnosti. Dobivene su znatne razlike u procjeni UV sa i bez uvažavanja rodbinskih veza kod bikova s većim brojem kćeri srodnika. Nasuprot tome neprotumačene standardne devijacije (Se) gotovo su jednake (količina mlijeka: 1088.3 i 1087.8; količina masti: 37,14 i 37,10; te MKM: 952,7 i 952,4 za model bez matrice srodnosti i model sa matricom srodnosti).

Uvod

Odkad je Henderson (1973.) opisao upotrebu mješovitog modela (Mixed Model) u procjeni uzgojnih vrijednosti (UV), BLUP je postao najraširniji postupak u selekciji. Njime se izabiru životinje (procjenjuju slučajni efekti životinje) tako da su i fiksni efekti nepoznati, a varijance i kovarijance mogu biti poznate ili nepoznate. Ova metoda procjenjuje realizirane vrijednosti slučajnih varijabli, odnosno njihove razlike pomoću linearne funkcije. Henderson (1973., 1974.) uključuje u model srodnost između bikova. U modelu je potrebna inverzna matrica srodnosti. Henderson (1975.) i Quaas (1976.) navode metode koje pojednostavljaju računanje te matrice, štedeći kompjutorsko vrijeme i memoriju.

Porast mogućnosti i kapacitete kompjutora omogućili su primjenu sve složenijih modela i uvažavanje svih rodbinskih veza, kako putem muških tako i ženskih životinja. Animal model (AM) (Henderson i Quaas, 1976.) uzima u obzir rodbinske veze između svih životinja u procjeni njihovih UV (za razliku od Sire medela kojim su obuhvaćene rodbinske veze samo između bikova). Quaas i Pollak (1980.) na bazi koncepta ekvivalentnih modela, pojednostavljaju Animal model primjenjujući postupak poznat kao RAM (Reduced animal model). U njemu se, za razliku od AM, mogu procjenjivati samo UV životinja koje se upotrebljavaju ili će se upotrebljavati, uvažavajući njihovu srodnost koja se utvrđuje putem baznih životinja. Bazne životinje su one koje nemaju

međusobnih rodbinskih veza. Blair i Pollak (1984.) uspoređuju RAM i AM i dobivaju iste rezultate.

U ovom radu prikazan je utjecaj uvažavanja rodbinskih veza na procjenu UV bikova na uzorku Holstein-friesian (HF) pasmine goveda u Hrvatskoj. Zbog nedostatka kompletnih informacija o srodnosti po ženskoj strani, primjenjen je Sire model, koji se služi podacima o srodnosti samo muških životinja.

Materijal i metode

Procijenjene su uzgojne vrijednosti 35 bikova HF pasmine na temelju podataka mliječnosti za 2189 kćeri. Analizirani su podaci količine mlijeka i mliječne masti (kg) i MKM u prvoj laktaciji.

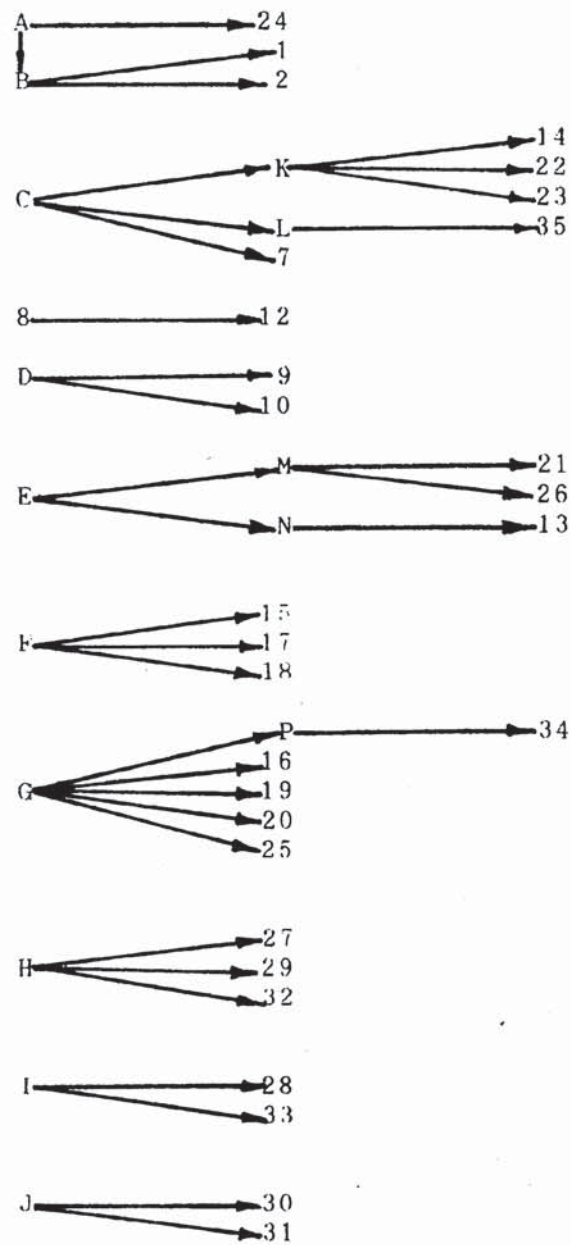
Na tablici 1 za svakog je bika prikazan broj vlastitih kćeri, te broj kćeri bikova koji su mu srodnici. Analizom su obuhvaćeni i bikovi s malim brojem potomaka, da bi se pokazala mogućnost procjene njihovih UV putem potomaka srodnika.

Tab. 1. - BROJ VLASTITIH KĆERI I KĆERI SRODNIKA
NUMBER OF DAUGHTERS AND DAUGHTERS OF RELATIVES

Bik Bull	n	n*	Bik Bull	n	n*	Bik Bull	n	n*	Bik Bull	n	n*
1	14	127	10	188	7	19	6	34	28	15	7
2	121	20	11	187	0	20	20	20	29	22	24
3	711	0	12	72	3	21	4	165	30	22	10
4	387	0	13	159	10	22	6	40	31	10	22
5	96	0	14	9	37	23	14	32	32	14	32
6	15	0	15	3	24	24	6	135	32	7	15
7	12	34	16	7	33	25	4	36	34	3	37
8	3	72	17	4	23	26	6	163	35	5	41
9	7	188	18	20	7	27	10	36			

n - broj kćeri pojedinog bika
number of daughters of bulls
n* - broj kćeri srodnika
number of relatives' daughters

Na crtežu 1 vidi se shematski prikaz rodbinskih veza promatranih bikova. Velikim slovima (A - P) označeni su bikovi kojima nije procjenjivana UV, već su iskorišteni samo za utvrđivanje rodbinskih veza potomaka (označeni brojkama od 1 do 35). Tako je npr. bik 22 sin bika K i unuk bika C.



Crtež 1. - SRODNOST IZMEĐU BIKOVA
Figure 1. - RELATIONSHIP AMONG BULLS

Za procjenu UV upotrebljen je mješoviti model (Henderson 1973):

$$Y = X\beta + Za + e$$

Gdje su:

Y - vektor podataka svojstava mliječnosti

β - vektor nepoznatih fiksnih utjecaja

a - vektor nepoznatih slučajnih aditivnih genetskih utjecaja

x - matrica oblika fiksnih utjecaja

z - matrica oblika aditivnih genetskih utjecaja

e - vektor slučajnih neprotumačenih utjecaja

U ovom modelu farma x sezona su fiksni utjecaji, a bikovi slučajni. Srednje vrijednosti i varijance slučajnih utjecaja su:

$$E \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad i \quad Var \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}$$

Gdje su $G = A\sigma_a^2$, $R = I\sigma_e^2$ i A je matrica srodnosti između bikova. Varijanca očeva (σ_a^2) i varijanca ostatka (σ_e^2) procijenjeni su na temelju heritabiliteta, $h^2 = .2$.

Mješoviti model se dakle može pisati:

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}Y \\ Z'R^{-1}Y \end{bmatrix}$$

Promatrana su dva slučaja. U prvom slučaju nisu uzimane u obzir rodbinske veze među bikovima ($A = I$). U drugom uzete su u obzir rodbinske veze ($A <> I$).

Uzgojna vrijednost bikova izračunata je:

$$UV = 2 \times \hat{a}$$

U mješovitom modelu je zapravo potrebna inverzna matrica rodbinskih veza A^{-1} . Ona je izračunata kako navode Henderson (1975.) i Quaas (1976.), primjenjujući Choleski dekompoziciju, odnosno činjenicu da postoji takva matrica L da $A = LL'$.

Elementi matrice L (označeni s 1_{ij}) dobiju se na slijedeći način:

$$1_{ij} = 1_{pj}/2 \text{ za } j = 1, \dots, p; \quad P \text{ je broj poznatih očeva} \\ = 0 \text{ za } j = p+1, \dots, i-1, \text{ ako je } p < i-1$$

$$1_{ii} = (1 - \sum_{j=1}^n 1_{ij}^2) \cdot 2$$

Nadalje, neka je $d_i = 1/1_{ii}$ i a^{ij} je element matrice A^{-1} .

Tada su:

$$a^{ii} = d_i + .25 \sum_k d_k \text{ gdje je } k \text{ potomak } i\text{-tog oca}$$

$$a^{ij} (i < j) = -.5d_j + .25 \sum_k d_k \text{ ako je } j \text{ potomak od } i$$

Također je $a^{ji} = a^{ij}$ jer je A^{-1} simetrična matrica.

Rezultati i rasprava

Uzgojne vrijednosti prikazane na tablici 2 izračunate su Sire modelom sa i bez uvažavanja srodnosti bikova.

Tab. 2. - UZGOJNE VRIJEDNOSTI BIKOVA ZA SVOJSTVA MLIJEČNOSTI
BREEDING VALUES OF BULLS FOR MILK TRAITS

Bik-Bull	Mlijeko-Milk (kg)		Mast-Fat (kg)		MKM-FCM (kg)	
	1	2	1	2	1	2
1	84	50	13.2	11.4	232	192
2	-240	-228	-10.6	-9.6	-256	-234
*3	-110	-98	-7.2	-6.8	-154	-140
*4	708	718	14.0	14.6	494	506
*5	-342	-332	-13.4	-13.0	-340	-328
*6	-242	-238	-1.6	-1.4	-122	-116
7	-436	-396	-12.0	-10.2	-354	-312
8	426	690	2.0	1.6	200	300
9	-314	-280	-2.4	-1.2	-162	-130
10	92	96	4.2	4.8	102	110
*11	-372	-362	-4.8	-4.4	-220	-210
12	748	794	-0.4	0.2	294	322
13	-222	-210	-12.0	-11.4	-268	-256
14	34	30	4.0	4.0	74	74
15	106	40	2.8	3.8	84	74
16	558	640	15.4	20.4	456	562
17	-170	-172	1.4	2.6	-48	-28
18	-158	-158	3.4	4.2	-12	0
19	350	478	8.8	15.2	272	420
20	128	254	11.0	15.6	216	336
21	172	182	4.4	4.8	136	146
22	-42	-34	-0.6	0.4	-26	-6
23	118	102	3.6	3.8	102	100
24	-52	-64	0.2	0.6	-18	-18
25	196	366	10.4	17.0	236	402
26	94	118	4.6	5.0	108	124
27	-342	-396	-8.0	-9.8	-258	-306

Nastavak tab. 1

Bik-Bull	Mlijeko-Milk (kg)		Mast-Fat (kg)		MKM-FCM (kg)	
	1	2	1	2	1	2
28	108	124	-7.2	-8.0	-66	-72
29	-230	-284	-8.4	-9.6	-220	-258
30	-720	-702	-20.4	-19.6	-594	-576
31	36	82	1.4	-1.8	36	-60
32	-252	-316	-6.8	-8.6	-202	-254
33	74	98	-7,8	-8.8	-88	-94
34	086	26	6.2	10.4	58	166
35	298	262	12.6	11.6	308	280

- 1 - model bez matrice srodnosti
 - model without relationship matrix
 2 - model s matricom srodnosti
 model with relationship matrix
 * - bikovi koji nemaju srodnika
 - bulls without relatives

UV bikova kojima nisu poznati srodnici gotovo su jednaki i u jednom i u drugom slučaju (označeni *), za sva promatrana svojstva. Uvažavanjem srodničkih odnosa pojavile su se znatne razlike u UV za količinu mlijeka kod većine bikova. U pravilu, što je manji broj kćeri bika, a veći broj kćeri srodnika, razlike su izraženije. Tako je za bikove 19, 20, 25 i 34 razlika preko 100 kg, a kod bika 8 razlika je čak 264 kg.

U procjenama UV za mliječnu mast, razlike nisu toliko izražene, što se može tumačiti većom varijabilnošću podataka. Ipak za bikove s većim brojem srodnika razlike su primjetne. Tako za bikove 16, 19 i 25 razlike iznose preko 5 kg.

Tab. 3. - SREDNJE VRIJEDNOSTI (\bar{X}_{UV}) I STANDARDNE DEVIJACIJE (SUV) UZGOJNIH VRIJEDNOSTI, NEPROTUMAČENA VARIJANCA (S^2E) I STANDARDNA DEVIJACIJA (SE) PO MODELIMA
 MEAN (\bar{X}_{UV}) AND STANDARD DEVIATION (SUV) OF BREEDING VALUES, ERROR VARIANCE (S^2E) AND STANDARD DEVIATIONS (SE) FOR MODELS

	\bar{x}_{uv}	suv	s^2e	se
Mlijeko Milk (kg)				
1	0.0	318.89	1184000	1088.3
2	25.1	348.86	1183000	1087.8
Mast Fat (kg)				
1	0.00	8.743	1380	37.14
2	0.79	9.765	1379	37.10
MKM FCM (kg)				
1	0.0	241.76	907606	952.7
2	20.5	266.10	907087	952.4

- 1 - model bez matrice srodnosti
 - model without relationship matrix
 2 - model sa matricom srodnosti
 - model with relationship matrix

Na tablici 3 vidi se da je prosječna vrijednost UV izračunata modelom u kojem je uključena matrica srodnosti, različita od nule za sva tri svojstva. To je logično, jer su u obzir uzeti i podaci kćeri srodnika, pa je stvarni broj podataka po biku veći nego broj kćeri.

Standardna devijacija procijenjenih UV je veća za sva tri svojstva kod modela koji uključuje srodnost. Razlog tome je nešto manja neprotumačena varijanca (s^2_e) i standardna devijacija (se) svojstava mliječnosti.

Henderson (1975.) navodi prednosti iskorištava informacije srodnika: 1. Povećava se točnost procjene, pogotovo za bikove s malo ili bez potomaka. 2. Zahtijeva manji broj (ili potpunu eliminaciju) genetskih grupa u uvažavanju genetskog trenda i genetskih razlika između populacija. 3. Skraćuje vrijeme potrebno za procjenu UV na temelju podataka srodnika.

Demfle (1982.) upozorava da je upotreba matrice srodnosti zajedno s genetskim grupama problematična. Pollak i Quaas (1983.) pokazuju da upotreba AM, odnosno uvažavanje svih rodnih rodbinskih veza smanjuje potrebu za formiranjem genetskih grupa. Westell i sur (1988.) pokazuju algoritam za ukomponiranje genetskih grupa u animal model, da bi se pravilno procijenile UV u slučaju migracije novih gena u populaciju. Efekt grupe dolazi u obzir samo ako životinje nemaju rodbinske veze. S obzirom da je za procjenu UV bikova obrađenih u ovom radu upotrebljena matrica srodnosti, modelom nije uzet u obzir efekt grupe.

Henderson i Quaas (1976.) navode da uvažavanje srodničkih odnosa najviše povećava točnost procjene UV kada su heritabiliteti niski, a od najveće je koristi kada se svojstvo ne može direktno procijeniti kod životinje koja je kandidat za selekciju.

Novija istraživanja na mliječnim stadima u Hrvatskoj (Caput i sur., 1991.; Kapš i Posavi, 1991.) pokazala su niske vrijednosti h^2 . S ovog stanovišta čini se opravdanim primjena srodničkih odnosa u procjeni UV bikova u našoj praksi.

Zaključak

U procjeni uzgojnih vrijednosti preporučljivo je uzeti u obzir podatke srodnika. Time se povećava točnost procjene, pogotovo za bikove s malo ili bez potomaka, a skraćuje se i vrijeme selekcije. Relativno mali broj podataka i niske vrijednosti h^2 zahtijevaju primjenu srodničkih odnosa pri procjenjivanju UV HF bikova kod nas. Uvažavanje svih rodbinskih veza smanjuje potrebu za formiranjem genetskih grupa. Razvoj kompjutera omogućio je uzimanje u obzir svih srodničkih odnosa kako preko muških tako i preko ženskih životinja.

LITERATURA

1. Blair, H. T. i E. J. Pollak, (1984.): Comparison of an animal model and an equivalent reduced animal model for computational efficiency using mixed model methodology. J. Anim. Sci. 58 : 1090.
2. Caput, P., I. Jakopović, M. Posavi i M. Kapš. (1991.): Genetic parameters and breeding goals in Croatia. PZC. (u tisku).
3. Demfle, L. (1984.): Zuchtwertschaetzung beim Rind mit einer ausführlichen Darstellung der BLUP-Methode. Fortschritte der Tierzucht und Zuchtungsbiologie - Beihefte zur Zeitschrift für Tierzucht und Zuchtungsbiologie. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin.
4. Henderson, C. R. (1973.): Sire evaluation and genetic trends. Proc. Anim. Breed. Genet. Symp

- in Honor of Dr. Jay Lush. ASAS and ADSA, Champaign, IL.
5. Henderson, C. R. (1974.): General Flexibility of linear model techniques for sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 57 : 963.
 6. Henderson, C. R. (1975.): Rapid method for computing the inverse of a relationship matrix. *J. Dairy Sci.* 58 : 1727.
 7. Henderson, C. R. (1975.): a. Use of relationship among sires to increase accuracy of sire evaluation. *J. Dairy Sci.* 58 : 1731.
 8. Henderson, C. R. i R. L. Quaas. (1976.): Multiple trait evaluation using relatives' records. *J. Anim. Sci.* 43 : 1188.
 9. Kapš M. i M. Posavi. (1991.): Procjene komponenti varijance za osobine mliječnosti Henderson III i REML metodom. PZC (u tisku).
 10. Pollak, E. J. i R. L. Quaas. (1983.): Definition of group effects in sire evaluation model. *J. Dairy Sci.* 66 : 1503.
 11. Quaas, R. L. (1976.): Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator relationship matrix. *Biometrics* 32 : 949
 12. Quaas, R. L. i E. J. Pollak. (1980.): Mixed model methodology for farm and ranch beef cattle testing programs. *J. Anim. Sci.* 51 : 1277.
 13. Westell, R. A., R. L. Quaas i L. D. Van Vleck. (1988.): Genetic groups in an animal model. *J. Dairy Sci.* 71 : 1310.

BREEDING VALUE ESTIMATION OF HOLSTEIN - FRIESIAN BULLS USING RELATIONSHIP

Summary

In this paper best linear unbiased prediction (BLUP) of breeding values of 35 bulls, utilizing their relationship was determined. Research was carried out on 2189 milk trait records of their daughters. A simple technique for computing inverse of numerator relationship matrix (NRM) was presented. Considerable differences between estimating breeding values with and without incorporation NRM were found. Contrary to that, error standard deviations (se) were almost equal (milk yield: 1099.3 and 1087.8; fat yield: 37.14 and 37.10.; and FCM: 952.7 and 952.4 for models without and with NRM, respectively).

Primljeno: 10. 10. 1991.