

## UPOREDNI PRIKAZ NEKIH RAČUNARSKIH MODELA ZA ISHRANU MUZNIH KRAVA

G. Grubić, A. Božičković, B. Stojanović, N. Đorđević\*

**Izvod:** Cilj ovog rada je bilo upoređenje različitih savremenih kompjuterskih modela za ishranu muznih krava, s obzirom da oni još uvek nisu bili testirani u našim uslovima. Korišćeni su programi koji se mogu pronaći na internetu u vidu takozvanih probnih verzija, kao i NRC (2001) softverski paket koji u suštini predstavlja normative u softverskoj formi. Podaci su sakupljeni na farmi PKB Padinska Skela. Ispraćen je kompletan unos hrane u jednu štalu, sprovedena evidencija svih grla u njoj, zabeležena dnevna proizvodnja mleka za sva grla i prikupljeni neophodni podaci o vremenskim uslovima. Ti realni podaci uneseni su u računarske modele da bi se ustanovilo u kojoj meri precizno modeli predviđaju proizvodnju. Proučavani su sledeći modeli: 1. NRC, 2001, 2. CNCPS v. 5.0, 3. AMTS.Cattle, 4. CPM-Dairy Beta v3, 5. RationPRO MVP, 6. CamDairy 2002, 7. RUMNUT. Među modelima postoje manje ili veće razlike u pogledu ostvarene proizvodnje i proizvodnje koju model predviđa za razliku od konzumiranja suve materije koju svi modeli slično predviđaju. NRC model je najpribližnije predvideo proizvodnju mleka. Može se zaključiti da su ispitivani računarski modeli za ishranu muznih krava pokazali visok stepen usaglašenosti sa stvarnom proizvodnjom na jednoj našoj farmi i pored toga što u našoj zemlji za sada ne raspoložemo sa kompletnim podacima o hranivima koja se koriste.

**Ključne reči:** ishrana, muzne krave, softver, modeli.

### Uvod

Danas se na tržištu mogu naći ponude mnogih računarskih programa. U Sjedinjenim Američkim Državama se može naći čitav niz komercijalnih modela. Praktično svaki veći univerzitet ima razvijen svoj model. To je slučaj sa američkim univerzitetima *Cornell, Pennsylvania, California, Michigan State University*, kao i novozelandskim *Massey* Univerzitetom. Takođe i mnoge renomirane svetske institucije imaju razvijene svoje modele NRC, INRA (*Institut National de la Recherche Agronomique*), *Miner Agricultural Research Institute* (Tylutki, 2006). Cilj ovog rada je bio upoređenje različitih savremenih softverskih rešenja, s obzirom da oni još uvek nisu testirani u našim agroekološkim uslovima.

---

\* Prof.dr Goran Grubić, redovni profesor; Aleksa Božičković, dipl.inž.; mr Bojan Stojanović, asistent; dr Nenad Đorđević, vanredni profesor; Poljoprivredni fakultet, Zemun-Beograd.

## Materijal i metod rada

Rad je obuhvatio precizno sakupljanje podataka o obroku u realnim proizvodnim uslovima na odabranoj farmi. Takođe, bilo je potrebno utvrditi i prosečnu proizvodnju po grlu, doći do hemijskih analiza svih korišćenih hraniva i sakupiti još čitav niz podataka koji su potrebni za korišćenje pomenutih programa. Na bazi prikupljenih podataka o proizvodnji izvršeno je poređenje ostvarene proizvodnje i proizvodnje koju model predviđa, u odnosu na dati obrok i agroekološke uslove u kojima su grla proizvodila.

Korišćeni su programi koji se mogu pronaći na internetu u vidu takozvanih probnih, vremenski ograničenih (*trial*) verzija. Sem toga korišćen je i NRC (2001) softverski paket koji u suštini predstavlja normative u softverskoj formi. Jedina razlika u odnosu na ostale modele je što on nema mogućnost da sam sastavi obrok, ali se za već sastavljeni obrok može proveriti da li je u skladu sa NRC normativima. Pošto se radi o probnim verzijama neki modeli ne pružaju mogućnost optimiziranja obroka u odnosu na cenu hraniva, ali to nije ni bio cilj ovog rada.

Podaci su sakupljeni na farmi PKB Padinska Skela u periodu od 17–23.03.2007, ali su za rad uzeti u obzir samo podaci iz perioda od 19–23.03. Ispraćen je kompletan unos hrane u jednu štalu (8. štala – “avans”), sprovedena evidencija svih grla koja su u datom periodu prošla kroz štalu, zabeležena dnevna proizvodnja mleka za sva grla zbirno i prikupljeni podaci o vremenskim uslovima u nešto širem vremenskom periodu od navedenog. Brojno stanje u štali je bilo potrebno sagledati odvojeno pre i posle podne zbog izračunavanja prosečne količine mleka po grlu na bazi zbirne količine mleka ujutru i uveče. Za izračunavanje količine hrane po grlu je korišćen samo broj grla na kraju dana, bez grla koja su zbog metaboličkih problema hranjena samo senom.

Farma je raspolagala sledećim hranivima: 1. osnovni obrok: lucerkino seno, polu suvi repin rezanac, koncentrat (peletiran), silaža kukuruza, 2. dodatna hraniva: sojin griz (ekstrudirana soja), soda bikarbona, stočna so. Hemijski sastav hraniva je uzet iz redovne kontrole. U modelima, hemijski sastav datih hraniva je korišćen za korekciju hemijske analize istih hraniva koja su uzeta iz baze hraniva koju poseduje svaki model. Hemijski sastav je korigovan samo za one vrednosti koje smo posedovali iz dostupne analize. Ostale vrednosti su zadržane onako kako su date u bazama hraniva. Ostala hraniva, kao polu suvi repin rezanac, soda bikarbona, stočna so, stočna kreda, dikalcijum fosfat i vitaminsko-mineralni premiks su uzimana iz baze hraniva bez korekcije. Praćenjem stanja na vagi mikser prikolicke nakon ubacivanja svakog hraniva i nakon izlaska iz objekta su utvrđene precizne količine hraniva koje su korišćene za sastavljanje osnovnog obroka. Ukupan sastav obroka je dobijen sabiranjem količine hraniva koja je data grlima kroz osnovni obrok i količine hraniva koju su grla dobila podelom iz ruke. Deljenjem prosečne količine hraniva, koja je uneta svakog dana u štalu, sa brojem grla na kraju dana dobijen je prosečan sastav obroka. Krave su konzumirale celokupnu količinu hrane iz valova svakog dana, što je ustanovljeno pregledom jasala pre svakog hranjenja.

Podaci o proizvodnji su sakupljeni svakoga dana na bazi zvaničnog izveštaja koji se dobija od mlekare, nakon preuzimanja mleka. Mleko je preuzimano dva puta dnevno nakon svake muže. Ukupna proizvodnja po danima je data u tabeli 1.

**Tab. 1.** Ukupna proizvodnja mleka po danima (L)  
Total milk production per days (L)

Datum <i>Date</i>	19.03.	20.03.	21.03.	22.03.	23.03.	Prosek <i>Average</i>
Jutarnje mleko <i>Morning milk</i>	1615	1671	1736	1791	1806	1724
Večernje mleko <i>Evening milk</i>	1511	1555	1574	1661	1646	1589
Σ	3126	3226	3310	3452	3452	3313

Raspolagano je i podacima iz redovne kontrole mlečnosti ali smo se opredelili za metod računanja prosečne količine mleka po grlu dnevno na bazi ukupne količine mleka, iz više razloga. Smatrali smo da je preciznije izračunati ovako prosečnu proizvodnju svakog grla, nego iskoristiti podatke iz redovne kontrole koja je obavljena nedelju dana ranije. Dodatan razlog je i to što su u štalu svakodnevno dolazila grla iz porodilišta, koja nisu još imala podatke iz redovne kontrole mlečnosti.

Zbog toga što se broj grla menjao svakog dana, prosečna količina mleka po grlu za jutarnju i večernju mužu je izračunata na bazi preuzete količine mleka od strane mlekare, i broja grla koja su pomužena u datoj muži. Sabiranjem te dve vrednosti je dobijena prosečna dnevna proizvodnja grla. Prosečna proizvodnja grla za period od 19.03. do 23.03. je dobijena kao aritmetička sredina dnevne proizvodnje mleka po grlu. Podaci o proizvodnji su prikazani u tabeli 2.

Za rad sa modelima su potrebni i podaci o meteorološkim uslovima kao i podaci o laktaciji po redu. Meteorološki podaci su sakupljeni na bazi redovnih izveštaja Republičkog hidrometeorološkog zavoda, za Beograd. Bili su potrebni podaci o prosečnoj dnevnoj temperaturi, brzini vetra i relativnoj vlažnosti vazduha.

**Tab. 2.** Prosečna dnevna proizvodnja mleka po grlu, (L)  
Average daily milk productin, (L)

Mleko <i>Milk</i>	19.03.	20.03.	21.03.	22.03.	23.03.	Prosek
Jutro <i>Morning</i>	14,70	15,19	15,36	15,57	15,30	15,22
Veče <i>Evening</i>	14,10	13,76	13,68	14,07	13,83	13,89
Σ	28,80	28,95	29,04	29,64	29,13	29,11

Prosečna dnevna temperatura u datom periodu je iznosila 10,6°C, brzina vetra 3,8 m/s, relativna vlažnost 72,2%. Za modele je potrebna prethodna dnevna temperatura, brzina vetra i relativna vlažnost vazduha. S obzirom da je u toj nedelji došlo do značajnog pada u temperaturi, kao prethodnu dnevnu temperaturu smo uzeli 16°C, za brzinu vetra 3 m/s a, za relativnu vlažnost vazduha 50%.

U radu je korišćeno sedam modela, koji se mogu pronaći na sledećim adresama, uz napomenu da su ove adrese bile u funkciji u martu 2007. godine.

1. NRC Dairy Cattle Program, sa adrese: <http://stills.nap.edu/html/dairymodel>.
2. CNCPS v. 5.0 – Cornell University, sa adrese: <http://www.cncps.cornell.edu/downloads.html>. Fox i sar. (2003) objavili su priručnik za rad sa ovim modelom
3. AMTS.Cattle, sa adrese: <http://www.agmodelsystems.com/dotcattle.htm>.
4. CPM-Dairy Beta v3, sa adrese: <http://www.cpmdairy.com/download.htm>.
5. RationPRO MVP, sa adrese: [http://www.rationpro.com/rationpro/\\_rprial.htm](http://www.rationpro.com/rationpro/_rprial.htm)
6. CamDairy 2002, sa adrese: <http://epicentre.massey.ac.nz/Software/CamDairy/>
7. RUMNUT, sa adrese: <http://www.rumnut.com/demopr.htm>

Svakom modelu je prvo neophodno uneti podatke o lokaciji (klimatskim uslovima u kojima je grlo proizvodilo), a zatim i podatke o grlu (u našem slučaju o prosečnom grlu). Nakon unosa podataka o lokaciji i grlu, u svima modelima je ocenjen obrok koji su dobijala grla na farmi u posmatranom periodu. Hraniva iz baze su odabirana tako da imaju najpribližniji sastav sa našim hranivima.

### **Rezultati istraživanja i diskusija**

U ovom radu je izvršeno poređenje ostvarene proizvodnje sa proizvodnjom koju predviđaju modeli. Zajedničko za sve ove modele je konceptijsko rešenje da se unose prvo podaci o grlu, odnosno uslovima u kojima grlo proizvodi, pa zatim podaci o obroku koji je grlo konzumiralo ili će ga tek konzumirati.

Kada se radi o pogodnosti rada sa modelima, ne može se izdvojiti ni jedan koji je ispred ostalih, s obzirom da su svi napravljeni poštujući isti pomenuti princip. Međutim, moglo bi se reći da su modeli kao što su NRC Dairy Cattle Program, AMTS.Cattle, CNCPS v. 5.0 – Cornell University, CPM-Dairy Beta v3 urađeni na mnogo višem nivou od ostalih. Ovi modeli ujedno predstavljaju i najozbiljnije svetske modele. Na žalost, rad sa francuskim INRA modelom nije bio moguć, s obzirom da nije dostupan u besplatnoj probnoj verziji.

U koliko bi bilo potrebno opredeliti se za samo jedan od ovih modela, čini se da je model AMTS.Cattle najprilagođeniji za korišćenje u široj praksi. Ovaj model je najmanje opterećen suvišnim grafičkim rešenjima, vrlo je pregledan i pruža brojne mogućnosti prilagođenja korisniku, a po rezultatima ni malo ne zaostaje za ostalim najvažnijim svetskim modelima. Takođe, prednost ovog modela se ogleda i u činjenici da on pri optimizaciji obroka daje čak 15 različitih obroka između kojih je moguće opredeliti se za najpovoljniji.

Modeli kao što su CPM-Dairy Beta v3 ili CNCPS v. 5.0 – Cornell University, se čine više prilagođeni akademskom krugu korisnika. Oni daju vrlo veliki broj podataka o sastavljenom obroku, koji teško da su potrebni u široj praksi. Međutim, njihova primena u praksi je sasvim moguća. Upravo u ovome se nalazi prednost AMTS.Cattle modela za koji bi se moglo reći da je nešto ispred njih jer daje slične rezultate, a pri tome je znatno prilagođeniji korišćenju u praksi, što je i razumljivo jer je on najnoviji model.

Među modelima postoje manje ili veće razlike pri upoređenju ostvarene proizvodnje i proizvodnje koju model predviđa, za razliku od konzumiranja koju svi modeli slično predviđaju. Rezultati modela koji predviđaju proizvodnju mleka, u odnosu na metaboličku energiju (ME) i metabolički protein (MP), su prikazani u tabeli 3.

**Tab. 3.** Rezultati modela  
Results of models

Pokazatelj <i>Parameter</i>	Model <i>Model</i>				
	NRC	CNCPS	AMTS.Cattle	CPM	CamDairy
Predviđena proizvodnja mleka u odnosu na ME, kg <i>Predicted milk production according to ME, kg</i>	29,0	31,7	32,2	31,3	26,3
Predviđena proizvodnja mleka u odnosu na MP, kg <i>Predicted milk production according to MP, kg</i>	30,8	34,0	33,9	34,1	26,3
Konzumiranje suve materije, kg <i>Dry matter intake, kg</i>	16,3	16,4	16,3	16,3	-

Predviđeno konzumiranje SM u modelima je niže od ukupne količine obroka od 17.5 kg suve materije, za koju se može reći da su grla zaista konzumirala, jer su jasje pre svakog hranjenja bile skoro sasvim prazne.

Može se primetiti da je NRC model najpribližnije predvideo proizvodnju mleka, kako u odnosu na metaboličku energiju, tako i u odnosu na metabolički protein. Tačnije ovaj model je predvideo proizvodnju mleka, za razliku od ostalih modela, u odnosu na neto energiju za laktaciju (NEL). Međutim, ovaj model se može koristiti samo za proveru sastava obroka, a ne i za optimizaciju obroka. Između ostalih modela nema većih razlika, izuzimajući CamDairy čije predviđanje proizvodnje dosta odstupa.

NRC model je u svojim izveštajima izrazio energiju u mega kalorijama, dok su u tabeli 4 te vrednosti preračunate na mega džule. Takođe u ovom modelu umesto potrebne ME i ME obroka date su potrebna NEL i NEL obroka (NEL Total Required / NEL Total Suplied), što je u tabeli označeno zvezdicom. AMTS.Cattle model u izveštajima nije prikazao metaboličku energiju obroka, tako da je ta vrednost dobijena obračunski, što je označeno sa dve zvezdice.

Modeli CamDairy i RUMNUT nisu dali sve rezultate, dok model RationPRO MVP nije prikazao rezultate na ovaj način. Može se primetiti da je model CamDairy u ovom slučaju dao slične rezultate kao i ostali modeli.

**Tab. 4.** Energetska vrednost obroka  
Energetic value of ratio

Pokazatelj <i>Parameter</i>	NRC	CNCPS	AMTS.Cattle	CPM	CamDairy	RUMNUT
Potrebna ME (MJ) <i>Required ME (MJ)</i>	123,9*	191,5	-	199,81	-	-
ME obroka (MJ) <i>ME in ratio (MJ)</i>	123,5*	203,5	204,5**	209,75	201	200
ME (MJ/kg SM) <i>ME (MJ/kg DM)</i>	11,09	11,6	11,68	11,98	11,4	-
NEL (MJ/kg SM) <i>NEl (MJ/kg DM)</i>	7,07	7,5	7,52	7,71	-	-

## Zaključak

Na osnovu svega izloženog može se zaključiti da su ispitivani računarski modeli za ishranu muznih krava pokazali visok stepen usaglašenosti sa stvarnom proizvodnjom na jednoj našoj farmi. Neki od modela mogu se uspešno koristiti samo za evaluaciju (NRC, 2001), dok drugi mogu da posluže i pri sastavljanju obroka za krave (CPM-Dairy, CNC-PS i AMTS.Cattle). Iz perspektive korisnika, koji se bavi praktičnom ishranom muznih krava, veoma je dobro što se najdostupniji model (NRC) istovremeno pokazao kao najbolji procenivač moguće proizvodnje, što nas upućuje na njegovo korišćenje na farmama crno belih goveda.

## Literatura

1. AMTS.Cattle™ Version 1.0 Quick Start. (2006). <http://www.agmodelsystems.com/>
2. NRC (2001): Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revisited Edition. National Academy Press. Washington DC.
3. Tylutki, T.P. (2006): Comparison of biological models. <http://www.agmodelsystems.com/>.
4. Fox, D.G., Tylutki, T.P., Tedeschi, L.O., Van Amburgh, M.E., Chase, L.E., Pell, A.N. Overton, T.R., Russell, J.B. (2003): CNCPSManual. <http://www.cncps.cornell.edu/>.
5. CPMDairyHelpv3. (2006). <http://www.cpm dairy.com/>.

## COMPARATIVE OVERVIEW OF SOME COMPUTER MODELS IN DAIRY CATTLE NUTRITION

*G. Grubić, A. Božičković, B. Stojanović, N. Đorđević\**

### Summary

The aim of this work was to compare different computer models for dairy cow nutrition considering that they were not tested in our country. The used software packages were found on the Internet in the form of trial (demo) versions, and the NRC (2001) model was used. The data from the actual milk production were collected on the Padinska Skela farm, which is a part of PKB. The total feedstuff intake was recorded for one barn, the animal record was taken, also the daily milk production, analyses of feedstuffs and milk, and meteorological data. These real numbers were used as an input for computer models in order to see how successfully they predict the production. The following models were used: 1. NRC, 2001, 2. CNCPS v. 5.0, 3. AMTS.Cattle, 4. CPM-Dairy Beta v3, 5. RationPRO MVP, 6. CamDairy 2002, 7. RUMNUT. There were some differences between models in prediction of milk production, although their prediction of the possible dry matter intake was precise and analogous for all models. The NRC model most closely predicted the milk production. It can be concluded that the models investigated showed high level of similarity when used to predict real production on our farm, although we still don't have all the required data about feedstuffs used in our farms.

**Key words:** feeding, dairy cows, software, models.

---

\* Goran Grubić, Prof.Ph.D.; Aleksa Božičković, B.Sc.; Bojan Stojanović, M.Sc.; Nenad Đorđević, Prof.Ph.D; Faculty of Agriculture, Zemun-Belgrade, Serbia.