

DVOFAZNI PRISTUP VIŠEKRITERIJUMSKOM ODLUČIVANJU U BILJNOJ PROIZVODNJI

Grujica Vico¹, Radomir Prodanović², Radomir Bodiroga³

Izvod: U radu su predstavljeni rezultati istraživanja na temu višekriterijumskog odlučivanja u biljnoj proizvodnji u kojem su sukcesivno korišćene dvije vrste istraživačkih metoda. U prvoj istraživačkoj fazi kreiran je i riješen model linearnog programiranja po različitim kriterijumima optimalnosti. Dobijena su tri rješenja, koja su predstavljala alternative u drugoj istraživačkoj fazi. Rezultati istraživanja ukazuju na mogućnost uspješnog korišćenja korišćenih metoda u agroekonomskim istraživanjima.

Ključne reči: optimizacija, linearno programiranje, višekriterijumsko odlučivanje

Uvod

Savremena poljoprivreda, kroz razvojne procese sve je više upućena na korišćenje novih proizvodnih faktora, svakim danom su sve potrebija znanja iz drugih naučnih oblasti. Stvarnost nameće izraženu potrebu donošenja poslovnih odluka na bazi realnih činjenica, uz korišćenje adekvatnih metoda, a ne isključivo na bazi intuicije i, vrlo često površnih i paušalnih, analiza.

Kao realan odgovor na procese u upravljanju poljoprivrednom proizvodnjom, dolazi do snažnog prodora menadžerskih metoda iz drugih privrednih (i neprivrednih) oblasti. Među njima, čitav set metoda koje se odnose na procese planiranja i donošenja odluka (eng. „Decision making“), zauzima jako važnu poziciju. U poslednjoj deceniji bilježi se veći broj istraživanja i publikovanja radova u naučnim publikacijama na teme upotrebe metoda višekriterijumskog odlučivanja u različitim oblastima poljoprivredne proizvodnje (Matejcek i Brozova, 2012., Blagojevic, i sar., 2012., Matejcek i Brozova, 2011., Domeova i sar., 2006.). Na našem govornom području, osim izuzetaka, još uvijek nema većeg broja istraživanja u oblasti poljoprivredne (biljne) proizvodnje koja „pokrivaju“ navedenu tematiku.

Dostignuti napredak u oblasti softverskog inženjeringa omogućio je prisustvo na tržištu većeg broja aplikativnih softvera koji su specijalizovani za upotrebu metoda kako jednokriterijumske, tako i višekriterijumske optimizacije. Time je olakšano korišćenje različitih metoda, čiji izračun u nekim slučajevima predstavlja vrlo komplikovane matematičke algoritme.

Cilj ovog rada predstavlja iznalaženje optimalne strukture biljne proizvodnje korišćenjem metoda linearnog programiranja na osnovu više kriterijuma optimalnosti, te na bazi metoda višekriterijumskog odlučivanja izbor najbolje varijante.

¹Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, , BiH (vicogrujica@yahoo.com);

²Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, , BiH

³Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet Istočno Sarajevo, Vuka Karadžića 30, BiH (radomir.bodiroga@gmail.com);

Materijal i metode rada

U istraživanju je prihvaćen pristup koji podrazumjeva sukcesivnu upotrebu metoda linearnog programiranja i metode višekriterijuskog odlučivanja.

Upotreba linearnog programiranja podrazumjeva realizaciju više uzastopnih koraka koji se ogledaju u: Izradi opšteg logičkog modela farme kroz definisanje sistema sa važnijim elementima i relacijama između njih, Definisanje aktivnosti (promjenjivih), Definisanje matrice tehničkih koeficijenata i ograničenja, Definisanje ograničenja, Definisanje ekonomske funkcije. Kreiranje tehnoloških karti i kalkulacija varijabilnih troškova sastavni su dio istraživačkog procesa. Opšti model linearnog programiranja u svojim publikacijama predstavilo je više autora (npr. Novković i sar., 2008.). Prethodno su kreirane tehnološke karte i kalkulacije varijabilnih troškova prema Vicu (2012.).

U drugom drugoj istraživačkoj fazi rješenja iz prve istraživačke faze korišćena su kao alternative. Korišćen je metod jednostavnih težinskih koeficijenata - SAW metod (Stević, 2013.).

Rezultati istraživanja i diskusija

Rješavanje problema linearnog programiranja

Nakon sistemske analize kreiran je model sa šest grupa promjenjivih od kojih prvu grupu sačinjavaju jedinica površine četiri obuhvaćena usjeva (pšenica, ječam, kukurzu, soja). Drugu grupu sačinjavaju sjeme obuhvaćenih biljnih vrsta, treću ostali materijalni inputi, četvrtu i petu grupu sačinjavaju trošci rada radnika odnosno mehanizacije po mjesecima u godini i šesta grupa je sastavljena od gotovih proizvoda.

U modelu je inkorporirano sedam grupa ograničenja: Raspoloživi zemljišni kapaciteti, Ograničenja plodoređa, bilans repromaterijala, bilans gotovog novca, bilans rada radnika, bilans rada mehanizacije i bilans gotovih proizvoda.

Nakon definisanja tehničkih koeficijenata, kreirane su tri kriterijumske funkcije, gdje su korišćena tri različita kriterijuma: Maksimizacija neto prihoda - Varijanta 1, Minimizacija utroška mineralnih đurbiva - Varijanta 2 i Minimizacija utroška rada mehanizacije u oktobru mjesecu - Varijanta 3. Kreiran je model čija se matematička formulacija može prikazati na slijedeći način:

Ekonomska funkcija:

$$(\max)f = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q c_{ij} x_{ij}$$

Ograničenja:

$$\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q a_{ijkl} x_{ij} \leq u_{kl} \quad k = 1, 2, \dots, r \quad l = 1, 2, \dots, s$$

Uslova nenegativnosti:

$i=1, 2, \dots, p \quad j=1, 2, \dots, q$

Indeksi:

p – broj grupa aktivnosti; q – broj aktivnosti u grupi; r – broj grupa ograničenja; s – broj ograničenja u grupi

Aktivnosti:

x_{ij} ; $i=1,2,\dots,p$ $j=1,2,\dots,q$

Ograničenja:

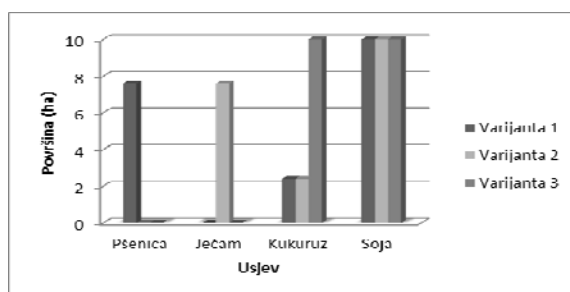
u_{kl} ; $k=1,2,\dots,r$ $l=1,2,\dots,s$

Koeficijenti u funkciji kriterijuma:

c_{ij} ; $i=1,2,\dots,p$ $j=1,2,\dots,q$

Grupe aktivnosti: linije biljne proizvodnje $i=1$ $j=1$; kupljeni inputi $i=2$ $j=1,\dots,8$; ostali varijabilni troškovi $i=3$ $j=1$; utrošak mehanizacije po mjesecima $i=4$ $j=9$; utrošak radne snage po mjesecima $i=5$ $j=9$; gotovi proizvodi $i=6$ $j=4$.

Grupe ograničenja: kapaciteti $k=1$ $l=1$; plodored $k=2$ $l=4$; bilansi inputa inputa nabavljenih na tržištu $k=3$ $l=1,\dots,8$; bilansi gotovog novca $k=4$ $l=1$; bilansi mehanizacije $k=5$ $l=1,\dots,9$; raspoloživi ljudski rad $k=6$ $l=1,\dots,9$; bilans gotovih proizvoda $k=7$ $l=1,\dots,4$. Rješavanjem ovako postavljenog modela dobijena su tri rješenja (grafikon 1)



Grafikon 1. Proizvodna struktura po varijantama

Graph 1. Production structure by variants

Soja je usjev koji pokazuje najvišu konkurentnost u sve tri varijante (grafikon 1), dok kukuruz zauzima maksimalne dozvoljene površine u trećoj varijanti.

Podaci za drugu istraživačku fazu dobijeni su naknadnim obračunima (tabela 1):

Tabela 1. Odabrani pokazatelji optimalnih rješenja

Table 1. Selected Indicators of optimal solutions

Varijanta	Var. 1	Var.2	Var. 3
Iznos ukupnog neto prihoda (KM)	13.739,00	13.428,00	11.525,00
Ukupna količina utrošenog mineralnog đubriva (kg)	7.500,00	6.360,00	7.500,00
Ukupno utrošeno rada mehanizacije u oktobru mjesecu (časova)	154,00	154,00	121,70

Kao što je očekivano, dobijena su različita rješenja u različitim varijantama (tabela 1), tako da je varijanta 1 najbolja po prvom kriterijumu, varijanta 2 po drugom i varijanta 3 po trećem.

Izbor najbolje alternative

Pred organizatora proizvodnje se postavlja zadatak koju od varijanti odabirati kao najpovoljniju alternativu. Do odgovora je moguće doći upotrebom neke od metoda

višekriterijumskog odlučivanja. Problem višekriterijumskog odlučivanja podrazumjeva izbor između alternative, ali uz respektovanje više kriterijuma. Detaljniju elaboraciju, kao i klasifikacije, te primjere upotrebe moguće je naći u dostupnoj literaturi domaćih i inostranih autora (Nikolić i Borović, 1996., Milovanović i Dumonjčić-Milovanović, 2015., Agarski, 2014., Hot, 2014., Triantaphyllou, 2000., Chai, J.; Liu, J.; Ngai, E, 2013.).

Opšti oblik SAW modela predstavljen je na sljedeći način:

$$R = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ & w_1 & w_2 & \dots & w_m \\ A_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Gdje su: A_n – alternative, odnosno jedinice posmatranja; C_m – kriterijumi; W_m – težinski koeficijenti za svaki odabrani kriterijum; x_{ij} - vrijednosti odgovarajućeg kriterijuma, odnosno pokazatelja, za svaku alternativu (jedinicu posmatranja). Normalizacija za kriterijume koji se maksimiziraju

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{**}}{x_j^* - x_j^{**}}$$

Normalizacija za kriterijume koji se minimiziraju

$$r_{ij} = \frac{x_j^* - x_{ij}}{x_j^* - x_j^{**}}$$

Gdje su: x_j^* predstavlja najbolju vrijednost odabranog kriterijuma za sve jedinice posmatranja, odnosno objekte u odnosu na C_j a x_j^{**} predstavlja njegovu najlošiju vrijednost.

Nakon normalizacije i formiranja nove matrice, prelazi se na množenje novoformirane matrice sa vektorom težinskih koeficijenata na sljedeći način:

$$\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11}w_1 + r_{12}w_2 + \dots + r_{1m}w_m \\ r_{21}w_1 + r_{22}w_2 + \dots + r_{2m}w_m \\ \vdots \\ r_{n1}w_1 + r_{n2}w_2 + \dots + r_{nm}w_m \end{bmatrix}$$

Vrijednost za svaku alternativu dobije se na osnovu zbira rezultata:

$$S_i = \sum_{j=1}^m w_j r_{ij}$$

gdje je najbolja ona alternativa sa najvećom vrijednosti S.

Za rješavanje problema višekriterijumskog odlučivanja uz korišćenje SAW metoda potrebno je definisati težinske koeficijente za svaki kriterijum. Samo definisanje težinskih koeficijenata predstavlja subjektivan izbor donosioca odluke. U konkretnom

primjeru za zadate kriterijume kao početni težinski koeficijenti odabrani su slijedeći: X1 (Kriterijum 1) – 0,50; X2 (Kriterijum 2) – 0,25; X3 (Kriterijum 3). – 0,25.

Nakon obračuna dobijeni su konačni rezultati (tabela 2.).

Tabela 2. Konačne vrijednosti alternative
Table 2. The final value of alternative

Alternativa	Kriterijumi			Ukupno
	X ₁	X ₂	X ₃	
Alternativa 1	0,500	0,000	0,000	0,500
Alternativa 2	0,430	0,250	0,000	0,680
Alternativa 3	0,000	0,000	0,250	0,250

Alternativa 2, koja predstavlja proizvodnu strukturu dobijenu na osnovu zadanog kriterijuma minimizacije upotrebe mineralnog đubriva u zadatku lineranog programiranja pokazala se kao najpoljovnjija alternativa na osnovu istovremenog korišćenja sva tri kriterijuma (tabela 2.). Uz ovo je važno napomenuti postojanje težinskih kriterijuma, koji su definisani na osnovu subjektivnog stava donosioca odluke, kako procedura i zahtijeva.

Zaključak

Rješavanjem zadatka linearnog programiranja na osnovu više kriterijuma optimalnosti moguće je dobiti više proizvodnih struktura koje u najvećoj mogućoj mjeri zadovoljavaju svaki pojedinačni zadati kriterijum.

Moguće je koristiti metode višekriterijumskog odlučivanja u poljoprivrednim i agroekonomskim istraživačkim problemima, gdje je potrebno izvršiti izbor ili rangirati alternative uz uvažavanje više kriteirjuma.

Meotode višekriterijumskog odlučivanja sa uspjehom se mogu koristiti u kombinaciji sa metodom linearnog programiranja.

Literatura

- Agarski B. (2014). Razvoj sistema za inteligentnu višekriterijumsku procenu opterećenja životne sredine kod ocenjivanja životnog ciklusa proizvoda i procesa. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka.
- Blagojevic B., Matic-Kekic S., Ruzic D., Dedovic D. (2012). Application of SAW, TOPSIS and CP methods in the tractors ranking based on the ergonomic characteristics. Contemporary Agricultural Engineering, Vol. 38, No. 4, 287-376.
- Chai J., Liu J., Ngai E. (2013). Application of decisionmaking techniques in supplier selection: A systematic review of literature. Expert Systems with Applications, 40(10), pp. 3872–3885.
- Domeova L., Houska M., Berankova M. (2006). Multiple-criteria approach for strategy adaptation in SME’s. Agricultural Economics (Agricon)- Czech. Czech Academy for Agricultural Sciences, (4): 155-159

- Hot I. (2014). Upravljanje izradom generalnih projekata u oblasti infrastrukture primenom višekriterijumske analize. Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- Matejcek M., Brozova H. (2012). Multi-objective planning of vegetable production. *Scientia agriculturae bohemia*, 43. Czech University of Life Sciences Prague, (1): 28–38
- Matejcek M., Brozova H. (2011). Multiple attributes analysis of vegetable production. *Mathematics and Computers in Biology, Business and Acoustics*. Transilvania University of Brasov, Romania, 27-33.
- Milovanović Z., Dumonjić-Milovanović S. (2015). Naučno-stručni simpozijum Energetska efikasnost | ENEF 2015, Banja Luka, 25-26. septembar 2015. godine.
- Novković N., Rodić V. Vukelić N. (2008). Linerno programiranje - primeri i zadaci, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Nikolić I., Borović S. (1996). Višekriterijumska optimizacija (metode, primena u logistici, softver), Centar Vojnih škola Vojske Jugoslavije. Beograd.
- Stević S.(2013). Turistička valorizacija-višekriterijalni pristup. Zbornik radova br. 7, Ekonomski fakultet, Brčko, 1-9.
- Triantaphyllou E. (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Vico G. (2012). Optimizacija govedarske proizvodnje u Republici Srpskoj na osnovu više kriterijuma. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Beograd. Dostupno na <http://dx.doi.org/10.2298/BG20121205VICO>

A TWO-STAGE APPROACH FOR MULTIPLE-CRITERIA DECISION MAKING IN PLANT PRODUCTION

Grujica Vico¹, Radomir Prodanović², Radomir Bodiroga³

Abstract

The paper presents the results of research on multi-criteria decision-making in crop production which were successively used two types of research methods. In the first phase of the research has been created and solved by linear programming model by different criteria of optimality. The resulting three solutions, which represented an alternative in the second research phase. The research results indicate the possibility of a successful use of the methods used in agro-economic research.

Key words: optimisation, linear programming, multicriteria decision making

¹University of East Sarajevo, Faculty of Agronomy East Sarajevo, Vuka Karadzica 30, Republic of Srpska, B&H (vicogrujica@yahoo.com)

²University of East Sarajevo, Faculty of Agronomy East Sarajevo, Vuka Karadzica 30, B&H

³University of East Sarajevo, Faculty of Agronomy East Sarajevo, Vuka Karadzica 30, Republic of Srpska, B&H (radomir.bodiroga@gmail.com)