PRIMENA ELECTRA METODE U NABAVCI POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE

Željko Milovanović
JKP "Vodovod" Zaječar, Srbija

Korespondencija: zeljkomilovanovicrs@gmail.com
Vrsta rada: Pregledni rad
Primljen: 26.06.2017; Prihvaćen: 02.11.2017

Rezime: Uslovi globalizacije su doveli do pojačane konkurentnosti na tržištu poljoprivrede. U pomenutim uslovima, poljoprivredni proizvođači teže sticanju određene konkurentske prednosti. Često se kao imperativ uspeha na tržištu razmatra odluka o povećanju prinosa određene poljoprivredne kulture. Radi adekvatne obrade zemljišta i dostizanja željenih ciljeva prinosa, potrebno je posedovati adekvatna osnovna sredstva. Jedan od najčešće korišćenih osnovnih sredstava u poljoprivredi je traktor. Savremeno poslovanje podrazumeva korišćenje modernih traktora. Sama kupovina traktora iziskuje ogromne troškove za određeni poljoprivredni subjekt. Iz tog razloga, kod kupovine traktora je potrebno sagledati potrebe i mogućnosti na tržištu i uporediti traktore na osnovu određenih kriterijuma. Predmet istraživanja ovog rada je selekcija traktora za kupovinu u organizaciji "Džervin" iz Knjaževca primenom ELECTRE metode.

Ključne reči: selekcija, traktor, ELECTRE metod

Uvod

Bogata, plodna i obradiva zemlja su karakteristika Republike Srbije. [Bracanović, 2011, 3] Poljoprivreda predstavlja baznu granu nacionalne ekonomije Srbije. Ona je značajna ekonomska delatnost i za nju postoje odlični uslovi. Posmatrajući sa mikroekonomskog aspekta, uspešan razvoj i ekonomska snaga agrarne proizvodnje zavisi od

brojnih eksternih i internih faktora: veličine i stepena korišćenja proizvodnih faktora, ekonomičnosti, produktivnosti, tipa gazdinstava, regionalne određenosti, stanja pogonskih mašina gazdinstva. [Pejanović, 2010, 3] U razvijenim industrijskim zemljama, fizička radna snaga je skupa i sve se teže nalazi. Iz tog razloga, primena mašina je veoma važna, pošto u nekim slučajevima omogućava

povećanje produktivnosti rada do sto puta. [Bugarin i dr., 2014, 1]

Poljoprivredni subjekti u Srbiji teže povećanju intenziteta poljoprivredne proizvodnje radi dostizanja evropskih standarda u pogledu rodnosti. Na osnovu istraživanja određenih autora, traktori imaju veliki i pozitivan uticaj na intenzitet rodnosti. [Mcinerney & Donaldson, 1975, 1] Celokupna i blagovremena primena mehanizacije ima poseban značaj kod realizacije optimalnih mera za povećanje intenziteta poljoprivredne proizvodnje. U skladu sa tim, naponi poljoprivrednih gazdinstava su usmereni na kupovinu savremene mehanizacije i primenu modernih tehnoloških postupaka. [Subić & Vasiljević, 2006, 25]

Predmet istraživanja rada jeste selekcija traktora za kupovinu primenom ELECTRE metode. Upoređivanje traktora će biti izvršeno na osnovu faktora od najvećeg značaja. Prilikom ispitivanja će biti upoređeno pet tipova traktora na osnovu zadatih kriterijuma. Tip traktora koji se najbolje pokazao u upoređivanju će biti kupljen.

1. Uloga traktora u bavljenju poljoprivrednim aktivnostima

U savremenim tržišnim uslovima, na uspeh poljoprivrednog subjekta veliki uticaj ima tehnička opremljenost. Ona predstavlja osnovnu komponentu od koje zavisi funkcionalnost novih agrarnih struktura. Zamena tehnički dotrajalih i

tehnološki prevaziđenih sredstava poljoprivredne tehnike predstavlja determinantu za blagovremeno i kvalitetno obavljanje radova u primarnom poljoprivrednoj proizvodnji. [Božić i dr., 2009, 97] Troškovi sredstava mehanizacije su u Srbiji dosta veći nego u razvijenim zemljama. Glavni razlog toga se ogleda u nedovoljnoj iskorišćenosti mašina i velikoj prosečnoj starosti mašina koja za sobom povlači velike troškove zbog kvarova sredstava mehanizacije. [Božić i dr., 2003, 401-409]

Traktori predstavljaju jedan od najvažnijih poljoprivrednih alata koji igraju značajnu ulogu u poljoprivrednoj proizvodnji. Kupovina traktora i prateće opreme zahteva znatna ulaganja. Rezultat pogrešnog izbora traktora može biti skupo plaćen. [Amini & Asoodar, 2016, 224].

Prilikom kupovine traktora, u razmatranje se uzima veliki broj faktora koji je moguće podeliti u pet velikih grupa: tehnološki, tehnički, energetski, ekonomski i ergononski. Kod selekcije traktora za kupovinu, potrebno je ustanoviti namenu traktora, strukturu poslova koju je potrebno završiti obaviti, terminski plan radova, uslove korišćenja i faktore rizika. [Ogrizović, 2016, 7] Pored toga, potrebno je obratiti pažnju na trgovačko ime traktora, na brend, na mogućnosti kvara traktora, na mašinski dizajn, "easy" opcije, bezbednosti na radu i slično. [Almasi i dr., 2006, 248]

2. Metodologija istraživanja

Cilj istraživanja ovog rada ogleda se u selekciji traktora za kupovinu. Selekcija će biti izvršena primenom ELECTRE I metode. Ovu metodu prvi put je primenio Roy 1971. godine. ELECTRE I metod je alat višekriterijumskog odlučivanja koji ima za cilj da pomogne donosiocima odluke kod donošenja samih odluka. ELECTRE I metod omogućava parcijalno uređenje skupa rešenja na osnovu preferencija donosioca odluke. [Prvulović & Manasijević, 2006, 90]

Koraci u metodologiji istraživanja su zapravo koraci u sprovođenju ELECTRE I metode. Prvi korak podrazumeva izračunavanje normalizovane matrice odlučivanja. Nakon toga, vrši se proračun težinske normalizovane matrice odlučivanja na osnovu težinskih koeficijenata dobijenih od strane donosioca odluke iz kompanije Džervin. Treći korak predstavlja određivanje skupova saglasnosti i nesaglasnosti u kojem se upoređuju parovi akcija. Posle određivanja skupova saglasnosti, pristupa se određivanju matrica saglasnosti i nesaglasnosti. Ove matrice se određuju na osnovu skupa saglasnosti i nesaglasnosti. Elemente matrice čine indeksi saglasnosti i nesaglasnosti. Šesti korak u primeni ELECTRE I metode je određivanje matrice saglasne dominacije na osnovu vrednosti praga indeksa saglasnosti. Sledeći korak podrazu-

meva proračun matrice nesaglasne dominacije na osnovu prosečnog indeksa nesaglasnosti. Osmi korak u klasifikaciji traktora za kupovinu podrazumeva kreiranje matrice agregatne dominacije. Elementi ove matrice su jednaki proizvodu elemenata na odgovarajućoj poziciji u matricama saglasne i nesaglasne dominacije. Na kraju, vrši se eliminisanje manje poželjnih akcija i utvrđivanje dominacije alternativa.

3. Selekcija traktora za kupovinu primenom ELECTRE metode

Kompanija "Džervin" iz Knjaževca ima u svom planu proširenje svojih kapaciteta i sadnju većeg broja parcela. Međutim, usled nedostatka osnovnih sredstava, preduzeće razmatra kupovinu traktora. Traktori koji će biti razmatrani su: "John Deere 5100R" (A1), "John Deere 6115M" (A2), "John Deere 6130 M" (A3), "John Deere 7200R" (A4) i "John Deere 7230R" (A5).

Menadžment ove organizacije je odlučio da se pri kupovini traktora u obzir uzme veći broj kriterijuma: K1 - cena (u hiljadama €); K2 - pouzdanost (kvalitativna ocena); K3 - maksimalna snaga (kW); K4 - maksimalni obrtni momenat (Nm) i K5 - rok isporuke (u danima).

Stavljanjem u odnos alternativa i kriterijuma, dobija se početna matrica. Ona je predstavljena u Tabeli 1.

Tabela 1. Početna matrica odlučivanja

Alternative	Kriterijumi				
	K1	K2	K3	K4	K5
Tip ekstrema	Min	Max	Max	Max	Min
A1	48	Niska	77	416	30
A2	70	Prosečna	86	519	50
A3	74	Visoka	98	587	40
A4	110	vrlo visoka	170	936	55
A5	122	vrlo visoka	194	1077	60

U cilju kvantifikacije podataka, potrebno je izvršiti transformaciju kvalitativnih atributa. Za transformaciju atributa će se koristiti pristup bipolarnih skala, gde je 1 - vrlo nizak nivo, 3 - nizak, 5 - prosečni, 7 - visok, i 9 - vrlo visok nivo. Na osnovu bipolarne skale, matrica odlučivanja je kvantifikovana:

$$O = \begin{bmatrix} 48 & 3 & 77 & 416 & 30 \\ 70 & 5 & 86 & 519 & 50 \\ 74 & 7 & 98 & 587 & 40 \\ 110 & 9 & 170 & 936 & 55 \\ 122 & 9 & 194 & 1077 & 60 \end{bmatrix}$$

Korak 1: Izračunavanje normalizovane matrice odlučivanja N

Prvi korak u primeni ELECTRE metode podrazumeva izračunavanje normalizovane matrice odlučivanja. Elementi matrice odlučivanja se proračunavaju prema obrascu:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

gde je x_{ij} vrednost akcija a_i , ($i = 1, 2, \dots, m$) u odnosu na kriterijume k_j ($j = 1, 2, \dots, n$).

Normalizovana matrica odlučivanja glasi:

$$N = \begin{bmatrix} 0,2410 & 0,1917 & 0,2574 & 0,2476 & 0,2782 \\ 0,3515 & 0,3194 & 0,2875 & 0,3089 & 0,4637 \\ 0,3716 & 0,4472 & 0,3276 & 0,3494 & 0,3710 \\ 0,5523 & 0,5750 & 0,5683 & 0,5571 & 0,5101 \\ 0,6126 & 0,5750 & 0,6486 & 0,6410 & 0,5565 \end{bmatrix}$$

Korak 2: Izračunavanje težinske normalizovane matrice odlučivanja TN

Kod samog procesa odlučivanja, aktivno su učestvovali i predstavnici organizacije. Oni su odredili težinske koeficijente kriterijuma, nakon čega se izračunava težinska normalizovana matrica odlučivanja.

$$TN = N * T \quad (2)$$

Matrica težinskih koeficijenata u ovom slučaju može biti predstavljena na sledeći način:

$$T = [0,30 \quad 0,20 \quad 0,20 \quad 0,10 \quad 0,20]$$

Težinska normalizovana matrica odlučivanja glasi:

$$TN = \begin{bmatrix} 0,0723 & 0,0383 & 0,0515 & 0,0248 & 0,0556 \\ 0,1054 & 0,0639 & 0,0575 & 0,0309 & 0,0927 \\ 0,1115 & 0,0894 & 0,0655 & 0,0349 & 0,0742 \\ 0,1567 & 0,1150 & 0,1137 & 0,0557 & 0,1020 \\ 0,1838 & 0,1150 & 0,1297 & 0,0641 & 0,1113 \end{bmatrix}$$

Korak 3: Određivanje skupova saglasnosti S i nesaglasnosti NS

U ovom koraku se vrši upoređivanje parova akcija p i r (p, r = 1, 2, ..., m i p ≠ r). Prvi element trećeg koraka podrazumeva formiranje skupa saglasnosti S_{pr} za akcije a_p i a_r koji se sastoji od svih kriterijuma za koje je akcija a_p poželjnija od akcije a_r . Skup saglasnosti se formira na osnovu sledećih obrazaca:

$$S_{pr} = (j | x_{pj} \geq x_{rj}) \quad (3) \text{ za max;}$$

$$S_{pr} = (j | x_{pj} \leq x_{rj}) \quad (4) \text{ za min.}$$

Prilikom formiranja skupa nesaglasnosti, koriste se sledeći obrasci:

$$NS_{pr} = J - S_{pr} = (j | x_{pj} < x_{rj}) \quad (5) \text{ za max;}$$

$$NS_{pr} = J - S_{pr} = (j | x_{pj} > x_{rj}) \quad (6) \text{ za min.}$$

Tabela 2. Skupovi saglasnosti i nesaglasnosti

Parovi, $p \neq r$	Skup saglasnosti	Skup nesaglasnosti
p=1, r=2	1,5	2,3,4
p=1, r=3	1,5	2,3,4
p=1, r=4	1,5	2,3,4
p=1, r=5	1,5	2,3,4
p=2, r=1	2,3,4,	1,5
p=2, r=3	1	2,3,4,5
p=2, r=4	1,5	2,3,4
p=2, r=5	1,5	2,3,4
p=3, r=1	2,3,4	1,5
p=3, r=2	2,3,4,5	1
p=3, r=4	1,5	2,3,4
p=3, r=5	1,5	2,3,4
p=4, r=1	2,3,4	1,5
p=4, r=2	2,3,4	1,5
p=4, r=3	2,3,4	1,5
p=4, r=5	1,2,5	3,4
p=5, r=1	2,3,4	1,5
p=5, r=2	2,3,4	1,5
p=5, r=3	2,3,4	1,5
p=5, r=4	2,3,4	1,5

Korak 4: Određivanje matrice saglasnosti MS

Matrica saglasnosti se određuje na osnovu skupa saglasnosti. Elemente matrice saglasnosti čine indeksi saglasnosti. Oni se određuju na osnovu sledećih formula:

$$S_{pr} = \sum_{j \in S_{pr}} t_j \quad (7)$$

$$S_{pr} = 0 \quad (8)$$

za $p \neq r$.

Matricu saglasnosti je moguće prikazati na sledeći način:

$$MS = \begin{bmatrix} 0 & 0,50 & 0,50 & 0,50 & 0,50 \\ 0,50 & 0 & 0,30 & 0,50 & 0,50 \\ 0,50 & 0,70 & 0 & 0,50 & 0,50 \\ 0,50 & 0,50 & 0,50 & 0 & 0,70 \\ 0,50 & 0,50 & 0,50 & 0,50 & 0 \end{bmatrix}$$

Korak 5: Određivanje matrice nesaglasnosti

Matrica nesaglasnosti se određuje na osnovu skupa nesaglasnosti. Elemente matrice čine indeksi nesaglasnosti koji se određuju na osnovu formule:

$$NS_{pr} = \frac{\max_{j \in NS_{pr}} |tn_{pj} - tn_{rj}|}{\max_{j \in J} |tn_{pj} - tn_{rj}|} \quad (9)$$

Matrica nesaglasnosti glasi:

$$MSN = \begin{bmatrix} 0 & 0,6900 & 1 & 0,9088 & 0,7013 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0,9209 \\ 0,7671 & 0,2392 & 0 & 1 & 0,8879 \\ 1 & 0,9128 & 0,9378 & 0 & 0,5904 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Korak 6: Određivanje matrice saglasne dominacije MSD

U ovom koraku, matricu saglasne dominacije određujemo na osnovu praga indeksa saglasnosti, koji se može definisati kao prosečni indeks saglasnosti:

$$PIS = \frac{\sum_{p=1}^m \sum_{r=1}^m S_{pr}}{m(m-1)} \quad (10)$$

pri čemu je $p \neq r$. Formiranje matrice saglasnosti se vrši na osnovu sledećih kriterijuma:

$$msd_{pr} = 1 \text{ za } s_{pr} \geq PIS \quad (11)$$

$$msd_{pr} = 0 \text{ za } s_{pr} < PIS \quad (12)$$

$$PIS = \frac{10,20}{20} = 0,51$$

Matrica saglasne dominacije glasi:

$$MSD = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Korak 7: Određivanje matrice nesaglasne dominacije MNSD

Matrica nesaglasne dominacije se formira na osnovu prosečnog indeksa nesaglasnosti:

$$PINS = \frac{\sum_{p=1}^m \sum_{r=1}^n ns_{pr}}{m(m-1)} \quad (13)$$

pri čemu je $p \neq r$. Formiranje matrice nesaglasnosti se vrši na osnovu sledećih kriterijuma:

$$mnsd_{pr} = 1 \text{ za } ns_{pr} \leq PINS \quad (14)$$

$$mnsd_{pr} = 0 \text{ za } ns_{pr} > PINS \quad (15)$$

$$PINS = \frac{17,5562}{20} = 0,8778$$

Matricu nesaglasne dominacije je moguće prikazati na sledeći način:

$$MSND = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Korak 8: Određivanje matrice agregatne dominacije MAD

Elementi matrice agregatne dominacije su jednaki proizvodu elemenata na odgovarajućoj poziciji u matricama saglasne i nesaglasne dominacije:

$$ad_{pr} = sd_{pr} * nsd_{pr} \quad (16)$$

$$MAD = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Korak 9: Eliminisanje manje poželjnih akcija

Tabela 3. Ocenjivanje alternative

	A1	A2	A3	A4	A5
A1	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0
A3	0	1	0	0	0
A4	0	0	0	0	1
A5	0	0	0	0	0

U Tabeli 3 možemo videti da alternative A1, A2 i A5 ne dominiraju nad bilo kojom alternativom. Sa druge strane alternativa A3 dominira nad alternativom A2, dok alternativa A4 dominira nad alternativom A5. U ovakvoj situaciji, potrebno je dodatno upoređivanje alternativa. Pošto su i alternativa A3 i alternativa A4 ostvarile po jednu dominaciju, potrebno je uporediti iste na osnovu najznačajnijeg kriterijuma - cene. Ovaj kriterijum ima najveći težinski koeficijent, a alternativa A3 je dosta jeftinija u odnosu na alternativu A4, moguće je zaključiti da je alternativa A3 najpogodnija za kupovinu.

Zaključak

U radu je izvršeno upoređivanje traktora za kupovinu. Proces razmatranja traktora je obuhvatio pet tipova proizvođača "John Deere". Traktori su upoređeni na osnovu pet kriterijuma: cena, pouzdanost, maksimalna snaga, maksimalni obrtni momenat i rok isporuke. Upoređivanje traktora je izvršeno primenom ELECTRE I metode.

Rezultati istraživanja su pokazali da alternative A1, A2 i A5 ne

dominiraju ni nad jednom drugom razmatranom alternativom te se kao takve isključuju iz daljeg tumačenja. Pored toga, alternativa A3 dominira nad alternativom A2, dok alternativa A4 dominira nad alternativom A5. Pošto nijedna od alternativa nije zabeležila veći broj dominacija u odnosu na ostale razmatrane alternative, potrebno je detaljnije analizirati problem upoređivanjem alternativa A3 i A4. Naime, za preduzeće "Džervin" iz Knjaževca je najvažniji faktor prilikom kupovine traktora cena sa težinskim koeficijentom od 0,30. U skladu sa tim, u dodatnom krugu upoređivanja ove alternative će biti upoređene na osnovu cene. Kod upoređivanja na osnovu cene važi pravilo da je traktor sa nižom cenom pogodniji i da dominira. Pošto alternativa A3 (74.000 €) zahteva izdvajanje znatno manje sume novca u odnosu na alternativu A4 (110.000 €), zaključujemo da je za potrebe razmatranog preduzeća najpogodniji traktor "John Deere 6130 M".

Reference

- Almasi M., Kiani S., & Lvymy N. (2006). *Basics of agricultural mechanization*, Iran, Forest Publication, 248.
- Amini S., & Asoodar M. A. (2016). Selecting the most appropriate tractor using Analytic Hierarchu Process - An Iranian case study, *Information processing in agriculture* 3, 224.
- Božić S., Radivojević D., & Radojević R. (2009). Ostvareni obim korišćenja sredstava poljoprivredne tehnike kao element za donošenje odluke pri organizovanju mehanizovanih procesa na poljoprivrednim gazdinstvima, Beograd, *Poljoprivredna tehnika broj 2*, 97.
- Božić S., Tošić M., Dolenssek M., & Sredojević Z. (2003). Tehničko-ekonomska opravdanost mašinskih prstenova, Beograd, *Poljoprivreda i ruralni razvoj u Evropskim integracijama*, 401-409.
- Bracanović Z. (2011). Model saradnje proizvođača traktora i poljoprivrednih gazdinstava, Novi Pazar, *Agrobiz* 2011, 305.
- Bugarin R., Bošnjaković A., & Sedlar A. (2014). *Mašine u voćarstvu i vinogradarstvu*, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, 1.
- Mcinerney J. P., & Donaldson G. F. (1975). The consequences off arm tractors in Pakistan, Washington, *Staff Work, Pap 210, World Bank*, 94.
- Ogrizović B. (2016). Mehanizacija kao najvažniji činilac u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji, Sombor, *Agroinstitut*, 7.
- Pejanović R. (2010). *Agroekonomska analiza poljoprivrednih subjekata*, Novi Sad, Škola biznisa, 3. (2010)
- Prvulović S., & Manasijević D. (2006). *Teorija odlučivanja sa primerima*, Bor, Tehnički fakultet, 90.
- Subić J., & Vasiljević Z. (2006): Organizacija i racionalna eksploatacija mašinsko-traktorskog parka na poljoprivrednim gazdinstvima u južnom Banatu, Beograd, *Poljoprivredna tehnika, broj 4*, 25.

Application of the ELECTRA method in the purchase of agricultural mechanization

Željko Milovanović

JKP "Vodovod" Zaječar, Republika Srbija
zeljkomilovanovicrs@gmail.com

Abstract: Terms of globalization have led to increased market competitiveness of agriculture. In the above conditions, farmers harder to acquire certain competitive advantage. Often seen as an imperative of success in the market considers the decision to increase the yield of certain crops. For adequate cultivation and achieve the desired goals of yield, it is necessary to hold adequate assets. One of the most commonly used fixed assets in agriculture is the tractor. Modern business involves the use of modern tractors. Buying a tractor requires huge expenses for certain agricultural entity. For this reason, for the purchase of tractors is necessary to assess the needs and opportunities in the market and compare the tractor based on certain criteria. The subject of this work is the selection for the purchase of tractors, organized by "Džervin" from Knjazevac application of ELECTRE methods.

Key words: selection, tractor, ELECTRE methods