



PRIMJENA METODA VIŠEKRITERIJSKOG ODLUČIVANJA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

APPLICATION OF MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Ana Crnčan, I. Kralik, L. Hadelan, Jelena Kristić

Prethodno znanstveno priopćenje – Preliminary scientific communication
Primljeno – Received: 25. svibanj - May 2016.

SAŽETAK

Većina poslovnih odluka donosi se u uvjetima kada postoji veći broj međusobno povezanih i uspostavljenih kriterija, pa upravo iz te činjenice proizlazi važnost višekriterijskog odlučivanja. Od druge polovice sedamdesetih godina prošlog stoljeća, metode višekriterijske analize učestalo se koriste u znanstvenim istraživanjima na različitim područjima. Između ostalog, primjenjuju se i u području menadžmenta u poljoprivredi jer se poslovno odlučivanje ne može temeljiti na optimalizaciji samo jednog elementa, ignorirajući pri tome ostale tehnološko-ekonomske činitelje. U radu su prikazani razlozi i područja primjene višekriterijskog odlučivanja u poljoprivrednoj proizvodnji, te karakteristike analitičkog hijerarhijskog procesa na primjeru odabira sustava za proizvodnju jaja. Definirani model sastojao se od kvantitativnog kriterija (ekonomski pokazatelji) i kvalitativnog kriterija (tržišni pokazatelji i tehničko-tehnološki činitelji). Na osnovi individualnih ocjena sudionika istraživanja, dobivena je ukupna zbirna ocjena sustava. Prema istoj najprihvatljivija je alternativa proizvodnja jaja u stajskome sustavu držanja nesilica.

Ključne riječi: višekriterijsko odlučivanje, analitički hijerarhijski proces, poljoprivredna proizvodnja, proizvodnja jaja

UVOD

Postupak racionalnog odlučivanja obuhvaća skup različitih faza koje upravitelj treba poduzeti kako bi donosio logične, razborite i stabilne odluke (Karić, 2006.). Većina poslovnih odluka donosi se u uvjetima kada postoji veći broj međusobno povezanih i uspostavljenih kriterija, pa upravo iz te činjenice proizlazi važnost višekriterijskog odlučivanja. Metode višekriterijskog odlučivanja (engl. Multiple Criteria Decision Making - MCDM) razvijale su se intenzivno proteklih tridesetak godina. Glavni poticaj razvoju je težnja usavršavanju klasične teorije

optimizacije u sklopu modela operacijskih istraživanja. Važnost i uloga višekriterijske analize očituje se u rastućem broju znanstvenih i stručnih radova s područja teorije i prakse predmetne problematike kao i značajnom broju znanstvenih skupova specijaliziranih za MCDM analize. Cilj rada bio je prikazati značajke i moguća područja primjene metoda višekriterijskog odlučivanja pri planiranju i optimizaciji poslovnih procesa u poljoprivrednoj proizvodnji. Prikazana je implementacija modela višekriterijskog odlučivanja, analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) s ciljem analize uspješnosti različitih sustava proizvodnje jaja.

Dr. sc. Ana Crnčan, izv. prof. dr. sc. Igor Kralik, autor za korespondenciju - corresponding author, e-mail: ikralik@pfos.hr, dr.sc., Jelena Kristić, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, Osijek, Hrvatska, Lari Hadelan, doc.dr.sc., Agronomski fakultet Zagreb, Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

PRIMJENA VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE

Počeci razvoja teorije višekriterijske analize sežu do sredine 18. stoljeća kada je švicarski znanstvenik Daniel Bernoulli utvrdio da se osobno bogatstvo ne može smatrati linearnom funkcijom isključivo raspoloživih novčanih jedinica (Brachinger i Monney, 2002.). Za razvoj metode višekriterijske analize vrlo je bitna 1896. godina kada je talijanski ekonomist Pareto u svom znanstvenom radu tražio načine agregiranja većeg broja poslovnih pokazatelja u jedan (Grierson, 2008.). Isti je autor definirao koncepciju efikasnosti prilikom odabira poslovnih alternativa. Paretov optimum predstavlja razinu alokacije sredstava u kojoj nije moguće bolje rješenje bez narušavanja pozicije nekog od sudionika. Problematika višekriterijskog poslovnog odlučivanja ima svoju osnovu u klasičnoj ekonomskoj analizi izbora autora Von Neumanna i Morgensterna koji su 1944. postavili znanstvene temelje višekriterijskog odlučivanja. Prema njihovom shvaćanju poslovno se odlučivanje temelji na maksimiziranju korisnosti prilikom čega se nastoji postići najviša vrijednost, ne eksplicitno određene, već implicitno pretpostavljene funkcije korisnosti. Iako je maksimiziranje funkcije korisnosti često osporavano kao najbolji način

poslovnog odlučivanja (Allais, 1988.; Ellsberg, 1961.), ova teorija predstavlja dominantno stajalište većine autora radova iz domene višekriterijske analize. Ograničenja teorije maksimizacije korisnosti naglašena su na konferenciji o višekriterijskoj analizi u Santa Cruzu (Edwards, 1992.) na kojoj je zaključeno da je potreban odmak od bezuvjetnog odobravanja maksimizacije korisnosti te je MCMD modele potrebno razvijati u smjeru usavršavanja spoznaja o Paretovom optimumu (Larichev i Moshkovich, 1997.). Koopmans (1951.) koristi višeciljno matematičko programiranje za rješavanje problema proizvodnje i alokacije. Tom prilikom definira koncept „efikasnog vektora“, koji godinu dana nakon toga koristi Markowitz u radovima o optimizaciji portfelja. Jedan od prvih pokušaja optimizacije u odlučivanju osim postojećeg koncepta maksimizirane korisnosti bio je Simonov model ograničene racionalnosti (Simon i Newell, 1970.). Herbert Simon ustvrdio je da su ljudi zbog svojih kognitivnih kapaciteta samo djelomično racionalni. Zbog toga odluke ne donose isključivo racionalno, na temelju izračunate korisnosti, već emocionalno i impulzivno. U ljudskoj naravi nije „optimizirati“ nego „zadovoljiti“. Na temelju takvog razmišljanja Wierzbicki je 1980. predložio

Tablica 1. Svrha primjene višekriterijske analize u poljoprivrednoj proizvodnji

Table 1 Purpose and scope of the multi-criteria analysis application in agricultural production

Referenca Reference	Svrha primjene Purpose of application
Sumpsi et al. (1995.)	Planiranje proizvodnje poljoprivrednih gospodarstava - Planning of production at agricultural farms
Fischer and Makowski (1996.)	Analiza različitih scenarija korištenja poljoprivrednog zemljišta - Analysis of different scenarios of agricultural land utilization
Stewart and Joubert (1998.)	Odabir politike razvoja drvenastih kultura - Definition of development policy for woody plants
Siskos et al. (1999.)	Definicija preferencija potrošača na tržištu maslinovog ulja - Defining of consumers' preferences related to the olive oil market
Nijkamp and Vindigni (1999.)	Analiza utjecaja mjera Zajedničke europske politike na vrednovanje poljoprivrede mediteranske regije - Analysis of the impact of measures of the European Common Agricultural Policy on the assessment of agriculture in the Mediterranean region
Gomez-Limon et al. (2002.)	Optimizacija ulaganja inputa, konkretno količine vode kod navodnjavanja - Optimization of investing into inputs, primarily into the amount of water for irrigation
Rozman et al. (2006.)	Odabir najprihvatljivijeg načina prerade pira - Selection of the most appropriate way of processing dinkel wheat
Pažek et al. (2006.)	Planiranje organske proizvodnje na poljoprivrednim gospodarstvima - Planning of organic production at agricultural farms
Mestre-Sanchis and Feijóo-Bello (2009.)	Procjena utjecaja klimatskih promjena na poljoprivredu - Assessment of impact of climatic changes on agriculture

metodologiju odlučivanja koja uvažava težnje i preferencije pojedinaca. Umjesto utvrđivanja odluke koja maksimizira funkciju korisnosti, Wierzbicki predlaže utvrđivanje rješenja koja zadovoljavaju preferencije donositelja odluka, a u skladu sa skupom predložjenih čimbenika zadovoljstva. U cilju poboljšanja takvog modela odlučivanja, Korhonen i Laakso (1986.) uvode stupnjevanje čimbenika zadovoljstva. Vincke i sur. (1992.) zaključuju da je takav neizravni model odlučivanja primjenjiv u početnim fazama prihvatanja ili odbacivanja raspoloživih opcija, ali se situacija prema kraju procesa kompromitira budući da se temelji na pogađanju. U pregledu istraživanja na području poljoprivrede i agrobiznisa mogu se pronaći brojni primjeri s upotrebom višekriterijske analize. U tablici 1 prikazani su primjeri primjene navedene analize koje su proveli strani autori.

Prema podacima iz tablice 1 može se zaključiti da je primjena višekriterijske analize moguća u svim segmentima planiranja poslovanja. Primjenjiva je na primjerima gospodarstva, regije, ali i na nacionalnom nivou. Potrebno je istaknuti činjenicu da do sada, u RH, primjena višekriterijskog odlučivanja u poljoprivrednoj proizvodnji postoji, ali ne u opsegu i mogućnostima koje osigurava višekriterijska analiza. Spomenuto zasigurno predstavlja ograničenja za daljnja istraživanja zbog nemogućnosti usporedbe s prethodnim rezultatima, a istodobno otvara prostor za daljnja istraživanja i doprinos literaturi iz područja menadžmenta poljoprivrednih gospodarstava u RH. Područja primjene metoda višekriterijske analize koje su primijenili domaći autori navedeni su u tablici 2.

Iz navedenog se, prema području, može grupirati primjena višekriterijske analize na biljnu proizvodnju i stočarstvo, čime se stvara prostor za primjenu iste metodologije u nespomenutim linijama poljoprivredne proizvodnje. U daljnjem tekstu opisane su karakteristike analitičkog hijerarhijskog procesa kao jedne od metoda višekriterijskog odlučivanja.

ANALITIČKI HIJERARHIJSKI PROCES

Analitički hijerarhijski proces (AHP) pripada među najpoznatije i posljednjih godina najviše korištene metode kada se obavlja izbor ili rangiranje između više raspoloživih mogućnosti, temeljeno na većem broju kriterija različite važnosti izraženih pomoću različitih ljestvica (Begičević i sur., 2009.). Cilj je korištenja racionalno odrediti najbolju među raspoloživim alternativama u okviru konzistentnog postupka vrednovanja svih alternativa u odnosu na dati skup kriterija i potkriterija (Hadelan i sur., 2009.).

Primjena AHP metode omogućuje interaktivno kreiranje hijerarhije problema, koje služi kao priprema scenarija odlučivanja. Obavlja se uspoređivanje u parovima svih elemenata hijerarhije, ciljeva, kriterija i alternativa od gore prema dolje ili odozdo prema gore. Na kraju se obavlja sinteza svih uspoređivanja i određuju se težinski koeficijenti svih elemenata hijerarhije (normiranje). Zbroj težinskih koeficijenata elemenata na svakoj razini hijerarhije jednak je 1 i omogućava donositelju odluka rangiranje svih elemenata hijerarhije prema važnosti (Begičević, 2008.). Općenito, model AHP-a može se prikazati sljedećim prikazom.

Tablica 2. Svrha i područje primjene višekriterijske analize domaćih autora

Table 2 Purpose and scope of the multi-criteria analysis application by domestic authors

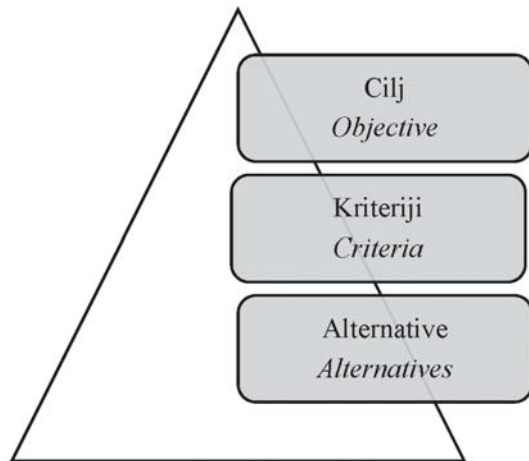
Referenca Reference	Svrha i područje primjene Purpose and scope of application
Hadelan (2010.)	Analiza i usporedba alternativa u proizvodnji kupina - Analysis and comparison of alternatives in blackberry production
Gugić (2012.)	Analiza i usporedba investicija u različite sustave proizvodnje maslina u uvjetima rizika - Analysis and comparison of investments into different production systems of olives under risk conditions
Očić et al. (2012.)	Analiza i utvrđivanje utjecaja različitih krmnih sljedova na cijenu koštanja kilograma mlijeka i na profitabilnost gospodarstava - Analysis and determination of influences of different feeding treatments on cost price of one kilogram of milk and on farm profitability
Crnčan (2016.)	Analiza i usporedba sustava za proizvodnju jaja - Analysis and comparison of egg production systems

Tablica 3. Saaty-eva skala intenziteta

Table 3 Saaty's intensity scale

Intenzitet važnosti Intensity of importance	Definicija Definition	Objašnjenje Explanation
1	Jednako važno - Equal importance	Dva kriterija ili alternative jednako doprinose cilju - Two criteria or alternatives contribute equally to the objective
3	Umjereno važno - Moderate importance	Daje se umjerena prednost jednom kriteriju ili alternativu u doprinosu ostvarenja cilja - Slight advantage is given to one criterion or alternative in contribution towards reaching the objective
5	Strogo važno - Strong importance	Jedan kriterij ili alternativa strogo je važniji u postizanju cilja - One criteria or alternative has strong importance reaching the objective
7	Vrlo strogo, dokazano važno - Very strong, demonstrated importance	Jedan kriterij ili alternativa izrazito se favorizira u odnosu na drugi - One criteria or alternative is favoured very strongly over another one
9	Ekstremno važno - Extreme importance	Favorizira se jedan kriterij/alternativa u odnosu na drugi s najvećom uvjerljivošću - One criteria/alternative is favoured with the highest possible affirmation over another one
2, 4, 6, 8		Međuvrijednosti - Intermediate values

Izvor: Saaty, 1986.



Slika 1. Prikaz modela AHP-a

Figure 1. Presentation of the AHP model

Model AHP-a se sastoji od tri elementa:

1. Cilja odlučivanja,
2. Kriterija po kojima se mjeri kvaliteta alternativa,
3. Alternativa, odnosno mogućih rješenja koja se evaluiraju i na temelju kojih se dolazi do najboljeg rješenja postavljenog problema.

Prvi je korak u AHP metodi određivanje relativne važnosti kriterija međusobnim uspoređivanjem u parovima. Uspoređivanje elemenata modela AHP, odnosno, relativne važnosti cilja, kriterija i alternativa provodi se pomoću Saatyjeve skale intenziteta važnosti, koja se sastoji od devet stupnjeva s međuvrijednostima 2, 4, 6 i 8.

Intenzitet važnosti definiran brojevima označava koliko je određeni kriterij važniji od drugog, a može se izraziti i matricom relativnih važnosti.

Brojevi u tablici označuju koliko je element A n puta značajniji od elementa B, prema kojem je element B $1/n$ puta značajniji od elementa A. Na primjer, kriterij A umjereno je važniji od kriterija B te vrlo strogo važniji od kriterija C. Model AHP-a polazi od matematičke osnove postojanja matrice (m redaka i n stupaca) čiji element X_{ij} određuje procjenu i -te alternative A_i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) u odnosu na j -kriterij X_j ($k = 1, 2, 3, \dots, n$).

Tablica 4. Relativne važnosti hijerarhijskih elemenata

Table 4 Relative importance of hierarchic elements

	A	B	C
A	x	y	z
B	1/y	1	q
C	1/z	1/q	x

Izvor: Kopal i Korkut, 2011.

Sljedeći je korak u AHP analizi određivanje omjera važnosti A u matrici pomoću procjena svih definiranih kriterija a_{ij} . U matrici se nalaze pozitivni elementi, koje karakterizira svojstvo recipročne vrijednosti (Kopal i Korkut, 2011.),

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$$

dok je matrica omjera kriterija dobivena pomoću formule

$\left(\frac{n}{2}\right) = \frac{n(n-1)}{2}$, gdje n označava broj korištenih kriterija. Dobivena matrica važnosti kriterija, nadalje, služi za izračunavanje težine kriterija množenjem matrice A s vektorom težina poznatih težina W .

Matrica sustava n linearnih jednadžbi može se prikazati formulom $A \times w = n \times w$, ili $(A - nI)w = 0$. Vrijednost matrice A je realan broj, rang 1, i ona je jednaka n . Teškoće koje se javljaju u realnim procesima odlučivanja prouzročene su nekonzistentnošću procjena relativnih omjera važnosti kriterija, što za posljedicu ima gubitak onih svojstava omjera važnosti zbog kojih je matrica A imala samo jednu svojstvenu vrijednost. Općenito, omjer konzistencije manji od 0,1 smatra se prihvatljivim. Veći omjer od navedenog, upućuje na nepouzdana i neprihvatljive rezultate analize. Primjena AHP metode česta je u uvjetima grupnog odlučivanja. Kad se grupnim odlučivanjem ne može postići konsenzus oko prosudbe alternativa, najbolje je u izračunu agregirane prosudbe koristiti geometrijsku sredinu pojedinačnih prosudbi, što osigurava reciprocitet vrijednosti prioriteta, najvišu razinu usuglašenosti i homogenosti grupe (Hadelan, 2010.).

$$Z_i^G = \prod_{n=1}^N [z_i(n)]^{\alpha_n} \quad (n = 1, 2, \dots, N),$$

gdje je:

$z_i(k)$ težinska vrijednost (prioritet) koju je za alternativu a_i definirao n – ti član grupe G ,

α_n je težinska vrijednost (značaj) n – tog člana grupe,

Z_i^G zbirni (konačni) prioritet alternative a_i .

Kod neprogramskog računanja moguće je izračunati koeficijent konzistentnosti koji se koristi pri određivanju pondera (težina) donositelja odluka u grupnom odlučivanju, postupkom normalizacije recipročnih vrijednosti indeksa nekonzistentnosti, CR (Hadelan, 2010.).

$$\alpha_i = \frac{\frac{1}{CR_i}}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{CR_i}}$$

Analitički hijerarhijski proces (AHP) može se primijeniti u tabličnom kalkulatoru, ali postoji i računalni specijalizirani program koji podržava navedenu metodu. Jedan od najpoznatijih je *Expert Choice* (EC), koji osim izračuna ocjena, olakšava unos podataka za usporedbu parova i omogućuje vizualizaciju, *what-if* analizu ili prikaz utjecaja promjene težine kriterija i potkriterija na konačnu ocjenu poslovnih alternativa i izvještavanje (Kopal i Korkut, 2011.).

Tako je pri odabiru sustava za proizvodnju jaja između četiri moguće alternative, kaveznog, stajskog (volijera), slobodnog i ekološkog načina držanja, korišten hijerarhijski model odlučivanja (Crnčan, 2016.). Primijenjeni kriteriji bili su tehnološki, ekonomski i tržišni. Tehnološki kriteriji s potkriterijima odnosili su se na proizvodni rizik, iskorištenost prostora i postojanje udobnosti za životinju uz što prirodnije uvjete življenja ili dobrobiti životinje. Od ekonomskih potkriterija analizirani su financijski rezultat, proizvodnost rada, ekonomičnost i rentabilnost proizvodnje. Pri izračunavanju vrijednosti navedenih kvantitativnih ekonomskih pokazatelja, upotrijebljeni su podaci dobiveni anketiranjem proizvođača konzumnih jaja. Kod tržišnog kriterija korišteni su potkriteriji imidž proizvoda kao pretpostavka da jaja iz alternativnih sustava karakterizira bolji imidž u odnosu na jaja nesilica držanih u kavezima, tržišni rizik koji podrazumijeva nemogućnost prodaje ili promjene razina cijena jaja u odnosu na cijene u trenutku proizvodnog procesa, te tržišna cijena jaja.

Kvalitativni kriteriji s potkriterijima vrednovani su ekspertnom ocjenom sudionika istraživanja pomoću Saatyve skale u skladu s AHP metodologijom. Nakon toga učinjena je sinteza individualnih prioriteta u grupnu ocjenu proizvodnih sustava. Kvantitativni ekonomski pokazatelji ili potkriteriji također su

uneseni u program, te je izvršeno vrednovanje i rangiranje analiziranih sustava prema svim kriterijima i potkriterijima. Pri međusobnoj usporedbi kriterija koji su se odnosili na ekonomske i tržišne pokazatelje, te tehničko-tehnološke činitelje, a prema pojedinačnim ocjenama sudionika koje su agregirane u ocjenu grupe najvažniji kriterij odnosio se na ekonomske pokazatelje (0,433).

Kriterij tržišni pokazatelji su prema odgovorima sudionika u odnosu na ekonomski bili nešto manje značajni (0,360), a najmanje važnim ocijenjeni su tehničko-tehnološki činitelji (0,207).

Temeljem ocjena važnosti definiranih kriterija i pripadajućih potkriterija, u posljednjoj fazi izvršena je evaluacija modela, odnosno vrednovanje i rangiranje sustava, a rezultati su upućivali na to da je proizvodnja jaja u slobodnom sustavu držanja najprihvatljivija alternativa s najvišim ostvarenim prioritetom od 0,308. Slijedi slobodni sustav držanja nesilica (prioritet 0,253). Treća rangirana alternativa bio je kavezni sustav proizvodnje jaja, dok je četvrta najmanje prihvatljiva alternativa, prema ukupnoj grupnoj ocjeni, proizvodnja jaja prema ekološkim principima.

Jedna od najvažnijih odlika opisane metode je jednostavnost i primjenjivost u svakodnevnim situacijama u kojima se odlučivanje temelji na vaganju između prednosti i nedostataka raspoloživih alternativa. Osim navedenog, metoda omogućuje kombiniranje kvantitativnih i kvalitativnih kriterija prilikom

odabira najbolje opcije kao i nadopunu postojećih podataka s novim aktualnim informacijama. U slučaju grupnog odlučivanja koje metoda podržava, nedostatak može biti pristranost ispitanika nekoj od alternativa kao i automatizam razmišljanja sudionika na skalu ocjena od jedan do pet, dok se pri opisanoj metodi koristi Saaty-eva skala intenziteta. Navedeni nedostatak pristranosti može se ublažiti dosljednim odabirom kompetentnih i, za istraživanje, većim brojem relevantnih stručnjaka.

ZAKLJUČAK

U radu su prikazana područja i razlozi primjene metoda višekriterijskog odlučivanja u poljoprivrednoj proizvodnji te su opisana obilježja navedene metode. Prikazan je rezultat implementacije analitičkog hijerarhijskog procesa pri odabiru sustava za proizvodnju jaja. Definirane su alternative, kvalitativni i kvalitativni kriteriji s pripadajućim potkriterijima, a kao najbolja alternativa pokazala se proizvodnja jaja u volijerima, odnosno u stajskome sustavu držanja. Glavni razlozi primjene višekriterijskih metoda su rješavanje problema s većim međusobno povezanim i uspostavljenim kriterijima, načelima i nepoznanicama, pomoću kojih se nastoji naći rješenje uz uvažavanje odlučujućeg činitelja. Primjena metoda višekriterijskog odlučivanja, kao što je analitički hijerarhijski proces, omogućuje da se proces odlučivanja strukturira tako da se do konačne odluke dođe na konzistentan način uključivši kvalitativne i kvan-



Izvor: Crnčan, 2016.

Slika 2. Usporedba kriterija modela
Figure 2 Model criteria comparison

titativne kriterije. Računalni program koji podržava analitički hijerarhijski proces olakšava primjenu ove metode koja je primjenjiva u svim područjima ljudske djelatnosti. Metoda višekriterijske analize primijenjena je na određenim linijama poljoprivredne proizvodnje hrvatskih proizvođača, no nepoznato je u kojoj mjeri oni sami koriste ovakve alate odlučivanja pri planiranju i organiziranju vlastitog poslovanja.

LITERATURA

- Allais, M. (1988.): The general theory of random choices in relation to the invariant cardinal utility function and the specific probability function. In: Risk, Decision and Rationality. Munier, B.R. (ed.), Springer Netherlands, 231-291.
- Begičević, N. (2008.): Višekriterijski modeli odlučivanja u strateškom planiranju uvođenja e-učenja (doktorska disertacija). Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu.
- Begičević, N., Divjak, B., Hunjak, T. (2009.): Comparison between AHP and ANP: Case Study of Strategic Planning of E-Learning Implementation. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 1, 1: 31-44.
- Brachinger, H.W., Monney, P. (2002.): Decision Analysis. In: Optimization and operations research, Derigs, U. (ed.), Eolss Publishers Co., 138-191.
- Crnčan, A. (2016.): Višekriterijski model odlučivanja u strateškome planiranju proizvodnje konzumnih jaja (doktorska disertacija). Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
- Edwards, W. (1992.): Utility Theories: Measurements and Applications. Springer Netherlands.
- Ellsberg, D. (1961.): Risk, ambiguity and the savage axioms. Quarterly Journal of Economics 75, 4: 643-669.
- Fischer, G., Makowski, M. (1996.): Multiple criteria land use analysis. IIASA International Institute for Applied Systems Analysis. (<http://www.iiasa.ac.at/Publications/Documents/WP-96-006.pdf>).
- Gomez-Limon, J., Arriaza, M., Berbel, J. (2002.): Conflicting implementation of agricultural and water policies in irrigated areas in the EU. Journal of Agricultural Economics, 53, 2: 259-281.
- Grierson, D.E. (2008.): Pareto multi-criteria decision making, Advanced Engineering Informatics, 22, 3: 371-384.
- Gugić, J. (2012.): Višekriterijska analiza investicija u sustave proizvodnje masline u uvjetima rizika (doktorska disertacija). Agronomski fakultet Zagreb.
- Hadelan, L. (2010.): Višekriterijsko odlučivanje u poredbenoj analizi u proizvodnje kupina (doktorska disertacija). Agronomski fakultet Zagreb.
- Hadelan, L., Njavro, M., Par, V. (2009.): Plum Plantation Value Based on Real Option Contribution. Poljoprivreda, 15, 2: 1-9.
- Karić, M. (2006.): Mikroekonomika. Ekonomski fakultet u Osijeku, 316-317.
- Koopmans, T. (1951.): Activity Analysis of Production and Allocation. Wiley.
- Kopal, R., Korkut, D. (2011.): Tehnike poslovne analize. U: Kompetitivna analiza 1 - poslovne i ekspertne kvantitativne analitičke tehnike. Comminus i Visoko učilište Effectus za financije i pravo, 214-293.
- Korhonen, P., Laakso, J. (1986.): A visual interactive method for solving the multiple criteria problem. European Journal of Operational Research 24, 2: 277-287.
- Larichev, O., Moshkovich, H. (1997.): Verbal Decision Analysis for Unstructured Problems. Springer US.
- Mestre-Sanchis, F., Feijóo-Bello, M.L. (2009.): Climate change and its marginalizing effect on agriculture, Ecological Economics, 68, 3: 896-904.
- Nijkamp, P., Vindigni, G. (1999.): A Multi-Dimensional Comparative Assessment Methodology for Policy Analysis: A Multi-Country Study of the Agricultural Sector. Tinbergen Institute Discussion Papers, No. 99-035/3.
- Očić, V., Šakić Bobić, B., Grgić, Z. (2012.): Utjecaj krmnog slijeda na dohodak proizvodnje mlijeka. Mljekarstvo, 62, 4: 261-268.
- Pažek, K., Rozman, Č., Borec, A., Turk, J., Majković, D., Bavec, M., Bavec, F. (2006.): The use of multi criteria models for decision support on organic farms. Biological Agriculture & Horticulture, 24, 1: 73-89.
- Rozman, Č., Pažek, K., Bavec, F., Bavec, M., Turk, J., Majković, D. (2006.): A multi-criteria Analysis of Spelt Food Processing Alternatives on Small Organic Farms. Journal of Sustainable Agriculture, 28, 2: 159-179.
- Saaty, T.L. (1986.): Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. Management Sciences, 32, 7: 841-855.
- Simon, H.A., Newell, A. (1970.): Human Problem Solving - The State of the Art in 1970. American Psychologist.
- Siskos, Y., Matsatsinis, N.F., Baourakis, G. (2001.): Multicriteria analysis in agricultural marketing: The case of French olive oil market. European Journal of Operational Research, 130, 2: 315-331.

27. Stewart, T.J., Joubert, A. (1998.): Conflicts between conservation goals and land use for exotic forest plantations in South Africa. In: *Multicriteria Analysis for Land Use Management*. Springer Netherlands, 17-31.
28. Sumpsi, J.M., Amador, F., Romero, C. (1995.): On farmers' objectives: A multi-criteria approach. *European Journal of Operational Research*, 96, 1: 64-71.
29. Vincke, P., Gassner, M., Roy, B. (1992.): *Multicriteria Decision-Aid*. John Wiley.
30. Von Neumann, J., Morgenstern, O. (1944.): *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
31. Wierzbicki, A.P. (1980.): The use of reference objectives in multiobjective optimization. In: *Multiple Criteria Decision Making; Theory and Applications*. Springer Berlin Heidelberg, 468-486.

SUMMARY

Most business decisions are made on the basis of many determined and correlated criteria, so by following this fact, the importance of multi-criteria decision making is particularly emphasized. Since the second half of the seventies of the last century, the methods of multi-criteria analysis have often been used in various scientific researches. Among others, they are also applied in the field of agricultural management. This paper presents the reasons and scopes of application of multi-criteria decision-making method in agricultural production, as well as characteristics of the analytic hierarchy process (AHP) in the selection of eggs production system. Defined model consisted of a quantitative criterion of economic indicators, and the other two referred to qualitative criteria, market indicators and technical-technological factors. Based on individual assessments of the examinees, overall cumulative evaluation was obtained for the table egg production systems. Accordingly, the most acceptable alternative to egg production is the indoor keeping system.

Key words: multi-criteria decision-making, analytic hierarchy process, agricultural production, egg production