

# ЗНАЧАЈ ПРИМЕНЕ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКИХ МЕТОДА ОДЛУЧИВАЊА У ПОЉОПРИВРЕДИ

Тихомир Зорановић<sup>1</sup>; Мирослав Недељковић<sup>2</sup>

## Апстракт

*Данас, доношење одлуке за сваког доносиоца представља прави изазов нарочито када се ради о избору из скупа више могућности а на основу већег броја успостављених критеријума. Критеријуми су често у супротности једни са другима, а једини начин за изналажење квалитетне одлуке је примена све популарнијих метода вишекритеријумске анализе и одлучивања. У раду су аутори дали преглед досадашње примене ових метода у пољопривреди и агробизнису од стране неколицине страних и домаћих аутора, те покушали утврдити најважније карактеристике вишекритеријумског одлучивања данас. Извршена је анализа аналитичко хијерархијског процеса (АХП), као једне од најпознатијих метода вишекритеријумске анализе, те дати резултати њене имплементације и пратеће софтверске подршке на поједностављеном конкретном примеру, којом је изабрана најповољнија ратарска култура за сетву у једном пољопривредном предузећу.*

Кључне речи: *вишекритеријумско одлучивање, АХП методологија, пољопривреда, агробизнис*

## Увод

Пословно одлучивање у данашњој пољопривреди и агробизнису се не може темељити само на оптимизацији једног елемента. У обзир је потребно узети и остале техничко-технолошке, као и друге, економске факторе. Досадашња употреба методе линеарног програмирања у пољопривреди и агробизнису неоспорно има велики значај у планирању и доношењу одлука али је неколицина аутора

---

<sup>1</sup> Зорановић Тихомир, ванредни професор, Универзитет Нови Сад, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Трг Д. Обрадовића 8, Нови Сад, Србија, e-mail: tihomir@polj.uns.ac.rs

<sup>2</sup> Недељковић Мирослав, докторанд, Универзитет Нови Сад, Пољопривредни факултет, Нови Сад, Трг Д. Обрадовића 8, Нови Сад, Србија, e-mail: miroslavnedeljkovic2015@gmail.com

утврдила извесне недостатке њене примене које се огледају у стохастичком и динамичком карактеру појава у пољопривреди као и у захтеву линеарности који је у пољопривреди врло тешко остварљив (Саздановић, 1977, Сорад, 1982, Шомођи, 1991). Вишекритеријумско одлучивање (*енг. Multi-Criteria Decision Making-MCDM*) налази примену у широком подручју менаџмента, па тако и у менаџменту који је везан за пољопривредну производњу и агробизнис. У савременој пољопривредној производњи одлуке морају бити донешене што је могуће прецизније и са најмањом могућом дозом субјективизма у њима.

Важност примене вишекритеријумског одлучивања се огледа и кроз све већи број публикованих научних и стручних радова који су везани за ову тематику, те лансирањем на тржиште све већег броја комерцијалних софтверских пакета који служе као подршка већ постојећим методама вишекритеријумског одлучивања и анализе.

Циљ рада је приказати значај примене, те карактеристике вишекритеријумског одлучивања у пољопривредној производњи и агробизнису, као и извршити анализу и имплементацију једног од метода вишекритеријумског одлучивања (АХП) на упрошћеном моделу избора најповољније алтернативе у виду ратарске културе у једном пољопривредном предузећу.

### **Карактеристике вишекритеријумског одлучивања и његова примена у пољопривреди и агробизнису**

Темељи модерног вишекритеријумског одлучивања постављени су шездесетих година прошлог века, а протеклих деценија дошло је до експоненцијалне брзине раста и развоја истраживања у овој области теорије одлучивања (Zavadskas et.al., 2014). Вишекритеријумско одлучивање је једно од области теорије одлучивања које се највише проучава (Triantaphyllou, 2000).

Први покушаји оптимизације у одлучивању односили су се на Симонов модел ограничене рационалности (Симон анд Hewell, 1970). Симон је утврдио да људи одлуке доносе емоционално и импулсивно, а не рационално и на темељу израчунате корисности. Разлог за то аутор наводи њихове когнитивне капацитете, те је у људској нарави „задовољити“ а не „оптимизовати“.

У прилог овим тврдњама неки аутори су предложили методологију одлучивања која уважава тежење и преференције појединаца. Наиме, предлаже се утврђивање решења која задовољавају преференције доносиоца одлука у складу са предложеним факторима задовољства. (Wierzbicki, 1980). Такође, у циљу побољшања овог модела одлучивања поједини аутори уводе нивое фактора задовољства (Korhonen and Laakso, 1986).

Иако вишекритеријумски проблеми одлучивања могу припадати битно различитом контексту, они деле следећа заједничка својства:

- Вишеструки атрибути (критеријуми) често формирају хијерархију. Свака алтернатива се може вредновати у односу на дати скуп атрибута, а атрибути се могу делити у податрибуте, што може одвести у креирање различитих хијерархија.
- Вишеструки кријетеријуми су обично у међусобном конфликту.
- При вредновању алтернатива некад се истовремено користе и квантитативни и квалитативни атрибути. Комбинације критеријума имплицирају комбиновање различитих мерних система.
- На неодређеност утиче то да доносилац одлука најчешће није потпуно сигуран у своје оцене вредности алтернатива за дате атрибуте (критеријуме). Такође, информација о неким атрибутима може бити недовољна или недоступна у тренутку одлучивања.
- Реални проблем одлучивања може имати јако много атрибута, податрибута, под-податрибута. Такође, број алтернатива може бити велики али се увођењем дискриминационих критеријума може свести на разумну меру. Препорука је да се у сложеним хијерархијама на једном нивоу налази највише девет елемената. Исто важи и за алтернативе (Срђевић ет.ал., 2017).

Методе вишекритеријумске анализе омогућавају коначну евалуацију пословних алтернатива и њихово рангирање од најповољније до најмање прихватљивије (Пажек ет.ал., 2006). Вишекритеријумске методе одлучивања су подељене на две велике групе метода: *некомпензационе* и *компензационе*. Прва група метода се сматра једноставнијим и оне недопуштају компензације међу атрибутима. У њих као најважније спадају: *метод доминације*, *махмин метод*,

*махмах метод, коњуктивни метод ограничења и дисјуктивни метод ограничења.*

За разлику од њих компензационе методе су прецизније у пословним одлучивањима, те допуштају компензовање атрибута. У њих спадају: *методи корисности, методи компромиса и методи сагласности*. Међу значајније методе које су развијене за њихову сврху су метод ELECTRE (Roy, 1968), метод АХП (Saaty, 1980), метод TOPSIS (Hwang and Yoon, 1981), метод СР (Зелену, 1982) и метод PROMETHEE (Brans et. al., 1986).

Као и у другим областима, у пољопривреди су проблеми одлучивања углавном слабо структурирани, а могуће одлуке непрецизно или недовољно формулисане. Основни разлог је што су метрике одлука и критеријума различите и нема могућности да се директним математичким квантификацијама и познатим методама нађу жељена (оптимална) решења (Срђевић et.al., 2002).

У погледу истраживања бројни су примери употребе вишекритеријумске анализе у пољопривреди и агробизнису. Наредна табела 1 показује само неке од примера те примене од стране домаћих и страних аутора. Примена је јако широка и креће се од избора органске или конвенционалне пољопривредне производње, па преко процене вредности земљишта и утврђивања истраживачких пројеката у рибарству, па све до избора најбољег начина производње хлеба или избора најповољније сорте вишње за узгој.

Табела 1: *Преглед примене вишекритеријумског одлучивања у пољопривреди*

<b>Аутори</b>	<b>Подручје и сврха примене</b>
<b>Alphonse (1997)</b>	Примена АХП метода у пољопривреди земаља у развоју.
<b>Herrero i sar. (1999)</b>	Вишекритеријумски модел одлучивања при избору стратегије развоја говедарске производње у пашњачком систему.
<b>Lansik i Jensma (2003)</b>	Поређење еколошке и конвенционалне производње пољ. производа са аспекта рентабилности.
<b>Aznar i Caballer (2005)</b>	Процена вредности пољопривредног земљишта употребом вишекритеријумског модела.
<b>Pažek i sar. (2006)</b>	Планирање органске производње на пољопривредним газдинствима применом вишекритеријумске методе.
<b>Peck i Merwin (2008)</b>	Упоредно истраживање еколошких и интегрисаних система производње јабука.
<b>Salah i sar. (2012)</b>	Примена АХП метода на проблем владиног планирање усева.
<b>Slemenik (2014)</b>	Избор најбоље алтернативе и начина производње хлеба употребом методе АХП.
<b>Срђевић и сар. (2002)</b>	Примена метода PROMETHE, TOPSIS и CP у вишекритеријумском одлучивању у пољопривреди.
<b>Зорановић и Срђевић (2003)</b>	Одређивање структуре сетвене површине применом групног одлучивања помоћу АХП методе.
<b>Срђевић (2003)</b>	Методе и решења вишекритеријумске анализе у пољопривреди.
<b>Срђевић и сар. (2007)</b>	Употреба компјутерских алата и система за подршку одлучивању у пољопривреди.
<b>Благојевић и сар. (2012)</b>	Групно одређивање тежина критеријума за ергономску евалуацију трактора.
<b>Драгинчић и сар. (2012)</b>	Групно вредновање АХП софтвера за подршку одлучивању у пољопривреди.
<b>Благојевић (2015)</b>	Минимизација одступања групне од индивидуалних одлука применом интелигентних стохастичких алгоритама у проблемима водопривреде и пољопривреде.
<b>Миловановић и Стојановић (2016)</b>	Избор сорти вишње за садњу применом АХП методологије.

Извор: Аутори

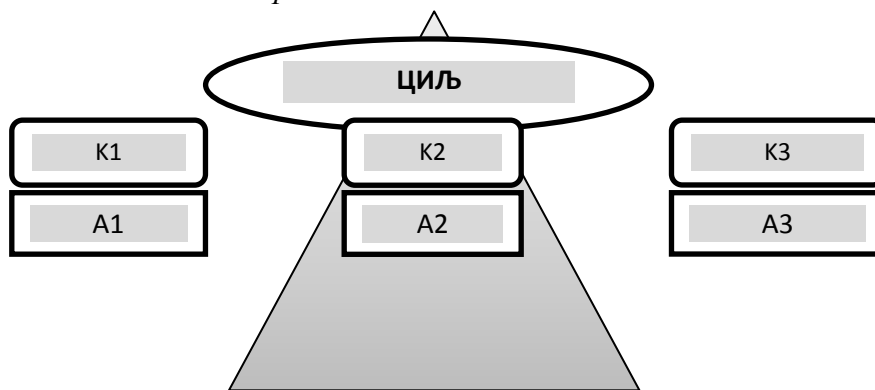
### **АХП методологија**

Аналитичко хијерархијски процес (Saaty, 1980) спада у ред најпознатијих савремених метода вишекритеријумске анализе. Метод врши избор или рангирање на бази већег броја различитих критеријума. Овом приликом се сложен проблем разлаже у хијерархијску форму, где се циљ налази на врху, док су на нижим нивоима задати критеријуми и алтернативе (могућности).

Циљ кориштења ове методе је рационално одредити најбољу међу расположивим алтернативама у оквиру конзистентног поступка вредновања свих алтернатива у односу на дати скуп критеријума и подкритеријума (Hadelan et.al., 2009).

Модел се може приказати следећом сликом 1.

Слика 1: Уопштени приказ АХП модела



Метод АХП састоји се од три елемента:

- Циља одлучивања,
- Критеријума по којима се мјери квалитет алтернатива и
- Алтернатива (могућности) које се еволуирају и на темељу којих се долази до најбољег решења постављеног проблема. (Стрџан, 2016)

Након формирање хијерархијске структуре и утврђивања циља одлучивања, врши се поређење у паровима елемената на датом нивоу у односу на све елементе на вишем нивоу. Поређење елемената се врши на основу давања нумеричких еквивалената из Сатијеве скале интензитета. (табела 2)

Табела 2: Сатијева скала интензитета

Интензитет важности	Дефиниција	Објашњење
1	Једнако важно	Два критеријума или алтернативе једнако доприносе циљу.
3	Умерено важно	Даје се умерена предност једном критеријуму или алтернативи у доприносу остваривања циља.
5	Строго важно	Један критеријум или алтернатива строго је важнији у постизању циља.
7	Врло строго важно	Један критеријум или алтернатива изразито се фаворизује у односу на други.
9	Екстремно важно	Фаворизује се један критеријум или алтернатива у односу на други на највећем уверљивошћу.
2,4,6,8		Међувредности

Извор: Saaty, 1986

Током вредновања „*n*“ елемената на датом нивоу хијерархије у односу на елемент на вишем нивоу према скали из табеле 2, његове семантичке оцене према дефиницијама из леве колоне бројчано се приказују вредностима из десне колоне и уносе у квадратну матрицу. Матрица је позитивна и реципрочна, што значи да су елементи из горњег реципрочни елементима из доњег троугла, док су елементи на главној дијагонали једнаки јединици у одговарајућој матрици *A*:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Након тога, врши се одређивање тежина пореданих елемената на основу бројчаних вредности из матрице *A*. После одређивања локалних тежина елемената, синтезом се на крају одређују тежине алтернатива на најнижем нивоу у односу на елемент на највишем

нивоу. Потребно је нагласити, да се поједини кораци ове методе комбинују са осталим методама вишекритеријумског одлучивања у циљу одређивања вектора тежинских коефицијената критеријума према следећем исказу:

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$$

Данас постоје многи софтверски програми који подржавају АХП методологију. Један од најпознатијих међу њима који је кориштен овом приликом је *Expert Choice (EC)*<sup>3</sup>. Он олакшава унос података за поређење парова, те омогућава визуелизацију, као и приказ утицаја промене тежине критеријума или подкритеријума на коначну оцену пословних алтернатива и извештавање.

Сагласно претходном реченом, АХП метода одлучивања је примењена приликом избора најповољније алтернативе (ратарске културе) на одређеној новоформираној ораничној површини у једном пољопривредном предузећу. Избор је вршен између 10 алтернатива (усева) и то: *меркантилна пшеница, семенска пшеница, кукуруз (зрно), силажни кукуруз, семенски кукуруз, јечам, соја, уљана репица, семенски сунцокрет и луцерка*. Критеријуми који су узети овом приликом, односили су се на *цену производа, трошкове материјала (ђубрива, семена, хемијских средстава), трошкове радне снага, производни ризик и могућност пласмана производа на тржиште*.

Подаци (квантитативни) кориштени у вези појединих критеријума добили су се из годишњих извештаја пословања, структуре сетве, калкулација и технолошких карата обраде разматраних ратарских култура, те података добијених на основу кретања цена поменутих ратарских култура и њиховог пласмана на берзама, као и из биланса успеха који се саставља на крају финансијске године у посматраном пољопривредном предузећу.

Квалитативни критеријуми вредновани су експертном оценом која је дата на основу концензуса процене менаџмента предузећа коришћењем Сатијеве скале и у складу са АХП методологијом. Поједине задате критеријуме било је потребно задовољити у њиховом минимуму (*трошкови и производни ризик*), док је код

---

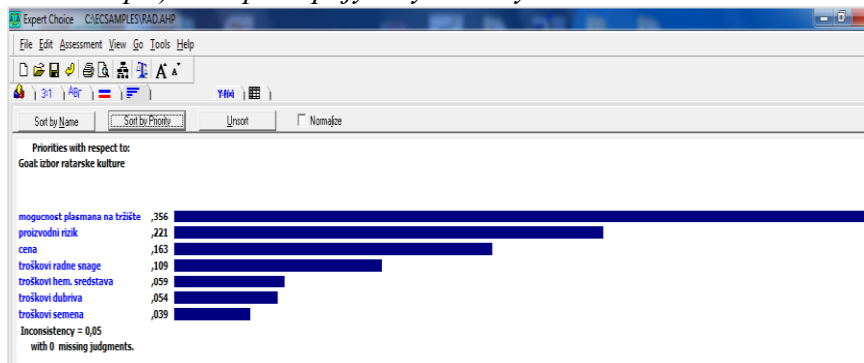
<sup>3</sup> <https://expertchoice.com/>



неких потребна максимизација истих (*цена и могућност пласман на тржиште*).

Даљом применом методе и софтверског програма Expert Choice вршено је поређење критеријума. Том приликом утврђено је, да је најважнији критеријум био *могућност пласмана на тржиште* (0,356). После њега следи *производни ризик* (0,221), док су нешто мање били оцењени критеријуми као што су *цена* (0,163), *трошкови радне снаге* (0,109), *трошкови хемијских средстава* (0,059), *трошкови ђубрива* (0,054). Најмање важним оцењен је критеријум који се односи на *трошкове семена* (0,039). (слика 2)

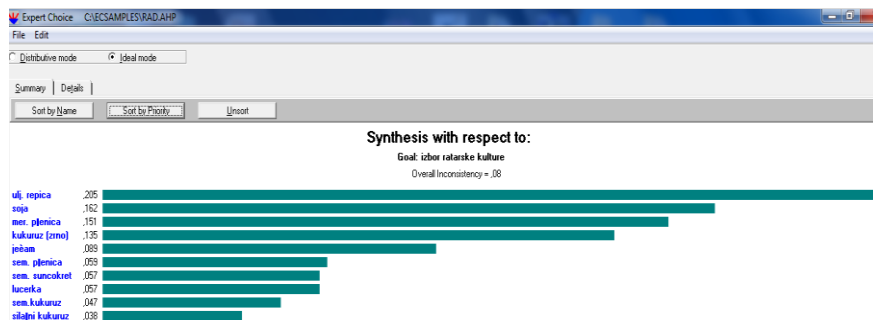
Слика 2: Поређење критеријума у моделу



Извор: Аутори

У задњој фази извршено је вредновање и рангирање задатих алтернатива (ратарских култура), а резултати су показали да је *уљана репица* у овом случају најповољнија алтернатива чији је остварени приоритет (композитни тежински вектор) овом приликом износио 0,205. После ње, редом следе соја (0,162), меркантилна пшеница (0,151), кукуруз (зрно) (0,135), јечам (0,089), семенска пшеница (0,059), семенски сунцокрет (0,057), луцерка (0,057), семенски кукуруз (0,047) и на задњем месту као најлошије рангирана култура налази се силажни кукуруз (0,038). (слика 3)

Слика 3: Рангирање алтернатива у моделу



Извор: Аутори

## Закључак

Према претходно приказаном можемо закључити, да је примена савремених метода одлучивања данас у пољопривреди итекако значајна из разлога што су честе ситуације у којима је доносилац одлука приморан бирати неку из скупа могућности на основу више критеријума који су не ретко међусобно супростављени.

На претходном приказаном примеру у раду, видели смо примену једне од најпознатијих метода вишекритеријумске анализе (АХП-а) који је омогућио да се проблем одлучивања структурира и да се на конзистентан начин а уз примену одговарајуће софтверске подршке дође до коначног избора.

Предност методе лежи у њеној једноставности и применљивости, те комбиновању самих критеријума, као и у надопуњавању садашњих података који се користе са новим подацима.

Поред тога, значај се огледа и у томе, што методе вишекритеријумске анализе имају широко подручје примене, те тиме олакшавају доношење одлука не само у пољопривреди него и у другим областима.

## Литература

1. Alphonse, C.B. (1997): Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries, *Agricultural Systems*, vol. 53, pp. 97-112.
2. Aznar, B. J., Caballer, M. V. (2005): An application of the analytic hierarchy process method in farmland appraisal. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 3 (1), pp. 17-24.
3. Благојевић, Б. (2015): Минимизација одступања групе од индивидуалних одлука применом интелигентних стохастичких алгоритама у проблемима водопривреде и пољопривреде, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Универзитет Нови Сад.
4. Благојевић, Б., Матић Кекић Снежана (2012): Групно одређивање тежина критеријума за ергономску евалуацију трактора. *Савремена пољопривредна техника*, 38 (3), 255-266.
5. Brans J.P., Vincke Ph., Mareschal B. (1986): How to select and how to rank projects-the PROMETHE method, *European Journal of Operational Research*, 24, pp. 228-238.
6. Сrnčan, A. (2016): Višekriterijski model odlučivanja u strateškome planiranju proizvodnje konzumnih jaja, *Doktorska disertacija*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
7. Драгинчић Јована, Вранешевић Милица, Срђевић, Б. (2012): Групно вредновање АХП софтвера за подршку одлучивању у пољопривреди, *Летопис научних радова*, година 36, број 1, стр. 26-35.
8. Hadelan, L., Nijavro, M., Par, V. (2009): Plum Plantation Value based on Real Option Contribution. *Poljoprivreda*, 15 (2), pp. 1-9.
9. Herrero, M., Fwcett R.H., Dent, J.B. (1999): Bioeconomic Evaluation of Dairy Farm Management Scenarios using Integrated Simulation and Multiple-criteria Models. *Agricultural Systems*, 62, pp. 169-188.
10. <https://expertchoice.com/> [приступљено: јун, 2018.]
11. Hwang C.L., Yoon K.S.(1981): Multiple attribute decision making: methods and applications, Springer, Berlin.
12. Интерни производни извештаји и финансијски документи посматраног пољопривредног предузећа (добра).
13. Korhonen, P., Laakso, J. (1986): A visual interactive method for solving the multiple criteria problem. *European Journal of Operational Research* 24(2), pp. 277-287.

14. Lansik, A. O., Jensma, K. (2003): Analysing Profits and Economic Behaviour of Organic and Conventional Dutch Arable Farms. *Agricultural Economics Review*, 4(2), pp. 19-31.
15. Миловановић, Ж., Стојановић, М. (2016): Избор сорти вишње за садњу применом АХП методологије, *Агроекономика*, број 72, стр. 11-19.
16. Pažek, K., Rozman, Č., Borec, A., Turk, J., Majkovič, D., Bavec, M., Bavec, F. (2006): The use of multi criteria models for decision support on organic farms. *Biological agriculture & Horticulture*, 24(1), pp. 73-89.
17. Peck, G., Merwin, I. (2008): Multi-Level Comparisons of Organic and Integrated Fruit production Systems for Liberty Apple in New York. *Organic Friut Conference*.
18. Roy, B. (1968): Classement et choix en presence de points devue multiples (La methode ELECTRE), *Revue d Informatique et de recherche operationelle*, 6(8), pp. 57-75.
19. Saaty, T.L. (1980): *The Analytic hierarchy process*, McGraw-Hill, New York, 1980.
20. Saaty, T.L. (1986). *Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process*. *Management Sciences*, 32(7), pp. 841-855.
21. Salah, R. Agha., Latifa, G., Nofal, Hana A.Nassar, Rania Y. Shehada (2012): Multi Criteria Governmental Crop Planning Problem: an Analytic Hierarchy Approach, *Management* 2(4), pp. 96-105.
22. Саздановић, С. (1977): Послеоптимизација економских система моделима параметарског програмирања, *Научна књига*, Београд.
23. Simon, H.A., Newell, A. (1970): *Human Problem Solving-The State of the art in 1970*. *American Psychologist*.
24. Slemnik, B. (2014): Večkriterijska odločitvena analiza pri doplonilnih dejavnostih na kmetijah-razvoj AHP modela za peko kruh. *Magistarski rad*. Univerza v Mariboru Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede.
25. Сорад, Ђ. (1982): *Економско-математички методи и модели*, Економски факултет, Суботица.
26. Срђевић, Б. (2003): Методе и решења вишекритеријумске анализе у пољопривреди, *Агроекономика*, број 32, стр.307-312.
27. Срђевић, Б., Срђевић Зорица (2017): *Водопривредна системска анализа са применама у менаџменту водних ресурса*, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
28. Срђевић, Б., Срђевић Зорица, Сувочарев Косана (2007): *Компјутерски алати и системи за подршку одлучивњу у*

- пољопривреди, Летопис научних радова, година 31, број 1, стр. 55-64.
29. Срђевић, Б., Срђевић, Зорица, Зорановић, Т. (2002): PROMETHE, TOPSIS и CP у вишекритеријумском одлучивању у пољопривреди, Летопис научних радова година 26, број 1, стр. 5-23.
  30. Шомођи, Ш. (1991): Симулација у пољопривреди, Пољопривредни факултет, Нови Сад.
  31. Triantaphyllou, E. (2000): Multi-Criteria Decision Making Methods: A comparative Study. Volume 44 of Applied Optimization. Kluwer Academic Publishers.
  32. Wierzbicki, A.P. (1980): The use of reference objectives in multiobjective optimization. In: Multiple Criteria Decision making: Theory and Applications. Springer berlin Heiderlberg, pp. 468-486.
  33. Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Kildiene, S. (2014): State of art surveys of overviews on MCDM/MADM methods. Technological and Economic Development of Economy. Volume 20, Issue 1, pp. 165-179.
  34. Zeleny, M. (1982): Multiple criteria decision making, McGraw-Hill Book Company, New York.
  35. Зорановић, Т., Срђевић, Б. (2003): Пример примене АХП у групном одлучивању у пољопривреди. Симпозијум о операционим истраживањима, стр.723-726.

# THE IMPORTANCE OF APPLYING MULTI-CRITERIA METHODS OF DECIDING IN AGRICULTURE

*Tihomir Zoranović<sup>1</sup>; Miroslav Nedeljković<sup>2</sup>*

## Abstract

*Nowadays, making decisions is a true challenge for everyone, especially if you have more possibilities based on a number of criteria. Criteria are most often opposite from one another and the only way to make a good decision is to apply more and more popular method of multi-criteria analysis and deciding. In this paper, authors gave an overview of applying these methods in agriculture and agribusiness by a few foreign and domestic authors so far and tried to establish the most important characteristics of the multi-criteria method of deciding today. Analysis of AHP (analytic hierarchy process) has been made, as one of the most important methods of multi-criteria analysis and its results of implementation are given as well as the following software support on the example, by which the most favorable field crop for the seeding has been chosen in one agricultural company.*

*Key words: multi-criteria decision making, AHP methodology, agriculture, agribusiness*

---

<sup>1</sup> Zoranović Tihomir, professor, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Trg D. Obradovica 8, Novi Sad, Serbia, e-mail: tihomir@polj.uns.ac.rs

<sup>2</sup> Nedeljković Miroslav, PhD student, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Trg D. Obradovica 8, Novi Sad, Serbia, e-mail: miroslavnedeljkovic2015@gmail.com