

METHODS OF MULTICRITERIA ANALYSIS USED IN THE INITIATION PROCESS OF LAND CONSOLIDATION PROJECTS

МЕТОДЕ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ У ПРОЦЕСУ ИНИЦИРАЊА КОМАСАЦИОНИХ ПРОЈЕКТА

Jelena Lazić¹
Goran Marinković²
Milan Trifković³
Žarko Nestorović⁴
Ilija Grgić⁵

UDK: 528.4:519.8
DOI: 10.14415/zbornikGFS33.006
CC-BY-SA 4.0 license

Summary: The choice of a cadastral municipality for agricultural land management by land consolidation is a task set upon every local self-management unit where projecting and realization of land consolidation projects are planned. It is very important to perform the prioritization of specific cadastral municipalities for land management via land consolidation on a regular and objective manner, i.e. not to perform the launching of land consolidation projects randomly, but to choose areas where the effects of land consolidation would be the greatest. Solving of this problem is portrayed in the appliance of multicriteria optimization method. Accordingly, this paper covers the issue of ranking cadastral municipalities for agricultural land management by applying different multicriteria analysis methods and presents the evaluation of the defined model in the Municipality of Ruma. The final goal of the research is to establish the relation of ranks provided by different methods of multicriteria analysis and to create a final list of cadastral municipalities in which

Резиме: Решавање проблема избора катастарске општине за уређење пољопривредног земљишта комасацијом представља задатак који се ставља пред сваку јединицу локалне самоуправе у којој се планира пројектовање и реализација комасационих пројеката. Веома је важно да се давање приоритета појединим катастарским општинама за уређење пољопривредног земљишта комасацијом врши на коректан и објективан начин, односно да се покретање комасационих пројеката не врши стихијски, већ тамо где би ефекти комасације били највећи. Решавање овог проблема огледа се у примени метода вишекритеријумске оптимизације. У складу са тим, у раду је обрађена проблематика рангирања катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом применом различитих метода вишекритеријумске анализе и презентована евалуација дефинисаног модела у Општини Рума. Крајњи циљ истраживања јесте да се утврди однос рангова добијених различитим методама вишекритеријумске анали-

¹ Jelena Lazić, mast inž geod., Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, e-mail: lazicijelena@uns.ac.rs

² Doc. dr Goran Marinković, dipl inž geod., Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, e-mail: goranmarinkovic@uns.ac.rs

³ Prof. dr Milan Trifković, dipl inž geod., Građevinski fakultet Subotica, e-mail: milantrifkovic@eunet.rs

⁴ Žarko Nestorović, dipl inž geod., HE Đerdap, e-mail: nzarko07@gmail.com

⁵ Doc. dr Ilija Grgić, dipl. inž. geod., Državna geodetska uprava, Zagreb, Hrvatska, e-mail: ilija.grgic@dgu.hr

launching and realization of land consolidation projects should be made, based on obtained solutions.

Keywords: land consolidation, land consolidation projects, cadastral municipality

1. INTRODUCTION

Land consolidation has been applied in praxis as a method of support for agricultural development for several decades. Besides its primary function - to group separated properties, land consolidation may also have a far-reaching impact on the development of entire regions, and as such, it may contribute to the overall state development. For this reason, a great amount of attention is provided to land consolidation in developed countries and it is applied whenever it can contribute to developmental agricultural goals.

According to [1], [2], [3], [4], land consolidation has fundamental significance for providing economic sustainability for rural areas, facilitating environmental management and for the urban growth rationalization. According to [5], land consolidation process is more often seen as an opportunity for resolving much more complex problems related to land management.

Local self government units, with state support, have to invest in order to realize the established developmental goals. Likewise, land consolidation projects represent the foundation for reaching of these goals, because through them agricultural development is prospered. This has a positive effect on local communities in general. Municipalities with good developmental plans would launch and realize land consolidation projects in several cadastral municipalities, but that is not possible because of objective factors. The most common factor is the lack of

ze и да се на основу добијених решења формира коначна листа катастарских општина у којима треба извршити покретање и реализацију комасационих пројеката.

Кључне речи: комасација, комасациони пројекти, катастарска општина

1. УВОД

Комасација као метода за поспешивање привредног развоја појединих региона примењује се у пракси већ дуги низ деценија. Поред основне функције, да групише уситњене поседе, комасација може имати и далекосежнији утицај на развој читавих региона, а као таква може допринети и укупном развоју Држава. Из тог разлога се у развијеним Државама, комасацији посвећује велика пажња и она се примењује у свим ситуацијама када може да допринесе развојним привредним циљевима. Према [1], [2], [3], [4], комасација земљишта је од суштинског значаја за обезбеђивање економске одрживости руралних подручја, олакшавање управљања животном средином и рационализацију урбаног раста. Према [5], процес комасације се све чешће види као шанса за решавање много сложенијих проблема везаних за уређење простора. Јединице локалне самоуправе, уз помоћ државе, морају да инвестирају да би реализовале постављене развојне циљеве. При томе комасациони пројекти представљају основу за достизање тих циљева, јер се кроз њихову реализацију поседује развој пољопривреде, а самим тим, и локалних заједница уопште. Општине које имају добре развојне планове би покренуле и реализовале комасационе пројекте у више катастарских општина, али због објективних фактора то није могуће. Најчешћи фактор је недостатак новчаних средстава за реализацију свих

funds for the realization of all projects. In order to perform the choice of cadastral municipalities in which land management with land consolidation will be performed, they need to be ranked according to specific criteria

The ranking can be performed with multicriteria methods based on real data about cadastral municipalities, collected from relevant institutions (Republic geodetic authority, Statistical office, Municipalities, etc) [6].

This paper defines the model of multicriteria decision making by applying AHP, VIKOR and COPRAS method, with the goal of establishing the relation between different methods and checking the possibility of using several methods in the goal of obtaining the final ranking list of alternatives, that is cadastral municipalities for the management of land territory with land consolidation. The use of proposed model, as a unique support tool for the process of decision making, has a goal to decrease the risk of wrong decision making. Impartial and objective decision making about giving priority for land management with land consolidation surely represents an important link in the initiation and realization of land consolidation projects. This way, the process of choosing cadastral municipalities in which land consolidation projects should be made becomes significantly more objective and efficient.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Material

With the goal of ranking the cadastral municipalities in the Municipality of Ruma, data considering the state of both property and lots in the analyzed cadastral municipalities have been gathered. The data have been obtained by relevant institutions and facilities like Republic Geodetic Authority, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries,

пројеката. Општине су тада приморане да одаберу оне комасационе пројекте који ће на најбољи начин досећи постављене циљеве. Да би се извршио избор између катастарских општина у којима ће се спровести уређење пољопривредног земљишта путем комасације, потребно их је рангирати према одређеним критеријумима. Рангирање се може вршити помоћу вишекритеријских метода на основу реалних података о катастарским општинама, који се прикупљају од релевантних институција (Републички геодетски завод, Завод за статистику, Општине, и др.) [6]. У раду је дефинисан модел вишекритеријумског одлучивања, применом АHP, VIKOR и COPRAS методе, са циљем да се утврди однос између различитих метода и провери могућност коришћења више метода у циљу добијања коначне ранг листе алтернатива тј. катастарских општина за уређење земљишне територије комасацијом. Коришћење предложеног модела, као својеврсног средства подршке процесу доношења одлука, има за циљ да смањи ризик од погрешног доношења одлука. Непристрасно и објективно доношење одлука о давању приоритета за уређење пољопривредног земљишта комасацијом, сигурно представља важну карику у иницирању и реализацији комасационих пројеката. На овај начин, сам процес избора катастарских општина у којима треба реализовати комасационе пројекте постаје знатно објективнији и ефикаснији.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

2.1. Материјал

Да би се извршило рангирање катастарских општина за уређење земљишне територије комасацијом у Општини Рума, прикупљени су бројни подаци о стањуседа, парцела и

Ministry of Public Administration and Local Self-Government, Statistical Office, and the Local Self-Government Unit of Ruma. Because of the complexity of the problematic itself, large amount of data was obtained from cadastral municipalities during the research. Thus, their presentation here will be left out.

2.2. Optimization model of land consolidation projects

In order to formulate the optimization model, it is necessary to define the goal, criteria, and the alternatives. The model's goal is to rank cadastral municipalities (alternatives – 18 cadastral municipalities) in the Municipality of Ruma, i.e. to determine the order of the priorities for agricultural land management with land consolidation in the mentioned municipality. An approach described in the paper was used to define the optimization model [7].

Defining of the model was conducted through several steps:

1. Defining of goal functions (criteria).
2. Defining of the weights of individual criteria.
3. Defining of the decision matrix for the ranking of cadastral municipalities.
4. Applying of the mathematical models of AHP, VIKOR and COPRAS method.

2.2.1. Defining of goal functions (criteria)

In the goal of determining of the optimal cadastral municipality, that is of their ranking for the realization of land consolidation projects in the Municipality of Ruma, and based on the analysis of numerous research and scientific literature, a team of experts from the field of land consolidation from the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad defined and suggested relevant criteria for the ranking:

f_1 : Share of arable land in the total agricultural land surface;

активности становништва у области пољопривреде у анализираним катастарским општинама. Подаци су презети од низа релевантних институција и установа, као што су Републички геодетски завод, Министарство пољопривреде шумарства и водопривреде, Министарство за државну управу и локалну самоуправу, Завод за статистику и Јединица локалне самоуправе Рума. У процесу истраживања прикупљена је велика количина података по катастарским општинама, па ће њивох приказ овде бити изостављен.

2.2. Дефинисање модела оптимизације

Да би се формулисао модел оптимизације потребно је дефинисати циљ, критеријуме и алтернативе. Циљ модела је рангирати катастарске општине (алтернативе – 18 катастарских општина) у Општини Рума, односно одредити редослед приоритета за уређење пољопривредног земљишта комасацијом у поменутој општини. За дефинисање модела оптимизације кориштен је приступ, који је приказан у раду [7].

Дефинисање модела спроведено је кроз неколико корака:

1. Дефинисање циљних функција (критеријума).
2. Дефинисање тежина појединих критеријума.
3. Дефинисање матрице одлучивања за рангирање катастарских општина.
4. Примена математичких модела АХП, VIKOR и COPRAS метода.

2.2.1. Дефинисање циљних функција (критеријума)

Да би се извршило рангирање катастарских општина и добила листа приоритета за уређење земљишне територије комасацијом, потребно је дефинисати скуп јединствених критеријума, према којима ће се извршити рангирање. У ту цврху, на ос-

f2 : Average lot surface in out-of-construction area;
f3 : Number of lots per real estate folio;
f4 : Average property surface in out-of-construction area;
f5 : Percent of individual agricultural manufacturers with property size larger than 5ac;
f6 : State property share in the total out-of-construction area surface;
f7 : Size of the state property land, given in lease;
f8 : Surface under channel network;
f9 : Active agricultural population;
f10 : State of land consolidation.

2.2.2. Defining of the weights of individual criteria

When there are several unequally important criteria involved in the process of decision making, it is necessary to assign them weights (weight factors, i.e. values), which reflect their relative importance. The weights serve for defining the significance of the participation of individual criteria while making a decision on the choice of the most favorable alternative solution of the problem.

In this paper, weight values of the criteria are determined with applying ANP consensus model. Mathematical model of the applied method is described in the paper [8], so its detailed description is hereby left out.

2.2.3. Defining of the decision matrix for the ranking of cadastral municipalities

After collecting a large amount of data, the data were processed and presented in the decision matrix, which represents the input matrix for all the methods that will be applied in the work. The matrix is formed by the numerical parameter representing a certain criterion for each cadastral municipality according to the defined criterion.

нову анализе бројне студијске и научне литературе, тим експерата из области комасације са Факултета техничких наука из Новог Сада је дефинисао и предложио релевантне критеријуме за рангирање:

f1 : Удео обрадивог земљишта у укупној површини пољопривредног земљишта;
f2 : Удео државне својине у укупној површини пољопривредног земљишта;
f3 : Површина државног земљишта која се даје у закуп;
f4 : Просечна катастарска класа земљишта;
f5 : Просечна површина парцеле;
f6 : Број парцела по листу непокретности;
f7 : Просечна површина поседа учесника комасације;
f8 : Процент индивидуалних пољопривредних произвођача са власништвом већим од 5 ха ;
f9 : Активно пољопривредно становништво;
f10 : Стање комасације.

2.2.2. Дефинисање тежина појединих критеријума

Када при доношењу одлуке постоји више различитих критеријума, који немају исту важност, потребно им је доделити тежине, које одражавају њихове релативне важности. Тежине служе за дефинисање значаја учешћа појединих критеријума при доношењу одлуке о избору најповољнијег алтернативног решења проблема. У овом раду, тежинске вредности критеријума одређене су применом АХП консензус модела Математички модел примењене метода описан је раду [8], па је њен детаљни опис овде изостављен.

2.2.3. Дефинисање матрице одлучивања за рангирање катастарских општина

Након прикупљања велике количине

The decision matrix is shown in Table 1 together with the weight criteria determined by applying the AHP method.

2.2.4. Applied methods

In order to rank cadastral municipalities in the Municipality of Ruma, mathematical models of three different methods of multi-criteria optimization were applied in this paper.

The mathematical models of the applied AHP, VIKOR and COPRAS methods are described in papers such as [6], [8], [9], [10], [11], [12], so its detailed description is hereby left out.

података, подаци су обрађени и презентовани у матрици одлучивања, која представља улазну матрицу за све методе које ће бити примењене у раду. Матрица је формирана тако што је за сваку катастарску општину према дефинисаном критеријуму приказан нумерички параметар који репрезентује одређени критеријум.

Матрица одлучивања приказана је у табели 1, заједно да тежинама критеријума, одређених применом АХП методе.

2.2.4. Примењене методе

У циљу рангирања катастарских општина у Општини Рума, у овом раду примењени су математички модели три различите методе више-критеријумске оптимизације.

Математички модели примењених метода АHP, VIKOR и COPRAS описани су у радовима као што су [6], [8], [9], [10], [11], [12], па је њихов опис овде изостављен.

3. RESULTS

In this paper weight values of the defined criteria were determined by applying the AHP consensus model. In the defined model, obtained consistency index values 0,0095, which suggests that the result is not accurate enough so there is no need for corrections in comparisons and repeating of calculations. Mathematical models AHP, VIKOR, and COPRAS method were applied on the decision matrix with weight coefficients (Table 1).

3.1. Analysis of the obtained results

Analysis of the obtained ranks of alternatives, suggests that the applied methods provided quite different results so accordingly, two variants of possible solutions are suggested:

3. РЕЗУЛТАТИ

У овом раду тежинске вредности дефинисаних критеријума одређене су применом АХП консензус модела. У дефинисаном моделу, добијени индекс конзистенције износи 0,0095, што значи да је резултат довољно тачан и нема потребе за корекцијама у поређењима и понављању прорачуна. На матрицу одлучивања са тежинским коефицијентима (табела 1), примењени су математички модели АHP, VIKOR и COPRAS метода.

3.1. Анализа добијених резултата

Анализом добијених рангова алтернатива, може се уочити да су примењене методе дала доста различите резултате, па се у складу са тим предлажу две варијанте могућих решења:

1. Common appliance of two methods with the most similar results, and
2. Common appliance of all three used methods.

1. Заједничко коришћење две методе које дају најсличније резултате, и
2. Заједничко коришћење све три кориштене методе.

Табела 1 – Матрица одлучивања
Table 1 - Decision making matrix

Criteria	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Unit	%	%	%	n. br.	Ha	br/ln	Ha	%	%	n. br.
Weight	0.198	0.071	0.119	0.030	0.198	0.119	0.071	0.119	0.045	0.030
Goal	max	max	Max	min	min	max	Max	max	max	min
Alternative										
ŽARKOVAC	99.6	56.6	53.6	5.9	2.9	3.1	8.9	10.0	64.7	5.0
BUĐANOVC	97.9	12.2	9.6	3.7	1.4	3.1	4.4	23.0	81.1	5.0
DOBRINCI	97.7	9.3	9.6	2.4	0.7	3.4	2.5	13.0	75.6	1.0
D. PETROVCI	94.3	11.4	6.3	1.6	1.6	2.5	4.0	18.0	74.7	5.0
GRABOVCI	98.2	25.9	8.0	4.0	3.3	3.4	11.3	16.0	50.0	5.0
HRTKOVCI	99.6	19.6	19.1	3.8	1.2	2.6	3.1	7.0	65.6	5.0
KLENAK	96.3	2.6	0.2	3.5	1.5	2.5	3.7	3.0	44.3	5.0
KRALJEVCI	96.8	18.5	18.4	2.3	0.6	4.3	2.8	10.0	74.3	1.0
M. RADINCI	95.8	3.2	2.6	2.5	1.4	2.2	3.0	12.0	77.3	5.0
MARĐELOS	98.6	8.2	5.5	2.0	0.8	3.1	2.4	10.0	60.3	1.0
NIKINCI	99.2	33.4	32.9	4.1	2.4	2.2	5.3	7.0	55.5	5.0
PAVLOVCI	78.0	23.1	14.8	3.2	0.7	3.4	2.3	7.0	50.0	1.0
PLATIČEVO	99.0	13.1	5.9	3.8	1.8	2.3	4.2	10.0	63.2	5.0
PUTINCI	98.9	7.6	6.7	1.8	1.2	2.0	2.4	7.0	50.8	5.0
RUMA	93.2	16.8	19.5	1.3	0.8	3.2	2.4	6.0	12.6	1.0

Табела 2 - Резултати примењених метода
Table 2 - Results of applied methods

Rank	Results of applied methods		
	AHP	VIKOR	COPRAS
1	ŽARKOVAC	KRALJEVCI	ŽARKOVAC
2	KRALJEVCI	STEJANOVC	KRALJEVCI
3	STEJANOVC	DOBRINCI	STEJANOVC
4	BUĐANOVC	VOGANj	BUĐANOVC
5	GRABOVCI	BUĐANOVC	DOBRINCI
6	DOBRINCI	ŽARKOVAC	VOGANj
7	MARĐELOS	MARĐELOS	D. PETROVCI
8	RUMA	RUMA	HRTKOVCI
9	NIKINCI	HRTKOVCI	MARĐELOS
10	HRTKOVCI	D. PETROVCI	NIKINCI
11	VOGANj	NIKINCI	M. RADINCI
12	D. PETROVCI	VITOJEVCI	PAVLOVCI
13	PAVLOVCI	GRABOVCI	VITOJEVCI
14	PLATIČEVO	PLATIČEVO	GRABOVCI
15	VITOJEVCI	PUTINCI	PLATIČEVO
16	M. RADINCI	M. RADINCI	PUTINCI
17	PUTINCI	PAVLOVCI	RUMA
18	KLENAK	KLENAK	KLENAK

3.1.1. Common use of two methods

If we start from the assumption that the final ranking list of alternatives can be provided with the use of two methods, then the starting parameter (criteria) can be the average rank difference between used methods (Table 3).

3.1.1. Заједничко коришћење две методе

Ако се пође од претпоставке да се коначна ранг листа алтернатива може добити применом две методе, онда се као полазни параметар (критеријум) може усвојити просечна разлика ранга између кориштених метода (Табела 3).

Табела 3 - Просечне разлике рангова алтернатива
Table 3 - Average variation of the ranking of an alternative

Combination of methods	AHP - VIKOR	AHP – COPRAS	VIKOR - COPRAS
Average difference in rank	2.22	2.44	2.33

The analysis of gained results reveals that the lowest average difference of ranks was acquired with the appliance of AHP and VIKOR methods. Considering this is the chosen criteria for the choice of combination of methods, the final ranking list will be determined based on the combination of ranking results obtained with these methods.

In order to make the final decision, considering these two methods, a definitive matrix was formed where the ranks obtained with AHP and VIKOR methods were set as new criteria with equal weights.

The final ranking list of alternatives (Table 4) was formed based on the values obtained by ranks summation with the new criteria, so that the smaller sum defines a better position, i.e. a better rank of a cadastral municipality for launching of land consolidation projects on the territory of Municipality of Ruma.

Анализом добијених резултата, може се уочити да је најмања просечна разлика рангова добијена применом АHP и VIKOR метода. Обзиром да је то изабрани критеријум за избор комбинације метода, коначна ранг листа ће бити одређена на основу комбинације резултата рангирања овим методама.

Да би се донела коначна одлука, узимајући у обзиром ове две методе, формирана је дефинитивна матрица, где су рангови добијени методама АHP и VIKOR, узети као нови критеријуми са једнаким тежинама.

Коначна ранг листа алтернатива (Табела 4) формирана је на основу вредности које се добијају сабирањем рангова по новим критеријумима, тако што мањи збир дефинише бољу позицију, односно бољи ранг катастарске општине за покретање комасационих пројеката на територији Општине Рума.

3.1.2. Common use of AHP, VIKOR and COPRAS method

Considering that the chosen methods provided quite different ranks of alternatives and that average differences of ranks between used methods are quite similar (Table 3), a

3.1.2. Заједничко коришћење АHP, VIKOR и COPRAS методе

Обзиром на чињеницу да су изабране методе дале доста различите рангове алтернатива, као и да су просечне разлике ранга између

combination of all three methods would provide the best solution. This way the choice of cadastral municipalities in which land consolidation process will be launched, is both objective and regular. To make the final decision, considering all three methods, like in the previous variance a definitive matrix was formed, where the ranks obtained with the methods AHP, VIKOR and COPRAS, were taken as the new criteria with equal weights. After that, the final ranking list of alternatives was formed based on the values provided by summing ranks with the new criteria, so that the smaller sum defines a better position that is a better rank of the cadastral municipality for launching of land consolidation projects on the territory of the Municipality of Ruma.

кориштених метода доста сличне (Табела 3), комбинација све три методе дала би најбоље решење, односно на овај начин би се избор катастарских општина за покретање поступка комасације извршио на објективан и коректан начин.

Да би се донела коначна одлука, узимајући у обзиром све три методе, као и у претходној варијанти, формирана је дефинитивна матрица, где су рангови добијени методама АHP, VIKOR и COPRAS, узети као нови критеријуми са једнаким тежинама. Након тога, коначна ранг листа алтернатива формирана је на основу вредности које се добијају сабирањем рангова по новим критеријумима, тако што мањи збир дефинише бољу позицију, односно бољи ранг катастарске општине за покретање комасационих пројеката на територији Општине Рума.

Табела 4 - Коначна ранг листа катастарских општина за покретање комасационих пројеката (варијанта 1 и варијанта 2)

Table 4 - The final ranking list of cadastral municipalities for starting commission projects (variant 1 and variant 2)

1. VARIANT (AHP i VIKOR)		2. VARIANT (AHP, VIKOR, COPRAS)	
Cadastre Municipality	Final rank	Cadastre Municipality	Final rank
KRALJEVCI	1	KRALJEVCI	1
STEJANOVCI	2	ŽARKOVAC	2
ŽARKOVAC	3	STEJANOVCI	3
BUĐANOVCИ	4	BUĐANOVCИ	4
DOBRINCI	5	DOBRINCI	5
MARĐELOS	6	VOGANj	6
VOGANj	7	MARĐELOS	7
RUMA	8	HRTKOVCI	8
GRABOVCI	9	D. PETROVCI	9
HRTKOVCI	10	NIKINCI	10
NIKINCI	11	GRABOVCI	11
D. PETROVCI	12	RUMA	12
VITOJEVCI	13	VITOJEVCI	13
PLATIČEVO	14	PAVLOVCI	14
PAVLOVCI	15	PLATIČEVO	15
M. RADINCI	16	M. RADINCI	16
PUTINCI	17	PUTINCI	17
KLENAK	18	KLENAK	18

4. DISCUSSION

Chosen methods of multicriteria optimization - AHP, VIKOR and COPRAS provided quite different ranks of alternatives. The average differences between the obtained ranks are small and cover the interval from 2.22 – 2.44. However, practical experience suggests these differences can also be treated as very significant. Accordingly, this paper suggests two variants of possible solutions.

The first variant implies that the final ranking list of alternatives is formed by using two methods, which provided the most similar results. Based on ranking results, the solution of the problem is provided by AHP and VIKOR methods. Maximum difference of the ranks between these two methods is 8, while the average difference in ranks between used methods is 2.22.

In percent, the differences have the following values:

- The percent of equally ranked cadastral municipalities is 27.8% (5 CM),
- With a difference in one position there is 22.2% (4 CM),
- With a difference in two positions there is 16.7% (3 CM),
- With a difference in three positions there is 1.1% (2 CM),
- With a difference in four and more positions there is 22.2% (4 CM).

According to the final rank provided with a combination of AHP and VIKOR methods, the priority for launching land consolidation projects in the Municipality of Ruma should be provided to cadastral municipality of Kraljevci, followed by Stejanovci, Žarkovac and Buđanovci. Cadastral municipalities with the lowest rank are Pavlovci, Mali Radinci, Putinci and Klenak.

The second variant is to take all three

4. ДИСКУСИЈА

Изабране методе вишекритеријумске оптимизације АНП, ВИКОР и СОПРАС дале су доста различите рангове алтернатива. Просечне разлике између добијених рангова су мале, крећу се у интервалу од 2.22 - 2,44, али се на основу практичних искустава могу сматрати значајно великим. У складу са тим, у раду су предложене две варијанте могућих решења.

Прва варијанта подразумева да се коначна ранг листа алтернатива формира коришћењем две методе, које су дале најсличније резултате. На основу резултата рангирања, решење проблема дају методе АНП и ВИКОР. Максимална разлика ранга између ове две методе износи 8, док је просечна разлика ранга између коришћених метода 2.22.

Процентуално, разлике се могу приказати на следећи начин:

- Једнако ранжираних катастарских општина има 27.8% (5 КО),
- Са разликом у једној позицији има 22.2% (4 КО),
- Са разликом у две позиције има 16.7% (3 КО),
- Са разликом у три позиције има 11.1% (2 КО),
- Са разликом у четири и више позиција има 22.2% (4 КО).

Према коначном рангу који је добијен комбинацијом АНП и ВИКОР метода, приоритет за покретање комасационих пројеката у Општини Рума треба дати катастарској општини Краљевци, затим следе Стејановци, Жарковац и Буђановци. Најлошије ранжиране катастарске општине су Павловци, Мали Радинци, Путинци и Кленак.

Друга варијанта подразумева да се у обзир узму све три методе, и да се коначна ранг листа алтернатива добије добије комбинацијом поје-

methods into consideration, and to acquire the final ranking list of alternatives with a combination of individual ranks. According to the final rank obtained with combined AHP, VIKOR and COPRAS method, the priority for launching of land consolidation projects in the Municipality of Ruma should be given to cadastral municipality of Kraljevci, followed by Žarkovac, Stejanovci and Buđanovci. The lowest ranked cadastral municipalities are Platičevo, Mali Radinci, Putinci and Klenak.

5. CONCLUSION

While giving priority to one project from a group of land consolidation projects, the decision maker (Municipality) faces a problem of the existence of several factors which affect the final decision. In order to avoid wrong decision making, all of the criteria relevant for the given problem have to be taken into consideration. Later the problem should be described with the same set of criteria, so that the result is an objective and concrete solution to the problem. In the field of research, the solution of the problem is to choose a cadastral municipality which, according to the defined criteria, has the greatest need for launching and realization of land consolidation projects. Impartial and objective decision making about giving priority for land management with land consolidation is certainly the most important link in the initiation and realization of land consolidation projects. The simplest way to accomplish that is to apply the method of multicriteria optimization. Optimization model defined in this paper was used for determining which cadastral municipalities have the priority for land management with land consolidation in the Municipality of Ruma. Comparison of the alternatives according to certain criteria was performed by using the defined

диначних рангова. Према коначном рангу који је добијен комбинацијом АHP, VIKOR и COPRAS методе, приоритет за покретање комасационих пројеката у Општини Рума треба дати катастарској општини Краљевци, затим следе Жарковац, Стејановци и Буђановци. Најлошије рангиране катастарске општине су Платичево, Мали Радинци, Путинци и Кленак.

5. ЗАКЉУЧАК

Приликом давања приоритета једном пројекту из групе комасационих пројеката, доносилац одлуке (Општина) се суочава са проблемом постојања више фактора који утичу на доношење коначне одлуке. Да би се избегло погрешно доношење одлуке, морају се изети у обзир сви критеријуми који су релевантни за дати проблем, затим проблем описати истим скупом критеријума и на крају добити коректно и објективно решење проблема. У области истраживања, решење проблема је избор оне катастарске општине у којој је, према дефинисаним критеријумима, највећа потреба за покретањем и реализацијом комасационих пројеката. Непристрасно и објективно доношење одлука о давању приоритета за уређење пољопривредног земљишта комасацијом, сигурно представља важну карику у иницирању и реализацији комасационих пројеката. Најједноставнији начин да се то постигне јесте примена метода више-критеријумске оптимизације. Модел оптимизације, који је дефинисан у раду, употребљен је за решавање проблема давања приоритета катастарским општинама за уређење пољопривредног земљишта комасацијом у Општини Рума. Поређење алтернатива по критеријумима је извршено коришћењем дефинисаног модела оптимизације ранги-

optimization model of cadastral municipalities ranking as well as mathematical models of multicriteria AHP, VIKOR and COPRAS methods.

The research goal was to determine relation of ranks provided with the use of different multicriteria analysis methods and to form a final list of cadastral municipalities in which launching and realization of land consolidation projects should be made, based on provided solutions.

The applied methods provided different ranks of some alternatives in a range that is somewhat worse than expected. The reasons for this can be found in different mathematical models, but also in a high (or very low) disproportion of the values for the same criteria for certain alternatives [6].

By comparing the results a conclusion has been made about the extent of similarities between ranks obtained with the formatted model and also about the appliance of previously mentioned methods.

Although ranks of certain alternatives matched in some cases, they mostly differed. Drastic differences were spotted with the rank of cadastral municipality of Grabovci. The use of AHP and VIKOR method resulted with a rank that differs in 8 positions and the use of AHP и COPRAS methods provided ranks that differ even more - 9 positions. Drastic difference was also registered for the rank of cadastral municipality of Ruma, which for the combination of methods AHP and COPRAS, and VIKOR and COPRAS differs in nine positions.

Considering there are significant differences in the ranking between used methods, the possibility of using only one method for obtaining the final rank is excluded.

Second option that imposed itself was the possibility to use two methods for gaining the final rank. With the analysis of all combinations, it is concluded that the combination of AHP and VIKOR methods provided the most similar

рања катастарских општина и математичких модела вишекритеријумских AHP, VIKOR и COPRAS метода.

Циљ истраживања је био да се утврди однос рангова добијених различитим методама вишекритеријумске анализе и да се на основу добијених решења формира коначна листа катастарских општина у којима треба извршити покретање и реализацију комасационих пројеката.

Кориштене методе су дале различите рангове појединих алтернатива, у мери која је нешто лошија од очекиване. Разлоге треба тражити у различитим математичким моделима, са једне стране, и великој (или веома малој) диспропорцији вредности истог критеријума за поједине алтернативе, са друге стране [6].

Упоређењем резултата дошло се до закључака у којој мери постоји сличност рангова добијених на основу формираног модела и примене поменуте три методе.

Рангови појединих алтернатива добијених различитим методама су се у појединим случајевима поклапали, а у већини разликовали. Уочене су и драстичне разлике, као нпр. ранг катастарске општине Грабовци, добијен применом AHP и VIKOR методе, разликује се чак за 8 позиција, а применом AHP и COPRAS методе за чак 9 позиција. Драстична разлика је такође регистрована и за ранг катастарске општине Рума, која за комбинацију метода AHP и COPRAS, и VIKOR и COPRAS износи чак девет позиција.

Обзиром да постоје велике разлике у рангирању, између коришћених метода, могућност коришћења једне методе за добијање коначног ранга је искључена.

Као друга опција наметнула се могућност коришћења две методе за добијање коначног ранга. Анализом свих комбинација дошло се до закључка да комбинација AHP и VIKOR метода даје најсличније

results. If the decision maker would option that the final rank is determined based on two methods, then this combination would be the most „suitable“, that is the most objective.

Likewise, since the used methods provided quite different ranks of alternatives, it is suggested that the final decision about giving priority to cadastral municipalities for land consolidation projects launching in the municipality of Ruma, should be based on the ranking results acquired with the use of all three methods.

For that reason, and according to the final results (all three methods AHP, VIKOR and COPRAS), the priority for launching of land consolidation projects in the municipality of Ruma should be attributed to the municipality of Kraljevci, followed by Žarkovac, Stejanovci and Buđanovci. The lowest ranked cadastral municipalities are Platičevo, Mali Radinci, Putinvi and Klenak. This being said, we can conclude that the goal of the research is accomplished, i.e. accuracy and objectivity in the process of setting priority to cadastral municipalities for the launching and realization of land consolidation projects were enabled.

The defined optimization model can also be applied on some other test-area, and the list of criteria and methods can be expanded, so that an upgrade of this model directs future research.

резултате.

Уколико би се доносилац одлуке определио да коначни ранг одреди на основу две методе, онда би ова комбинација била „најпогоднија“, односно најобјективнија.

Такође, обзиром на чињеницу да су кориштене методе дале доста различите рангове алтернатива, предлаже се да основу за доношење коначне одлуке о давању приоритета катастарским општинама за покретање комасационих пројеката у Општини Рума, представљају резултати добијени рангирањем по све три кориштене методе.

Из тог разлога, а све према добијеним коначним резултатима (све три методе АHP, VIKOR и COPRAS), приоритет за покретање комасационих пројеката у Општини Рума треба дати катастарској општини Краљевци, затим следе Жарковац, Стејановци и Буђановци. Најлошије рангиране катастарске општине су Платичево, Мали Радинци, Путинци и Кленак. На овај начин, може се рећи да је задовољен циљ истраживања, односно постигнуто је обезбеђивање коректности и објективности у процесу давања приоритета катастарским општинама за покретање и реализацију комасационих пројеката.

Дефинисани модел оптимизације може се применити такође на неко друго тест подручје, листа критеријума и изабраних метода се може проширити, тако да доградња овог модела представља правце будућих истраживања.

REFERENCES

- [1] Sonnenberg, J., 2002. Fundamentals of Land Consolidation as an Instrument to Abolish Fragmentation of Agricultural Holdings. Paper, FIG XXII International Congress. Washington, D.C. 19.-26.4.2002, 12 p.
- [2] Van den Brink, A., 1999. Sustainable development and land consolidation. In: Dixon-Gough, R.W. (Ed.), Land Reform and Sustainable Development. Ashgate, Aldershot, pp. 61–68.
- [3] Van Lier, H.N., 2000. Land use planning and land consolidation in the future in Europe. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 41 (3), 138–144.

- [4] Crecente, R., Alvarez, C., Fra, U., 2002. Economic, social and environmental impact of land consolidation in Galicia. *Land Use Policy* 19, 135–147.
- [5] Nestorović, Ž., 2012. Karakteristike komasacionih projekata, *Zbornik radova GF Subotica*, br. 21, str. 69-73, UDK: 528.46:711.4
- [6] Marinković, G., 2015. Prilog razvoju optimizacije radova i tačnosti u projektima komasacije, Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [7] Marinković G., Ninkov T., Trifković M.: Rangiranje komasacionih projekata primenom SAW metode, *Geodetska služba*, br. 119: 20-28, UDK: 303.7.032.4 : [528. 46:711.1](497.11), 2015.
- [8] Dong Y, Zhang G, Hong WC, Xu Y : Consensus models for AHP group decision making under row geometric mean prioritization method. *Decision Support Systems*, 49:281 –289, 2010.
- [9] Saaty, T.L., 1986. Absolute and relative measurement with the AHP. The most livable cities in the United States, *Socio-econ. Plann. Sci.*, 20 (6) , pp. 327–331
- [10] Marinković, G., Ninkov, T., Trifković, M., Nestorović, Ž., Pejičić, G., (2016). On the land consolidation projects and cadastral municipalities ranking, *Technical Gazette*, Vol. 23, No 4, pp. 1147-1153, ISSN 1330-3651, UDK: 62(05) =163.42=111, doi:10.17559/TV-20140316225250
- [11] Lazić, J., Marinković, G., Trifković, M., Morača, S., Nestorović, Ž., 2015. Ocenjivanje težina kriterijuma kod rangiranja komasacionih projekata, *Zbornik radova GF Subotica*, br. 28, str. 123-135, UDK: 332.262
- [12] Opricović, S., Tzeng, G.H., 2004. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*. 156(2), 445-455