

**АУТОМАТИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ИНИЦИРАЊА КОМАСАЦИОНИХ ПРОЈЕКТА:
СТУДИЈА СЛУЧАЈА ОПШТИНА БРОД****AUTOMATION OF THE PROCESS OF INITIATING CONSOLIDATION PROJECTS: A
CASE OF STUDY OF THE MUNICIPALITY OF BROD**Милена Божић, Горан Маринковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА**

Кратак садржај – У овом раду извршено је рангирање катастарских општина општине Брод употребом *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS* метода, које су имплементирани у софтвер, применом програмског језика *Matlab*. Предложен начин одређивања приоритета за покретање комасационих пројеката може у значајној мери помоћи доносиоцу одлуке код избора општине или катастарске општине за покретање комасационог поступка.

Кључне ријечи: *Комасација, Вишекритеријумска оптимизација, SAW, COPRAS, ELECTRE, AHP, TOPSIS*

Abstract – *In this paper, the ranking of cadastral municipalities of the municipality of Brod was performed using SAW, COPRAS, ELECTRE, AHP and TOPSIS methods, which were implemented in the software, using the programming language Matlab. The proposed way of determining the priorities for initiating consolidation projects can significantly help the one who is making decision in choosing a municipality or cadastral municipality to initiate consolidation proceedings.*

Keywords: *Land consolidation, Multicriteria optimization, SAW, COPRAS, ELECTRE, AHP, TOPSIS*

1. УВОД

Комасација земљишта представља важан и проверен инструмент за развој пољопривреде и руралних подручја у целом свету. Аграрни развој је област у којој комасација игра веома битну улогу. Комасација је врло сложена и скупа аграрна, организациона, правна, економска и техничка операција која има за основни циљ груписање, скупљање просторно расцепаних и међусобно разбацаних парцела једног поседа, по могућности на једну или више већих локација [1].

Нови концепт комасације земљишта подразумева свеобухватан и мултидисциплинаран приступ, спајање елемената аграрног развоја и развоја села. Планови развоја на локалном нивоу, планови уређења и коришћења земљишта треба да послуже као основа за комасацију земљишта [2].

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Горан Маринковић, ванр. проф.

Комасација мора да обезбеди одговарајући оквир у коме ће сви учесници комасације активно учествовати и бити вођени заједничким интересима, као и преузимати одговорност. Катастарске општине потребно је рангирати према одређеним критеријумима, да би се извршио избор која катастарска општина има предност за уређење пољопривредног земљишта путем комасације.

Рангирање се може вршити помоћу вишекритеријумских метода на основу реалних података о катастарским општинама, који се прикупљају од релевантних институција (Републички геодетски завод, Завод за статистику, општине, и др.). Применом метода вишекритеријумског одлучивања, пред органе ЈЛС (Јединица локалне самоуправе) се ставља више алтернатива које је потребно рангирати, према одређеном броју критеријума. Приликом рангирања долази до конфликтних услова где одређене критеријуме треба максимизирати, а неке минимизирати. Да би се овај проблем решио примењују се инструменти који су флексибилнији од математичких техника чисте оптимизације [3].

Примарни циљ истраживања у овом раду је проучавање проблематике рангирања катастарских општина за покретање поступка комасације. Коначни циљ истраживања је да се употребом метода вишекритеријумске анализе *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS* у софтверу креираном употребом програмског језика *Matlab*, односно формиране апликације и приказом добијених резултата у програму *Microsoft Excel* одреде приоритети између двадесет три катастарске општине које припадају општини Брод. Самим тим, добиће се податак којој катастарској општини треба дати приоритет за покретање и реализацију комасационог пројекта.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ**2.1. Материјал**

Материјал за ову студију је обухватио двадесет три катастарске општине које припадају општини Брод. Подаци су прикупљени од низа релевантних државних установа. Њихово презентовање је овде изостављено, с обзиром на велику количину података. У циљу рангирања општина за покретање комасационог поступка у општини Брод, дефинисани су следећи критеријуми:

Ф1: Удео обрадивог земљишта у укупној површини атара;

Ф2: Просечна површина парцеле у атару;
 Ф3: Број парцела по листу непокретности;
 Ф4: Просечна површина поседа учесника комасације;
 Ф5: Удео државне својине у укупној површини атара;
 Ф6: Активно пољопривредно становништво;
 Ф7: Површина државног земљишта која се даје у закуп.

Тежине критеријума у овом раду одређене су директном методом, која се ослања на субјективно додељивање тежина. Већа вредност тежине означава већи степен значајности. Поред тога, за сваки критеријум дефинисан је и циљ, односно који критеријум ће се максимизирати, а који минимизирати.

Рангирање двадесет три катастарске општине извршиће се имплементацијом *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS* метода у апликацију развијену у оквиру програмског језика *Matlab*. На тај начин добиће се податак којој катастарској општини треба дати приоритет за покретање и реализацију комасационог пројекта. Математички модели претходно поменутих вишекритеријумских метода презентовани су у многим радовима [3-7], те је њихов детаљан опис овде изостављен.

2.2. Методе

MATLAB представља један од најмоћнијих алата за моделовање и симулацију система из различитих сфера инжењерског интересовања и научних истраживања [8]. Из тог разлога, софтвер (апликација) је развијен у *Matlab* програмском окружењу, док је приказ резултата представљен у *Microsoft Excel* окружењу, јер је веома једноставан за манипулисање подацима. Апликација за процесирање података развијена је у оквиру графичког корисничког интерфејса (*GUI*). Преко апликације се позивају *Matlab*-ове *m*-функције којима су имплементирани методе *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS*. Главни прозор апликације се састоји из четири дела (Слика 1.):

- Број 1 представља поље за унос матрице одлучивања;
- Број 2 представља поље за унос тежина и циља критеријума;
- Број 3 представља поље за покретање метода;
- Број 4 представља поље за отварање резултата у *Excel*-у.



Слика 1. Главни прозор апликације

Учитавање улазних података омогућено је преко *Microsoft Excel* документа, али се мора испоштовати одговарајућа форма уноса (Слика 2. и Слика 3.).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	1.07	0.22	1.65	0.04	0.96	13.06	98.97					
2	78.12	0.98	4.88	1.18	1.12	0.24	16.36					
3	63.88	0.42	6.52	1.88	4.33	1.83	0.00					
4	32.36	0.90	5.90	1.87	2.75	1.89	8.34					
5	78.93	0.92	5.41	2.54	3.18	2.94	5.61					
6	54.86	0.50	6.39	1.77	4.37	3.47	12.79					
7	62.79	0.51	5.80	1.96	9.40	2.99	13.54					
8	85.25	0.51	4.42	1.29	5.27	1.39	8.23					
9	85.19	0.93	3.82	1.20	3.87	4.30	121.97					
10	74.90	0.40	5.50	1.80	3.65	0.62	3.18					
11	80.83	0.20	3.55	0.60	4.83	0.47	0.50					
12	72.48	0.48	4.21	1.81	4.11	0.00	2.46					
13	79.86	0.30	4.78	1.20	4.39	4.96	206.36					
14	68.61	0.20	3.60	0.65	2.22	1.05	2.21					
15	65.50	0.40	3.36	1.03	10.68	0.17	0.00					
16	51.62	0.43	3.82	0.97	3.69	0.00	1.80					
17	78.89	0.43	4.99	1.72	4.60	0.00	187.13					
18	52.59	0.25	2.69	0.38	8.22	0.42	2.10					
19	82.24	0.30	5.80	2.47	12.73	3.16	49.30					
20	89.82	0.45	8.06	2.21	15.76	6.76	693.07					
21	69.25	0.48	5.74	2.15	12.80	3.04	97.25					
22	64.22	0.58	8.67	3.35	2.69	3.97	2.32					
23	61.52	0.45	4.34	1.37	3.88	2.71	80.48					

Слика 2. Форма уноса улазних података (Улазни подаци број 1) – Матрица одлучивања

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	5	5	5	3	2	3	3							
2	1	0	1	1	1	1	1							

Слика 3. Форма уноса улазних података (Улазни подаци број 2)

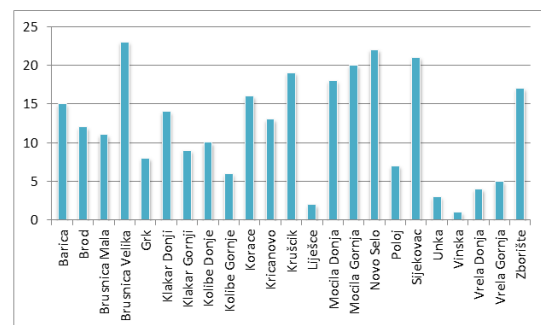
Након што су учитани подаци, могуће је покренути једну од пет понуђених метода, како би се добио податак о интензитету и рангу алтернатива, односно катастарских општина. Резултати се добијају у графичкој и нумеричкој форми у *Microsoft Excel* окружењу.

3. РЕЗУЛТАТИ

На матрицу одлучивања, која је приказана на слици 2, примењени су математички модели *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS* метода, на основу чега су одређени рангови катастарских општина за покретање и реализацију комасационог пројекта у општини Брод.

Коначна ранг листа катастарских општина приказана је табелом (Табела 6.), док је графички приказ дат на слици 4.

У табелама број 1, 2, 3, 4. и 5. приказане су појединачне ранг листе катастарских општина за сваку од примењених метода.



Слика 4. Графички приказ коначне ранг листе катастарских општина

Табела 1. Ранг листа алтернатива – SAW метода

Alternativa	Intenzitet	Rang
Vinska	0.726969399	1
Unka	0.586376719	2
Vrela Gornja	0.568567371	3
Liješće	0.568448912	4
Vrela Donja	0.544414585	5
Kolibe Gornje	0.516322651	6
Kricanovo	0.502967361	7
Grk	0.502659693	8
Kolibe Donje	0.493774349	9
Poloj	0.490377352	10
Klakar Gornji	0.484222185	11
Brusnica Mala	0.48383627	12
Korace	0.473019113	13
Barica	0.472669317	14
Klakar Donji	0.454010206	15
Mocila Donja	0.445105191	16
Krušćik	0.433651312	17
Zborište	0.424822157	18
Mocila Gornja	0.406549893	19
Sijekovac	0.391669211	20
Brod	0.35470388	21
Novo Selo	0.343563763	22
Brusnica Velika	0.341593357	23

Табела 4. Ранг листа алтернатива – AHP метода

Alternativa	Intenzitet	Rang
Vinska	0.082811093	1
Liješće	0.055320433	2
Unka	0.053995671	3
Vrela Donja	0.052744069	4
Vrela Gornja	0.050411582	5
Klakar Gornji	0.046835512	6
Poloj	0.046522379	7
Grk	0.045141846	8
Brusnica Mala	0.0450768	9
Kolibe Gornje	0.045040281	10
Klakar Donji	0.041773368	11
Kolibe Donje	0.041039806	12
Barica	0.040753148	13
Brod	0.039115033	14
Korace	0.038678874	15
Zborište	0.038260058	16
Krušćik	0.036790112	17
Kricanovo	0.036391776	18
Mocila Gornja	0.035614617	19
Mocila Donja	0.033367834	20
Sijekovac	0.033136665	21
Novo Selo	0.03069134	22
Brusnica Velika	0.030487703	23

Табела 2. Ранг листа алтернатива – COPRAS метода

Alternativa	Intenzitet	Rang
Vinska	0.106150286	1
Liješće	0.062663998	2
Unka	0.054225515	3
Vrela Donja	0.051707207	4
Kolibe Gornje	0.049598675	5
Brod	0.048304063	6
Vrela Gornja	0.048173781	7
Poloj	0.04688105	8
Klakar Gornji	0.041807775	9
Grk	0.041146868	10
Zborište	0.039306281	11
Klakar Donji	0.039246189	12
Brusnica Mala	0.038682237	13
Kolibe Donje	0.038448539	14
Kricanovo	0.037550281	15
Barica	0.036367289	16
Korace	0.035970457	17
Mocila Donja	0.033809828	18
Krušćik	0.032205899	19
Mocila Gornja	0.031967387	20
Sijekovac	0.030780039	21
Brusnica Velika	0.02920548	22
Novo Selo	0.025800874	23

Табела 5. Ранг листа алтернатива – TOPSIS метода

Alternativa	Intenzitet	Rang
Vinska	0.765292401	1
Liješće	0.495863493	2
Brod	0.436716294	3
Unka	0.435430561	4
Kolibe Gornje	0.422083238	5
Vrela Gornja	0.42150113	6
Vrela Donja	0.414389639	7
Poloj	0.396863317	8
Grk	0.374700249	9
Kolibe Donje	0.373287675	10
Brusnica Mala	0.368771737	11
Kricanovo	0.368492926	12
Klakar Gornji	0.362530188	13
Korace	0.358383556	14
Barica	0.358258165	15
Klakar Donji	0.354569025	16
Mocila Donja	0.350753823	17
Zborište	0.345068023	18
Krušćik	0.328621481	19
Sijekovac	0.326738687	20
Mocila Gornja	0.319384318	21
Novo Selo	0.285510141	22
Brusnica Velika	0.246587203	23

Табела 3. Ранг листа алтернатива – ELECTRE метода

Alternativa	Intenzitet	Rang
Vinska	1	1
Liješće	2.5	2
Unka	2.5	3
Vrela Donja	4	4
Kolibe Gornje	6	5
Poloj	8	6
Vrela Gornja	8	7
Kolibe Donje	8.5	8
Brusnica Mala	9.5	9
Grk	11	10
Brod	11.5	11
Kricanovo	12	12
Barica	12.5	13
Klakar Gornji	13.5	14
Korace	14	15
Klakar Donji	14	16
Mocila Donja	16.5	17
Krušćik	18.5	18
Zborište	19	19
Sijekovac	19.5	20
Mocila Gornja	20	21
Brusnica Velika	21.5	22
Novo Selo	22.5	23

Табела 6. Коначна ранг листа катастарских општина

Katastarska opština	Rang
Barica	15
Brod	12
Brusnica Mala	11
Brusnica Velika	23
Grk	8
Klakar Donji	14
Klakar Gornji	9
Kolibe Donje	10
Kolibe Gornje	6
Korace	16
Kricanovo	13
Krušćik	19
Liješće	2
Mocila Donja	18
Mocila Gornja	20
Novo Selo	22
Poloj	7
Sijekovac	21
Unka	3
Vinska	1
Vrela Donja	4
Vrela Gornja	5
Zborište	17

4. ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Методе вишекритеријумске анализе имају за циљ да доносиоцу одлуке помогну при решавању комплексних проблема, од којих је један управо предмет овог рада, односно одређивање која је катастарска општина приоритет за покретање комасационог пројекта.

Циљ рада био је да се применом метода *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS* кроз програмски језик *Matlab* одреди ранг катастарских општина општине Брод, односно да се формира софтвер (апликација) која ће омогућити једноставан преглед и манипулацију излазним подацима. Као резултат добија се којој катастарској општини треба дати приоритет за покретање и реализацију комасационог пројекта. Да би се извршило рангирање катастарских општина дефинисано је 7 критеријума. За сваки од 7 критеријума одређен је циљ, односно да ли позитивно (*max*) или негативно (*min*) утиче на ранг алтернативе. Такође, додељене су и тежине критеријумима, што је у овом раду одрађено методом директног додељивања тежинских коефицијената критеријума.

Применом математичког модела претходно наведених метода у апликацији, извршено је рангирање катастарских општина општине Брод. Упоредном анализом резултата, долази се до закључка да су методе дале доста различите позиције катастарских општина приликом рангирања. Због велике количине података, њихово презентовање је овде изостављено, те је детаљну упоредну анализу метода могуће испратити у мастер раду аутора овог рада.

Након примене метода *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS* кроз формирану софтвер, приоритет за покретање поступка комасације треба дати катастарској општини Винска. У табели (Табела 6.) приказани су рангови добијени комбинацијом резултата рангирања метода *SAW*, *COPRAS*, *ELECTRE*, *AHP* и *TOPSIS*. Следеће две катастарске општине за реализацију комасационог пројекта су Лијешће и Унка. Три најлошије рангиране катастарске општине су Сијековац, Ново Село и Брусница Велика.

Примена комбинације ових метода је веома корисна и ефикасна. Основни циљ покретања комасационог пројекта јесте објективно одређивање катастарске општине која има приоритет за реализацију комасационог пројекта. Управо примена презентована у овом раду омогућава доносиоцу одлуке да на објективан начин одреди која је катастарска општина приоритет за реализацију комасационог пројекта.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миладиновић М.: "Уређење земљишне територије", Грађевински факултет, Београд, 1997.
- [2] Adri van den Brink: "How to Develop a Vision of Land Consolidation, Regional Workshop: Improved Land Management and Land Consolidation in the Context of EU Accession", Prague – Czech Republic 6-10th of March 2005.
- [3] Маринковић Г.: "Прилог развоју методологије оптимизације радова и тачности у пројектима комасације", докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2015.
- [4] Marinković G.; Lazić J.; Morača S.; Grgić I. "Integrated assessment methodology for land consolidation projects: Case study Pecinci, Serbia", Arch. Tech. Sci. 2019. [\[CrossRef\]](#)
- [5] Demetriou D.; See L.; Stillwell J.: "A Spatial Multi-Criteria Model for the Evaluation of Land Redistribution Plans", ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2012. [\[CrossRef\]](#)
- [6] Tomić H.; Mastelić Ivić S.; Roić M.: "Land Consolidation Suitability Ranking of Cadastral Municipalities: Information-Based Decision-Making Using Multi-Criteria Analyses of Official Registers' Data", ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2018. [\[CrossRef\]](#)
- [7] Lazić J., Ninkov T., Trifković M., Marinković G., Kuburić M.: "Use of TOPSIS Method for ranking cadastral municipalities in the process of land consolidation", J. Fac. Civil Eng. Subotica, 2017. [\[CrossRef\]](#)
- [8] Чапко Д.; Вукмировић С.; Бојанић Д.: "Одабрана поглавља из моделовања и симулације система у Matlab-у", ФТН издаваштво, Нови Сад, 2016.

Кратка биографија:

Милена Божић рођена је у Добоју 1996. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Геодезије и геоматике одбранила је 2021. год.
контакт: milenab255@gmail.com

Горан Маринковић рођен је у Власеници 1968. Докторирао је на Факултету техничких наука 2015. год., а од 2021. је у звању ванредног професора.
контакт: goranmarinkovic@uns.ac.rs