



АУТОМАТИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ИНИЦИРАЊА КОМАСАЦИОНИХ ПРОЈЕКТА У
ОПШТИНИ ВРБАС

AUTOMATIZATION OF THE PROCESS OF INITIATION OF LAND CONSOLIDATION
PROJECTS IN THE MUNICIPALITY OF VRBAS

Наташа Јевтић, Горан Маринковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област - ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА

Кратак садржај - У овом раду извршено је рангирање катастарских општина у општини Врбас употребом TOPSIS, ELECTRE, SAW и AHP метода, које су имплементирани у програм користећи програмски језик MATLAB.

Кључне ријечи: Комасација, вишекритеријумска оптимизација, TOPSIS, ELECTRE, SAW, AHP

Abstract - This thesis present the ranking of cadastral municipalities in Vrbas using TOPSIS, ELECTRE, SAW and AHP methods, which are implemented in the program by using the programming language MATLAB.

Keywords: Land consolidation, Multi-criteria optimization, TOPSIS, ELECTRE, SAW, AHP

1. УВОД

Комасација представља систем који обухвата планске, организационе, правне, економске и техничке мјере које се спровode у циљу укрупњавања и побољшавања природних и еколошких услова на земљишту [1]. Пројекти из области комасације су веома захтјевни и за себе везују велика финансијска улагања. Комасационе пројекте би требало реализовати у више катастарских општина, али због недостатка новчаних средстава за реализацију свих пројеката, то није могуће. Тада је потребно донијети одлуку који комасациони пројекти би на најбољи начин достигли 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.

Развијен је велики број метода и техника које су нашле примјену у процесу доношења одлука, при чему се најчешће користе методе вишекритеријумског одлучивања. Њих карактерише доношење одлука у случајевима постојања више дефинисаних критеријума коју су често конфликтни.

Избор катастарских општина у којима ће се реализовати комасациони пројекат неопходно је извршити употребом објективних математичких модела оптимизације. Примјеном метода вишекритеријумске

анализе обезбјеђује се објективан начин избора.

Вишекритеријумска анализа представља низ техника помоћу којих се врши рангирање алтернатива, од најпожељније према најмање преферираној. Подаци и информације о алтернативама сажимају се одговарајућим поступцима у по један број за сваку алтернативу, те се на основу тих вриједности одређује ранг листа алтернатива [2].

Предмет истраживања у овом раду је рангирање катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом и могућност примјене програмском језика MATLAB, у овој области.

Циљ истраживања је да се примјеном MATLAB-а креира софтверски пакет, којим ће се извршити рангирање катастарских општина у Општини Врбас.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Материјал за ову студију је обухватио седам од осам катастарских општина које припадају општини Врбас. За потребе ове анализе изузета је КО Врбас-град, јер она представља грађевински реон. Подаци су прикупљени од низа релевантних државних установа. Због велике количине података, њихово презентовање је овдје изостављено.

У циљу рангирања општина за покретање комасационих пројеката у општини Врбас, дефинисани су и предложени следећи критеријуми за рангирање:

- Ф1: Удио обрадивог земљишта у укупном пољопривредном земљишту,
- Ф2: Удио државне својине у укупној површини,
- Ф3: Површина државног земљишта која се даје у закуп,
- Ф4: Просјечна површина парцеле у ванграђевинском реону,
- Ф5: Број парцела по листу непокретности,
- Ф6: Просјечна величина посједа у ванграђевинском реону,
- Ф7: Број посједника са површином већом од 5 ха,
- Ф8: Стање премјера,
- Ф9: Стање комасације.

С обзиром да критеријуми нису исте важности и да немају исти утицај на посматране алтернативе, потребно им је додјелити тежине према њиховим важностима. У овом раду, тежинске вриједности критеријума су израчунате на основу AHP методе. За сваки критеријум је дефинисан и циљ, односно које критеријуме треба максимизирати, а које минимизирати.

НАПОМЕНА:

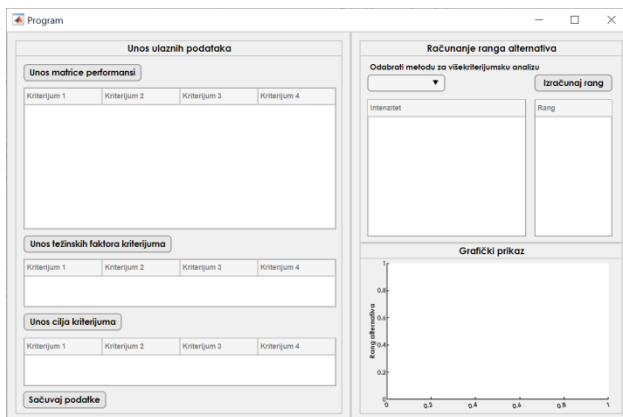
Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Горан Маринковић, доцент.

Имплементацијом *TOPSIS*, *ELECTRE*, *SAW* и *AHP* метода у програм који је развијен у оквиру *MATLAB App Designer*-а, извршиће се рангирање седам катастарских општина и самим тим одредити којој катастарској општини треба дати приоритет за покретање и реализацију комасационог пројекта. Математички модели примјењених виšekритеријумских метода презентовани су у многим радовима [3, 4, 5, 6, 7, 8], па је њихов детаљан опис овдје изостављен.

2.1. Развој програма за рангирање катастарских општина

За развој овог програма одабрано је *MATLAB* програмско окружење, јер омогућава ефикасан рад са матрицама и векторима. Имплементација алгоритама метода виšekритеријумског одлучивања извршена је преко *MATLAB*-ових функција. Апликација за процесање података развијена је у оквиру *MATLAB App Designer*-а, који интегрише два основна задатка креирања апликација - графички кориснички интерфејс и програмирање понашања апликације. Преко апликације се позивају *m*-функције којима су имплементирани методе *TOPSIS*, *ELECTRE*, *SAW* и *AHP*. Главни прозор програма се састоји из три панела (Слика 1):

- панел за унос улазних података,
- панел за рачунање ранга алтернатива и
- панел за графички приказ резултата.



Слика 1. Главни прозор програма

Улазни подаци су матрица перформанси, која се формира на основу прикупљених података о катастарским општинама, тежине критеријума и њихови циљеви. Панел за унос улазних података омогућава да се преко *Microsoft Excel* документа учитају подаци у софтвер, који морају испоштовати одговарајућу форму, приказану на сликама 2, 3, и 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9
2	Bačko Dobro Polje	98.06	27.02	6.58	2.01	2.24	4.51	3.00	5.00	5.00
3	Kosančić	93.36	68.35	4.04	1.14	3.72	4.25	2.00	1.00	1.00
4	Kucura	98.98	6.39	1.98	0.83	3.24	2.70	10.00	1.00	1.00
5	Ravno Selo	98.31	6.95	2.33	1.73	1.99	3.44	6.00	5.00	5.00
6	Savino Selo	96.70	19.35	16.69	0.83	3.64	3.02	2.00	1.00	1.00
7	Vrbas	97.35	9.86	11.73	2.15	2.21	4.75	8.00	5.00	5.00
8	Zmajevo	98.42	32.08	1.88	2.20	2.20	4.85	12.00	5.00	5.00

Слика 2. Форма за унос матрице перформанси

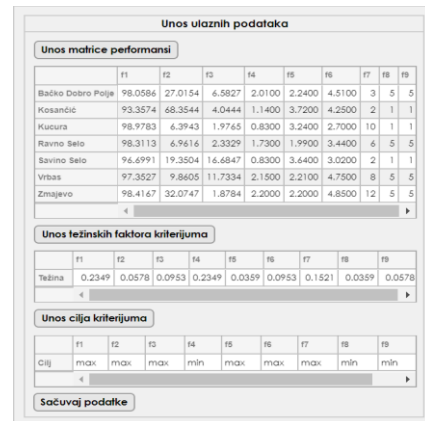
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9
2	Težina	0.229063	0.056818	0.093884	0.229063	0.035143	0.093884	0.149221	0.035143	0.077782

Слика 3. Форма за унос тежина критеријума

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9
2	Cilj	max	max	max	min	max	max	max	min	min

Слика 4. Форма за унос циља критеријума

Након што су улазни подаци уčitани у програм (Слика 5), потребно их је сачувати у *workspace MATLAB*-а како би се *m*-функције метода могле извршити. Овим софтвером је омогућено да се учитају улазни подаци преко *Microsoft Excel* документа, да се избором једне од четири понуђених метода израчунају интензитет и ранг алтернатива, а затим да се ти резултати прикажу нумерички и графички.



Слика 5. Приказ учитаних података у програм

Софтвер садржи системе за провјеру и обавјештава корисника о врсти грешке у случају да:

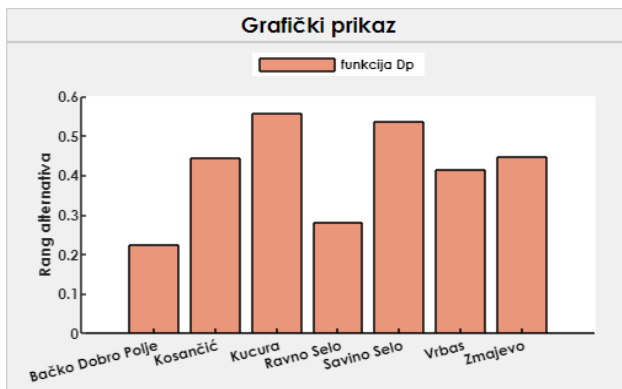
- није унесена матрица перформанси, циљеви или тежине критеријума,
- се покуша одабрати метода за виšekритеријумску анализу, а улазни подаци нису сачувани,
- се покуша израчунати ранг алтернатива, а улазни подаци нису сачувани,
- се без претходно одабране методе за виšekритеријумску оптимизацију покуша израчунати ранг алтернатива.

3. РЕЗУЛТАТИ

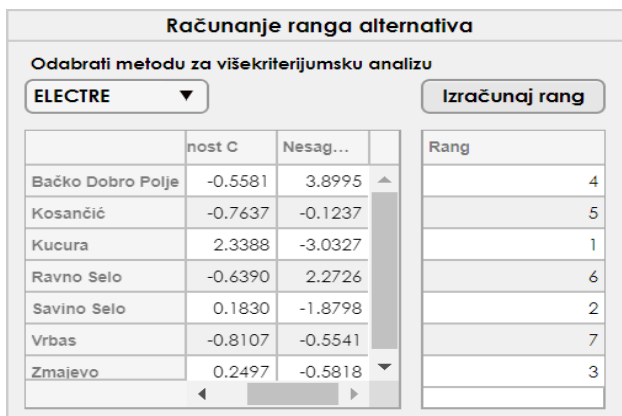
Као резултат примјене развијеног софтвера, добијају се интензитети и рангови катастарских општина у општини Врбас. Њихов нумерички приказ је дат на сликама 6, 8, 10 и 12, а графички на сликама 7, 9, 11 и 13.

Računanje ranga alternativa		
Odabrali metodu za višekriterijumsku analizu		
TOPSIS		Izračunaj rang
	Funkcija Dp	Rang
Bačko Dobro Polje	0.2247	7
Kosančić	0.4428	4
Kucura	0.5573	1
Ravno Selo	0.2820	6
Savino Selo	0.5349	2
Vrbas	0.4150	5
Zmajevo	0.4472	3

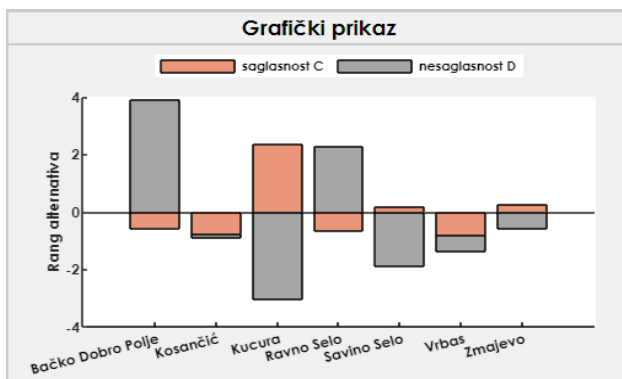
Слика 6. Приказ резултата добијених примјеном *TOPSIS* методе



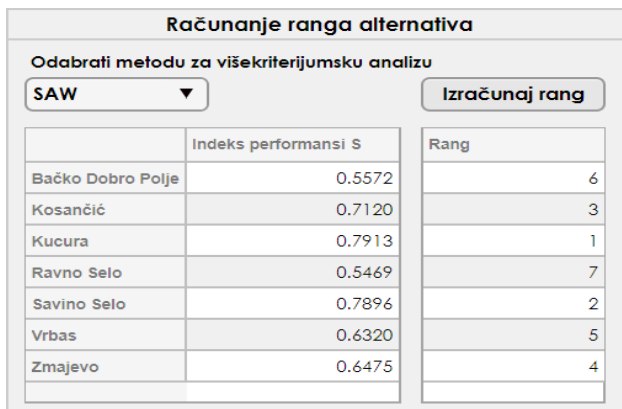
Слика 7. Графички приказ резултата добијених примјеном TOPSIS методе



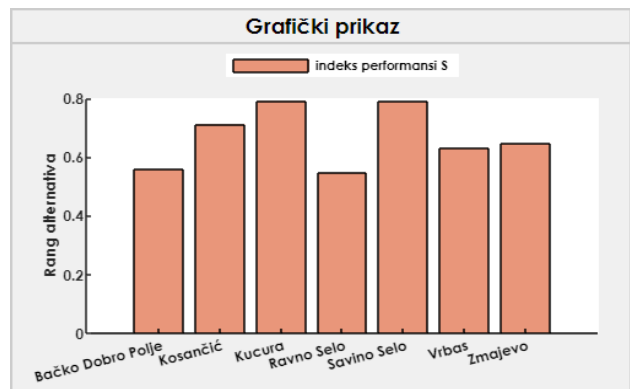
Слика 8. Приказ резултата добијених примјеном ELECTRE методе



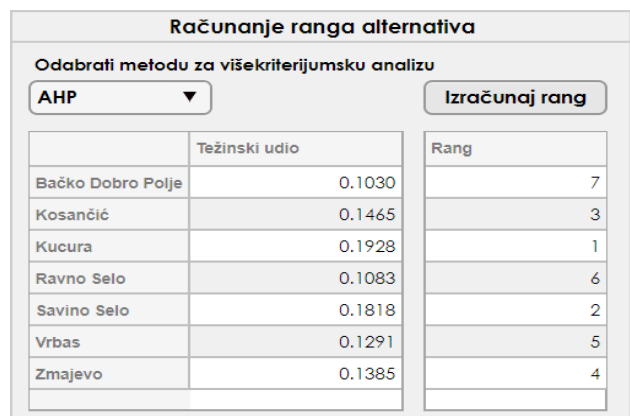
Слика 9. Графички приказ резултата добијених примјеном ELECTRE методе



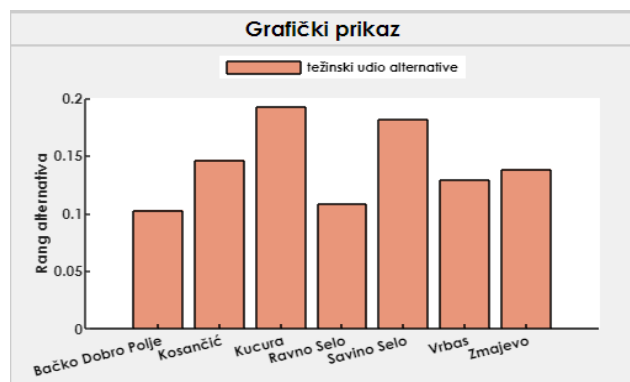
Слика 10. Приказ резултата добијених примјеном SAW методе



Слика 11. Графички приказ резултата добијених примјеном SAW методе



Слика 12. Приказ резултата добијених примјеном AHP методе



Слика 13. Графички приказ резултата добијених примјеном AHP методе

На основу добијених резултата рангирања извршена је упоредна анализа (Табела 1), којом су добијене разлике у рангу катастарских општина (Табела 2).

Табела 1. Приказ добијених рангова катастарских општина

Алтернатива	TOPSIS	ELECTRE	SAW	AHP
Б. Добро Поље	7	4	6	7
Косанчић	4	5	3	3
Куцура	1	1	1	1
Равно Село	6	6	7	6
Савино Село	2	2	2	2
Врбас	5	7	5	5
Змајево	3	3	4	4

Табела 2. Разлике у рангу катастарских општина

Алтернатива	T	T	T	E	E	S
	E	S	A	S	A	A
Бачко Добро Поље	3	1	-	2	3	1
Косанчић	1	1	1	2	2	-
Куцура	-	-	-	-	-	-
Равно Село	-	1	-	1	-	1
Савино Село	-	-	-	-	-	-
Врбас	2	-	-	2	2	-
Змајево	-	1	1	1	1	-

Коначна листа рангирања катастарских општина у општини Врбас добијена је комбинацијом резултата свих примјењених метода (Табела 3).

Табела 3. Коначна ранг листа алтернатива

Ранг	Алтернатива
1	Куцура
2	Савино Село
3	Змајево
4	Косанчић
5	Врбас
6	Бачко Добро Поље
7	Равно Село

4. ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Методе вишекритеријумске анализе имају широку примјену у различитим сферама живота, науке и струке. Постоји велики број развијених метода вишекритеријумске анализе, а свака од њих има за циљ да доносиоцу одлуке помогне при рјешавању комплексних проблема. Један од таквих проблема је избор катастарских општина којима треба дати приоритет за уређење пољопривредног земљишта комасацијом. Веома је важно да се избор изврши коректно и објективно, што примјена метода вишекритеријумске анализе и омогућава.

Циљ овог рада био је рангирати катастарске општине за уређење пољопривредног земљишта комасацијом у Општини Врбас, употребом *TOPSIS*, *ELECTRE*, *SAW* и *AHP* метода вишекритеријумске анализе и софтвера развијеног у *MATLAB*-у. У ту сврху предложено је и дефинисано девет критеријума на основу којих је извршено рангирање седам катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом. Уз сваки критеријум дефинисан је и циљ коме тај критеријум тежи. Додјелјивање тежина критеријума извршено је примјеном *AHP* методе.

Примјеном математичког модела *TOPSIS*, *ELECTRE*, *SAW* и *AHP* метода, у софтверу је извршено рангирање катастарских општина општине Врбас. Упоредном анализом добијених резултата долази се до закључка да су резултати рангирања катастарских општина веома слични за методе *TOPSIS* и *AHP*, као и за *SAW* и *AHP*. Све методе су исто рангирале катастарске општине Куцура и Савино Село и оне заузимају прве двије позиције. Код осталих катастарских општина постоји разлика у једној или двије позиције. Поређењем *ELECTRE* методе са методама *TOPSIS* и *AHP*, уочена је највећа разлика у рангу, која износи три позиције и односи се на катастарску општину Бачко Добро Поље.

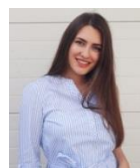
Комбинацијом резултата рангирања примјењених метода вишекритеријумске анализе добијена је коначна ранг листа (Табела 3), према којој приоритет за покретање поступка комасације има катастарска општина Куцура, док је најлошије рангирана катастарска општина Равно Село.

Комбинација ових метода је корисна, јер може пружити помоћ доносиоцима одлуке да на објективан начин изабере катастарске општине којима ће дати приоритет за уређење пољопривредног земљишта комасацијом.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миладиновић, М.: Уређење земљишне територије, Научна књига, Београд, **1997**.
- [2] Хот, И.: Управљање израдом генералних пројеката у области инфраструктуре применом вишекритеријумске анализе, докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, **2014**.
- [3] Маринковић, Г.: Прилог развоју методологије оптимизације радова и тачности у пројектима комасације, докторска дисертација, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, **2015**.
- [4] Срђевић, Б.: Дискретни модели одлучивања у оптимизацији коришћења каналске мреже у Војводини, Летопис научних радова, Пољопривредни факултет, Нови Сад, **2005**.
- [5] Marinković, G.; Lazić, J.; Morača, S.; Grgić, I. Integrated assessment methodology for land consolidation projects: Case study Pecinci, Serbia. *Arch. Tech. Sci.* **2019**, 20, 43–52. [[CrossRef](#)]
- [6] Demetriou, D.; See, L.; Stillwell, J. A Spatial Multi-Criteria Model for the Evaluation of Land Redistribution Plans. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2012**, 1, 272–293. [[CrossRef](#)]
- [7] 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**, 7(3), 87. [[CrossRef](#)]
- [8] 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**, 32, 21-44. [[CrossRef](#)]

Кратка биографија:



Наташа Јевтић рођена је у Бијељини 1995. године. Мастер рад из области Геодезија и геоматика на Факултету техничких наука у Новом Саду, одбра-нила 2019. године.
контакт: nataly.jevtic.95@gmail.com

Горан Маринковић рођен је у Власеници 1968. године. Докторирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 2015. године, а од 2016. је у звању доцента.
контакт: goranmarinkovic@uns.ac.rs