



АУТОМАТИЗАЦИЈА ПРОЦЕСА ИНИЦИРАЊА КОМАСАЦИОНИХ ПРОЈЕКТА У
ОПШТИНИ ЧОКА

AUTOMATIZATION OF THE PROCESS INITIATION OF LAND CONSOLIDATION
PROJECT IN THE MUNICIPALITY OF СОКА

Наташа Радивојевић, Горан Маринковић, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА

Кратак садржај – У оквиру овог рада извршено је рангирање катастарских општина у општини Чока употребом TOPSIS, ELECTRE, AHP и COPRAS метода, које су имплементирани у програмском језику MATLAB.

Кључне речи: Комасација, вишекритеријумска анализа, TOPSIS, ELECTRE, COPRAS, AHP, MATLAB.

Abstract – This paper presents the ranking of cadastral municipalities in Coka using TOPSIS, ELECTRE, AHP and COPRAS methods, which are implemented in the program by using the program language MATLAB.

Keywords: Land management, Multicriterial analysis, TOPSIS, ELECTRE, AHP, COPRAS.

1. УВОД

Комасација представља уређење земљишних територија укрупњавањем пољопривредног земљишта, а све у циљу економичније и рационалније употребе истог. Често се комасација врши у случајевима када се због велике уситњености и неправилног облика катастарских парцела земљиште не може рационално користити, када се врши изградња система за одводњавање и наводњавање или изградња мреже пољских путева [1]. Због финансијске ограничености није могуће извршити поступак комасације у свим катастарским општинама.

Највише успјеха у рјешавању овог проблема имају методе вишекритеријумске оптимизације. Вишекритеријумске методе су алат за доношење одлука, засноване на математичким моделима које ће на основу скупа критеријума дати резултат.

За овај рад, предмет истраживања представља процес рангирања катастарских општина за покретање комасационог пројекта кроз развој софтвера коришћењем програмског језика MATLAB. Циљ истраживања у мастер раду је да се примјеном MATLAB-а креира софтвер којим ће се извршити рангирање катастарских општина у општини Чока.

НАПОМЕНА:

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

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Област од интереса за ову студију јесте општина Чока, са својих седам катастарских општина. Општина Чока се налази на сјеверу Баната са површином од 32.143 хектара.

У циљу рангирања катастарских општина и на основу анализе научне литературе [1,2,3] дефинисано је девет критеријума:

Ф1: Удио обрадивог земљишта у укупном пољопривредном земљишту;

Ф2: Удио државне својине у укупној површини;

Ф3: Површина државног земљишта које се даје у закуп;

Ф4: Просјечна површина парцеле у ван грађевинском 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.

2.1. Topsis (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Topsis метод проналази идеалну и анти – идеалну вриједност, те долази до рјешења на основу рачунања удаљености алтернатива од ове двије тачке. Алтернатива која је у геометријском смислу најближа идеалном рјешењу, или најдаља од идеалног негативног (анти-идеалног) рјешења се назива оптимална алтернатива.

Имајући у виду ову чињеницу творци методе су за укупну мјеру квалитета алтернативе прогласили релативну блискост алтернативе идеалном рјешењу, узимајући у обзир њену удаљеност од идеалног и анти-идеалног рјешења истовремено [4]. До поменутог рјешења се долази након шест корака.

Прво се врши рачунање нормализоване матрице, којом се након множења са тежинама добија тежински нормализована матрица.

Затим се врши одређивање идеалних рјешења, растојања алтернатива од идеалних рјешења и

релативне блискости, да би се добио коначан ранг алтернатива.

2.2. Electree (ELemination Et Choice Translating REality)

Метода *Electree* упоређује алтернативе у паровима. Креће се са испитивањем степена сагласности између тежина, и везе доминације, а затим и степен несагласности, по коме се оцјена тежина појединих алтернатива међусобно разликује. Коришћењем показатеља координације *ELECTRE* метода ствара могућност за моделовање процеса одлучивања. Наведени показатељи координације су матрице слагања и неслагања. Математички модел *ELECTREE* методе обухвата девет корака [3]. Као и код осталих метода први корак је одређивање нормализоване и тежински нормализоване матрице. За ову методу, како је и наведено, даље се одређује сагласност и несагласност, матрице сагласности и несагласности, као и матрице доминације, и матрица коначног ранга алтернатива.

2.3. Ahp (Analytic Hierarchy Process)

AHP је структурирана техника помоћу које се доносе сложене одлуке. И поред конкретних података, суштина *AHP* методе је да се базира и на субјективном мишљењу. У процесу ове методе се упоређују елементи у паровима, те им се додају тежине. *AHP* метода се разрађује у четири основна корака, гдје се после прва два крака формира математички модел [1].

2.4. Copras (Complex Proportional Assessment)

Да би се спровело рангирање алтернатива *COPRAS* методом дефинише се значајност и приоритет алтернатива из одређеног скупа критеријума. Дефинисање значајности и приоритета посматраних алтернатива *COPRAS* методом се може извршити кроз пет корака [4]:

- ❖ формирање нормализоване матрице одлучивања;
- ❖ формирање тежинске нормализоване матрице одлучивања;
- ❖ рачунање P_i (max) и R_i (min);
- ❖ одређивање релативног значаја (тежине) за сваку алтернативу;
- ❖ одређивање ранга појединих алтернатива.

3. РАЗВОЈ МАТЛАВ ПРОГРАМА

За израду апликације одабран је програмски пакет *Matlab*, и његов додаток *App Designer*. *Matlab* је окружење за нумеричке прорачуне, који је развила *MathWorks* компанија.

Програм је намијењен за лако функционисање са матрицама, као и имплементацију алгоритама и стварање графичког корисничког интерфејса. Креирање програмског кода и дизајна апликације није компликован поступак, а само рангирање вишекритеријумским методама је олакшано и коначан резултат, односно ранг, се добија након само неколико корака.

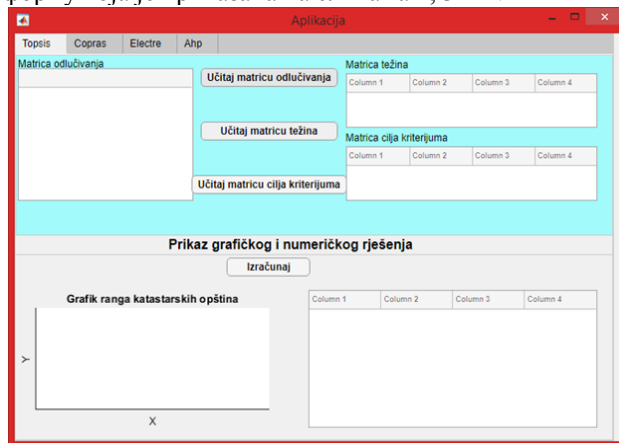
При покретању апликације *Program.mlapp* отвара се програмски прозор (Слика 1).

Као што се види, методе су распоређене по табовима. Избором таба, прелази се на жељену методу и даље кораке.

Главни прозор се састоји од два панела:

- ❖ Панел за унос података, и
- ❖ Панел за рачунање, графички и нумерички приказ.

У панелу за унос података први корак представља учитавање матрице одлучивања, која је сачувана у облику *Excel* фајла, затим матрице тежина и матрице циља критеријума. Све три матрице морају испунити форму која је приказана на сликама 2, 3 и 4.



Слика 1. Приказ програмског прозора апликације

За попуњавање матрице циља критеријума битно је да се циљ критеријума који тежи максимуму унесе као вриједности 1, а онај који тежи минимуму унесе -1, да би алгоритам могао да одради рачунање без грешке.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	
2		82.05	52.63	9.69	0.69	7.38	1.62	6.77	1.00	1.00
3		72.49	44.84	0.00	0.47	5.81	0.97	1.32	1.00	1.00
4		79.64	35.17	0.00	0.69	4.68	1.50	3.82	1.00	1.00
5		66.74	46.00	6.74	1.06	4.02	1.57	5.18	5.00	1.00
6		88.60	21.90	43.53	0.64	4.08	1.55	6.77	1.00	1.00
7		84.99	54.75	6.39	1.32	4.75	1.57	6.51	5.00	1.00
8		81.14	54.21	8.13	1.01	3.91	1.19	3.83	1.00	1.00
9										

Слика 2. Форма уноса матрице одлучивања

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	
2		0.235064	0.057774	0.095212	0.235064	0.035836	0.095212	0.152228	0.035836	0.057774
3										
4										

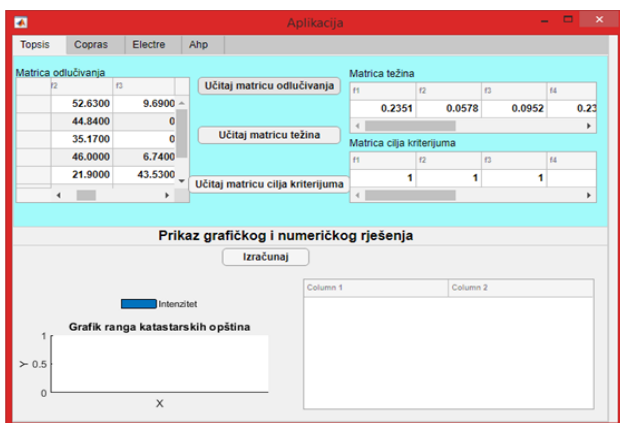
Слика 3. Форма уноса матрице тежина

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	
2		1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1
3										

Слика 4. Форма уноса матрице циља критеријума

Након што су документи припремљени на овако објашњен начин, може се приступити њиховом уносу. Програм је осмишљен тако да се може унијети произвољан број алтернатива и критеријума. Уколико је документ који је увезен већи од простора у програмском прозору, на панелу постоји клизач помоћу кога се може јасно прегледати цијела матрица.

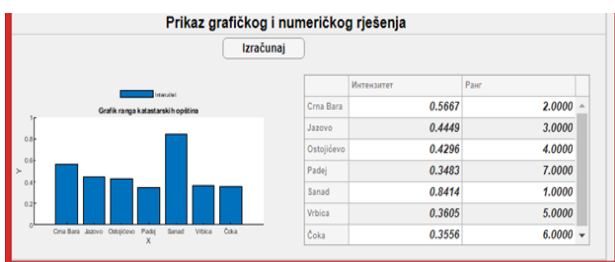
Када су подаци учитани у апликацију немогуће их је мијењати у њој, зато је битно да се сви подаци прије покретања апликације припреме у *Excel* датотеци, онако како је претходно и приказано. На слици 5 је приказ апликације са унијетим подацима, матрице одлучивања, тежина и циља критеријума, те се може прећи на рачунање ранга.



Слика 5. Приказ апликације са увезеним подацима

4. РЕЗУЛТАТИ

Кликом на дугме „*Izračunaj*” са слике 5, покреће се позадински код за изабрану методу. На сликама 6, 7, 8 и 9. приказани су интензитет и ранг катастарских општина општине Чока, за сваку примјијењену методу. На сликама се може видјети нумерички и графички приказ добијених резултата, који су коначан продукт предствљеног програма.



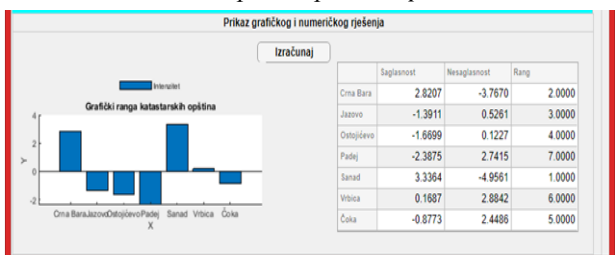
Слика 6. Рангирање према *Topsis* методу



Слика 7. Рангирање према *Ahp* методу



Слика 8. Рангирање према *Copras* методу



Слика 9. Рангирање према *Electre* методу

Након рангирања катастарских општина извршена је упоредна анализа коначних резултата, односно рангова, да би се могла пронаћи одступања између метода, те на основу тога закључити који је коначан ранг.

У табели 1. приказани су рангови катастарских општина на основу *Topsis*, *Ahp*, *Copras* и *Electre* методе, а у табели 2. разлика међу ранговима.

Табела 1. Рангови према методама

К.О.	TOPSIS	AHP	COPRAS	ELECTRE
ЦРНА БАРА	2	2	2	2
ЈАЗОВО	3	6	5	3
ОСТОЈИЋЕВО	4	3	4	4
ПАДЕЈ	7	7	7	7
САНАД	1	1	1	1
ВРБИЦА	5	4	3	6
ЧОКА	6	5	6	5

Табела 2. Разлика у ранговима катастарских општина

К.О.	T-A	T-C	T-E	A-C	A-E	C-E
ЦРНА БАРА	0	0	0	0	0	0
ЈАЗОВО	3	2	0	1	3	2
ОСТОЈИЋЕВО	1	0	0	1	1	0
ПАДЕЈ	0	0	0	0	0	0
САНАД	0	0	0	0	0	0
ВРБИЦА	1	2	1	1	2	3
ЧОКА	1	0	1	1	0	1

Послије извршене анализе са четири методе, те међусобног упоређивања резултата, долази се до закључка да све методе додјељују први, други и последњи ранг истим катастарским општинама, те се ове методе могу сматрати повољним за овакву врсту рангирања.

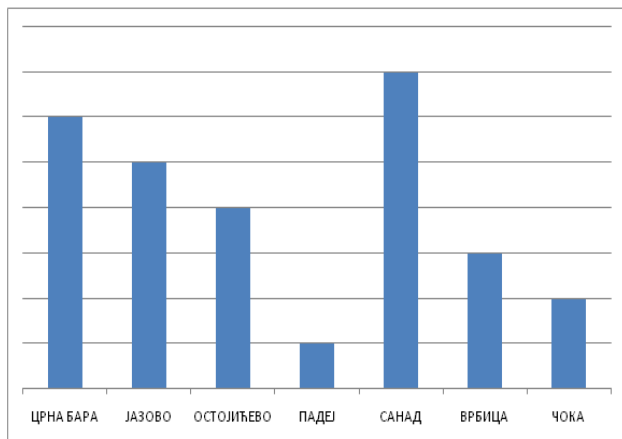
Највећа разлика у рангу износи 3, и то код катастарских општина Јазово и Врбица. Катастарска општина Јазово према *Topsis* и *Electre* методи заузима исти ранг, али према *Topsis* и *Ahp* разлика је чак у три позиције. Катастарска општина Остојићево претежно заузима 4. мјесто, осим код *Ahp* гдје се налази на 3. мјесту. Такође, код катастарске општине Чока мала је разлика у рангирању, док катастарска општина Врбица према *Copras* методи заузима трећу, а према *Electre* шесту позицију.

Табела 3. Коначан ранг катастарских општина

К.О.	РАНГ
САНАД	1
ЦРНА БАРА	2
ЈАЗОВО	3
ОСТОЈИЋЕВО	4
ВРБИЦА	5
ЧОКА	6
ПАДЕЈ	7

Коначна ранг листа приказана је нумерички у табели 3. и графички на слици 10., гдје се види да највећи приоритет има катастарска општина Санад, те се она

означава као најприоритетнија за избор катастарске општине у којој ће се покренути поступак комасације. На другом мјесту је катастарска општина Црна Бара, а на последњем катастарска општина Падеј.



Слика 10. Графички приказ коначног ранга катастарских општина

5. ЗАКЉУЧАК

Комасација се може дефинисати као поступак, из којег ће резултирати укрупњавање распарчаног и разбацаног земљишта, формирање парцела правилног облика, те изградња мреже путева и водова. Из ове сажете дефиниције се већ може наслутити да комасациони поступци рјешавају многе препреке које стају на пут пољопривредној производњи.

Еволуцијом комасације настаје све већа заинтересованост за овај тип уређења земљишта, она је важно средство за рурални развој [5] путем побољшања руралне инфраструктуре и јавних објеката, услова становања и заштите природних ресурса, као и нови систем подршке планирању [6].

Комасација је финансијски подржана од стране државе, међутим средства су ограничена, те није могуће одрадити комасацију за све општине које то и захтјевају. Да би финансијска средства отишла на праву страну, и да би се овај поступак покренуо баш тамо гдје је неопходно, потребно је објективним приступом пронаћи оптимално рјешење, у овом случају катастарску општину, чија је пољопривредна територија најугроженија. Управо то и јесте била тема овог рада. Вишекритеријумским методама *Topsis*, *Ahp*, *Copras* и *Electre* анализирани су катастарске општине општине Чока да би као резултат добили ранг листу, гдје прво мјесто припада к.о. која је приоритет за уређење земљишне територије комасацијом.

Прије анализе, прикупљени су подаци за општину Чока и њених седам катастарских општина, те је дефинисано девет критеријума према којим ће се анализирати. Критеријуми су субјективна основа доносиоца одлуке, те није одређено да такви увијек морају бити.

Рангирање катастарских општина је извршено оптимизацијом метода у *Matlab* програмском окружењу, односно у апликацији која је настала у оквиру *App Designer-a*.

У оквиру експерименталног дијела овог рада, примијењене су све четири методе, те одређени рангови за сваку методу појединачно. Пошто резултати нису идентични, потребно је одрадити упоредну анализу.

У табели 2. приказане су разлике у ранговима, гдје се може уочити да *Topsis* и *Electre* методе дају најприближније резултате, иако и остале методе дају приближно једнаке рангове. Највећа разлика је код к.о. Јазово и к.о. Врбица, и то одступање од три мјеста између *Topsis* и *Ahp*, односно *Copras* и *Electre* методе.

У случају овог рада и рангирања катастарских општина општине Чока, методе су произвеле вјеродостојне податке, што се може закључити на основу поклапања оптимума, јер се катастарска општина Санад истакла као доминантна према свим употребљеним анализама.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Маринковић, Г.: Прилог развоју методологије оптимизације радова и тачности у пројектима комасације, докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2015
- [2] Trifković, M.; Marinković, G.; Ilić, B.; Pejičić, G.; Lazić, J. Land consolidation and irrigation, case study Municipality of Velika Plana, *Arch. for Tech. Sci.* 2016, 14, 35-45.
- [3] Стојановић, С.: Развој модела за евалуацију интернет информационог ресурса примјеном метода вишекритеријумског одлучивања, докторска дисертација, Универзитет Џон Хезбит, Факултет за менаџмент, Зајечар, 2016.
- [4] Јовановић, В.: „Оптимизација ланаца снабдевања у систему одбране“, докторска дисертација, Београд 2016
- [5] Willem, K.; Altes, K.; Sang, B. I. Promoting rural development through the use of land consolidation: The case of Korea. *Int. Plan. Stud.* 2011, 16, 151-167.
- [6] Marinković, G.; Lazić, J.; Morača, S.; Grgić, I. Integrated assessment methodology for land consolidation projects: Case study Pecinci, Serbia. *Arch. For Tech. Sci.* 2019, 20, 43-52.

Кратка биографија:

Наташа Радивојевић рођена је у Власеници 1995. године. Основне академске студије завршила је 2018. године на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, а мастер рад из области Геодезије и геоматике одбранила 2020. године.

Контакт: radnatasal@gmail.com

Горан Маринковић рођен је у Власеници 1968. Докторирао је из области Геодезије на Факултету техничких наука 2015. године, а од 2016. је у звању доцента.

Контакт: goranmarinkovic@uns.ac.rs