

**ПРИМЈЕНА SAW, COPRAS, TOPSIS и ELECTRE МЕТОДА ЗА РАНГИРАЊЕ
КАТАСТАРСКИХ ОПШТИНА У ОПШТИНИ СТАРА ПАЗОВА****APPLICATION OF SAW, COPRAS, TOPSIS and ELECTRE METHODS FOR RANKING
OF CADASTRAL MUNICIPALITIES IN STARA PAZOVA**Дајана Рацковић, Горан Маринковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГЕОДЕЗИЈА И ГЕОМАТИКА**

Кратак садржај – У овом раду извршено је рангирање катастарских општина у општини Стара Пазова употребом SAW, COPRAS, TOPSIS и ELECTRE метода, које су имплементирани у програм користећи Microsoft Excel.

Кључне речи: Комасација, вишекритеријумска анализа, SAW, COPRAS, TOPSIS, ELECTRE

Abstract – This thesis presents the ranking of cadastral municipalities in Stara Pazova using SAW, COPRAS, TOPSIS and ELECTRE methods, which are implemented in the program by using the Microsoft Excel.

Keywords: Land management, Multicriterial analysis, SAW, COPRAS, TOPSIS, ELECTRE

1. УВОД

Под комасацијом земљишта подразумева се аграрна операција, којој је основна сврха укрупњавање разбацаних посједа који припадају истом власнику, а на којима он врши пољопривредну производњу [1]. Поступак комасације захтијева високо комплексне радове, дуго вријеме извршавања, као и велике трошкове у финансијском смислу. У неким дијеловима територије Србије пољопривредно земљиште је већ уређено комасацијом, чиме је значајно олакшана обрада, као и приступ пољопривредним парцелама. Међутим и даље постоје велика земљишна простроства у којима је, због неизвршене комасације, пољопривредницима отежан посао.

Окретање развоју села омогућава равномјернији развој државне територије и смањује миграције становништва из села у градове. Поред унапређења пољопривредне производње покрећу се и друге дјелатности као што су услуге, туризам, развој малих и средњих производних предузећа уз ангажовање неискориштених потенцијала сеоске територије [1].

Важан корак у поступку покретања комасације јесте утврђивање редослиједа катастарских општина у којима ће бити извршена комасација. С обзиром да на избор катастарских општина утиче велики број фактора, најбољи начин за утврђивање приоритета јесте примјена метода вишекритеријумске анализе.

НАПОМЕНА:

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

Вишекритеријумска анализа представља поступак тражења најбољег, од низа допустивих рјешења у смислу више усвојених критеријума. Вриједности критеријумских функција показују колико је разматрани систем добар или лош за дате алтернативе система. Оптимизација је одређивање рјешења које је најбоље према дефинисаном критеријуму и које задовољава сва дата ограничења. Једна група метода вишекритеријумске оптимизације рјешава проблеме са континуалним математичким моделом, док друга група рјешава проблеме анализе и рангирања алтернатива [2].

Предмет истраживања у овом раду је рангирање катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом. Имплементацијом SAW, COPRAS, TOPSIS и ELECTRE метода вишекритеријумске анализе, у програм Microsoft Excel извршиће се рангирање девет катастарских општина које припадају општини Стара Пазова и самим тим одредити којој катастарској општини треба дати приоритет за покретање и реализацију комасационог пројекта.

2. МЕТОДЕ ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКЕ АНАЛИЗЕ**2.1. SAW (Simple Additive Weighting)**

SAW метода је метода једноставних адитивних тежина и убраја се у једну од најпознатијих и најзаступљенијих метода у области вишекритеријумског одлучивања. Поред тога што метода обезбјеђује веома једноставан и практичан поступак рангирања алтернатива, резултати који се добијају њеном примјеном не одступају од резултата добијених неким тзв. напредним методама. Директно се примјењује на матрицу одлучивања и састоји се из три корака:

- ❖ нормализација матрице одлучивања;
- ❖ множење нормализоване матрице пондерисаним коефицијентима;
- ❖ сабирање отежаних параметара за сваку алтернативу.

Метода је нарочито погодна када су критеријуми исте или сличне природе [3].

2.2. COPRAS (Complex Proportional Assessment)

Рангирање алтернатива COPRAS методом подразумева директну и пропорционалну зависност значаја и приоритета посматраних алтернатива од скупа критеријума.

Дефинисање значајности и приоритета алтернатива COPRAS методом се може прецизно приказати коришћењем 5 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;
- ❖ избор најбоље алтернативе.

2.3. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

Овај метод анализира удаљености алтернатива од двије тзв. идеалне тачке: идеалног и идеално негативног рјешења. Метод је једноставан и даје неоспорив редослијед преференције рјешења. Оптимална алтернатива је она која је у геометријском смислу најближа идеалном рјешењу, односно најдаља од идеалног негативног рјешења. Рангирање се заснива на релативној сличности са идеалним рјешењем чиме се избјегава ситуација да алтернатива истовремено има исту сличност са идеалним и са негативним идеалним рјешењем [3]. TOPSIS метода се састоји из 6 корака [4]:

- ❖ рачунање нормализоване матрице одлучивања;
- ❖ рачунање тежинске нормализоване матрице одлучивања;
- ❖ одређивање идеалних рјешења;
- ❖ одређивање растојања алтернатива од идеалних рјешења;
- ❖ одређивање релативне близине алтернатива идеалном рјешењу;
- ❖ рангирање алтернатива.

2.4. ELECTRE (ELimination Et Choice Translating REality)

ELECTRE метода дозвољава доносителу одлуке избор најбоље одлуке, са максималном предности и минималним сукобима у функцији различитих критеријума. ELECTRE метода ствара могућност за моделовање процеса одлучивања коришћењем показатеља координације. Ти показатељи су матрице слагања и неслагања. Доносилац одлуке користи показатеље слагања и неслагања како би анализирао односе између различитих алтернатива и одабрао најбољу [5]. ELECTRE метода састоји се из 9 корака [3]:

- ❖ рачунање нормализоване матрице одлучивања;

- ❖ рачунање тежинске нормализоване матрице одлучивања;
- ❖ одређивање сагласности и несагласности;
- ❖ рачунање матрице сагласности;
- ❖ рачунање матрице несагласности;
- ❖ рачунање матрице доминације по сагласности;
- ❖ рачунање матрице доминације по несагласности;
- ❖ рачунање агрегатне матрице доминације;
- ❖ рангирање алтернатива.

3. МОДЕЛ РАНГИРАЊА К.О.

У циљу утврђивања приоритета, односно рангирања катастарских општина за покретање комасационих пројеката у општини Стара Пазова, 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 које 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.

Матрица одлучивања формира се на основу прикупљених података о општини Стара Пазова, који због велике количине нису приказани у овом раду. Матрица одлучивања састоји се од 9 алтернатива које представљају катастарске општине општине Стара Пазова, 9 критеријума и самим тим 9 циљева функција (Табела 1).

С обзиром да се приликом рангирања катастарских општина примјеном вишекритеријумске анализе користи више критеријума, потребно је на неки начин рангирати саме критеријуме према њиховој важности. То се постиже додјељивањем одговарајућих тежина критеријумима. У овом раду пондерисање критеријума извршено је примјеном субјективне АНП методе (Табела 1).

Табела 1. Матрица одлучивања

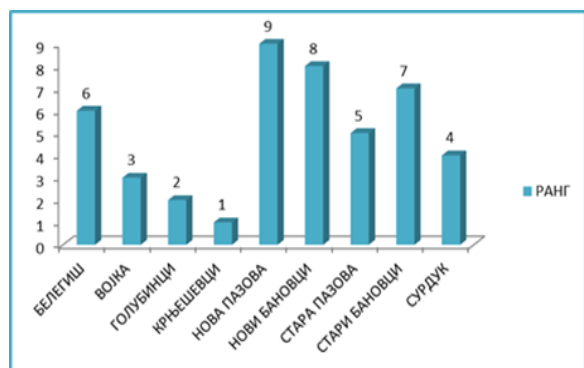
Захтјев	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>min</i>
Критеријум / Алтернатива	Ф1 %	Ф2 %	Ф3 %	Ф4 ха	Ф5 бр/лн	Ф6 ха	Ф7 %	Ф8 н.бр.	Ф9 н.бр.
Белегиш	96,1	5,2	18,7	1,1	2,6	2,7	9,0	1,0	1,0
Војка	97,1	3,2	19,2	0,8	3,5	2,6	10,0	1,0	1,0
Голубинци	97,6	5,5	39,8	0,7	3,7	2,7	8,0	1,0	1,0
Крњешевци	91,3	36,9	85,1	1,2	4,3	5,1	15,0	1,0	1,0
Нова Пазова	96,4	27,3	21,3	1,9	1,5	2,9	2,0	5,0	5,0
Нови Бановци	91,2	2,1	0,0	0,7	1,9	1,4	1,0	1,0	1,0
Стара Пазова	97,6	17,5	23,6	0,9	2,8	2,4	5,0	1,0	1,0
Стари Бановци	95,9	5,3	15,8	0,9	2,5	2,2	6,0	1,0	1,0
Сурдук	97,0	5,2	64,8	1,4	2,7	3,7	15,0	5,0	1,0
Тежине	0,235	0,058	0,095	0,235	0,036	0,095	0,152	0,036	0,058

4. РЕЗУЛТАТИ

Као резултат примјене математичких модела метода вишекритеријумске анализе над формираном матрицом одлучивања, добијају се рангови катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом у општини Стара Пазова (Табеле 2,3,4,5, и Сlike 1,2,3 и 4).

Табела 2. Приказ добијених рангова алтернатива примјеном SAW методе

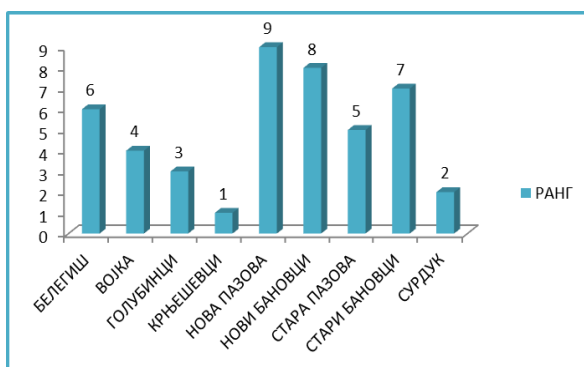
Алтернатива	Интензитет	Ранг
Крњешевци	0,892	1
Голубинци	0,773	2
Војка	0,759	3
Сурдук	0,746	4
Стара Пазова	0,697	5
Белегиш	0,676	6
Стари Бановци	0,662	7
Нови Бановци	0,603	8
Нова Пазова	0,492	9



Слика 1. Графички приказ добијених рангова алтернатива примјеном SAW методе

Табела 3. Приказ добијених рангова алтернатива примјеном COPRAS методе

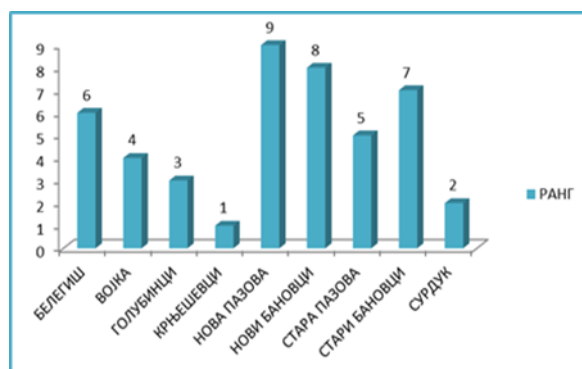
Алтернатива	Интензитет	Ранг
Крњешевци	0,162	1
Сурдук	0,124	2
Голубинци	0,122	3
Војка	0,117	4
Стара Пазова	0,109	5
Белегиш	0,103	6
Стари Бановци	0,099	7
Нови Бановци	0,084	8
Нова Пазова	0,079	9



Слика 2. Графички приказ добијених рангова алтернатива примјеном COPRAS методе

Табела 4. Приказ добијених рангова алтернатива примјеном TOPSIS методе

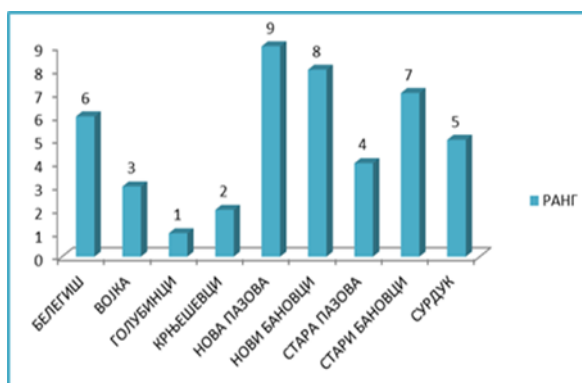
Алтернатива	D_p	Ранг
Крњешевци	0,792	1
Сурдук	0,619	2
Голубинци	0,612	3
Војка	0,580	4
Стара Пазова	0,521	5
Белегиш	0,516	6
Стари Бановци	0,499	7
Нови Бановци	0,448	8
Нова Пазова	0,222	9



Слика 3. Графички приказ добијених рангова алтернатива примјеном TOPSIS методе

Табела 5. Приказ добијених рангова алтернатива примјеном ELECTRE методе

Алтернатива	чиста сагласност	чиста несагласност	Ранг
Голубинци	4,132	-4,085	1
Крњешевци	1,120	-5,027	2
Војка	1,939	-3,061	3
Стара Пазова	1,419	0,113	4
Сурдук	0,845	-0,885	5
Белегиш	-0,698	1,540	6
Стари Бановци	-2,167	2,440	7
Нови Бановци	-3,526	3,367	8
Нова Пазова	-3,064	5,597	9

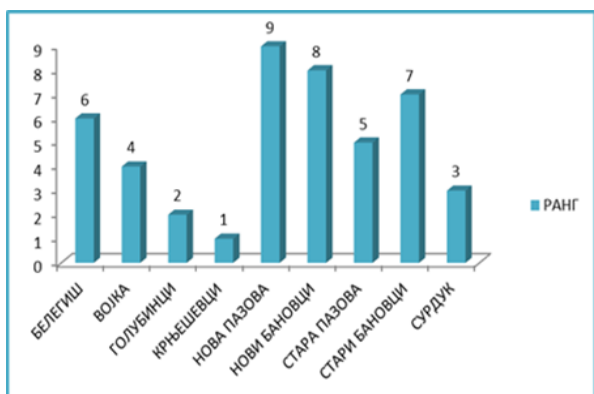


Слика 4. Графички приказ добијених рангова алтернатива примјеном ELECTRE метода

Ако се узму у обзир рангови добијени комбинацијом SAW, COPRAS, TOPSIS и ELECTRE метода вишекритеријумске анализе, приоритет за покретање комасационог пројекта имају катастарске општине приказане у табели 6.

Табела 6. Коначна ранг листа катастарских општина

Алтернатива	Ранг
Крњешевци	1
Голубинци	2
Сурдук	3
Војка	4
Стара Пазова	5
Белегиш	6
Стари Бановци	7
Нови Бановци	8
Нова Пазова	9



Слика 5. Графички приказ коначне ранг листе катастарских општина

6. ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Циљ овог рада био је да се примјеном *SAW*, *COPRAS*, *TOPSIS* и *ELECTRE* метода вишекритеријумске анализе одреди ранг катастарских општина општине Стара Пазова за уређење пољопривредног земљишта комасацијом. Самим тим је одређено којој катастарској општини треба дати приоритет за покретање и реализацију комасационог пројекта.

За рангирање катастарских општина дефинисано је 9 критеријума, од којих је 7 квантитативног, а 2 квалитативног карактера. Вредност квантитативних критеријума одређује се на основу постојећих података о општини Стара Пазова, док су квалитативни критеријуми описани дефинисаним скалама. У зависности од тога да ли критеријум позитивно или негативно утиче на ранг алтернативе, сваки од њих има свој циљ (*max*, *min*). Рангирање критеријума према степену важности постиже се додјеливањем тежина критеријумима, што је у овом раду извршено примјеном *AHP* методе.

После дефинисаног модела оптимизације, примјеном *SAW*, *COPRAS*, *TOPSIS* и *ELECTRE* метода извршено је рангирање катастарских општина општине Стара Пазова.

Упоредном анализом добијених резултата долази се до закључка да су *COPRAS* и *TOPSIS* методе дале идентичне рангове за све катастарске општине. Такође, све методе су исто рангирале катастарске општине које се налазе на последње четири позиције, тј. од 6. до 9. позиције, а то су катастарске општине Белегиш, Стари Бановци, Нови Бановци и Нова Пазова, респективно. Што се тиче преосталих пет катастарских општина, ако се не узме у обзир поређење рангова *COPRAS* и *TOPSIS* методе, рангови се разликују.

Комбинацијом резултата рангирања *SAW*, *COPRAS*, *TOPSIS* и *ELECTRE* метода долази се до закључка да приоритет за покретање комасације има катастарска општина Крњешевци, док је најлошије рангирана катастарска општина Нова Пазова (Табела 6), што је и логичан резултат, ако се узме у обзир да је Нова Пазова једина катастарска општина у којој је реализован поступак комасације.

Да би се извршио правилан избор катастарских општина у којима треба покренути комасацију потребно је комбиновати резултате рангирања што већег броја метода вишекритеријумске анализе, као и метода за одређивање тежина критеријума, јер се тиме постиже већа сигурност у донешену одлуку. Међутим у неким ситуацијама није довољно да се примијени само математички модел неке методе, већ је потребно да се у рјешавање проблема укључи и доносилац одлуке, који ће субјективним и објективним запажањима да утиче на коначан избор, односно приоритете катастарских општина за уређење пољопривредног земљишта комасацијом.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Маринковић, Г.: Прилог развоју методологије оптимизације радова и тачности у пројектима комасације, докторска дисертација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2015.
- [4] Стојановић, С.: Развој модела за евалуацију интернет информационих ресурса примјеном метода вишекритеријумског одлучивања, докторска дисертација, Универзитет Џон Незбит, Факултет за менаџмент, Зајечар, 2016.
- [5] Aruldoss, M., Lakshmi, M., T., Venkatesan, P., V.: A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications, American Journal of Information Systems, Science and Education Publishing, 2013.

Кратка биографија:

Дајана Рацковић рођена је у Сокоцу 1996. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Геодезије и геоматике одбранила је 2019. год. контакт: daki.1234.r@gmail.com

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