

Идентификација погодних локација за органску пољопривреду применом ГИС-а и АХП методе у општини Чачак

Младеновић Никола¹

Апстракт: Органска пољопривреда из године у годину поприма све већи значај у свету и код нас. Конвенционална пољопривреда, употреба хемије и интензивне агротехничке мере доводе до бројних негативности како по животну средину тако и по квалитет производа у пољопривреди, па самим тим постоји потреба за здравијом животном средином и преласком на органску производњу. Да би се комплетно осигурао квалитет органске производње потребно је пронаћи одговарајуће локације које задовољавају све критеријуме које захтева органска пољопривреда. Географски информациони системи могу одиграти важну улогу и олакшати идентификацију погодних локација за органску пољопривреду. У овом раду је коришћена АХП метода како би се на прави начин поставила хијерархија међу критеријумима и уз помоћ ГИС-а извршила комплетна геопросторна анализа општине Чачак.

Кључне речи: органска пољопривреда, погодност, АХП, ГИС, идентификација

Identification of suitable locations for organic agriculture using GIS and AHP methods in the municipality of Čačak

Abstract: Organic farming every year takes on increasing importance in the world and in our country. Conventional agriculture, the use of chemicals and intensive farming methods lead to numerous negative to the environment and the quality of products in agriculture, and therefore there is a need for a healthier environment and the transition to organic production. In order to fully ensure the quality of organic production need to find suitable locations that meet all the criteria required by organic farming. Geographic information systems can play an important role and facilitate the identification of suitable sites for organic agriculture. The paper used AHP method in order to properly set up a hierarchy among the criteria and with the help of GIS Geospatial conducted a complete analysis of the municipality of Cacak.

Key words: organic agriculture, suitable, AHP, GIS, identification

Увод

Општина Чачак се налази у средишњем делу централне Србије, припада Моравичком округу и граничи се са општинама Горњи Милановац на северу, Кнић на истоку, Краљево на југоистоку, Пожега на западу и Лучани на југозападу. У простору између крајњих тачака: најсевернија- 20°15'28", 44°00'38", најисточнија- 20°38'48", 43°53'03", најјужнија-20°25'22", 43°43'48", најзападнија- 20 °06'46", 43°56'30" општина Чачак заузима 639,76 km². У погледу рељефа територија општине Чачак може се поделити на: Чачанску котлину са надморском висином од 200 m до 300 m, затим брежуљкасто- брдски предео од 300 m до 500 m и планински предео од 500 m до 985 m надморске висине. Средња висина је 367,17 m. У климатском погледу, општина Чачак припада умерено-континенталном типу климе. Средња годишња температура ваздуха је 10,47° С, док је влажност ваздуха 80,7 % и средња количина падавина 692,9 mm. Сходно природно-географским карактеристикама простора општина Чачак има велике потенцијале у погледу пољопривредне производње пре свега у повртарству, поготову Чачанска котлина, из тих разлога је за анализу погодности узет управо овај простор. Уз примену методологије АХП и ГИС алата, анализирана је комплексна структура природних и антропогених фактора који утичу позитивно или негативно на развој органске пољопривреде.

¹Пољопривредни факултет, мастер академске студије заштита животне средине у пољопривреди
nikolamladenovich94@gmail.com

Материјал и методологија

Да би се извршила геопросторна анализа било је потребно прикупити просторне и непросторне податке о општини Чачак. Векторизовање података вршено је у софтверима Geomedia Professional 6.1, Google Earth и QGIS 2.18.1.S Тип земљишта као један од кључних критеријума за анализу општине, а самим тим и за органску пољопривреду, је дигитализован са педолошких карата 1:50 000 и у атрибутима унет одговарајући тип земљишта. Геолошка подлога је дигитализована са геолошких карата 1:100 000 са одговарајућим атрибутним подацима о типу стена. Како би се избегао ризик од поплава у на пољима како критеријум је додата зона поплава која је дигитализована са карте поплавних површина у Србији, такође су у софтверу Google Earth векторизовани сви већи речни токови на територији истраживаног подручја. Са карте ерозије 1:500 000 су дигитализоване површине које су под јаком, средњом и врло слабом ерозијом или акумулацијом, како би се на обрадивим површинама спречила или избегла штета од ерозије. База катастра депонија² је такође један од кључних параметара да би се избегла загађења и контаминација пољопривредног земљишта. Конектовањем ове базе на постојећу и издвајањем тачака из базе која обухвата територију Републике Србије, добијене су депоније у виду тачака за територију општине Чачак и креиране бафер зоне око њих на 500, 1000, 1500, 2000 и преко 2000 m. Поред тога, дигитализоване су још неке дивље депоније, које нису постојале у бази, са сателитског снимка. Подаци о коришћењу простора добијени су из Corine Land Cover 2012³. Центри насеља су такође узети у обзир и векторизовани у софтверу Google Earth. Како се не би нарушавала заштићена природна добра, преузета је база заштићених природних добара планете⁴ и издвојене су површине за општину Чачак и такође креиране бафер зоне на 500, 1000, 1500, 2000 и преко 2000 m. Саобраћајнице су преузете као вектори у софтверу QGIS, опцијом Vector/OpenStreetMap/Download data. Близина саобраћајница је битна због транспорта, али је такође удаљеност од истих важна због загађења ваздуха, па су на основу тога креиране бафер зоне од 100, 200, 500, 1000 и преко 1000 m. Сви ови подаци који су векторизовани, за потребе даље анализе су растеризовани у софтверу TerrSet.

Шездесетометарски дигитални модел терена (*Digital elevation model*, скр. DEM) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) је коришћен за добијање експозиције терена и нагиба, који имају важну улогу по питању осунчаних страна и оцедности терена. На основу DEM-а и промене температуре са променом надморске висине по формули (Живковић, 2009) $-0,0053 \cdot H + 10,47$ добијена је растерска подлога расподеле средњих годишњих температура на територији општине Чачак. Такође, на основу дигиталног модела висина и промене количине падавина са променом надморске висине по формули (Живковић, 2009): $0,425 \cdot H + 692,9$ добијена је растерска подлога са средњим количинама падавина на територији општине Чачак.

Као што Љешевић М. наводи стандардизоване бодове, тако су и у овом случају додељени бодови свим критеријумима који су приказани у табели 1.

² SEPA- агенција за заштиту животне средине

³ CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover – геопросторна база података о начину коришћења земљишта Европске агенције за заштиту животне средине (ЕЕА).

⁴ <https://www.protectedplanet.net/>

Педологија		Вредности	Геологија		Вредности	Саобраћај. бафер	Вредности
Алувијал		5	Алувијални седименти		5	100	0
Црница		6	Неогени седименти		4	100-200	1
Еродирана земљишта		0	Метаморфне стене		3	200-500	2
Гајњача		5	Магматске стене		1	500-1000	3
Псеудоглеј		2	CORINE		Вредности	>1000	5
Скелетна земљишта		0	Урбане средине		0	Бафер депонија	Вредности
Смеђе рудо на кречњаку		3	Пољопривредне повр.		5	500	0
Смеђе на андезиту		3	Воћњаци		2	500-1000	1
Смоница алувијална		4	Ливаде и пашњаци		3	1000-1500	2
Смоница еродирана		3	Пољ.повр. Прир. Вегет		6	1500-2000	3
Смоница лесивирана		4	Шуме		1	>2000	5
Смоница у огајњачавању		5	Водене површине		0	Бафер насеља	Вредности
Смоница		6	Нагиб		Вредности	500	0
Експозиција		Вредности	0-2		5	500-1000	1
Топле (S+SE+SW)		5	2-5		6	1000-1500	2
Исток		4	5-10		4	1500-2000	3
Неекспониране		4	10-15		2	>2000	5
Запад		3	15-30		1	Бафер ЗПД	Вредности
Хладне (N+NE+NW)		1	>30		0	500	0
Ерозија	Вредности	Поплаве	Вредности			500-1000	1
Јака	0	Зона попл.	0			1000-1500	2
Средња	3	Без попл.	5			1500-2000	3
Слаба	6					>2000	5

Табела 1 Елементи вредновања за потребе органске пољопривреде

Такође су просечним годишњим температурама додељени бодови од 1 до 6 за сваку од зона, као и просечним годишњим падавинама бодови од 1 до 4 за сваку од зона.

Када су успостављени значаји фактора, следи поређење свих парова. У том случају прави се матрица поређења и мери се сваки фактор у оквиру скупа како би им се на крају доделио одговарајући тежински коефицијент који улази у крајње преклапање слојева (Mishra et. al., 2014). Приликом поређења парова издвојене су две групе фактора: природни и антропогени.

	Педологија	Геологија	Поплаве	Ерозија	Температуре	Падавине	Експозиције	Нагиб
Педологија	1	2	3	4	5	6	7	8
Геологија	1/2	1	2	3	4	5	6	7
Поплаве	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6
Ерозија	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5
Температуре	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4
Падавине	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3
Експозиције	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Нагиб	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1

Табела 2 Поређење парова критеријума за природне факторе

Критеријуми из табеле 2 су постављени у међусобни однос а затим изражени кроз матрицу 1 како би се даље наставило ка добијању тежинског коефицијента за сваки критеријум.

1	2	3	4	5	6	7	8
0.50	1	2	3	4	5	6	7
0.33	0.50	1	2	3	4	5	6
0.25	0.33	0.50	1	2	3	4	5
0.20	0.25	0.33	0.50	1	2	3	4
0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1	2	3
0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1	2
0.13	0.14	0.17	0.20	0.25	0.33	0.50	1

Математичком операцијом квадрирања матрице 1, која је саставни део АХП методологије, добијене су вредности у матрици 2.

Матрица 1

8.00	11.59	17.90	27.85	42.33	62.17	88.00	120.00	377.84	0.33
5.78	8.00	11.95	18.57	28.75	43.33	63.00	88.00	267.38	0.23
4.15	5.57	8.00	12.12	18.83	29.00	43.33	62.17	183.17	0.16
2.93	3.90	5.47	8.00	12.17	18.83	28.75	42.33	122.38	0.11
2.02	2.70	3.78	5.43	8.00	12.12	18.57	27.85	80.48	0.07
1.36	1.86	2.63	3.78	5.47	8.00	11.95	17.90	52.95	0.05
0.90	1.27	1.86	2.70	3.90	5.57	8.00	11.59	35.80	0.03
0.60	0.90	1.36	2.02	2.93	4.15	5.78	8.00	25.75	0.02
								1145.74	1

Матрица 2

Добијањем резултата множења матрице сумирају се колоне, затим се сваки резултат колоне дели са збиром свих колона и добијају се тежински коефицијенти за критеријуме.

С обзиром да постоје више од два односа поређења, врши се испитивање конзистентности добијених резултата. У том случају се израчунава λ_{\max} , а то се добија множењем матрице у којој се налазе резултати поређења са добијеним тежинским коефицијентима, и онда се добијају следеће вредности:

8.28 Након тога се рачуна λ_{\max} на следећи начин:

8.12
$$\lambda_{\max} = \frac{8,28+8,12+8,05+8,08+8,22+8,41+8,56+8,62}{8} = 8,29$$

8.05

8.08

8.22 Затим се рачуна индекс конзистентности:

8.41
$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = \frac{8,29 - 8}{8 - 1} = 0,04$$

8.56

8.62 На крају се израчунава степен конзистентности тј. CR:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,04}{0,04/1,41} = 0,02$$

Степен конзистентности је овде одговарајући јер је мању од 0,1. RI се добија дељењем индекса конзистентности и броја који је у овом случају 1,41 по Сатијевој скали (Saaty, 1980).

На исти начин спроводи се рачунање тежинских коефицијената за парове критеријума антропогених фактора. Па с тога се добијају следећи резултати:

5.00	8.08	13.67	22.50	35.00	84.25	0.42
3.22	5.00	8.33	14.00	22.50	53.05	0.26
2.02	3.08	5.00	8.33	13.67	32.10	0.16
1.23	1.92	3.08	5.00	8.08	19.32	0.10
0.76	1.23	2.02	3.22	5.00	12.23	0.06
					200.94	1

На основу ових резултата добијене су и следеће вредности индекса конзистентности **CI= 0,02** и степена конзистентности **CR=0,01**.

У овом случају је **RI=1,12**

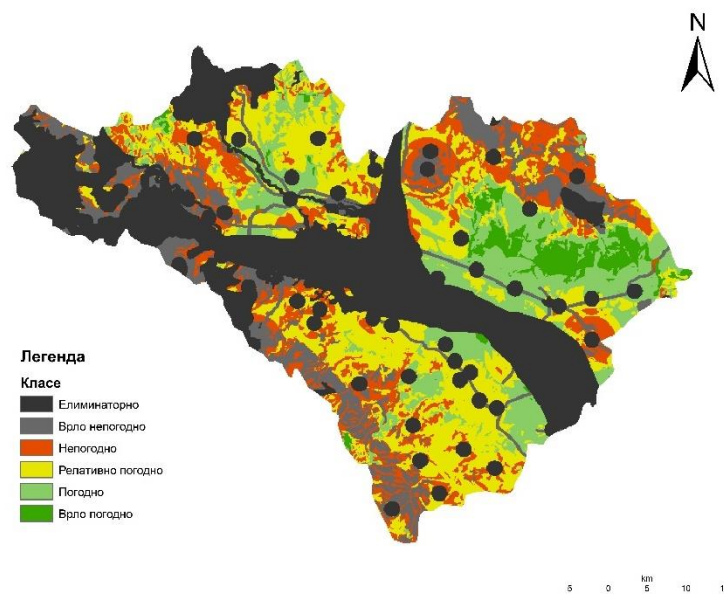
Решавањем свих матрица и прорачуна који су у склопу аналитичког хијерархијског процеса добијени су следећи тежински коефицијенти за природне факторе : педологија-0.33, геологија-0.23, поплаве-0.16, ерозија- 0.11, температуре- 0.07, падавине- 0.05, експозиција 0.03, нагиб- 0.02.

Такође, за антропогене добијени су следећи тежински коефицијенти: бафер зоне око депонија- 0.42, CORINE- 0.26, бафер зоне око насеља- 0.16, заштићена природна добра- 0.10, бафер зоне око саобраћајница- 0.06. ГИС пружа подршку процесу доношења одлука, тако што обезбеђује флексибилно окружење за анализу различитих алтернатива на основу њихових критеријума, интегрисујући системе за управљање базама података, графичким приказима и табеларним извештајима, као и са експертским знањем корисника (Смиљанић и Ђурђић, 2006).

Један од најбитнијих корака у овој анализи је интеграција тежинских коефицијената и ГИС-а. Методом рекласификације додељују се свим критеријумима за идентификацију погодних локација за органску пољопривреду припадајући тежински коефицијенти. Након тога су све растерске подлоге, односно критеријуми, спремни за финално преклапање тј. Сабирање како би се добила синтезна карта погодности. Као коначан резултат добија се синтезна карта погодних локација за органску пољопривреду. Методом рекласификације долази се до прецизнијег приказа категорија погодности.

Резултати истраживања и закључак

Након извршене комплетне геопросторне анализе и добијања финалне карте, долази се до површина за свако од категорија погодности. Површине су приказане у табели 3.



Класе	Површина у km ²	Површина у %
Елиминаторно	222.46	34.77
Врло непогодно	76.11	11.90
Непогодно	88.81	13.88
Релативно погодно	140.73	22.00
Погодно	89.02	13.91
Врло погодно	22.67	3.54

Табела 3 Подаци о површинама за сваку категорију погодности

Резултати показују да је 3.54 % општине Чачак врло погодно за развој органске пољопривреде, такође не треба занемарити 13.91% у категорији „погодно“ јер те локације такође задовољавају све критеријуме органске пољопривреде, с тим што категорија „врло погодно“ поседује јако строге услове по свим критеријумима. Овакви подаци показују да се уз релативно доступне податке, ГИС-ом и АХП методом може доћи до релевантних података који могу да послуже у сврху рејонирања предела управо за развој органске пољопривреде. Такође, овакав начин добијања резултата истраживања доводи до формирања опширне и детаљне базе података о истраживаном простору.

Литература

Mishra K. A., Deep S., Choudhary A., (2014). Identification of suitable sites for organic farming using AHP & GIS, The Egyptian journal of remote sensing and space science [pdf], Доступно на:<
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982315000289>>

Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. New York, N.Y.: McGraw Hill. [pdf], Доступно на:<
http://www.dii.unisi.it/~mocenni/Note_AHP.pdf>

Љешевић М. (2000): Животна средина, теорија и методологија истраживања, Географски факултет, Београд.

Живковић Н. (2009): Просечни годишњи и сезонски отицаји река у Србији.

Смиљанић, С., & Ђурђић, С. (2006). Примена ГИС-а у вредновању природних потенцијала општине Ражањ за потребе пољопривреде. Гласник српског географског друштва, 86(2) , стр. 161-165.

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://www.protectedplanet.net/>

<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2012>