



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
У НОВОМ САДУ



Александар Рикаловић

**РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ИЗБОР ЛОКАЦИЈЕ  
ПРОИЗВОДНИХ СИСТЕМА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2014.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА  
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, <b>РБР:</b>	
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>	
Тип документације, <b>ТД:</b>	Монографска документација
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	Текстуални штампани материјал
Врста рада, <b>ВР:</b>	Докторска дисертација
Аутор, <b>АУ:</b>	Александар Рикаловић
Ментор, <b>МН:</b>	Проф. др Илија Ћосић, редовни професор
Наслов рада, <b>НР:</b>	Развој модела за избор локације производних система
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	Српски
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	Српски
Земља публикација, <b>ЗП:</b>	Република Србија
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	Војводина
Година, <b>ГО:</b>	2014
Издавач, <b>ИЗ:</b>	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
Место и адреса, <b>МА:</b>	Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6
Физички опис рада, <b>ФО:</b> (поглавља/страна/цитата/табела/слика/графика)	10/283/163/70/232/20
Научна област, <b>НО:</b>	Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент
Научна дисциплина, <b>НД:</b>	Производни системи, организација и менаџмент
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО:</b>	Локација производних система, географски информациони системи, интелигентни системи, методе вишекритеријумског одлучивања.
<b>УДК</b>	
Чува се, <b>ЧУ:</b>	Библиотеци Факултета техничких наука
Важна напомена, <b>ВН:</b>	
Извод, <b>ИЗ:</b>	У раду су истражене могућности за развој модела за избор локације производних система. Развијен је модел за избор локације производних система и верификован у студији случаја на територији АП Војводине и општине Инђија. Посебно значајан резултат је фази експертни систем за анализу критеријума одлучивања, географски информациони систем за скрининг и просторни систем за подршку у избору локације производних система.
Датум приhvатања теме, <b>ДП:</b>	01.11.2012.
Датум одбране, <b>ДО:</b>	
Чланови комисије, <b>КО:</b>	Председник: Др Радо Максимовић
	Члан: Др Љубомир Лукић
	Члан: Др Драгољуб Новаковић
	Члан: Др Милован Лазаревић
	Члан: Др Вићенцо Пјурџи
	Члан, ментор: Др Илија Ћосић
	Потпис ментора



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES  
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, <b>ANO</b> :	
Identification number, <b>INO</b> :	
Document type, <b>DT</b> :	Monographic publication
Type of record, <b>TR</b> :	Textual material, printed
Contents code, <b>CC</b> :	Doctorate dissertation
Author, <b>AU</b> :	Aleksandar Rikalovic
Mentor, <b>MN</b> :	Dr. Ilija Ćosić
Title, <b>TI</b> :	Model for Production Systems Site Selection
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian
Language of abstract, <b>LA</b> :	Serbian
Country of publication, <b>CP</b> :	Serbia
Locality of publication, <b>LP</b> :	Vojvodina
Publication year, <b>PY</b> :	2014
Publisher, <b>PB</b> :	Autor's reprint
Publication place, <b>PP</b> :	Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad
Physical description, <b>PD</b> : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graph	10/283/163/70/232/20
Scientific field, <b>SF</b> :	Industrial engineering and management
Scientific discipline, <b>SD</b> :	Production systems, organization and management
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	Location of production systems, geographic information systems, intelligent systems, multi criteria decision analysis.
<b>UC</b>	
Holding data, <b>HD</b> :	Library Faculty of Technical Sciences
Note, <b>N</b> :	
Abstract, <b>AB</b> :	This paper examines the possibilities of model development for production systems site selection. Developed model for production systems site selection is presented and tested in case study of AP Vojvodina and Indjija municipality. A particularly important result is developed fuzzy expert system for factor analysis, geographic information system for screening and spatial decision support system.
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB</b> :	01.11.2012.
Defended on, <b>DE</b> :	
Defended Board,	
President:	Dr. Rado Maksimović
Member:	Dr. Liubomir Lukić
Member:	Dr. Dragoljub Novaković
Member:	Dr. Milovan Lazarević
Member:	Dr. Vincenzo Piuri
Member, Mentor:	Dr. Ilija Ćosić
	Menthor's sign

Obrazac Q2.HA.04-05 - Izdanje 1

# SADRŽAJ

1 UVOD.....	20
1.1 Opšta razmatranja.....	20
1.2 Problem i predmet istraživanja.....	21
1.3 Ciljevi istraživanja.....	23
1.4 Hipoteze.....	23
1.5 Metode istraživanja obrade podataka.....	24
1.6 Značaj i doprinos rada.....	24
1.7 Prikaz po poglavljima.....	25
2 LOKACIJA PROIZVODNIH SISTEMA.....	27
2.1 Nauka o lokaciji.....	27
2.2 Izbor lokacije proizvodnih sistema.....	27
2.3 Karakteristike izbora lokacije proizvodnih sistema.....	29
2.4 Pregled uticaja na izbor lokacije proizvodnih sistema.....	33
2.4.1 Osnovni uticaji na izbor lokacije.....	37
2.4.1.1 Uticaji na izbor šire lokacije.....	37
2.4.1.2 Uticaji na izbor uže lokacije.....	37
2.5 Modeli izbora lokacije proizvodnih sistema.....	39
2.5.1 Model minimuma transportnih troškova.....	39
2.5.2 Model dimenzione analize.....	42
2.5.3 Inteligentni prilaz u izboru lokacije proizvodnih sistema.....	43
3 GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI.....	46
3.1 Osnove geografskih informacionih sistema.....	46
3.2 Komponente geografskih informacionih sistema.....	49
3.3 Struktura prostornih podataka.....	51
3.4 Vrste geografskih podataka.....	52
3.4.1 Rasterski podaci.....	52
3.4.2 Vektroski podaci.....	55
3.4.3 Alfa-numerički podaci.....	56
3.5 Izvori podataka.....	57
3.6 Koordinatni sistemi.....	59
3.7 Prostorne baze podataka.....	63
3.8 Prostorna analiza.....	65
3.8.1 Analize nad atributivnim podacima.....	65
3.8.2 Preklapanje slojeva – prostorni upiti.....	67
3.8.3 Analiza lokacije entiteta-analize rastojanja.....	68

3.8.4 Mrežne analize.....	70
3.8.5 Interpolacija.....	71
3.9 GIS podrška sistemu odlučivanja.....	72
4 INTELIGENTNI SISTEMI.....	74
4.1 Osnove inteligentnih sistema.....	74
4.2 Genetski algoritmi.....	75
4.3 Veštačke neuronske mreže.....	76
4.4 Fazi logika.....	77
4.4.1 Fazi broj.....	78
4.4.2 Fazi sistemi zaključivanja.....	79
4.4.2.1 Mamdani fazi sistem zaključivanja.....	82
4.4.2.2 Sugeno fazi sistem zaključivanja.....	85
4.5 Ekspertni sistemi.....	86
4.6 Rudarenje podataka.....	88
5 VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE.....	89
5.1 Proces odlučivanja.....	89
5.2 Model i modeliranje.....	91
5.3 Metode višekriterijumskog odlučivanja.....	92
5.3.1 Višeatributivno odlučivanje.....	93
5.3.1.1 Metoda linearnog dodeljivanja.....	95
5.3.1.2 Metoda redosleda prosečnih težina.....	96
5.3.1.3 Metoda analitičkih hijerarhijskih procesa.....	97
5.4 Sistemi za podršku odlučivanju.....	99
6. VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE U GIS OKRUŽENJU.....	102
6.1 Uvod u višekriterijumsko odlučivanje u GIS okruženju.....	102
6.2 Višekriterijumsko odlučivanje u GIS okruženju-stanje u oblasti.....	105
6.3 Prostorni sistemi za podršku odlučivanju.....	107
7 RAZVOJ MODELA ZA IZBOR LOKACIJE PROIZVODNIH SISTEMA.....	110
7.1 Prilaz u razvoju modela.....	110
7.2 Razvoj modela za izbor lokacije proizvodnih sistema.....	111
7.2.1 Definisane probleme.....	114
7.2.2 Definisane kriterijuma odlučivanja.....	115
7.2.2.1 Definisane kriterijuma odlučivanja za izbor šire lokacije proizvodnih sistema.....	115
7.2.2.1.1 Dostupnost kvalitetne radne snage.....	118
7.2.2.1.2 Cena radne snage.....	118
7.2.2.1.3 Geografski položaj opštine.....	119
7.2.2.1.4 Saobraćajana infrastruktura.....	120
7.2.2.1.5 Dostupnost sirovina i repromaterijala.....	121
7.2.2.1.6 Telekomunikaciona infrastruktura.....	121
7.2.2.1.7 Reputacija i efikasnost lokalnih vlasti.....	122
7.2.2.1.8 Raspoloživost građevinskog zemljišta.....	123

7.2.2.1.9	Cena građevinskog zemljišta.....	123
7.2.2.1.10	Životna sredina.....	123
7.2.2.1.11	Komunalni troškovi.....	125
7.2.2.1.12	Smeštaj.....	125
7.2.2.2	Definisanje kriterijuma odlučivanja za izbor uže lokacije proizvodnih sistema .....	125
7.2.2.2.1	Infrastrukturna opremljenost.....	126
7.2.2.2.2	Povšine za izgradnju.....	127
7.2.2.2.3	Urbanistički uslovi.....	127
7.2.2.2.4	Ograničenja.....	127
7.2.2.2.5	Vlasništvo.....	127
7.2.3	Formiranje prostrane baze podataka.....	128
7.2.4	Skrining.....	131
7.2.5	Fazi analiza kriterijuma.....	133
7.2.5.1	Fazi analiza kriterijuma za izbor šire lokacije proizvodnih sistema....	136
7.2.5.1.1	Fazi analiza kriterijuma dostupnost kvalitetne radne snage.....	136
7.2.5.1.2	Fazi analiza kriterijuma cena radne snage.....	140
7.2.5.1.3	Fazi analiza kriterijuma geografski položaj opštine.....	141
7.2.5.1.4	Fazi analiza kriterijuma drumski saobraćaj.....	143
7.2.5.1.5	Fazi analiza kriterijuma železnički saobraćaj.....	145
7.2.5.1.6	Fazi analiza kriterijuma vodni saobraćaj.....	146
7.2.5.1.7	Fazi analiza kriterijuma vazdušni saobraćaj.....	148
7.2.5.1.8	Fazi analiza kriterijuma dostupnost sirovina i repromaterijala.....	149
7.2.5.1.9	Fazi analiza kriterijuma telekomunikaciona infrastruktura.....	151
7.2.5.1.10	Fazi analiza kriterijuma reputacija i efikasnost lokalnih vlasti.....	153
7.2.5.1.11	Fazi analiza kriterijuma raspoloživost građevinskog zemljišta.....	155
7.2.5.1.12	Fazi analiza kriterijuma cena građevinskog zemljišta.....	157
7.2.5.1.13	Fazi analiza kriterijuma životna sredina.....	159
7.2.5.1.14	Fazi analiza kriterijuma komunalni troškovi.....	161
7.2.5.1.15	Fazi analiza kriterijuma smeštaj.....	163
7.2.5.2	Fazi analiza kriterijuma za izbor uže lokacije proizvodnih sistema....	165
7.2.5.2.1	Fazi analiza kriterijuma infrastrukturna opremljenost.....	165
7.2.5.2.2	Fazi analiza kriterijuma površina za izgradnju.....	168
7.2.5.2.3	Fazi analiza kriterijuma urbanistički uslovi.....	169
7.2.5.2.4	Fazi analiza kriterijuma ograničenja.....	171
7.2.5.2.5	Fazi analiza kriterijuma vlasništvo.....	173
7.2.6	Izrada kriterijumskih mapa pogodnosti.....	174
7.2.7	Višekriterijumska analiza.....	176
7.2.8	Izrade finalna mape pogodnosti.....	179
7.2.9	Analiza osetljivosti.....	181
7.2.10	Predlog najpogodnije lokacije .....	181

8 VERIFIKACIJA MODELA.....	182
8.1 Studija slučaja.....	182
8.1.1 Geografski položaj i prirodne odlike AP Vojvodine.....	182
8.1.2 Poslovno okruženje.....	184
8.1.2.1 Podsticaji za investitore.....	186
8.1.2.2 Strane investicije u Vojvodini.....	187
8.1.3 Automobilska industrija u Vojvodini.....	188
8.2 Izbor šire lokacije proizvodnog sistema.....	190
8.2.1 Definisanje problema izbora šire lokacije proizvodnog sistema.....	190
8.2.2 Definisanje kriterijuma odlučivanja za izbor šire lokacije proizvodnog sistema.....	191
8.2.3 Formiranje prostorne baze podataka za širu lokaciju.....	191
8.2.4 Skrininig šire lokacije.....	196
8.2.4.1 Generisanje alternativa.....	196
8.2.4.2 Skrininig infrastrukture AP Vojvodine.....	197
8.2.4.2.1 Drumski saobraćaj.....	197
8.2.4.2.2 Železnički saobraćaj.....	198
8.2.4.2.3 Vodni saobraćaj.....	199
8.2.4.2.4 Vazdušni saobraćaj.....	201
8.2.4.2.5 Multimodalni saobraćaj.....	201
8.2.4.2.6 Gasna infrastruktura.....	202
8.2.4.2.7 Elektroenergetska infrastruktura.....	203
8.2.4.2.8 Telekomunikaciona infrastruktura.....	204
8.2.4.3 Skrininig životna sredine AP Vojvodine.....	205
8.2.5 Fazi analiza kriterijuma odlučivanja za širu lokaciju.....	206
8.2.6 Izrada mapa pogodnosti za širu lokaciju.....	215
8.2.7 Višekriterijumska analiza šire lokacije proizvodnog sistema.....	230
8.2.8 Finalna mapa pogodnosti za širu lokaciju proizvodnog sistema .....	233
8.2.9 Analiza osetljivosti rezultata višekriterijumske analize za širu lokaciju proizvodnog sistema.....	234
8.2.10 Predlog najpogodnije šire lokacije.....	239
8.3 Izbor uže lokacije proizvodnog sistema.....	240
8.3.1 Definisanje problema izbora uže lokacije proizvodnog sistema.....	242
8.3.2 Definisanje kriterijuma odlučivanja za izbor uže lokacije proizvodnog sistema.....	242
8.3.3 Formiranje prostorne baze podataka za užu lokaciju.....	243
8.3.4 Skrininig uže lokacije.....	249
8.3.5 Fazi analiza kriterijuma kriterijuma odlučivanja za užu lokaciju.....	252
8.3.6 Izrada finalne mape pogodnosti za užu lokaciju.....	257
8.3.7 Višekriterijumska analiza uže lokacije.....	259
8.3.8 Finalna mapa pogodnosti za užu lokaciju proizvodnog sistema.....	262
8.3.9 Analiza osetljivosti rezultata za užu lokaciju proizvodnog sistema.....	262
8.3.10 Predlog najpogodnije uže lokacije.....	267
8.4 Diskusija rezultata.....	268
9 ZAKLJUČAK.....	271
10 LITERATURA.....	274

# LISTA SLIKA

- Slika 1. Prikaz šire i uže lokacije proizvodnih sistema
- Slika 2. Osnovni koraci u postupku izbora lokacije proizvodnih sistema
- Slika 3. Potencijalne lokacije
- Slika 4. Faktori koji utiču na izbor lokacije proizvodnih sistema
- Slika 5. Osnovni uticaji na izbor lokacije proizvodnih sistema
- Slika 6. Slučaj “smanjenja mase” - PS je jednako udaljen od sirovine i tržišta
- Slika 7. Slučaj “smanjenja mase” - PS je bliži izvoru sirovine a dalji od tržišta
- Slika 8. Slučaj “smanjenja mase” - Optimalna lokacija PS za dati slučaj
- Slika 9. Slučaj “povećanja mase” - PS je jednako udaljen od sirovine i tržišta
- Slika 10. Slučaj “povećanja mase” - PS je bliži tržištu a dalji od izvora sirovine
- Slika 11. Slučaj “povećanja mase” - Optimalna lokacija PS za dati slučaj
- Slika 12. Arhitektura inteligentnog GIS prilaza u izboru lokacije PS
- Slika 13. Infrastruktura za donošenje odluka
- Slika 14. Geografski informacioni sistemi (funkcije, tokovi i prednosti)
- Slika 15. Upotreba geografskih informacionih sistema
- Slika 16. Komponente geografskih informacionih sistema
- Slika 17. Prikaz rasterskih podataka unutar GIS-a
- Slika 18. Rasterski prikaz prostornih podataka
- Slika 19. Vektorski prikaz prostornih podataka (tačka, linija, poligon)
- Slika 20. Povezanost grafičkih i alfa-numeričkih (tabelarnih) podataka u ArcGIS-u
- Slika 21. Geocentrični koordinatni sistem
- Slika 22. Datumska transformacija
- Slika 23. Geocentrični koordinatni sistem
- Slika 24. Atributska tabela
- Slika 25. Prikaz geometrijskih podataka po slojevima
- Slika 26. SQL upit nad tabelom sa atributivnim podacima
- Slika 27. Aritmetičke operacije nad tabela
- Slika 28. Višekriterijumske analize
- Slika 29. Preklapanje sloja koji sadrži tačke sa slojem koji sadrži poligone
- Slika 30. Postupak preklapanja rasterskih slojeva
- Slika 31. Opcija “Raster Calculator” u ArcGIS -u
- Slika 32. Opcija “Measure” u ArcGIS-u
- Slika 33. Prikaz selektovanja lokacije opcijom “Select by locations” u ArcGIS-u



- Slika 34. Opcija "Buffer" u ArcGIS
- Slika 35. Infrastrukturalna mreža puteva Vojvodine
- Slika 36. Metoda inverznih distanci
- Slika 37. Splajn metod interpolacije
- Slika 38. Kriging metod interpolacije
- Slika 39. Postupak rada genetskih algoritama
- Slika 40. Nelinearni model neurona
- Slika 41. Trougaoni fazi broj
- Slika 42. Trapezoidni fazi broj
- Slika 43. Gausov fazi broj
- Slika 44. Fazi sistem zaključivanja
- Slika 45. Fazifikacija ulaznih veličina preko trapezoidnih pripadajućih funkcija
- Slika 46. Defazifikacija izlaznih veličina preko centroid metoda
- Slika 47. Trougaone pripadajućih funkcije izlaznih vrednosti
- Slika 48. Mamdani fazi sistem zaključivanja ("Matlab FIS Editor")
- Slika 49. Mamdani fazi sistem zaključivanja-identifikovanje ulaznih vpromenljivih sistema
- Slika 50. Mamdani fazi sistem zaključivanja-identifikovanje izlaznih promenljivih sistema
- Slika 51. Mamdani fazi sistem zaključivanja- Definisane pravila
- Slika 52. Mamdani fazi sistem zaključivanja- kombinovanje fuzi pravila na izlaz sistema
- Slika 53. Sugeno fazi sistem zaključivanja
- Slika 54. Ekspertni sistem
- Slika 55. Vrste odluka
- Slika 56. Model odlučivanja
- Slika 57. Hijerarhija strukturiranja problema izbor lokacije proizvodnih sistema
- Slika 58. Sistem za podršku odlučivanju
- Slika 59. Stepen struktuiranosti odluke
- Slika 60. Transformacija geografskih podataka u odluku
- Slika 61. Prvi nivo integracije geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza
- Slika 62. Drugi nivo integracije geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza
- Slika 63. Treći nivo integracije geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza
- Slika 64. GIS-Prostorna podrška u odlučivanju
- Slika 65. Klasičan i GIS prilaz u donošenju prostornih odluka
- Slika 66. Okvir prostornih sistema za donošenje odluka zasnovanih na višekriterijumskim analizama i ekspertnim sistemima
- Slika 67. Osnovni okvir za razvoj modela
- Slika 68. Arhitektura modela za izbor lokacije proizvodnih sistema
- Slika 69. Postupak izbora lokacije proizvodnih sistema
- Slika 70. Dekomponovanje problema u seriju hijerarhija
- Slika 71. Faktori i njihov značaj za izbor opštine za investiranje u Srbiji
- Slika 72. Prikaz baze podataka ("Microsoft Access")

- Slika 73. Opcija "Join" ("ArcMap")
- Slika 74. Namena površina-Generalni plan ("AutoCad")
- Slika 75. Proces generisanja alternativa u procesu skrininga šire lokacije
- Slika 76. Proces generisanja alternativa u procesu skrininga uže lokacije
- Slika 77. Fazi ekspertni sistem
- Slika 78. Trapezoida pripadajuća funkcija
- Slika 79. Trougaona pripadajuća funkcija
- Slika 80. Identifikovanje izlaznih promenljivih sistema
- Slika 81. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage
- Slika 82. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu Fakultet i Visoka škola
- Slika 83. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu srednja škola
- Slika 84. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu osnovna škola i manje
- Slika 85. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu radna snaga
- Slika 86. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu nezaposleni
- Slika 87. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum cena radne snage
- Slika 88. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu nezaposleni
- Slika 89. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum geografski položaj opštine
- Slika 90. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu geo-saobraćajni položaj
- Slika 91. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu  
značaj funkcionalnog urbanog područja
- Slika 92. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum drumski saobraćaj
- Slika 93. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu drumski saobraćaj
- Slika 94. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum železnički saobraćaj
- Slika 95. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu železnički saobraćaj
- Slika 96. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum vodni saobraćaj
- Slika 97. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vodni saobraćaj
- Slika 98. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum vazdušni saobraćaj
- Slika 99. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vazdušni saobraćaj
- Slika 100. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala
- Slika 101. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu  
udaljenost od dobavljača sirovina izražena u kilometrima
- Slika 102. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu  
udaljenost od dobavljača sirovina izražena u minutama
- Slika 103. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura
- Slika 104. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu  
raspoloživost telekomunikacionih mreža
- Slika 105. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum reputacija lokalnih vlasti
- Slika 106. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu broj investicija
- Slika 107. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu poslovno okruženje
- Slika 108. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta
- Slika 109. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu infrastrukturna opremljenost
- Slika 110. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu ukupna površina industrijske zone
- Slika 111. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta

Slika 112. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena građevinskog zemljišta Slika  
Slika 113. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum životna sredina  
Slika 114. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu stanje životne sredine  
Slika 115. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum komunalni troškovi  
Slika 116. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena vode  
Slika 117. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena kanalizacije  
Slika 118. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu firmarina  
Slika 119. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena smeća  
Slika 120. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum smeštaj  
Slika 121. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu broj kreveta  
Slika 122. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum infrastrukturna opremljenost  
Slika 123. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu sobračajnica  
Slika 124. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu električna energija  
Slika 125. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vodovod  
Slika 126. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu kanalizacija  
Slika 127. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu gas  
Slika 128. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu optički kabal  
Slika 129. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum površina za izgradnju  
Slika 130. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu površina zemljišta  
Slika 131. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum urbanistički uslovi  
Slika 132. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu indeks zauzetosti  
Slika 133. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu indeks izgrađenosti  
Slika 134. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum ograničenja  
Slika 135. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu ograničenja  
Slika 136. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum vlasništvo  
Slika 137. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vlasništvo  
Slika 138. Vektorska mapa pogodnosti  
Slika 139. Rasterska mapa pogodnosti  
Slika 140. Primer finalne mape pogodnosti za širu lokaciju  
Slika 141. Geografski položaj AP Vojvodine  
Slika 142. Blizina najvećih proizvođača automobila  
Slika 143. Investicije u automobilski sektor u AP Vojvodini  
Slika 144. Strukturiranje problema izbora šire lokacije proizvodnog sistema  
Slika 145. Prikaz prostorne baze podataka za AP Vojvodini  
Slika 146. Prikaz Infrastrukturnih podataka za AP Vojvodinu  
Slika 147. Generisanje alternativa u regionu AP Vojvodine  
Slika 148. Drumski saobraćaj AP Vojvodine  
Slika 149. Železnički saobraćaj AP Vojvodine  
Slika 150. Vodni saobraćaj AP Vojvodine  
Slika 151. Vazdušni saobraćaj AP Vojvodine  
Slika 152. Gasna infrastruktura AP Vojvodine  
Slika 153. Elektroenergetska infrastruktura AP Vojvodine  
Slika 154. Telekomunikaciona infrastruktura AP Vojvodine  
Slika 155. Životna sredina AP Vojvodine

- Slika 156. Primer rezultata fazi analize kriterijuma dostupnost kvalitetne radne za Novi Sad
- Slika 157. Primer rezultata fazi analize kriterijuma cena radne snage za Bački petrovac
- Slika 158. Primer rezultata fazi analize kriterijuma geografski položaj opštine za Rumu
- Slika 159. Primer rezultata fazi analize kriterijuma drumski saobraćaj za Suboticu
- Slika 160. Primer rezultata fazi analize kriterijuma železnički saobraćaj za Sentu
- Slika 161. Primer rezultata fazi analize kriterijuma vodni saobraćaj za Sombor
- Slika 162. Primer rezultata fazi analize kriterijuma vazdušni saobraćaj za Pećince
- Slika 163. Primer rezultata fazi analize kriterijuma dostupnost sirovina za Pančevo
- Slika 164. Primer rezultata fazi analize kriterijuma telekomunikaciona infrastruktura za Zrenjanin
- Slika 165. Primer rezultata fazi analize kriterijuma reputacija i efikasnost lokalnih vlasti za Indiju
- Slika 166. Primer rezultata fazi analize kriterijuma raspoloživost građevinskog zemljišta Sremska Mitrovica
- Slika 167. Primer rezultata fazi analize kriterijuma cena gređevinskog zemljišta za Odžake
- Slika 168. Primer rezultata fazi analize kriterijuma životna sredina za Irig
- Slika 169. Primer rezultata fazi analize kriterijuma komunalni troškovi za Staru pazovu
- Slika 170. Primer rezultata fazi analize kriterijuma smeštaj za Kanjižu
- Slika 171. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage
- Slika 172. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage
- Slika 173. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena radne snage
- Slika 174. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena radne snage
- Slika 175. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum geografski položaj opštine
- Slika 176. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum geografski položaj opštine
- Slika 177. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum drumski saobraćaj
- Slika 178. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum drumskisaobraćaj
- Slika 179. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum železnički saobraćaj
- Slika 180. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum železnički saobraćaj
- Slika 181. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vodni saobraćaj
- Slika 182. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vodni saobraćaj
- Slika 183. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vazdušni saobraćaj
- Slika 184. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vazdušni saobraćaj
- Slika 185. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost sirovina i repromateijala
- Slika 186. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost sirovina i repromateijala
- Slika 187. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura
- Slika 188. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura
- Slika 189. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum reputacija i efikasnost lokalnih vlasti
- Slika 190. Rasteska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum reputacija i efikasnost

lokalnih vlasti

- Slika 191. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta
- Slika 192. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta
- Slika 193. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena građevinskog zemljišta
- Slika 194. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena građevinskog zemljišta
- Slika 195. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum životna sredina
- Slika 196. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum životna sredina
- Slika 197. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum komunalni troškovi
- Slika 198. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum Komunalni troškovi
- Slika 199. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum smeštaj
- Slika 200. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum smeštaj
- Slika 201. Finalna vektorska mapa pogodnosti za region AP Vojvodine
- Slika 202. Finalna rasterska mapa pogodnosti za region AP Vojvodine
- Slika 203. Analiza osetljivosti (1) za region AP Vojvodine-vektorska mapa
- Slika 204. Analiza osetljivosti (1) za region AP Vojvodine-rasterska mapa
- Slika 205. Analiza osetljivosti (2) za region AP Vojvodine-vektorska mapa
- Slika 206. Analiza osetljivosti (2) za region AP Vojvodine-rasterska mapa
- Slika 207. Najpogodnija šira lokacija - opština Indija
- Slika 208. Geografski položaj opštine Indija
- Slika 209. Severoistočna radna zona
- Slika 210. Jugoistočna radna zona
- Slika 211. Strukturiranje problema izbora uže lokacije proizvodnog sistema
- Slika 212. Prikaz prostorne baze podataka opštine Indija
- Slika 213. Skrining industrijskih (radnih) zona opštine Indija
- Slika 214. Skrining raspoloživih površina za izgradnju
- Slika 215. Skrining vlasništva
- Slika 216. Skrining infrastrukture
- Slika 217. Skrining ograničenja
- Slika 218. Alternative-lokacije
- Slika 219. Rezultat ekspertskog sistema za infrastrukturna opremljenost za radnu površinu 23
- Slika 220. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijum površina zemljišta za radnu površinu 51
- Slika 221. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijum urbanistički uslovi za radnu površinu 5
- Slika 222. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijuma ograničenja za radnu površinu 44
- Slika 223. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijum vlasništvo za radnu površinu 60
- Slika 224. Mapa pogodnosti za kriterijum infrastrukturna opremljenost
- Slika 225. Mapa pogodnosti za kriterijum površina zemljišta
- Slika 226. Mapa pogodnosti za kriterijum urbanistički uslovi
- Slika 227. Mapa pogodnosti za kriterijum ograničenja
- Slika 228. Mapa pogodnosti za kriterijum vlasništvo
- Slika 229. Finalna vektorska mapa pogodnosti za region opštine Indija.
- Slika 230. Analiza osetljivosti (1) za region opštine Indije
- Slika 231. Analiza osetljivosti (2) za region opštine Indije
- Slika 232. Situacioni plan proizvodnog sistema (lokacija "radna površina 51")

# LISTA TABELA

- Tabela 1. Pregled karakterističnih problema u izboru lokacije proizvodnih sistema
- Tabela 2. Pregled kritičnih faktora za izbor lokacije proizvodnih sistema
- Tabela 3. Pregled međunarodnih lokacijskih faktora
- Tabela 4. Objektivni i subjektivni uticaji na izbor loakcije proizvodnih sistema
- Tabela 5. Izbor lokacije proizvodnog sistema metodom dimenzione analize
- Tabela 6. Najčešće korišćeni sferoidi sa svojim karakteristikama
- Tabela 7. Osnovni parametri Gaus-Kriger za šestu i sedmu zonu
- Tabela 8. Osnovni parametri UTM projekcije za zonu 34
- Tabela 9. Sjedinjavanje slojeva podataka
- Tabela 10. Razlike između konvencionalnih sistema i ekspertnih sistema
- Tabela 11. Klasifikacija metoda višekriterijumskog odlučivanja
- Tabela 12. Ilustrativni primer metode lineranog dodeljivanja
- Tabela 13. Ilustrativni primer metode redosleda prosečnih težina
- Tabela 14. Satijeva skala od 9 tačaka
- Tabela 15. Najčešće korišćene metode odlučivanja u GIS-u
- Tabela 16. Ekonomski kapacitet lokalnih samouprava za privlačenje investicija
- Tabela 17. Kriterijumi za izbor šire lokacije proizvodnih sistema
- Tabela 18. Kriterijumi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema
- Tabela 19. Pravila i relacije za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage
- Tabela 20. Pravila za kriterijum cena radne snage
- Tabela 21. Pravila i relacije za kriterijum geografski položaj opštine
- Tabela 22. Pravila za kriterijum drumski saobraćaj
- Tabela 23. Pravila i relacije za kriterijum železnički saobraćaj
- Tabela 24. Pravila i relacije za kriterijum vodni saobraćaj
- Tabela 25. Pravila za kriterijum vazdušni saobraća
- Tabela 26. Pravila za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala
- Tabela 27. Pravila za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura
- Tabela 28. Pravila i relacija za kriterijum reputacija lokalne vlasti
- Tabela 29. Pravila za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala
- Tabela 30. Pravila za kriterijum cena građevinskog zemljišta
- Tabela 31. Pravila za kriterijum životne sredine
- Tabela 32. Pravila i relacije za kriterijum komunalni troškovi
- Tabela 33. Pravila i relacije za kriterijum smeštaj
- Tabela 34. Pravila i relacije za kriterijum infrastrukturna opremljenost
- Tabela 35. Pravila i relacije za kriterijum površina zemljišta
- Tabela 36. Pravila i relacije za kriterijum urbanistički uslovi
- Tabela 37. Pravila i relacije za kriterijum ograničenja

- Tabela 38. Pravila i relacije za kriterijum vlasništvo
- Tabela 39. Matrica poređenja kriterijuma svakog sa svakim
- Tabela 40. Slučajni indeksi
- Tabela 41. Privredna struktura Srbije i AP Vojvodine
- Tabela 42. Pokazatelji privredne aktivnosti po okruzima ,struktura u %
- Tabela 43. Sufinansiranje troškova vezanih za izvozno orijentisane "greenfiled" investicije
- Tabela 44. Prikaz zemlje prema visini investicija u Vojvodinu
- Tabela 45. Prikaz kompanija prema broju zaposlenih u Vojvodinu
- Tabela 46. Atributi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema
- Tabela 47. Baza atributskih podataka za region AP Vojvodine (1)
- Tabela 48. Baza atributskih podataka za region AP Vojvodine (2)
- Tabela 49. Dužina putne mreže prema rangu puta
- Tabela 50. Standardizovane vrednosti kriterijuma za izbor šire lokacije proizvodnog sistema
- Tabela 51. Međusobno poređenje značaja kriterijuma za širu lokaciju proizvodnog sistema, prema Satijevoj skali
- Tabela 52. Proračun relativnih težinskih kriterijuma za šru lokaciju proizvodnog sistema, AHP metodom
- Tabela 53. Višekriterijumska analiza šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine metodom WLC
- Tabela 54. Analiza osetljivosti-1 šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine
- Tabela 55. Analiza osetljivosti-2 šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine
- Tabela 56. Analiza osetljivosti-1, šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine
- Tabela 57. Analiza osetljivosti-2 šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine
- Tabela 58. Atributi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema
- Tabela 59. Baza atributskih podataka za region opštine Indije (1)
- Tabela 60. Baza atributskih podataka za region opštine Indije (2)
- Tabela 61. Baza atributskih podataka za region opštine Indije (3)
- Tabela 62. Baza atributskih podataka za region opštine Indije (4)
- Tabela 63. Standardizovane vrednosti kriterijuma za izbor uže lokacije proizvodnog sistema
- Tabela 64. Međusobno poređenje značaja kriterijuma za šru lokaciju proizvodnog sistema, prema Satijevoj skali
- Tabela 65. Proračun relativnih težinskih kriterijuma za širu lokaciju proizvodnog sistema, AHP metodom
- Tabela 66. Višekriterijumska analiza uže lokacije proizvodnog sistema za region opštine Indija metodom WLC
- Tabela 67. Analiza osetljivosti (1) relativnih težina kriterijuma uže lokacije za region opštine Indije
- Tabela 68. Analiza osetljivosti (2) relativnih težina kriterijuma uže lokacije za region opštine Indije
- Tabela 69. Analiza osetljivosti (1) uže lokacije proizvodnog sistema za region opštine Indije
- Tabela 70. Analiza osetljivosti (2) uže lokacije proizvodnog sistema za region opštine Indije

# LISTA GRAFIKA

- Grafik 1: Nelinearna funkcija za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage
- Grafik 2: Linearna funkcija za kriterijum cena radne snage
- Grafik 3: Nelinearna funkcija za kriterijum geografski položaj opštine
- Grafik 4: Linearna funkcija za kriterijum drumski saobraćaj
- Grafik 5: Linearna funkcija za kriterijum železnički saobraćaj
- Grafik 6: Linearna funkcija za kriterijum vodni saobraćaj
- Grafik 7: Linearna funkcija za kriterijum vazdušni saobraćaj
- Grafik 8: Nelinearna funkcija za kriterijuma dostupnost sirovina i repromaterijala
- Grafik 9: Linearna funkcija za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura
- Grafik 10: Nelinearna funkcija za kriterijum reputacija lokalne vlasti
- Grafik 11: Nelinearna funkcija za kriterijum rapoloživost građevinskog zemljišta
- Grafik 12: Linearna funkcija za kriterijum cena građevinskog zemljišta
- Grafik 13: Linearna funkcija za kriterijum zaštita životne sredine
- Grafik 14: Nelinearna funkcija za kriterijum komunalni troškovi
- Grafik 15: Linearna funkcija za kriterijum smeštaj
- Grafik 16: Nelinearna funkcija za kriterijum infrastrukturna opremljenost.
- Grafik 17: Linearna funkcija za kriterijum površina zemljišta
- Grafik 18: Linearna funkcija za kriterijum urbanistički uslovi
- Grafik 19: Nelinearna funkcija za kriterijum infrastrukturna opremljenost.
- Grafik 20: Nelinearna funkcija za kriterijum vlasništvo.



# PREDGOVOR

Istraživanje obuhvaćeno doktorskom disertacijom realizovano je na Univerzitetu u Novom Sadu, Fakultetu tehničkih nauka, Departmanu za industrijsko inženjerstvo i menadžment; Univerzitetu u Milanu, Departmanu za informatiku i JP Zavodu za urbanizam Vojvodine u Novom Sadu.

Zahvaljujem se:

prof. dr Iliji Ćosiću profesoru Univerziteta u Novom Sadu na Fakultetu tehničkih nauka, mom mentoru, za sveobuhvatnu pomoć, razumevanje i podršku tokom mog naučnog i profesionalnog usavršavanja. Hvala za pažnju, savete, energiju i izuzetnu podršku kojom me je izveo na moj profesionalni i životni put,

prof. dr Vićencu Pjuriju, profesoru Univerzitetu u Milanu na Departman za informatiku, mom mentoru, na ukazanoj pomoći i podršci u toku izrade doktorske disertacije,

akademiku prof. dr Dragutinu Zelenoviću, profesoru Univerziteta u Novom Sadu na Fakultetu tehničkih nauka za savete i pomoć pri izradi disertacije.

JP Zavodu za urbanizam Vojvodine, direktoru Vladimiru Zelenoviću, Jasni Lovrić, Jeleni Ignjatić, Draganu Morači, Jeleni Jović, Milku Bošnjajiću i Oliveri Njegovan za veliku pomoć u sprovođenju istraživanja za doktorsku disertaciju,

svim kolegama sa Fakulteta tehničkih nauka, a posebno sa Departmana za industrijsko inženjerstvo i menadžment koji su svojom pomoći, savetima i sugestijama doprineli mom dosadašnjem profesionalnom radu,

mojim roditeljima Milanu i Dragici, bratu Dušanu, supruzi Jeleni, ćerki Katarini i sinu Mijatu za neizmernu pomoć, strpljenje i razumevanje kojom su mi omogućili da uspešno završim rad na doktorskoj disertaciji.

Novi Sad, 2014.

*Aleksandar Rikalović*

# REZIME

Izbor lokacije predstavlja jednu od osnovnih vitalnih odluka u procesu pokretanja, širenja ili promene lokacije proizvodnih sistema svih vrsta. Tradicionalno izbor lokacije proizvodnih sistema bio je baziran skoro isključivo na ekonomskim i tehničkim kriterijumima. Danas, se problem izbora lokacije sagledava iz više aspekata koji zahtevaju viši nivo sofisticiranosti u pogledu zadovoljenja društvenih i ekoloških kriterijuma. Izbor lokacije proizvodnih sistema stoga zahteva kompleksnu višekriterijumsku analizu, koja obuhvata: ekonomske, društvene, tehničke, ekološke i političke faktore što može dovesti do konfliktnih ciljeva. Ovi faktori generalno su opisani različitim indikatorima izraženim na kvantitativan i/ili kvalitativan način u uslovima nepreciznosti i neodređenosti, što povećava složenost problema i dovodi do odlučivanja u uslovima neizvesnosti.

Cilj istraživanja obuhvaćen doktorskom disertacijom zasniva se na razvoju efikasnog modela za izbor lokacije proizvodnih sistema koji treba da obezbedi donosiocu odluka da u okviru definisanog broja koraka dođe do izbora najpogodnije lokacije. Korišćeni prilaz u razvoju modela zasniva se na prepoznavanju i rešavanju glavnih problema sa kojima se investitori suočavaju pri izboru lokacije za proizvodnju u okviru jedne teritorijalne celine (države, regiona). Od velikog broja problema koji su karakteristični za izbor lokacije izdvojeni su: veliki broj potencijalnih lokacija, veliki broj uticajnih faktora, različite dimenzije faktora, dugotrajan proces odlučivanja i izbor adekvatnih alata za podršku odlučivanju. Zbog kompleksnosti problema sa kojima se investitori suočavaju u potrazi za odgovarajućom lokacijom, predložen je pristup izbora lokacije proizvodnih sistema u dva koraka: koji podrazumeva izbor šire lokacije a zatim izbor uže lokacije proizvodnog sistema upotrebom iste metodologije. Proces izbora lokacije podeljen je u pet glavnih faza: definisanje problema, definisanje kriterijuma, generisanje alternativa, analiza kriterijuma i ocenjivanje i rangiranje alternativa.

Posmatrajuću izbor lokacije proizvodnih sistema prevashodno kao prostorni problem, razvijen je model koji se bazira na upotrebi geografskih informacionih sistema, fazi ekspertnih sistema i metoda višekriterijumskih analiza. U okviru predloženog modela razvijeni su sofisticirani sistemi za podršku u odlučivanju pri izboru lokacije proizvodnih sistema: fazi ekspertni sistem za analizu kriterijuma odlučivanja, geografski informacioni sistem za skrining i prostorni sistem za podršku u odlučivanju.

Razvijeni fazi ekspertni sistem predstavlja inovativnu metodologiju za sveobuhvatnu analizu kriterijuma odlučivanja u uslovima neizvesnosti, koji omogućava donosiocu odluka da integriše kvantitativne i kvalitativne indikatore u standardizovane vrednosti kriterijuma. Geografski informacioni sistem za skrining (skeniranje terena) predstavlja efikasan alat za generisanje alternativa i rešavanja problema velikog broja potencijalnih lokacija. Prostorni sistem za podršku u odlučivanju zasnovan na upotrebi geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza obezbeđuje lakše rukovanje velikim brojem podataka i njihovu analizu.

Verifikacija modela urađena je u studiji slučaja izbora lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju, na teritoriji AP Vojvodine u Republici Srbiji. Prema razvijenom modelu urađen je izbor lokacije proizvodnog sistema u dva koraka: U prvom koraku urađen je izbor šire lokacije (opštine), dok je drugom koraku urađen izbor uže lokacije na teritoriji šire lokacije (opštine Indija). Problem je prvobitno definisan i strukturiran nakon čega su definisani kriterijumi odlučivanja. Podaci za istraživanje prikupljeni su kroz primarne i sekundarne izvore, od statističkih podataka, prostornih podataka i planova do izvestaja i studija. Zatim se pristupilo detaljnoj analizi prikupljenih podataka i formiranju prostorne baze podataka. Nakon formiranja prostorne baze podataka upotrebom razvijenog GIS-a urađen je skrining i generisanje alternativa. Uz pomoć fazi ekspertnog sistema urađena je sveobuhvatna analiza kriterijuma odlučivanja i njihova standardizacija. Standardizovani kriterijumi potom su prezentovani u obliku kriterijumskih mapa pogodnosti. Višekriterijumska analiza urađena je uz pomoć eksperata iz oblasti prema predloženom modelu. U GIS-u je predstavljena finalna mapa pogodnosti na osnovu rezultata višekriterijumske analize. Dobijeni rezultati testirani su u analizi osetljivosti koja je potvrdila rezultate višekriterijumske analize, tako da je kao izlaz iz modela predstavljena najpogodnija lokacija za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju, na teritoriji AP Vojvodine u Republici Srbiji.

Na osnovu dobijenih rezultata u analizi šire i uže lokacije proizvodnog sistema može se zaključiti da razvijeni model predstavlja efikasan alat za izbor lokacije koji omogućava sveobuhvatnu analizu lokacija i izbor najpogodnije lokacije za proizvodnju. Primenom razvijenih sistema za podršku u odlučivanju ostvareno je efikasno prikupljanje, upravljanje i analiza podataka čime su ostvareni uslovi za generisanje alternativa, analizu kriterijuma i ocenjivanje i rangiranje alternativa. Na ovaj način rešeni su problemi velikog broja potencijalnih lokacija, velikog broja uticajnih faktora kao i različitih dimenzije faktora. Upotrebom razvijenog modela omogućena je složena analiza problema lokacije i smanjeno vreme potrebno za analizu, tako što se svo vreme model koncentriše samo na bitne karakteristike problema.

# 1 UVOD

## 1.1 Opšta razmatranja

Danas, je izbor lokacije proizvodnih sistema sve kompleksniji sa pojavom globalizacije. Zbog učestalih promena, razvoja tržišne ekonomije, boljih međunarodnih komunikacija, olakšanog protoka kapitala između zemalja i velikih razlika u troškovima radne snage, mnoge firme danas razmatraju otvaranje novih fabrika izvan matičnih zemalja.

Lokacija ima glavni uticaj na ukupni rizik i profit preduzeća (Heizer, 2011). Tako, lokacija može uticati da troškovi transporta iznose i do 25% od prodajne cene proizvoda, kao i na ostale troškove: poreze, plate, sirovine, troškove zakupa itd. Kada se svi troškovi saberu, lokacija može menjati ukupne operativne troškove i za 50%. Izbor lokacije predstavlja jednu od osnovnih vitalnih odluka u procesu pokretanja, širenja ili promene lokacije proizvodnih sistema (PS) svih vrsta.

Složenost struktura proizvodnih sistema i odnosa sa okolinom, promene u zahtevima tržišta, uslovi obezbeđenja ulaznih veličina, karakteristike proizvodnih programa, uslovi privređivanja, uslovi rada, zaštita životne sredine i drugi uticaji određuju lokaciju novih, dok promene u proizvodnim programima, karakteristike procesa rada, učestanost tehnoloških izmena i dejstvo poremećaja uslovljavaju potrebu podešavanja lokacije postojećih proizvodnih sistema (Zelenović 2003).

Kod proširenja kapaciteta preduzeća moguća su sledeća rešenja koja ne uključuju ili uključuju izbor lokacije: proširenje postojećih pogona (tj. bez nove lokacije), održavanje postojećih mesta proizvodnje uz dodavanje novih pogona na drugoj lokaciji i zatvaranje postojećih pogona i preseljenje na drugu lokaciju.

Izbor lokacije dosta zavisi od prirode delatnosti kojom se preduzeće bavi. Za izbor lokacije proizvodnih sistema, osnovna strategija je minimizovanje (smanjenje) troškova, i tek potom inovacije i kreativnost, dok je kod uslužnih delatnosti strategija fokusira maksimizovanje (povećanje) prihoda. Generalno, cilj strategije u izboru lokacije je maksimizovanje koristi od lokacije za preduzeće.

Proizvodne firme smatraju da je korisno da budu blizu kupca kada je transportovanje finalnih proizvoda skupo ili teško. Snabdevači sa proizvodnjom "tačno na vreme" ("Just In Time") teže da budu blizu svojih korisnika (kupaca). Lociraju se u blizini izvora svojih sirovina i blizu svojih dobavljača zbog: troškova transporta, kvarljivosti i veličine.

I proizvodni i uslužni sistemi teže da se lociraju blizu svoje konkurencije. Ovakava tendencija koja se naziva grupisanje (*“clustering”*), često se dešava kada se glavni resurs pronade u regionu. Takvi resursi mogu biti, prirodni, informacioni, izvori kapitala, talenata, kvalitetne radne snage itd.

U prošlosti, izbor lokacije proizvodnih sistema bio je baziran gotovo isključivo na ekonomskim i tehničkim kriterijumima. Danas, kriterijumi za izbor moraju da zadovolje niz društvenih i ekoloških zahteva, koji se sprovode od strane zakonodavstava i državnim propisima. Proces izbora lokacije proizvodnih sistema podrazumeva složenu višekriterijumsku analizu koja obuhvata kompleksni niz kriterijuma koji uključuju ekonomske, društvene, tehničke, ekološke i političke faktore (Badri, 2007).

Odlučivanje se zasniva na brojnim prikupljenim podacima o problemu. Procenjeno je da je 80% podataka koje koriste donosioci odluka pri izboru lokacije predstavljaju geografski odnosno prostorni podaci (Worral, 1991). Problemi odlučivanja koji uključuju geografske podatke nazivaju se geografski ili prostorni problemi odlučivanja (Malczewski, 2004).

Prostorne okolnosti utiču na efikasnost proizvodnog sistema, gde su neke lokacije bolje od ostalih za datu proizvodnju. Veliki broj odluka ima geografski (prostorni) karakter, i pronalaženje dobitničke formule kako izabrati najbolju lokaciju predstavlja izazov za inženjere i naučnike.

Uloženo vreme i sredstva za prikupljanje podataka i njihovu analizu u cilju određivanja optimalne lokacije proizvodnog sistema predstavljaju dobru investiciju u budućnost.

## 1.2 Problem i predmet istraživanja

Izbor lokacije proizvodnog sistema je strateška odluka i u tom smislu predstavlja **kritičnu tačku na putu ka uspehu ili neuspehu proizvodnog sistema**. Cilj izbora lokacije proizvodnih sistema jeste pronalaženje najpogodnije lokacije sa željenim uslovima definisanim kroz kriterijume za izbor.

U procesu izbora lokacije proizvodnih sistema teži se ka optimizaciji broja ciljeva u određivanju pogodnosti određene lokacije za definisani proizvodni sistem. Takva optimizacija često uključuje mnoštvo faktora, ponekad i kontradiktornih. Neki od važnih faktora povećavaju složenost u izboru najpogodnije lokacije uključujući **postojanje brojnih mogućih lokacija**.

Izbor lokacije proizvodnih sistema predstavlja kompleksan zadatak na koga utiče **veliki broj ekonomskih, društvenih, tehničkih, ekoloških i političkih faktora**. Očigledno je da mnogi faktori moraju biti uključeni u procesu donošenja odluke, što čini problematiku izbora lokacije proizvodnih sistema zahtevnom u pogledu izbora adekvatnih alata koji bi omogućili višekriterijumsku analizu i izbor optimalne lokacije proizvodnih sistema.

Jedan od osnovnih problema u analizi faktora je činjenica da treba porediti **faktore različitih dimenzija**, definisanih kao **kvantitativne i kvalitativne vrednosti**. Zbog ove činjenice je neophodno da se faktori interpretiraju i standardizuju pre nego što se uđe u detaljno poređenje faktora. Nije dovoljno samo navesti faktore, nego njihove vrednosti treba da omoguće međusobno poređenje. **Potrebno je integrisati podatke u informacije kao i definisati značaj pojedinih faktora na odluku.**

Većina istraživanja bavi se odlučivanjem u uslovima određenosti. Međutim, problem izbora lokacije proizvodnih sistema dešava se u **uslovima nepreciznosti ("fuzziness") i neodređenosti**, što dovodi do odlučivanja u uslovima neizvesnosti (Malczewski, 2006). Okarketrisan ljudskim načinom rasuđivanja izbor lokacije proizvodnih sistema zahteva upotrebu fazi (rasplnute) logike za tretiranje nepreciznosti i neodređenosti.

Polazeći od zadovoljenja kriterijma definisanih u funkciji cilja proizvodnog sistema, proces izbora lokacije proizvodnih sistema počinje kao prepoznavanje postojeće ili projektovane potrebe da se zadovolji novo ili rastuće tržište. Prepoznavanje ovih potreba inicira seriju aktivnosti usmerenih ka potrazi za geografskim područjem i specifičnoj lokaciji.

**Geografski informacioni sistemi (GIS) su idealni za ovu vrstu preliminar-nih studija**, jer mogu efikasno da upravljaju velikim količinama podataka sakupljenih iz različitih izvora. GIS je sistem podrške u odlučivanju koji obuhvata integraciju prostorno referenciranih podatka u okruženje za rešavanje problema (Cowen, 1988).

**Vremenski faktor** koji je sve samo ne zanemarljiv u postupku analize pogodnosti odedene lokacije, može usloviti da se izbor ubrza i da se pritom donesu pogrešne odluke. **Investitorima u Srbiji je potrebno u proseku 13,1 meseci za razmatranje lokacije pre nego što donesu finalnu odluku** i još 7,9 meseci da se realizuje investicija (USAID, 2008). Upravo, zbog navedenih vremenskih intervala neophodnih da bi se podaci za analizu prikupili i analizirali, javlja se potreba za namenski uređenim geografskim informacionim sistemima koji bi omogućili filtriranje informacija selekcijom, kompresijom i vizuelizacijom.

Jedan od značajnih faktora koji utiče na stepen korišćenja GIS-a u odlučivanju je stil rada rukovodioca. Raspon stilova rada lica koja donose odluku kreće se od ekstremno racionalnih menadžera koji matematičkom logikom analiziraju sve raspoložive informacije do onih koji intuitivno odlučuju donoseći „meke“ odluke bez detaljnog razmatranja činjenica. Zanemarivanjem, svih relevantnih faktora koji utiču na izbor lokacije proizvodnih sistema i isključivanje matematičke logike iz postupka donošenja odluka, zapravo se povećava rizik od nesuspeha PS.

Geografski informacioni sistemi imaju svoje nedostatke u analizi lokacije proizvodnih sistema, koji se ogledaju u nemogućnosti višekriterijumskog odlučivanja i predlaganja optimalnih lokacija. Da bi se omogućilo **višekriterijumsko odlučivanje** i predstavljanje rezultata u GIS okruženju, neophodno je integrisati alate za višekriterijumsko odlučivanje sa GIS-om.

Opšti cilj geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih ana-

liza je da pomognu donosiocu odluka u izboru najpogodnije lokacije. Međutim, svaki od navedenih alata ima svoja ograničenja i ne može se koristiti samostalno u izbor optimalne lokacije.

Zbog kompleksnosti problema neophodno je razviti pouzdan model za izbor lokacije proizvodnih sistema kako bi se na što efektivniji način donosile strateške odluke.

### 1.3 Ciljevi istraživanja

**C**ilj istraživanja je razvoj efikasnog modela za izbor lokacije proizvodnih sistema, koji treba da obezbedi donosiocu odluka da u okviru definisanog broja koraka dođe do izbora najpogodnije lokacije. Potrebno je razviti fleksibilan model koji će u zavisnosti od vrste proizvodnog sistema omogućiti donosiocu odluka da na osnovu svog rasuđivanja i iskustva definiše pravila, relacije i značaj pojedinih uticaja na odluku.

Da bi se pomenuti model razvio neophodno je:

- ◆ Uraditi teoretsko istraživanje uticaja (faktora) na izbor lokacije PS;
- ◆ Definisati kriterijume odlučivanja;
- ◆ Formirati jedinstvenu bazu prostornih podataka;
- ◆ Razviti ekspertski sistem za podršku u odlučivanju;
- ◆ Standardizovati vrednosti svih relevantnih faktora za izbor lokacije PS.
- ◆ Razviti funkcionalni geografski informacioni sistem za oblast zone od interesa;
- ◆ Uraditi skrining zone od interesa radi generisanja alternativa;
- ◆ Razviti prostorni sistem za podršku odlučivanju;
- ◆ Uraditi međusobno vrednovanje kriterijuma metodom višekriterijumske analize i izabrati najpogodniju lokaciju PS;

### 1.4 Hipoteze

**M**oguće je razviti model za izbor lokacije proizvodnih sistema na osnovu identifikovanih uticajnih faktora i primenom geografskih informacionih sistema, fazi ekspertnih sistema i metoda višekriterijumskog odlučivanja.

**L**okacija proizvodnog sistema je uslovljena faktorima šire i faktorima uže lokacije, pri čemu je obe grupe faktora moguće definisati kvantitativnim i kvalitativnim vrednostima.

**M**oguće je razviti fazi ekspertni sistem za interpretaciju i integraciju kvantitativnih i kvalitativnih vrednosti promenljivih u standardizovane vrednosti kriterijuma odlučivanja.

## 1.5 Metode istraživanja i obrade podataka

U skladu sa postavljenim ciljevima istraživanja, primenjena je odgovarajuća metodologija koja je zasnovana na metodama za: analizu i obradu podataka, standardizaciju i integrisanje podataka, višekriterijumsku analizu i metodama za razvoj modela.

### **Metode koje su korišćene za istraživanje:**

- ♦ metode analize i sinteze,
- ♦ metoda systemske analize

### **Metode koje su korišćene za i obradu podataka:**

- ♦ metode statističke obrade
- ♦ metode matematičke logike
- ♦ metode fazi (rasplinite) logike

### **Metode koje su korišćene za višekriterijumsku analizu podataka:**

- ♦ metoda analitičkih hijerarhijskih procesa
- ♦ metoda linearnog dodeljivanja

### **Metode koje su korišćene za razvoj modela:**

- ♦ metode modelovanja
- ♦ deskriptivna metoda

U eksperimentu je korišćen razvijeni model sa navedenim metodama pri izboru lokacije proizvodnog sistema u regionu od interesa za istraživanje.

## 1.6 Značaj i doprinos rada

Disertacijom je dat značajan doprinos projektovanju proizvodnih sistema i nauci o lokaciji. U okviru predloženog modela razvijeni su sofisticirani sistemi za podršku u odlučivanju i izboru lokacije proizvodnih sistema:

- ♦ fazi ekspertni sistem za analizu kriterijuma odlučivanja,
- ♦ geografski informacioni sistem za skrining i
- ♦ prostorni sistem za podršku u odlučivanju.

Razvijeni ekspertni sistem za sveobuhvatnu analizu kriterijuma odlučivanja omogućuje donosiocu odluka da integriše kvantitativne i kvalitativne indikatore (promenljive) u standardizovane vrednosti kriterijuma. Predloženi ekspertni sistem zasnovan na fazi (rasplinitoj) logici doprinosi interpretaciji svih relevantnih faktora u uslovima neizvesnosti i neodređenosti.

Razvijeni geografski informacioni sistem za skrining (skeniranje terena) predstavlja efikasan alat za generisanje alternativa i rešavanje problema izbora lokacije proizvodnih sistema. Na ovaj način omogućuje se prostorno rudarenje podataka ("data mining") i rešava problem velikog broja potencijalnih lokacija.



Prostorni sistem za podršku u odlučivanju zasnovan na upotrebi geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza obezbeđuje lakše rukovanje velikim brojem podataka i njihovu analizu. Međusobnim vrednovanjem standardizovanih kriterijuma u GIS okruženju omogućena je efikasna analiza i izbor lokacije u uslovima velikog broja kriterijuma odlučivanja.

## 1.7 Prikaz po poglavljima

U uvodnom delu prikazana su opšta razmatranja i trendovi u izboru lokacije proizvodnih sistema. Pri tome je izložena osnovna ideja, problem i predmet istraživanja, cilj istraživanja, hipoteze, metodologija istraživanja i značaj i doprinos disertacije.

Drugo poglavlje obuhvata pregled značajnih teoretskih istraživanja koji u užem smislu definišu područje istraživanja i obuhvataju stavove autora o procesu izbora lokacije proizvodnih sistema. U ovom poglavlju predstavljena je nauka o lokaciji kao mutidisciplinarno područje, dato pojašnjenje karakteristika izbora lokacije i pregled uticaja (faktora) na izbor lokacije proizvodnih sistema. Kao poseban deo dat je pregled razvijenih modela za izbor lokacije proizvodnih sistema.

U trećem poglavlju su predstavljeni geografski informacioni sistemi kao alat za prostornu analizu i podršku u odlučivanju. Predstavljena je struktura prostornih podataka, aktuelni koordinatni sistemi i prostorne baze podataka. Sa posebnom pažnjom predstavljene su tehnike prostorne analize sa primerima.

Četvrto poglavlje obrađuje inteligentne sisteme kao metodologiju za podršku u strateškom odlučivanju. U ovom poglavlju sa posebnom pažnjom predstavljeni su inteligentni sistemi zasnovani na veštačkoj-kompjuterskoj inteligenciji. Detaljno su prikazane metode kompjuterske inteligencije: genetski algoritmi, neuronske mreže i fazi (rasplinuta) logika. U nastavku je dat opis ekspertnih sistema i pojašnjenje fazi sistema zaključivanja.

Peto poglavlje bavi se procesom odlučivanja i metodologijom višekriterijumskog odlučivanja. Poseban akcenat dat je fazi modeliranja kao jednoj od najkritičnijih tački u procesu odlučivanja. Predstavljene su višeatributivne metode odlučivanja i sistemima za podršku u odlučivanju. Iz skupa višeatributivnih metoda izdvojene su i prezentovane metoda linearnog dodeljivanja, metoda redosleda prosečnih težina i metoda analitičkih hijerarhijskih procesa.

U šestom poglavlju analizirana je upotreba geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskog odlučivanja. U nastavku poglavlja dato je pojašnjenje nivoa integracije geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskog odlučivanja, kao i pregled dosadašnjih istraživanja. Poseban akcenat stavljen je na prostorne sisteme odlučivanja i na njihovu ulogu u izboru lokacije.

U sedmom poglavlju razvijen je model za izbor lokacije proizvodnih sistema. Proces izbora lokacije podeljen je u pet glavnih faza: definisanje problema, definisanje

kriterijuma, generisanje alternativa, analiza kriterijuma i ocenjivanje i rangiranje alternativa. Posmatrajuću izbor lokacije proizvodnih sistema prevashodno kao prostorni problem, razvijen je model koji se bazira na upotrebi geografskih informacionih sistema (GIS), fazi ekspertnih sistema i metoda višekriterijumskih analiza. Zbog kompleksnosti problema sa kojima se investitori suočavaju u potrazi za odgovarajućom lokacijom, predložen je izbor lokacije proizvodnih sistema u dva koraka: izbor šire lokacije a zatim izbor uže lokacije proizvodnog sistema upotrebom iste metodologije.

U osmom poglavlju izvršena je verifikacija modela u okviru studije slučaja: Izbor lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti u automobilskoj industriji. Na osnovu razvijenog modela urađen je izbor lokacije proizvodnog sistema u dva koraka: izbor šire lokacije a zatim izbor uže lokacije proizvodnog sistema. Studija slučaja realizovna je teritoriji AP Vojvodine i opštine Indija. Na kraju poglavlja urađena je diskusija rezultata i analiza postavljenih hipoteza.

U devetom poglavlju formulisani su zaključci i rezimirano istraživanje uz sumiranje naučnog doprinosa disertacije.

U desetom poglavlju popisana je korišćena literatura po abecednom redu.

## 2 LOKACIJA PROIZVODNIH SISTEMA

### 2.1 Nauka o lokaciji

**N**auka o lokaciji je multidisciplinarno područje koje obuhvata: geografiju, matematiku i ekonomiju. Gde bi bilo najbolje locirati školu, proizvodnju, skladište, deponiju? Ovim pitanjima bave se različite discipline: **operaciona istraživanja, višekriterijemske metode odlučivanja, geografski informacijski sistemi i informatika**. Identifikovati najbolju lokaciju za određenu namenu nije lak zadatak, naprotiv zahteva multidisciplinarni prilaž i upotrebu najsavremenije tehnologije. Danas se ova naučna disciplina bazira na upotrebi kompjutera i specijalizovanih softvera u analizi i rešavanju lokacijskih problema.

Postoje tri načina na koje možemo raditi analizu (studiju) lokacije (Church i Murray, 2007). Prvi prilaž je da **mapiramo** sve što vidimo i pozicioniramo objekte u prostoru uz pomoć koordinata. Prikupljanje prostornih podataka i njihovo povezivanje sa objektima u prostoru je veoma važan zadatak. Ovaj prilaž podržavaju funkcije geografskih informacijskih sistema (GIS) koje obezbeđuju sakupljanje, skladištenje, mapiranje i analizu prostornih podataka. GIS nam omogućava da proizvodimo različite tematske mape (slojeve - "layers") kao što su: namena zemljišta, infrastruktura, zaštićena prirodna dobra, populaciju stanovništva itd. Danas se uz pomoć geografskih informacijskih sistema donosi većina prostornih odluka.

Nauka o lokaciji i geoinformacioni sistemi su se razvijali skoro nezavisno. Razlozi za to su u ranom periodu razvoja nauke o lokaciji kada su problemi lokacije razmatrani kao geometrijski problemi ("*Veberov problem*"). Drugi razlog je što su mnogi modeli u nauci o lokaciji upotrebljavali elemente operacionih istraživanja, gde su tehnike odlučivanja jedanko primenljive i na prostorne i na ne prostorne probleme.

Drugi prilaž u analizi lokacije je da opišemo zašto su određene prostorne odluke donešene. Npr. posmatranjem prostornih klastera određene industrije, gde je jedno individualno preduzeće donelo sličnu odluku kao i druga preduzeća o pozicioniranju svojih proizvodnih postrojenja zasnovanu na nekoj vrsti nagomilavanja kritične mase (kapitala, radne snage, infrastrukture...). Ovakav prilaž zove se **opisni prilaž**. Deskriptivni ili opisni prilaž pokušava da opiše zašto se određene pojave dešavaju.

Treći prilaž u analizi lokacije jeste da se pronađe najbolja lokacija za određenu namenu, ili najbolji set lokacija za datu aktivnost. Ovakav prilaž podrazumeva **razvoj modela**, na osnovu koga treba da pronaći optimalnu lokaciju koja bi bila najbolja za

naše poslovanje. Mnogi modeli su razvijeni na osnovu teoretskih istraživanja. Danas postoji značajan broj razvijenih modela za izbor lokacije za specifične namene kao što su: izbor lokacije za školu, proizvodnju, skladište, deponiju...

*“Lokacija, lokacija, lokacija!”*. Nema sumnje da je to istina, za donošenje odluka o izboru lokacije mnogih područja, kao što su: trgovina, usluge, proizvodnja, distribucija (skladišta), upravljanje prirodnim resursima (termoelektrane, hidroelektrane, solarne elektrane...). *“Sve je povezano sa svime, ali bliže stvari su više povezane nego one koje su dalje”* (Tobler, 1970).

Neki lokacijski problemi mogu biti rešeni samo upotrebom geografskih informacionih sistema bez upotrebe operacionih istraživanja ili metoda višekriterijumskih analiza. Takođe određen broj problema može biti rešen tehnikama operacionih istraživanja ili metodama višekriterijumskih analiza. Ali problem izbora lokacije proizvodnih sistema zahteva kombinaciju funkcija geografskih informacionih sistema u analizi velikog broja prostornih podataka (infrastruktura, namena zemljišta, blizina tržišta i dobavljača...), tehnika operacionih istraživanja u kreiranju modela i algoritama i metoda višekriterijumskih analiza.

Lokacijski problemi predstavljaju posebnu klasu problema optimizacije. Najčešće se zahteva minimizacija rastojanja, ukupnog vremena putovanja ili nekog drugog parametra. Svaki lokacijski problem, kao i njegova forma – funkcija cilja, uslovi i promenljive su svaki za sebe specifični, pa ne postoji univerzalni algoritam koji bi se mogao primeniti na rešavanje svih lokacijskih problema.

Lokacijski problemi se mogu podeliti i na osnovu broja objekata koje treba locirati na:

- ◆ lokacijske probleme kod kojih je broj objekata unapred poznat (prosti problemi) i
- ◆ one kod kojih je broj objekata nepoznata veličina koja se dobija kao rezultat optimizacije (složeni problemi).

Dobar primer lokacijskih problema kod kojih je broj objekata unapred poznat je lociranje jednog proizvodnog sistema (Kratice, 2001; Hansen, 2007). Za primer lokacijskih problema kod kojih je broj objekata nepoznata veličina možemo uzeti mrežne probleme kao što su problem lociranja većeg broja skladišta (Church, 1974; Boffey, 1997).

Važno je istaći da su *“greenfield”* lokacije odnosno rešavanje problema lokacije od samog početka slabo zastupljeni u aplikacijama. U većini slučajeva imamo postojeće delove sistema koji su u funkciji, gde je potrebno locirati jedno ili više novih postrojenja u svrhu opsluživanja ili zajedničke funkcije sa već postojećim elementima sistema. Kao posledica ovoga potrebno je pronaći i u prostoru predstaviti sve elemente sistema kao i transportne veze sa dobavljačima sirovog materijala.

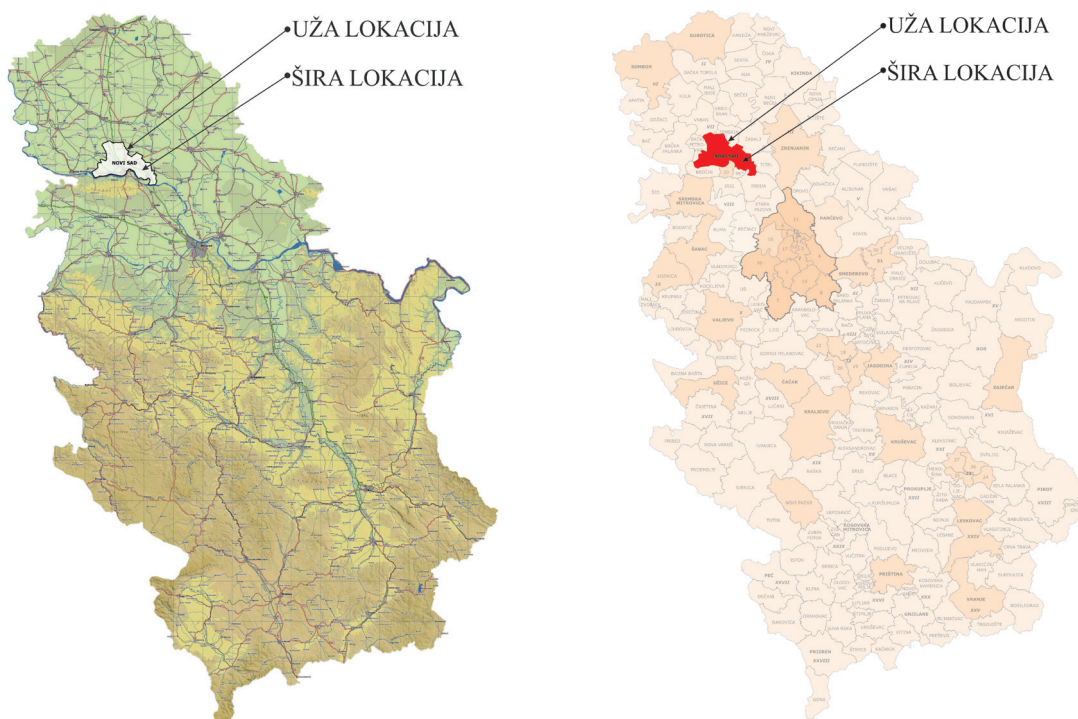
## 2.2 Izbor lokacije proizvodnih sistema

Autori koji se bave lokacijom proizvodnih sistema se fokusiraju uglavnom na modele za podršku odlučivanju, pritom analizirajući lokaciju jednog proizvodnog sistema (Hübner, 2007). Prema Zelenoviću postupak izbora lokacije obuhvata:

- ◆ utvrđivanje skupa, uticajnih činilaca relevantnih za izbor lokacije,
- ◆ predviđanje i ocenu intenziteta, pravca i smera njihovog dejstva u datom vremenu i datim uslovima okoline sa stanovišta procesa odlučivanja o lokaciji,
- ◆ vrednovanje varijanti mogućih rešenja i izbor optimalne varijante.

Primena predmetnog postupka je od podjednakog značaja kako pri utvrđivanju šire tako i pri određivanju uže lokacije. Pod pojmom šira (makro) i uža (mikro) lokacija podrazumeva se (Slika 1):

- ◆ **ŠIRA LOKACIJA** - područje koje zadovoljava osnovne uslove za izgradnju i razvoj predmetnog radnog sistema uz minimalne troškove izvođenja procesa rada i
- ◆ **UŽA LOKACIJA** - mesto u području šire lokacije koje zadovoljava uslove procesa rada i omogućava otklanjanje ograničenja realne neposredne okoline.



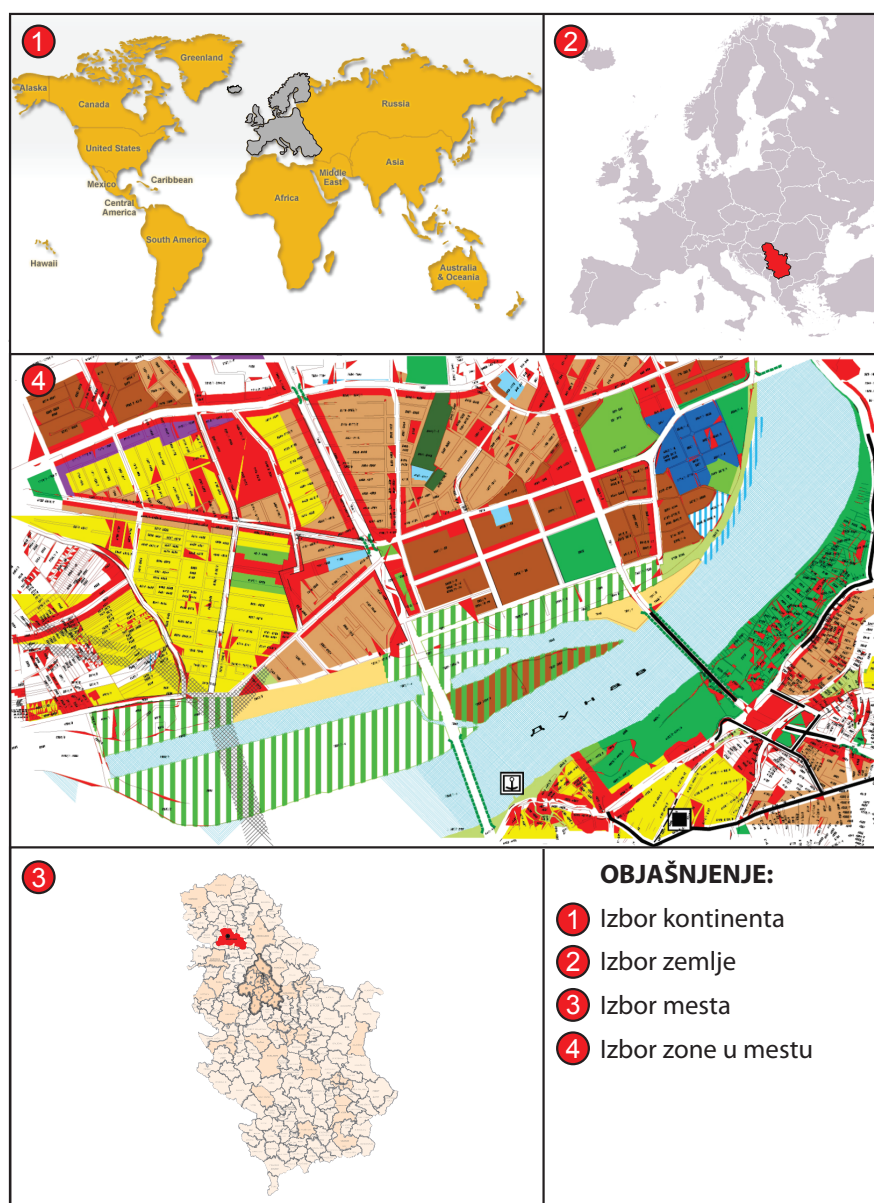
Slika 1. Prikaz šire i uže lokacije proizvodnih sistema

Bankhofer takođe sugeriše dvostepeni pristup, polazeći od izbora makro lokacije, a zatim izbor mikro lokacije. U okviru svakog koraka biraju se samo izvodljive lokacije koje su unapred odabrane uz pomoć tehnika skrininga. One alternativa koje

su prošle skrining i zadovoljavaju minimalne zahteve ulaze u proces detaljne analize. Da bi olakšala detaljna analiza Bankhofer koristi različite kvantitativne i kvalitativne metode, i predlaže novi pristup zasnovan na multivarijacionim statističkim analizama (Bankhofer, 2001).

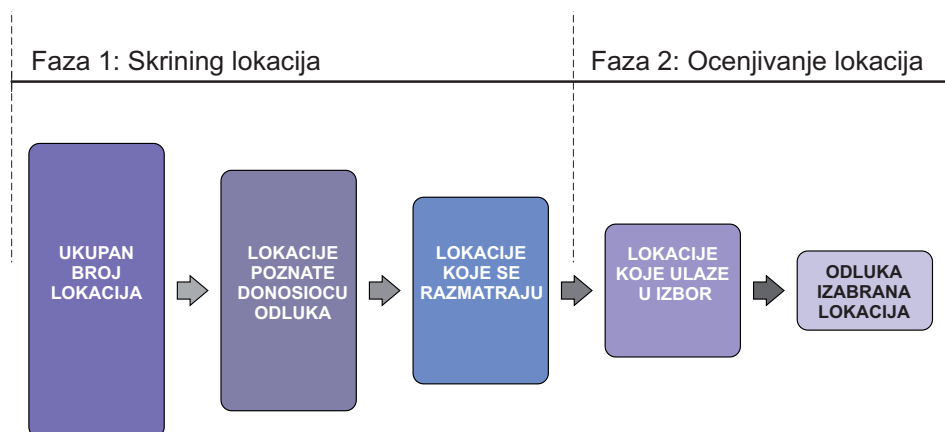
Autschbach predlaže izbor lokacije u tri koraka: izbor zemlje, grubu analizu i detaljnu analizu potencijalnih lokacija (Autschbach, 1997). Gete sugerise proces koji se sastoji od pet faza: razvoj koncepta, izbor zemlje, makro analiza, mikro analiza i odluka. On predlaže korišćenje kvalitativnih alata kao što su kontrolne liste, metode profilisanja i modele bodovanja za procenu potencijalnih lokacija u okviru različitih faza analize (Goette, 1994).

Osnovni koraci u postupku izbora lokacije na međunarodnom i nacionalnom planu su dati prema Slici 2:



Slika 2. Osnovni koraci u postupku izbora lokacije proizvodnih sistema

Prikupljanje informacija o lokacijama omogućava generisanje baze podataka o potencijalnim lokacijama. Upotrebom kriterijuma za izbor kroz nekoliko iteracija, postepeno se sužava broj potencijalnih lokacija. Od ukupnog broja izvodljivih lokacija, donosilac odluka je svestan samo određenog broja, od kojih samo određeni broj lokacija zadovoljava kriterijume. Prikupljanjem dodatnih informacija o lokacijama koje zadovoljavaju osnovne kriterijume za izbor stvara se grupa lokacija koje ulaze u uži izbor. Iz ove grupe na osnovu kriterijuma za izbor donosilac odluke bira najbolju lokaciju (Slika 3).



Slika 3. Potencijalne lokacije

## 2.3 Karakteristike izbora lokacije proizvodnih sistema

U današnjem društvu problem izbora lokacije proizvodnih sistema je okarakterisan sa višekriterijumskim ciljevima i velikim brojem uticaja. Kratak opis problema koji su karakteristični za finalan izbor lokacije dat je u Tabeli 1 (Williams i Massa, 1983; Keeney, 1980):

Tabela 1. Pregled karakterističnih problema u izboru lokacije proizvodnih sistema

Problemi izbora lokacije	Objašnjenje
Brojne moguće lokacije	U regionu od interesa obično je stotine potencijalnih lokacija koje mogu biti izabrane za određeni PS. Svaka od ovih lokacija obično zadovoljava osnovne kriterijume za izbor.
Višestruki ciljevi	Često se događa da se dešavaju kontradiktornosti između više ciljeva vezanih za problem izbora lokacije. Npr. cilj da se minimalan kapital uloži u investiciju može biti kontradiktoran sa ciljem za dugoročnom zaštitom životne sredine.

Neopipljivi (teški za kvantifikovanje) ciljevi	Mnogi ciljevi imaju nedostatak načina za kvantifikovano mērenje. Npr. Društveno remećenje zajednice kao rezultat očekivanog brzog priliva radnika tokom izgradnje...
Raznovrsnost interesnih grupa	Često odluke investitora utiču na više različitih društvenih grupa u pogledu njihove dosadašnje organizacije. Te društvene grupe mogu uključivati potrošače, lokalno građanstvo, ekološke i sl. U organizaciji vlasnik, menadžment, akcionari i zaposleni mogu imati različite poglede prema određenoj lokaciji.
Procena uticaja	Postavljanje vrednosti o uticaju svakog cilja može da bude problematično. Nije dovoljno da se navede da li hoće ili neće imati uticaj. Neophodno je da vrednost omogući proces poređenja.
Uticaj vremena "tajminga"	Uticaji različitih interesa u većini studija o izboru lokacije ne mogu se desiti u isto vreme i mogu se/ne mogu, nastaviti i tokom trajanja projekta.
Uticaj neizvesnosti	Praktično je nemoguće tačno predvideti sve moguće uticaje svih faktora koji utiču na izbor lokacije za PS. Uvek će postojati neizvesnosti u pogledu zaštite životne sredine, aktuelnih troškova, prirodnih nepogoda i sličnih pitanja.
Odlaganja/Kašnjenja	Dobijanje dozvola i izgradnja su primeri nepredvidljivih kašnjenja koji mogu značajno uticati na ekonomsku održivost projekta.
Nekontrolisane prirodne nepogode	Nekontrolisani i nepredvidivi prirodni fenomeni kao što su oluje, poplave, zemljotresi i slične pojave mogu uticati na pogodnost lokacije i dovesti do neizvesnosti investicije.
Vrednost kompromisa	Odluke u pogledu kompromisa, posebno među više kontradiktornih (usprotivljenih) ciljeva su izazovi za donosioca odluka.
Pravednost	Određivanje jednakosti i pravednosti prema svim interesnim grupama mogu biti težak zadatak koji podrazumeva složene vrednosne sudove.
Stav interesnih grupa prema riziku	Utvrđivanje stava interesnih grupa prema riziku je važno za pravilan izbor lokacije. To je poseban izazov zbog mnogih neizvesnosti i mogućeg većeg broja aktera koji mogu biti uključeni u proces izbora lokacije PS
Neizvesnost u državnim odlukama	Odluke državnog aparata mogu da imaju veliki uticaj na atraktivnost različitih lokacija. Međutim, odluke o izboru lokacije moraju biti blagovremene, a neizvesnost oko budućih državnih odluka će uvek biti prisutna.



## 2.4 Pregled uticaja na izbor lokacije proizvodnih sistema

Istorijski gledano, fokus istraživanja o lokaciji proizvodnih sistema bio je na istraživanju faktora koji utiču na izbor lokacije proizvodnih sistema. Važnost koju igraju faktori pokazuje njihovu široku upotrebu u studijama o izboru lokacije proizvodnih sistema (Isard, 1956; Greenhut, 1974; Smit, 1981).

U svojim sagledavanjima planiranja lokacije proizvodnih sistema, naglašavaju se značaj kritičnih faktora potražnje (lokacija konkurenata, blizina potrošača, itd.), kao i troškovnih faktora (zemljište, rad, materijal, prevoz, itd.). U literaturi se uglavnom podrazumeva da što je donosilac odluke razvio bolju identifikaciju, analizu i procenu ovih kritičnih faktora, proces donošenja odluka će se poboljšati, a rezultat će biti **dugoročno poboljšanje uslova u poslovanju**.

Uslov za razvoj svake važeće odluke je **pouzdan model** za identifikaciju validnih i pouzdanih faktora. U potrazi za tim ciljem renomirani autori sproveli su studije, koje su dale rezultat u vidu identifikacije četrnaest kritičnih faktora koji utiču na izbor lokacije proizvodnih sistema. Ovi utvrđeni “kritični faktori” su oni koji treba da budu ocenjeni od strane donosilaca odluka u cilju postizanja odluke o lokaciji proizvodnih sistema. U Tabeli 2 Badri je dao prikaz kritičnih faktora razmatranih od strane velikog broja autora.

Tabela 2. Pregled kritičnih faktora za izbor lokacije proizvodnih sistema (Badri, 2007)

Kritični faktori	Objašnjenje kritičnih faktora	Reference
Transport	Cevovod; Autoput; Železnica; Vodeni tokovi; Kamionski transport; Troškovi špedicije sirovog materijala; Troškovi transporta gotovog proizvoda; Dostupnost poštanskih usluga; Skladištenje; Dostupnost veleprodaje.	Hoover, 1937; Losch, 1954; Greenhut, 1956, 1962; Alexander et al., 1959; McMillan, 1965; Beckmann, 1968; Chisholm, 1971; Fales and Moses, 1972; Nelson, 1973; Lowe and Moryadas, 1975; Bater and Walker, 1977; Moriarty, 1980; Hoyle et al., 1981; Schmenner, 1982; McKinnon, 1983, 1989; Haitani and Marquis, 1990; Gold, 1991; Pietlock, 1992; Thisse et al., 1996.
Radnici (Radna snaga)	Niska cena rada; Stav radnika; Upravljanje radnicima; Obučenosn radnika; Veštine radnika; Nivo plata; Neobučeni radnici; Sindikati; Nivo obrazovanosti radnika.	Greenhut, 1956, 1962; McMillan, 1965; Townroe, 1969; Olson, 1971; Carnoy, 1972; Rees, 1972, 1983; Norcliffe, 1975; Sant, 1975; Keeble, 1976; Friedman, 1977; Pred, 1977; Dicken and Lloyd, 1978; Gudgin, Malecki, 1984; Massey, 1984; Noyelle and Stanback, 1984; Grundwald and Flamm, 1985; Saxenian, 1985; Dicken, 1986; Lund, 1986; Ballance, 1987; Hanson, 1988; Schoenberger, 1988; Haitani and Marquis, 1990; Coughlin et al., 1990, 1991; Gold, 1991; Pietlock, 1992; Wheeler and Mody, 1992.

<b>Sirovine</b>	Neposredna blizina dobavljača sirovina i delova; Dostupnost sirovina; Dostupnost skladišta za skladištenje sirovina i delova; Troškovi transporta sirovina.	Weber, 1929; Greenhut, 1956, 1981; McMillan, 1965; Auty, 1975; Miller, 1977; Moriarty, 1980; Schmenner, 1982 & Storper, 1985; Wheeler and Mody, 1992.
<b>Tržište</b>	Postojanje potrošača; Postojanje proizvodnje; Potencionalni potrošači; Troškovi transporta do prodajnih mesta; Usluge marketinga; Povoljan konkurentski položaj; Dolazeći trendovi; Trend (rasta/pada) populacije; Karakteristike potrošača; Lokacija konkurencije; Šanse za napredovanje; Veličina tržišta; Blizina povezanih industrija.	Fetter, 1924; Hotteling, 1929; Hoover, 1948; Losch, 1954; Greenhut, 1956, 1962, 1981; McMillan, 1965; Chisholm, 1971; Carnoy, 1972; Beyers, 1974; Foust, 1975; Miller, 1977; Pred, 1977; Dorward, 1979; Moriarty, 1980; Schmenner, 1982; Dorfman and Route, 1983; Gough, 1984; Walters and Wheeler, 1984; Saxenian, 1985; Lund, 1986; Tosh et al., 1988; McKinnon, 1989; Haitani and Marquis, 1990; Pietlock, 1992; Simons, 1992; Wheeler and Mody, 1992.
<b>Komunalne usluge</b>	Stav zaposlenih u komunalnim preduzećima; Snabdevanje vodom; Troškovi i kvalitet vode; Raspoloživost prostora (postrojenja) za industrijski otpad; Dostupnost goriva; Troškovi goriva; Dostupnost električne energije; Troškovi električne energije; Dostupnost gasa; Adekvatnost kanalizacije; Dostupnost rudnika; Dostupnost nuklearnih postrojenja.	Greenhut, 1956; McMillan, 1965; Bater and Walker, 1977; Heckman, 1978; Moriarty, 1980; Forbes, 1982; Schmenner, 1982 & Walters and Wheeler, 1984; McConnell and Schwab, 1990; Gold, 1991; Pietlock, 1992; Rex, 1993.
<b>Industrijsko zemljište</b>	Pristupačnost zemljišta; Troškovi industrijskog zemljišta; Razvijena industrijska zona; Prostor za buduće širenje proizvodnje; Troškovi osiguranja; Dostupnost kreditnih institucija; Blizina drugih industrija; Razvoj industrijskih projekata u zemlji; Stav finansijskih agenata.	Hoover, 1948; Greenhut, 1956; Eversley, 1965; McMillan, 1965; Smith, 1966, 1981; Chisholm, 1971; Spooner, 1974; Bater and Walker, 1977; Gudgin, 1978; Lipietz, 1980; Moriarty, 1980; Sable, 1982; Schmenner, 1982; Kostler, 1984; Lloyd and Mason, 1984; Norcliffe, 1984; Brusco, 1985; Grundwald and Flamm, 1985; Hall, 1985, 1985; Mason and Harrison, 1985; Mason, 1987; Hudson, 1988; Coughlin et al., 1990, 1991; McConnell and Schwab, 1990; Wheeler and Mody, 1992.
<b>Stav vladajućih struktura</b>	Gradevinske dozvole; Naknade; Inspekcije; Zakoni; Osiguranje.	Greenhut, 1956; McMillan, 1965; Schmenner, 1982; Rees, 1983; Hudson, 1988; Tosh et al., 1988; Coughlin et al., 1990, 1991; Young, 1994.
<b>Poreska struktura</b>	Osnovna poreska procena; Poreske stope za industrijsku imovinu; Struktura poreza u državi; Poreske olakšice.	Greenhut, 1956; McMillan, 1965; Moriarty, 1980; Schmenner, 1982; Tosh et al., 1988; Haitani and Marquis, 1990; Coughlin et al., 1990, 1991; Wheeler and Mody, 1992; Fleischman, 1995; Young, 1994; Luce, 1994.
<b>Klima</b>	Prosečne padavine kiše, snega; Uslovi za život; Relativna vlažnost vazduha; Prosečne mesečne temperature; Zagađenje vazduha.	Greenhut, 1956; McMillan, 1965; Dean, 1972; Spooner, 1974; Moriarty, 1980; Schmenner, 1982; Haitani and Marquis, 1990; McConnell and Schwab, 1990.
<b>Zajednica</b>	Fakulteti i istraživačke institucije; Stav zajednice; Kvalitet škola; Verski objekti; Biblioteke; Rekreacija; Stav lidera zajednice; Medicinske ustanove; Tržni centri; Hoteli i moteli; Banke i kreditne institucije; Stav zajednica prema budućem širenju proizvodnje.	Greenhut, 1956; Eversley, 1965; McMillan, 1965; Dean, 1972; Spooner, 1974; Bater and Walker, 1977; Mason and Harrison, 1977; Massey, 1977, 1979, 1984; Gudgin, 1978; Moriarty, 1980; Schmenner, 1982; Rees, 1983; Grundwald and Flamm, 1984; Lloyd and Mason, 1984; Malecki, 1984; Hall, 1985; Dicken, 1986; Ballance, 1987; Mason, 1987; Haitani and Marquis, 1990; McConnell and Schwab, 1990; Simons, 1992; Rex, 1993.

Pregled empirijskih studija o lokaciji proizvodnih sistema otkriva neke od najuticajnijih faktora u donošenju odluke za lociranje proizvodnih postrojenja na određenim lokacijama (Mazzarol i Choo, 2003; Vood i Par, 2005). **Najčešće navedeni faktori su udaljenost tržišta, rastojanje do dobavljača materijala, troškovi rada, produktivnost radnika, dostupnost radne snage, adekvatnost prevoza, blizina proizvođača delova, industrijska klima, porezi, očekivanja rasta tržišta, transportni troškovi, dostupnost zemljišta za buduće lokacije proširenja, cena i dostupnost komunalnih usluga, politička klima (prema poslu), rast stanovništva i dohotka potrošača.**

U novije vreme pojavili su se novi faktori koji su vredni razmatranja. Ovi faktori uključuju blizinu škola i univerziteta (Audretsch i Stiven, 1996), način povezanosti između vertikalno povezanih industrija (Carod, 2005), karakteristike trendova stanovništva (Mazzarol i Choo, 2003), procenat tržišnog udela ili očekivanog tržišnog udela (Drezner i Drezner, 1996), promene na lokaciji korisnika (Hansen i Roberts, 1996), iznos očekivanog razvoja potencijala u regionu (Wojan i Pulver, 1995), nivo plata (Ma, 2006), promene u transportnim stopama (Leitham i dr., 2000), lokacija konkurencije (Siebert, 2006), vrste i dostupnosti resursa (Chan, 2005), efekat promena u lokalnoj tražnji (Figueiredo i dr., 2002), i zakoni koji regulišu zagađenja i opasan otpad (Groothuis i Miller, 1994).

Mnogi autori ističu da je mali broj istraživanja obuhvatio **međunarodne faktore** koji utiču na lokaciju savremenih proizvodnih sistema (Siebert, 2006; Carod, 2005), snažno sugerišući da odnos vlada domaćina prema dugoročnim stranim investicijama može biti vrlo složen. Pored ovih autora, Tomback sugerise da je lokacija u međunarodnom kontekstu igra vremena. U Tabeli 3 dat je prikaz međunarodnih lokačkih faktora.

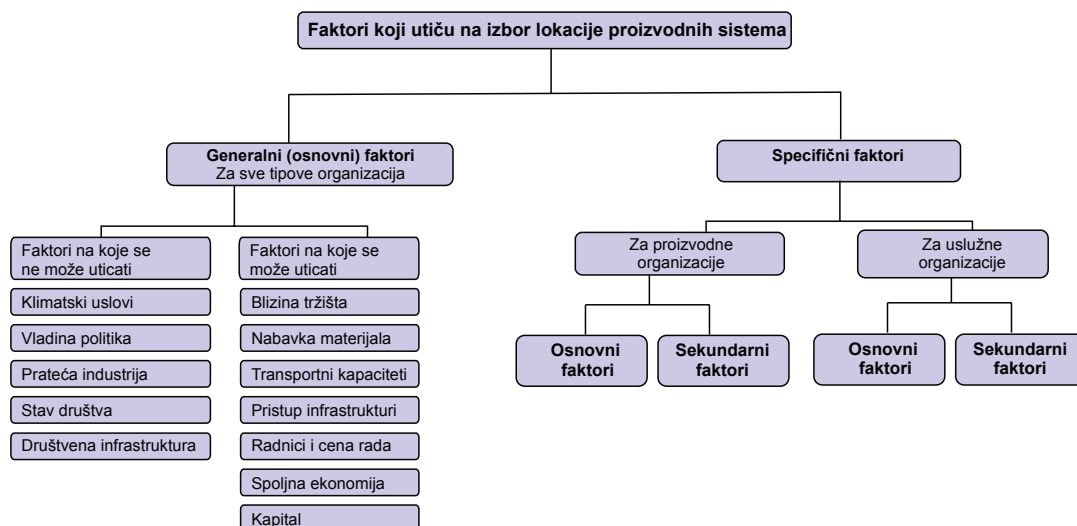
Pojava “*ekonomskih blokova*”, “*jedinstvenih tržišta*”, ili “*običnih tržišta*”, gde firme žele da budu bliže jedna drugoj uveli su nove dimenzije u razmatranjima vezanim za međunarodnu lokaciju (Engelstoft i dr., 2006; Drvo i Par, 2005). Istraživači naglašavaju da će **ekonomska integracija** promeniti podsticaje za lociranje u određenim regionima. Drugi istraživači (Yurimoto i Masui, 1995; Chan, 2005) ukazuju da međunarodna tržišta postaju otvorenija kao posledica smanjenja domaćih trgovinskih barijera. Oni ukazuju da će povećana otvorenost verovatno imati dalekosežne implikacije za donošenje odluke o lokaciji.

Nedavne studije međunarodnih lokacija su naglasile značaj drugih faktora vezanih za politički rizik takvih odluka (državna stabilnost; struktura vlade, doslednost politike vlade i stav vlade prema stranim ulaganjima). Mnogi primećuju da politički rizik ima visok stepen subjektivnosti i da je teško formulisati jasan politički stav (Anet, 2001; Smit-Hamilton i Omar, 2005). Druge nedavne studije su se fokusirale na značaju društveno-kulturnih faktora.

Tabela 3. Pregled međunarodnih lokacijskih faktora

Internacionalni (Međunarodni) lokacijski faktori		
Politička situacija u stranoj zemlji	Odnosi sa zapadom; Istorijat zemlje; Stabilnost režima; Zaštita od ekspropiracije; Ugovori i paktovi; Stav Ujedinjenih nacija; Tip vojnog saveza; Stav prema stranom kapitalu.	Carnoy, 1972; Dicken and Lloyd, 1978; Anell and Nygren, 1980; Hughes and Ohlin, 1980 & Ballance, 1987; Wheeler and Mody, 1992; Young, 1994.
Globalna konkurencija i opstanak	Materijal i radna snaga; Tržišne šanse; Dostupnost kapitala; Blizina internacionalnih tržišta;	Friedman, 1977; Ballance, 1978; Forbes, 1982; Grundwald and Flamm, 1985; Haitani and Marquis, 1990; Pietlock, 1992; Wheeler and Mody, 1992.
Vladine regulacije	Jasni investicioni zakoni; Regulacija zajedničkih ulaganja i spajanja; Porezi ka stranim kompanijama; Zakoni za stranu svojinu; Zakoni u kom procentu zaposleni mogu biti stranci.	(Anell and Nygren, 1980; Hudson, 1983; Ward, 1982; Rees, 1983; Haitani and Marquis, 1990; Coughlin et al., 1990, 1991; Wheeler and Mody, 1992.
Ekonomski faktori	Životni standard; Dohodak po glavi stanovnika; Vrednost valute; Bilansi plaćanja; Programi vladine pomoći industriji.	Dicken and Lloyd, 1978; Forbes, 1982; Hudson, 1983, 1988; Walters, 1984; Ballance, 1987; Schoenberger, 1988; Haitani and Marquis, 1990; Coughlin et al., 1990, 1991; Pietlock, 1992; Wheeler and Mody, 1992.

Kumar i Suresh u svojoj knjizi *Proizvodni i operacioni menadžment* dele faktore na osnovne i specifične, odnosno na one na koje se može uticati i na one na koje nije moguće uticati (Slika 4). Na ovaj način data je nova dimenziju sagledavanja faktora na izbor lokacije proizvodnih sistema kroz mogućnosti uticaja na pojedine faktore.



Slika 4. Faktori koji utiču na izbor lokacije proizvodnih sistema

## 2.4.1 Osnovni uticaji na izbor lokacije

Izbor lokacije proizvodnih sistema uslovljen je nizom faktora-uticaja (Slika 5), koji u velikoj meri mogu uticati na uspeh odnosno ne uspeh proizvodnih sistema. Optimizacija velikog broja uticaja na relevantne osnovne uticaje na proizvodni sistem data je kroz uticaje na širu i užu lokaciju (Zelenović, 2003).

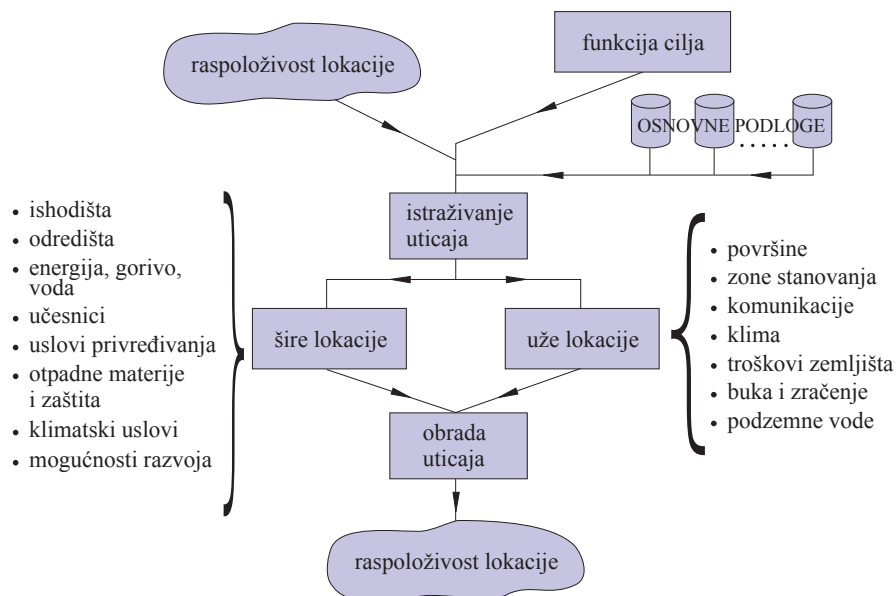
Osnovni uticaji na izbor lokacije određuju pogodnost lokacije sa stanovišta ulaznih veličina - resursa, karakteristika procesa rada i izlaznih veličina - tržišta, javnih servisa i komunikacija.

### 2.4.1.1 Uticaji na izbor šire lokacije

Izbor šire lokacije proizvodnog sistema je, u najvećoj meri, uslovljen karakteristikama proizvodnog programa. Tako na primer, blizina dobavljača i potrošača je od posebnog značaja za proizvodne programe visokih troškova transporta, klimatski uslovi za programe koji traže određene uslove u pogledu temperature i vlažnosti, kvalitet učesnika za radno intenzivne procese povišenog stepena složenosti.

### 2.4.1.2 Uticaji na izbor uže lokacije

Određenost šire lokacije predstavlja potreban uslov za postavljanje proizvodnog sistema. Produbljena analiza područja šire lokacije radnog sistema određuje dovoljne podloge za izbor uže lokacije proizvodnog sistema - mesta izgradnje. Čitav niz uticajnih činilaca od posebnog značaja uslovljava kvalitet izbora.



Slika 5. Osnovni uticaji na izbor lokacije proizvodnih sistema (Zelenović, 2003)

Izbor lokacije, kako je naglašeno, je uslovljen nizom uticaja **objektivnog ili subjektivnog karaktera** različitih po jačini, pravcu i smeru dejstva, pri čemu:

♦ **uticaji objektivnog karaktera,**

predstavljaju uticaje čije se dejstvo može izraziti na kvantitativan način u određenim jedinicama mere - novčanim, masenim, energetskim i na sličan način;

♦ **uticaji subjektivnog karaktera,**

čine skup uticaja okarakterisanih kvalitativnim izrazom - da/ne, više/manje, bolje/lošije ili na sličan način.

**Uticaji obe vrste mogu biti:**

- osnovni, koji opredeljuju u najvećoj meri odluku, i
- posebni, koji oslovljavaju nivo kvaliteta odluke.

Pregled osnovnih uticaja objektivnog i subjektivnog karaktera dat je u Tabeli 4. U mnoštvu uticaja različitog karaktera u nizu slučajeva se izdvajaju neki koji uslovljavaju određeno rešenje. Tako na, primer, za procese rada koji zahtevaju povećanje količine vode lokacije oskudne vodom moraju biti eliminisane bez obzira na atraktivnost drugih uticaja-ovakve uticaje nazivamo **kritičnim uticajama** koji su eliminatorne prirode, odnosno oni eliminišu sve opcije koje ne ispunjavaju dati kritični uticaj.

**Osnovni problem pri izgradnji modela za izbor lokacije leže u činjenici da treba upoređivati uticaje različitih dimenzija i često neodređene jačine, pravca i smera dejstva. U rezultatu prisustva predmetnih problema razvijeno je više modela i metoda za izbor lokacije od kojih se navode:**

- ♦ Model minimuma transportnih troškova;
- ♦ Model dimenzione analize i
- ♦ Inteligentni prilaz u izboru lokacije zvanovan na GIS-u.

Tabela 4. Objektivni i subjektivni uticaji na izbor loakcije proizvodnih sistema (Zelenović, 2003)

<b>Objektivni</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• troškovi resursa – M, E, I</li> <li>• troškovi rada</li> <li>• troškovi zemljišta i objekata</li> <li>...</li> <li>• troškovi infrastrukture</li> <li>• doprinosi i takse</li> </ul>
<b>Subjektivni</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klimatski uslovi</li> <li>• raspoloživost saobraćaja</li> <li>• obrazovni sistem</li> <li>...</li> <li>• mogućnost proširenja</li> <li>• raspoloživost učesnika – radne snage</li> </ul>

## 2.5 Modeli izbora lokacije proizvodnih sistema

### 2.5.1 Model minimuma transportnih troškova

Alfred Weber je formulisao teoriju lokacije proizvodnih sistema u kojima se proizvodni sistemi nalaze na mestu gde su troškovi transporta sirovina i finalnog proizvoda minimalni (model minimuma transportnih troškova). On je izdvojio dva posebna slučaja. U jednom, težina finalnog proizvoda je manja od težine sirovog materijala koji ulazi u izradu proizvoda. To je slučaj "smanjenja mase". U drugom finalni proizvod je teži od sirovog materijala koji treba transportovati. Obično je ovaj slučaj sveprisutan i zove se slučaj "povećanja mase". U slučaju da transportni troškovi čine kritične osnovne uticaje model izbora lokacije može biti određen u vidu (Weber, 1929):

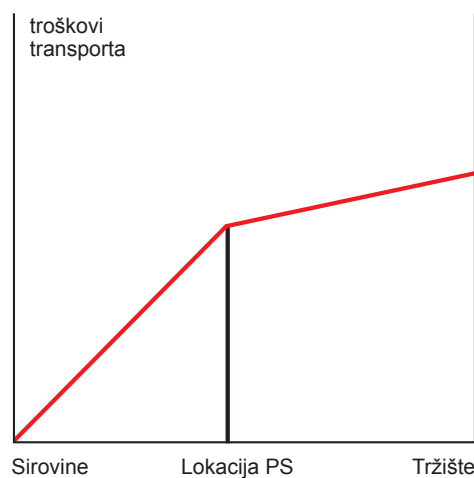
$$[\min] T_{ru} = \min \left[ \sum_{i=1}^{i=n} T_{ri} \cdot q_i \cdot d_i \right] \quad [\text{novč. jed.}] \quad (1)$$

gde je:

$T_{ru}$  [novč. jed.] - ukupni transportni troškovi između lokacije "i" i postojeće lokacije;  $T_{ri}$  [novč. jed./jed. m] - transportni troškovi po jedinici transporta i rastojanja na predmetnoj relaciji;  $q_i$  [tr. jed.] - ukupan broj transportnih jedinica na predmetnoj relaciji;  $d_i$  [m] - rastojanje lokacije "i" i postojeće lokacije.

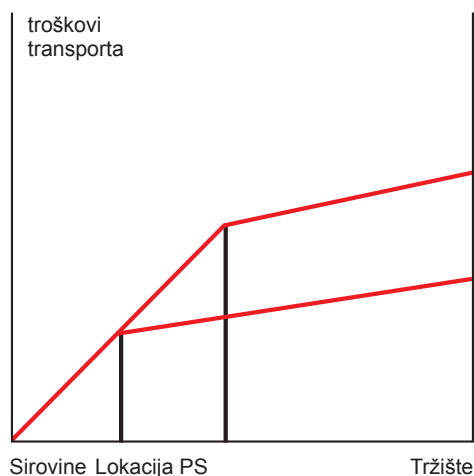
Rešenje problema date vrste je moguće ostvariti primenom metoda operacionih istraživanja - transportni problem, simpleks metod, "stepping-stone metod", modifikovani distributivni metod...

Slika 6 prikazuje situaciju u kojoj se proizvodni sistem za preradu nalazi negde između izvora i tržišta. Troškovi za transport se nalaze sa leve strane proizvodnog sistema za preradu i predstavljaju trošak transporta sirovog materijala od dobavljača do PS. Troškovi transporta sa desne strane PS za preradu predstavljaju troškove transporta finalnog proizvoda do kupca. Napomena: linija rasta sa leve strane PS za preradu ima strmiji nagib od one na desnoj strani.



Slika 6. Slučaj "smanjenja mase" - PS je jednako udaljen od sirovine i tržišta

Slika 7 prikazuje situaciju ukoliko PS pomerimo ka izvoru sirovina. U ovom slučaju troškovi transporta finalnog proizvoda isporučenih tržištu niži su nego u prethodnoj lokaciji.



Slika 7. Slučaj "smanjenja mase" - PS je bliži izvoru sirovine a dalji od tržišta

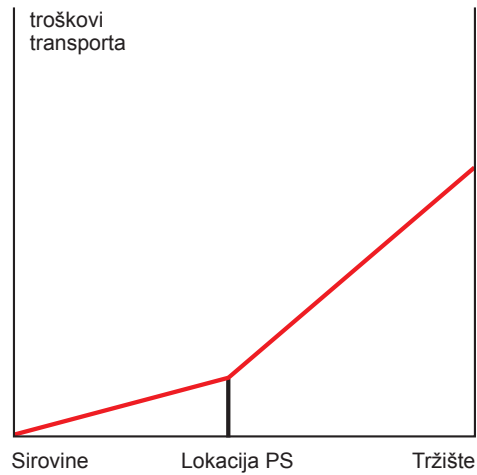
Transportni troškovi isporuke proizvoda na tržište biće najniži od svih, ako se proizvodni sistem nalazi na izvoru sirovina, kao što je prikazano na slici 8.



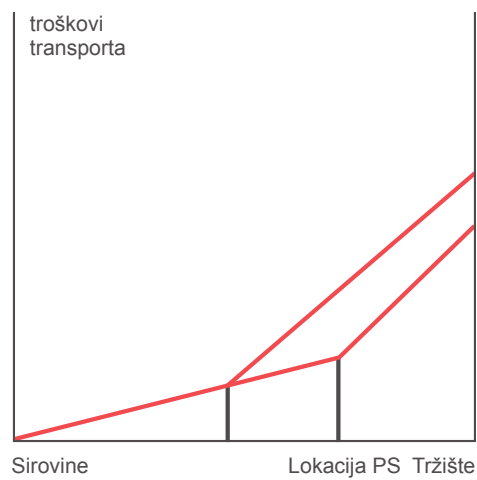
Slika 8. Slučaj "smanjenja mase" - Optimalna lokacija PS za dati slučaj

Slučaj "povećanja mase" ilustrovan je na Slikama 9, 10 i 11. Optimalna lokacija PS za preradu u ovom slučaju je lokacija na tržištu.





Slika 9. Slučaj "povećanja mase" - PS je jednako udaljen od sirovine i tržišta



Slika 10. Slučaj "povećanja mase" - PS je bliži tržištu a dalji od izvora sirovine



Slika 11. Slučaj "povećanja mase" - Optimalna lokacija PS za dati slučaj

## 2.5.2 Model dimenzione analize

Model dimenzione analize za izbor lokacije je razvio Bridgeman u smislu:

$$V_L = (O_i)_1^{w_1} \times (O_i)_2^{w_2} \times (O_i)_3^{w_3} \times \dots \times (O_i)_m^m \quad (2)$$

gde je:

$V_L$  — vrednost funkcije cilja,

$(O_i)_1, (O_i)_2, (O_i)_3 \dots (O_i)_m$  - mera efekata izbora lokacije »i« pod dejstvom; uticaja 1, 2, 3, ..., m.

$w_1, w_2, w_3, \dots, w_m$  - relativni značaj efekata uticaja 1,2,3, ..., m.

U slučaju raspoloživosti dve lokacije za postavljanje proizvodnog sistema izbor se vrši na osnovu odnosa:

$$R = \frac{V_{L1}}{V_{L2}} = \left( \frac{O_{L1}}{O_{L2}} \right)^{w_1} \times \left( \frac{O_{L1}}{O_{L2}} \right)^{w_2} \times \left( \frac{O_{L1}}{O_{L2}} \right)^{w_3} \times \dots \times \left( \frac{O_{L1}}{O_{L2}} \right)^{w_m} \quad (3)$$

pri čemu odnos R - predstavlja bezdimenzionu veličinu koja određuje:

$$R = \left\{ \begin{array}{l} <1 \text{ izbor lokacije } L_1, i \\ >1 \text{ izbor lokacije } L_2 \end{array} \right\} \quad (4)$$

Kvalitet ocene povoljnosti lokacije, na osnovu iznetog, uslovljen je u osnovi kvalitetom, podataka koji određuju veličine ( $O_i$ ) i stepenom dobrote ocene veličine relativnog značaja -  $W_i$  efekta uticaja. U Tabeli 5 dat je primer izbora lokacije proizvodnog sistema metodom dimenzione analize:

Tabela 5. Izbor lokacije proizvodnog sistema metodom dimenzione analize

uticajni činilac		relativni značaj ( $W_i$ )	mera efekta (O)	
br.	naziv		lokacija (L1)	lokacija (L2)
1.	troškovi zemljišta (000)	1	10.000	12.000
2.	troškovi objekata (000)	4	24.000	18.000
3.	odnos društvene zajednice (poena)	2	P 3	A 5
4.	raspoloživost saobraćaja (poena)	3	A 5	U 2
5.	klimatski uslovi (poena)	4	Z 4	P 3
6.	mogućnost proširenja (poena)	3	U 2	Z 4

Za dati slučaj se dobija:

- ♦ ocena lokacije  $L1$ :

$$V_{L1} = (10.000)^1 \times (24.000)^4 \times (3)^2 \times (5)^3 \times (4)^4 \times (2)^3$$

- ♦ ocena lokacije  $L2$ :

$$V_{L2} = (12.000)^1 \times (18.000)^4 \times (5)^2 \times (2)^3 \times (3)^4 \times (4)^3$$

- ♦ odnos vrednosti lokacija:

$$R = \frac{V_{L1}}{V_{L2}} = \left(\frac{10.000}{12.000}\right)^1 \cdot \left(\frac{24.000}{18.000}\right)^4 \cdot \left(\frac{3}{5}\right)^2 \cdot \left(\frac{5}{2}\right)^3 \cdot \left(\frac{4}{3}\right)^4 \cdot \left(\frac{2}{4}\right)^3 = 5,85276$$

iz čega sledi da lokacija  $L2$  za date uslove predstavlja povoljnije rešenje.

U izboru lokacije proizvodnih sistema često imamo veći broj potencijalnih lokacija, što čini problem izbora kompleksnijim i zahtevnijim za analizu.

### 2.5.3 Inteligentni prilaz u izboru lokacije proizvodnih sistema

Inteligentni analitički prilaz u izboru lokacije proizvodnih sistema zasnovan na geografskim informacionim sistemima (Eldrandaly, 2003) ima za cilj pronalaženje optimalne lokacije sa želeljenim uslovima definisanim kroz kriterijume za izbor lokacije. Prema ovom modelu izbor lokacije uključuje dve faze:

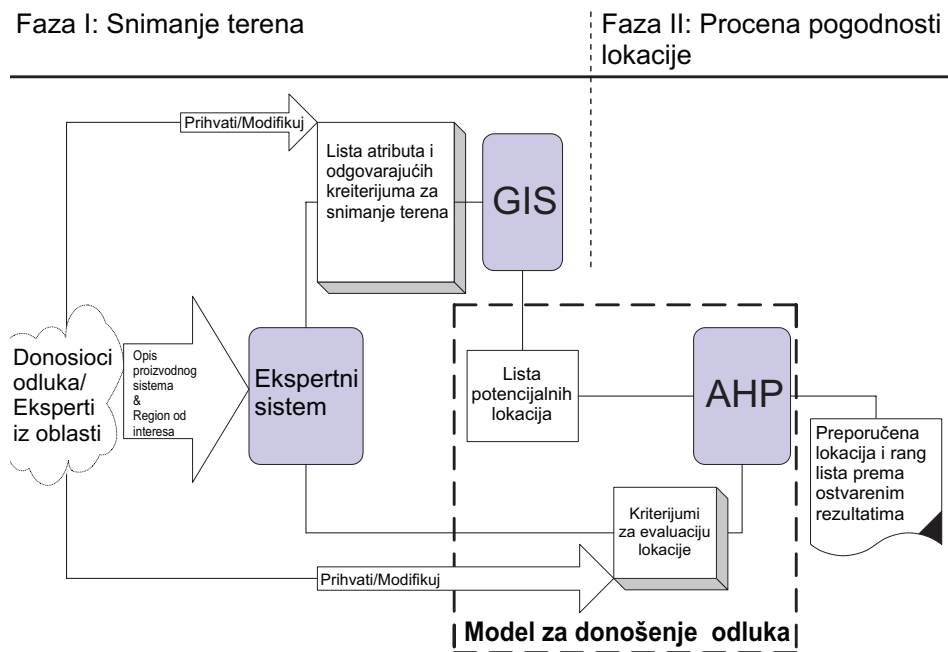
- ♦ **Skrining lokacija**- početno snimanje terena ( Identifikacija malog broja kandidata sa širokog geografskog područja i definisanje relevantnih faktora koji utiču na izbor lokacije);
- ♦ **Ocenjivanje lokacija**- Procena pogodnosti lokacije (Ispitivanje svakog kandidata i predlog najpogodnije lokacije)

Donosilac odluke često se suočava sa problemom identifikovanja rešenja iz konačnog skupa alternativa. U takvoj situaciji postoje određeni alati koji su dostupni u određivanju najbolje lokacije, kao što su ekspertni sistemi (ES) sistemi za podršku u odlučivanju ("*Decision Support Sistem*") i geografski informacioni sistemi.

Ovaj model donosi novi prilaz u izboru lokacije proizvodnih sistema u kome se ova tri alata kombinuju na način da se mane i nedostaci jednog alata dopunjavaju sa drugim. U predloženom prilazu, ekspertni sistem se koristi da pomogne donosiocu odluka u određivanju kriterijuma za snimanje terena. GIS se koristi u prostornoj ana-

lizi u fazi snimanja terena i pronalaženja potencijalnih kandidata za lokaciju PS. AHP (“Analytic Hierarchy Process”) metoda za višekriterijumsko odlučivanje se koriste da se identifikuje najpogodnija (optimalna) lokacija u fazi procene lokacije (Slika 12).

U prvom koraku definiše se tip proizvodnog sistema i region od interesa. Na osnovu tipa proizvodnog sistema ekspertni sistem predlaže kriterijume pogodnosti za skrining. Koristeći vrednosti predložene od ekspertskog sistema uz pomoć GIS-a skeniraju se sve potencijalne lokacije. Izlaz i skrining faze predstavlja formirana lista potencijalnih lokacija koje se nakon toga ocenjuju uz pomoć AHP metode i bira najpogodnija lokacija na osnovu atributa koji nisu prostorni. Izlaz iz faze ocenjivanje predstavljen je u obliku tabele sa rezultatima.



Slika 12. Arhitektura inteligentnog GIS prilaza u izboru lokacije PS

Mnogi ekspertni sistemi su pokušali da reše razne probleme vezane za izbor lokacije koje su u velikoj meri zavisna od ljudskog rasuđivanja, procene i iskustva. (Han i Kim, 1990; Arentz i dr., 2000; Vitlok i Timmermans, 2000)

Ekspertnim sistemima, međutim, nedostaju neophodni mehanizmi za izvođenje rešenja zasnovanih na prostornom znanju različitih lokacija. Oni koriste simbolično znanje da izgrade ljudsko razumevanje problema u oblasti izbora lokacije i evaluaciju, što nije pogodano za predstavljanje prostornih podataka. Nažalost, sadašnji ekspertski sistemi ne mogu da podnesu prostorna znanja, jer nemaju odgovarajuću metodu za kodiranje i predstavljanje prostornog znanja. Osim toga, oni nemaju osnovne mogućnosti kao što su “baferovanje” (tj. definisanje zona na određenom rastojanju oko funkcija) i preklapanje (tj. integracija različitih slojeva podataka), koji su od ključnog značaja za prostornu analizu podataka (Zhu i Heali, 1992; Jia, 2000).

Geografski informacioni sistemi se često koriste u analizi lokacije jer poseduju

idealne mogućnosti za obavljanje prostornih pretraga na osnovu mapiranih kriterijumima. Uspeh GIS-a u rešavanju lokacijskih problema pripisuje se njegovim alatima za prostornu analizu. GIS ima ograničenu upotrebu kod višekriterijumskih analiza, kao i analize konfliktnih ciljeva (Carver, 1991). Pored toga, GIS ima veoma ograničene mogućnosti za integrisanje geografskih informacija sa sistemom vrednosti donosioca odluka i time su ograničenog korišćenja za podršku u odlučivanju (Malczewski, 1999).

Višekriterijumske metode odlučivanja dizajnirane su da pomognu donosiocu odluke u izboru najbolje alternative od broja izvodljivih alternativa pod prisustvom više ponuđenih kriterijuma i različitih kriterijumskih prioriteta. Višekriterijumske metode odlučivanja korišćene su u rešavanju različitih problema u izboru lokacije (Korpela i Tuominen, 1996; Badri, 1999).

Ove tehnike, međutim, pretpostavljaju homogenost u okviru studijskog područja, što je nerealno u mnogim prostornim situacijama u odlučivanju, kao što su problemi izbora lokacije. Malczewski sugerše da postoji potreba za eksplicitnim predstavljanjem geografske dimenzije u višekriterijumskoj analizi. Kombinacija geografskih informacionih sistema i višekriterijumskih metoda odlučivanja može efikasno rešiti ovaj problem (Malczewski, 1999).

## 3 GEOGRAFSKI INFORMACIONI SISTEMI

### 3.1 Osnove geografskih informacijskih sistema

**G**eografski informacijski sistem (GIS) predstavlja skup sredstava za prikupljanje, memorisanje, pretraživanje, transformacije i prikazivanje prostornih podataka (Burrough, 1986). Osnovne komponente GIS-a su: unos podataka, skladištenje, pretraživanje, obrada, transformacije, analize i modeliranje prostornih podataka, uključujući i prostorne statistike, prikaz prostornih podataka u formi geografskih karata, izveštaja i planova (Kukrika, 2000). GIS je sistem baza podataka u kojem je većina podataka prostorno indeksirana i nad kojima se upravlja nizom postupaka da bi odgovorili na upite o prostornim entitetima koji se nalaze u bazi (Smith i dr., 1987). **U organizacionom smislu, GIS je sistem podrške u odlučivanju koji obuhvata integraciju prostorno referenciranih podataka u okruženje za rešavanje problema** (Cowen, 1988).

Sve ljudske aktivnosti se dešavaju na površini zemlje ili u njenoj blizini (atmosfera, vodi, rudnicima, tunelima...). **Informacija** gde se nešto dešava, često je od ključne važnosti. Prema rečniku geografskih informacijskih sistema „*informacija*“ znači: *“Obaveštenje koje je rezultat sakupljanja, analize ili sumiranja podataka u smislenom obliku“*, dok termin „**geografska informacija**“ *“označava fenomen direktno ili indirektno vezan za lokaciju na Zemljinoj površini”*, odnosno znanje o tome gde i šta se nalazi na određenoj lokaciji. Geografske ili prostorne informacije mogu se odnositi na relativno male površine kao što su recimo, zgrade, ulice, industrijski objekti, do velikih površina kao što su granice država, klimatske zone, reke... Geografske informacije podrazumevaju podatke čiji je položaj u prostoru definisan odgovarajućim koordinatnim sistemom. Geografski podaci imaju prostornu i neprostornu (alfanumeričku ili atributivnu) komponentu. **Smatra se da 70-80% svih informacija ima prostornu karakteristiku** (Jovanović i dr., 2012).

Geografski informacijski sistemi su specijalizovani informacijski sistemi, koji ne samo da prate događaje i aktivnosti, nego daju i odgovore na to gde su se ti događaji i aktivnosti desile ili postoje. Informacijski sistemi nam pomažu da upravljamo sa već postojećim znanjem, tako što nam olakšavaju organizaciju, čuvanje, manipulaciju i primenu znanja na određeni problem. Da bi se neka pojava opisala koristi se veliki broj različitih termina od kojih je pet najvažnijih (podatak, informacija, dokaz, znanje i mudrost) za infrastrukturu donošenja odluka prikazano na slici 13 (Longley i dr., 2005).

**Podaci** sadrže brojeve, tekst ili simbole koji su neutralani. Sirove geografske činjenice, kao što su temperatura u specifičnom trenutku i lokaciji, jeste primer podatka. Kada se podaci prenose u digitalni oblik oni se tretiraju kao niz bitova. Prikupljeni podaci unose se i skladište u bazu podataka.

Termin **informacija** predstavlja skup podataka koji se koristi za neku svrhu, ili podatak koji je intepretiran na određeni način. Proizvodnja informacija je često skupa, ali kada se jedanput digitalizuje jeftina je za umnožavanje i distribuciju. Geografske informacije na primer mogu biti puno skupe za prikupljanje i unos, ali i jako jeftine kada je reč o njihovom kopiranju i širenju. Još jedna karakteristika informacija jeste da se jednostavno dodaju nove vrednosti i spajaju sa ostalim informacijama. GIS omogućuje kasnije dodavanje vrednosti kako bi se informacije sa drugih izvora mogle kombinovati.

**Dokaz** se smatra polovinom puta između informacije i znanja. Najbolje ga je posmatrati kao mnoštvo informacija iz različitih izvora u vezi sa specifičnim problemom sa potvrđenom konzistentnošću. Da bi se izveli dokazi iz mnoštva, ponekad kontradiktornih informacija, izvučenih iz različitih izvora koriste se meta analize ili komparativne analize sa rezultatima predhodnih istraživanja.

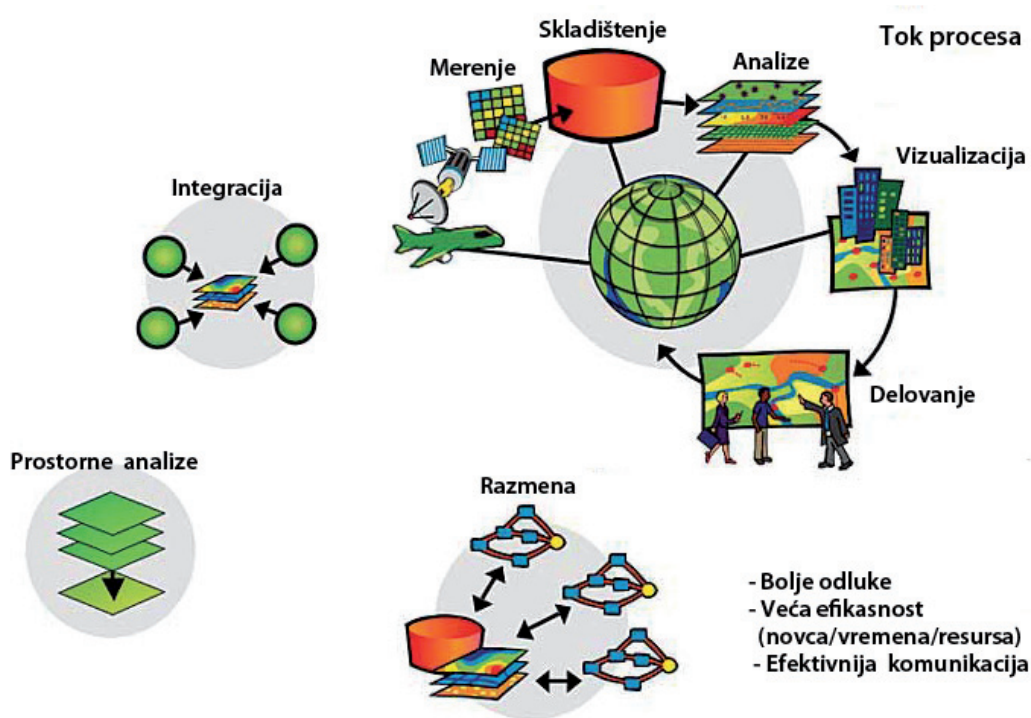
**Znanje** ne dolazi samo skupljanjem velike količine informacija na jedno mesto. Ono može biti razmatrano kao informacija kojoj je dodata vrednost interpretacijom zasnovanom na posebnom kontekstu, iskustvu ili svrsi. Jednostavnije rečeno, informacije dostupne u knjigama, na internetu ili na karti postaju znanje samo nakon čitanja i razumevanja. Informacija će biti drugačije interpretirana i korišćena od strane različitih korisnika u zavisnosti od njihovog predhodnog iskustva, ekspertize ili potreba.

**Mudrost** je još teže definisati od predhodnih termina. Ovaj termin često se koristi u kontekstu donošenja odluka ili davanja saveta zasnovanih na dokazima i raspoloživom znanju, ali sa sagledavanjem mogućih posledica. Skoro uvek je individualizovana a ne kreirana grupi. Mudrost se nalazi na vrhu hijerarhije infrastrukture odlučivanja.



Slika 13. Infrastruktura za donošenje odluka

Da bi odgovorio svojoj nameni, GIS mora da podrži i odgovarajuće funkcije. Osnovne funkcije geografskih informacijskih sistema su: **prikupljanje podataka, skladištenje podataka, analiza podataka, prezentacija podataka i razmena podataka**. Snaga geografskih informacijskih sistema za razliku od ostalih informacijskih sistema nalazi se u **integraciji** prostornih i neprostornih podataka. Podaci o prostoru ili geokodirani podaci (objekti) i podaci o njihovim osobinama (atributi) podržani su softverskim modulima za rukovanje informacijama. GIS takođe, daje naučni zasnovani okvir za organizaciju toka koji integriše sve bitne faktore pri odlučivanju. Ovakvi sistemi poboljšavaju način rada tako što **olakšavaju donošenje odluka, štede novac, vreme i resurse, omogućavajući efikasniju komunikaciju putem prostorne vizualizacije** (Slika 14).

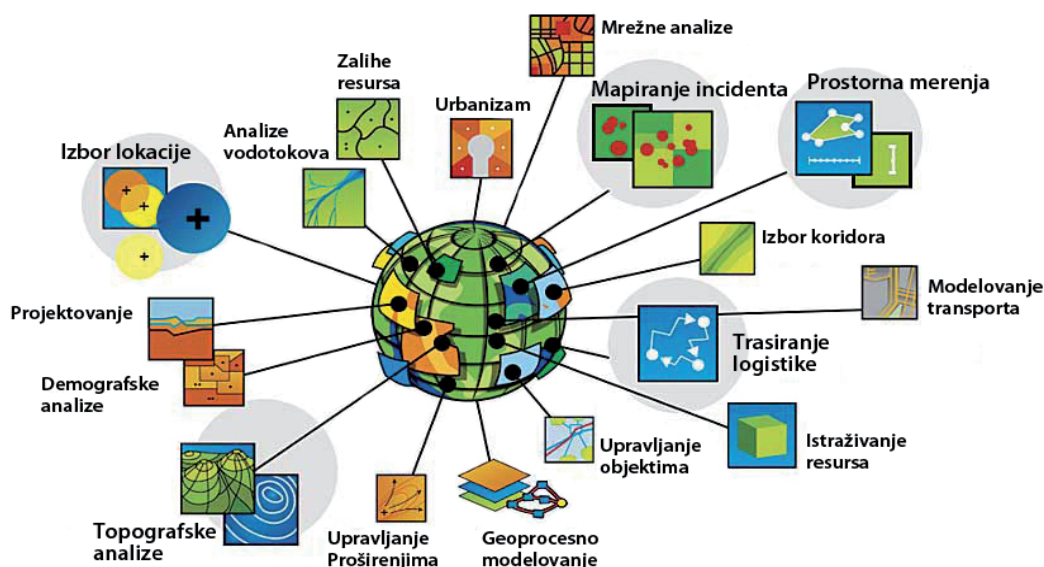


Slika 14. Geografski informacijski sistemi (funkcije, tokovi i prednosti)

Prilagođeno od: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall07/articles/gis-the-geographic-approach.html>

Danas se GIS primenjuje širom sveta na većinu problema sa kojim se suočavamo. Ogroman broj aplikacija sugeriše da geografski informacijski sistemi postaju glavni instrument za projektovanje, upravljanje i podršku prilikom odlučivanja. Dok su neki od ovih sistema fokusirani na automatizaciji procesa proizvodnje kartografskih analiza, drugi sistemi organizuju ključne informacione sisteme društva, kao što su katastar, nacionalna bezbednost, upravljanje objektima, upravljanje resursima i planiranje korišćenja zemljišta. Druga izdvojena grupa naglašava **ulogu geografskih informacijskih sistema u podršci pri izboru lokacije**, logistike i upravljanja prirodnim resursima (Slika 15).





Slika 15. Upotreba geografskih informacijskih sistema

 Prilagođeno od: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall07/articles/gis-the-geographic-approach.html>

## 3.2 Komponente geografskih informacijskih sistema

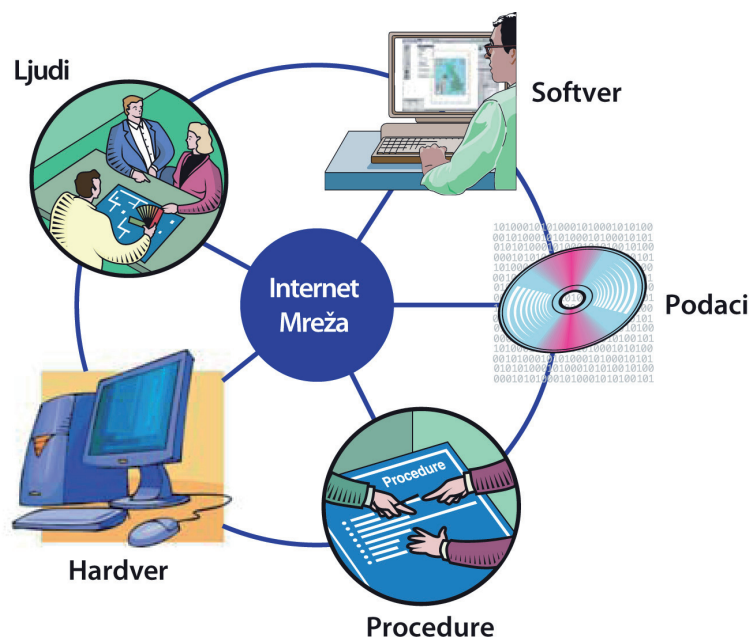
GIS sadrži šest važnih komponenti: **internet mrežu, kompjuterski hardver, softver, podatke, procedure i obučene ljude** (Slika 16) (Longley i dr.,2005). Sve navedeno treba biti usklađeno kako bi sistem mogao biti funkcionalan.

Danas, najosnovniji od navedenih komponenti je verovatno mreža, bez kojih nema brze komunikacije ili deljenje digitalnih informacija. GIS se danas najviše oslanja na internet. Nedavna istorija GIS-a i interneta poprilično su isprepletane. Ispostavilo se da je GIS aplikacija koja je podstakla mnoge ljude da je upotrebe na internetu. Istovremeno GIS je imao veliku korist od prilagođavanja internetu, i od činjenice da internet postoji. Internet je dokazano veoma popularan kao sredstvo za prikazivanje GIS aplikacija iz više razloga: on je mreža koja je u širokoj upotrebi sa visokim nivoom interakcije; nudi ekonomičan način povezivanja korisnika i moćan istraživački alat sa linkovanim informacijama (hipertextom)...

Dostupnost geopodataka sa moćnim pretraživačima kao što su <https://maps.google.com/>; <http://www.openstreetmap.org/>; <http://www.mapquest.com/>... omogućili su popularizaciju GIS-a na internetu i približili njegove prednosti i funkcije širokoj populaciji. **Internet kao globalna mreža danas je neizostavna komponenta geografskih informacijskih sistema koja se koristi za istraživanje, razmenu podataka, komunikaciju, prezentaciju aplikacija...** Internet serveri korisnike snabevaju geografskim podacima, kartama i satelitskim snimcima i omogućavaju

### im analizu i pregled prostornih podataka.

Druga važna komponenta geografskih informacionih sistema je **kompjuterski hardver**. Struktura kompjuterskog hardvera sastoji se od korisničkih uređaja (desktop računar, lap top, tablet, mobilni telefon) koji su kao **klijenti** povezane **mrežom** na **servere** koji opslužuju veliki broj korisnika istovremeno. Naravno tu su i drugi periferni uređaji (**skeneri, digitajzeri, ploteri štampači**) kojim korisnik upravlja preko računarskog ekrana, tastature i miša (Burrough i McDonnell, 2006).



Slika 16. Komponente geografskih informacionih sistema

Geografski informacioni sistemi uvek sadrže module za unos podataka, skladištenje i kreiranje baze podataka kao i module za analizu i prikazivanje prostornih podataka. Sve navedeno zahteva postojanje **sofverske arhitekture** koja treba da omogući kreiranje modula i pri tom bude usklađena sa glavnim funkcijama GIS-a. Treća komponente GIS-a je **softver**. Postoje različiti tipovi GIS softvera, koji se razlikuju po svojoj funkcionalnosti. Najčešća je sledeća podela GIS softvera: **desktop GIS programi, sistemi za upravljanje prostornim bazama podataka, internet serveri za karte, serverski GIS programi, internet GIS klijentski programi, GIS biblioteke i mobilni GIS** (Steiniger i Weibel, 2009).

Četvrta GIS komponenta **Podaci** koji čine srž GIS-a mogu biti u širokom spektru formata. Kao podloge se često koriste rasterske karte, satelitski i fotogrametrijski snimci, podaci u tekstualnom obliku sa dodeljenim koordinatama ili u nekom standardnom binarnom obliku. Podaci se u najvećem broju slučajeva integrišu ili u objektno-relacione baze podataka koje podržavaju skladištenje prostornih informacija ili u skup binarnih datoteka gde svaka predstavlja određenu klasu seta podataka.

Pored ove četiri komponente - internet mreže, hardvera, softvera i baze podataka - GIS takođe zahteva organizaciju (*“orgware”*), mora se uspostaviti metodologija, **procedure**, izveštaji, kontrolne tačke i drugi mehanizmi da bi se obezbedio visok kvalitet i generalno zadovoljavanje potreba organizacije.

Konačno GIS je beskoristan bez **ljudi** (*“lifeware”*) koji dizajniraju softvere, održavaju ih snabdevaju sa podacima i tumače dobijene rezultate. Praktično korisnike GIS-a možemo podeliti u dve grupe: napredni i osnovni. **Napredni korisnici** kreiraju logički i fizički model podataka za prostorne informacije, integrišu raspoložive podatke, definišu pravila, topologiju i vrše transformaciju i analizu podataka kreirajući nove podatke. Njihova uloga je da definišu skup korisničkih zahteva za osnovne korisnike i da im omoguće pregled i istraživanje prostornih podataka u vidu interaktivnih mapa. U drugu grupu korisnika spadaju **osnovni korisnici** koji su mnogo brojniji. Oni predstavljaju krajnje korisnike GIS-a i njihovi zahtevi kreću se od pregleda podataka u vidu mape, uvida u attribute pojedinih objekata, pretraživanja po kriterijumima, kontrole prikaza slojeva, sve do štampanja izveštaja i karata.

### 3.3 Struktura prostornih podataka

Za razliku od podataka u konvencionalnim informacionim sistemima podaci u geografskim informacionim sistemima, osim tematske i vremenske karakteristike imaju i prostornu karakteristiku. Upravo ta prostorna karakteristika podataka, geografski informacioni sistem čini posebnim.

Pod **prostornim karakteristikama** entiteta podrazumevaju se apsolutne i relativne prostorne odrednice. Apsolutnim prostornim odrednicama definiše se prostorni položaj, oblik i veličina entiteta. Apsolutne prostorne odrednice osim što definišu prostorni položaj, definišu i geometriju entiteta. Iz tog razloga ti podaci su nazvani **geometrijski podaci**. Pod relativnom prostornom odrednicom podrazumeva se relativni položaj, odnosno relativni međusobni odnos entiteta u prostoru. Podaci koji definišu relativne prostorne odrednice entiteta nazvani su **topološki podaci**. Zajedno, geometrijske i topološke karakteristike definišu prostorne karakteristike entiteta. Odnosno, skup koji čine podaci o geometriji i topologiji entiteta predstavlja skup prostornih podataka.

**Tematske karakteristike podataka** imaju najširu oblast definisanja. Ako vremensku karakteristiku predstavimo sa pitanjem „kad?“, prostornu sa „gde?“, tematska se predstavlja sa nizom pitanja, poput „ko?“, „šta?“, „koliko?“, „na koji način?“

Vrlo često se **vremenska karakteristika** čvrsto veže za tematsku karakteristiku, pa se uslovno može smatrati posebnim oblikom tematske karakteristike. Sa stanovišta geografskih informacionih sistema, pod tematskim karakteristikama mogu se smatrati sve karakteristike entiteta koje nisu prostorne. Tematske ili neprostorne karakteristike entiteta definisane su tematskim, odnosno neprostornim podacima.

Prema sadržaju, tematske podatke možemo podeliti na:

- ◆ podatke o ljudima (demografski podaci),
- ◆ socio-ekonomske podatke i
- ◆ podatke o osnovnim elementima prirode.

Nesumnjivo je da **demografski podaci** predstavljaju osnovu velikog broja informacionih sistema. U ovu grupu podataka spadaju svi podaci koji se odnose na čoveka, kao što su obrazovanost, zdravstveno stanje, starost, migracije, itd.

U grupu **socio-ekonomskih podataka** spadaju podaci kojima se na **kvantitativan i kvalitativan** način definišu delatnosti čoveka. U ovu grupu spadaju podaci koji se odnose na privredne i neprivredne delatnosti čoveka. Broj i struktura podataka kojima se definišu privredni pokazatelji su veoma različiti i zavise od same grane delatnosti. Uglavnom se odnose na nivo proizvodnje, prihod, količinu prevezene robe, itd. Najčešći podaci o neprivrednim delatnostima (obrazovanje, nauka, kultura, informisanje, itd.) su broj studenata, broj škola, broj bolnica itd.

Pod **podacima o prirodi** podrazumevaju se podaci o elementima žive i nežive prirode. Podatke o živom segmentu prirode čine podaci o flori i fauni, kao što su naziv vrste, broj jedinki, starost, prinos itd. Drugi deo podataka o prirodi čine podaci o vazduhu, vodi, temperaturi, vlažnosti, stepen zagađenosti... (Jovanović et al., 2012).

## 3.4 Vrste geografskih podataka

Na osnovu karaktera podatka, njihove strukture i organizacije, podatke u geografskim informacionim sistemima možemo podeliti na tri tipa podataka:

- ◆ rasterske podatke,
- ◆ vektorske podatke i
- ◆ alfa-numeričke podatke.

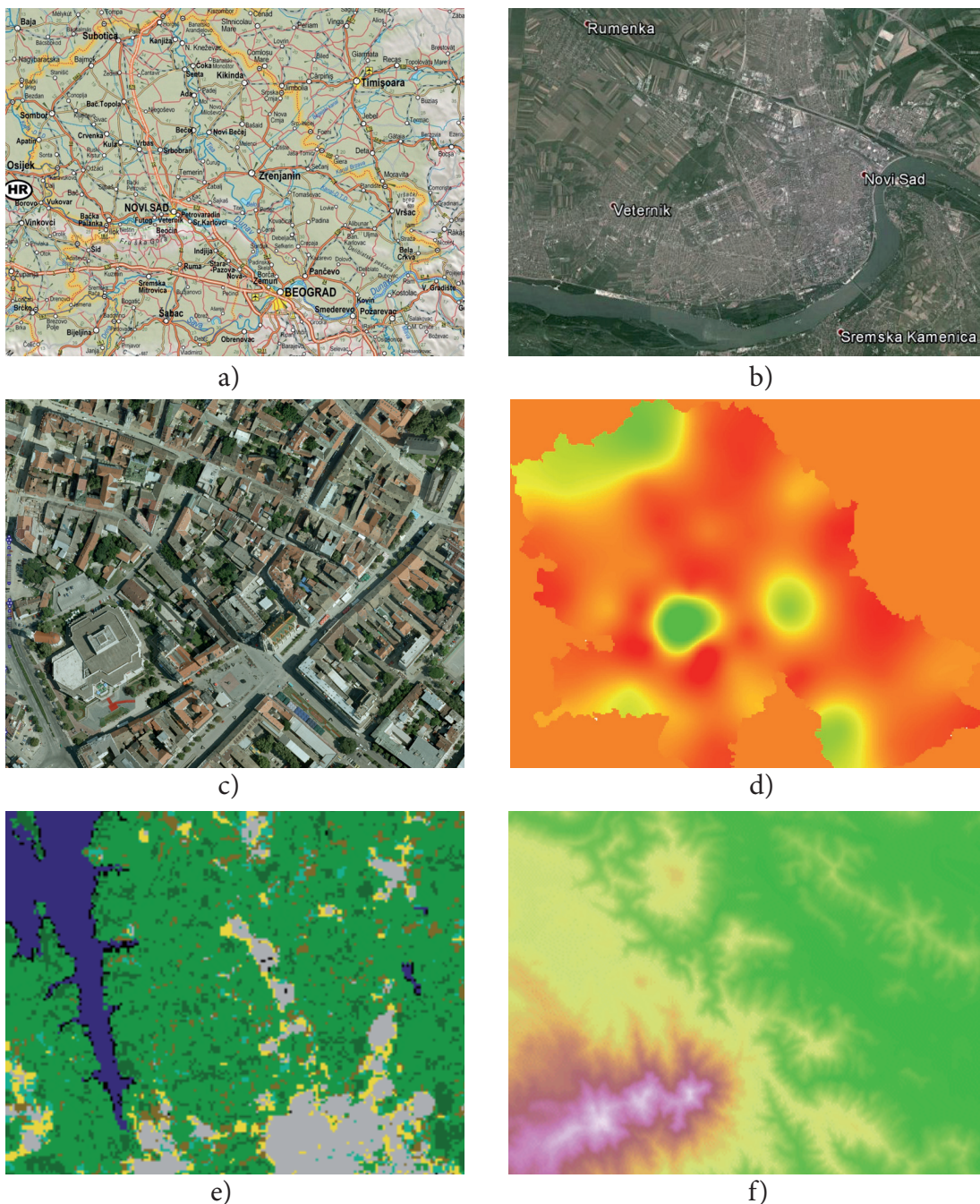
### 3.4.1 Rasterski podaci

U rasterskom prikazu, prostor je podeljen u kvadratne ćelije formirajući matricu ćelija (**piksela**), organizovanih u redove i kolone, gde svaka ćelija sadrži atributsku vrednost koja predstavlja informaciju.

U rasterskom formatu mogu se predstaviti realne pojave kao što su: **tematski podaci, kontinualni podaci i slike**. Tematski (diskretni) podaci najčešće prikazuju pojave kao što su klase zemljišta, tipovi ili slično. U kontinualne podatke spadaju fenomeni kao što su temperatura, visinski podaci ili spektralni podaci (satelitski snimci ili aerofotografije). U slike spadaju skenirane mape i crteži.

Najčešće korišćeni oblik rasterskih podataka unutar GIS-a jeste **pozadinski prikaz-bazna mapa**. U ovu svrhu najčešće se koriste rasterske bazne mape iz tri izvora: **skenirane mape, satelitski snimci, i aerosnimci**. Rasterski podaci su zgodni

za predstavljanje **podataka koji se kontinualno menjaju (grid slike)** po površini, omogućavajući efikasan metod za prikazivanje pojave kontinuiteta. Takođe, pokazao se kao dobar format za **multikriterijumske prostorne analize**. Raster koji predstavlja tematske podatke je izveden uglavnom iz drugih podataka (primer namene zemljišta). Takođe raster se često koristi za prikaz visina (Slika 17).



Slika 17. Prikaz rasterskih podataka unutar GIS-a; a) skenirana mapa; b) satelitski snimak; c) aerosnimak; d) grid slika; e) namena zemljišta; f) prikaz visina

Prednosti čuvanja podataka u rasterskom formatu jeste (Neteler i Mitasova, 2008):

- ◆ jednostavna struktura podataka,
- ◆ pogodnost za naprednu prostornu i statističku analizu,
- ◆ mogućnost uniformnog čuvanja tačaka, linija i površina i
- ◆ mogućnost brzog preklapanja sa drugim kompleksnim sadržajima.

Sa druge strane, čuvanje u rasterskom formatu povlači i neke nedostatke:

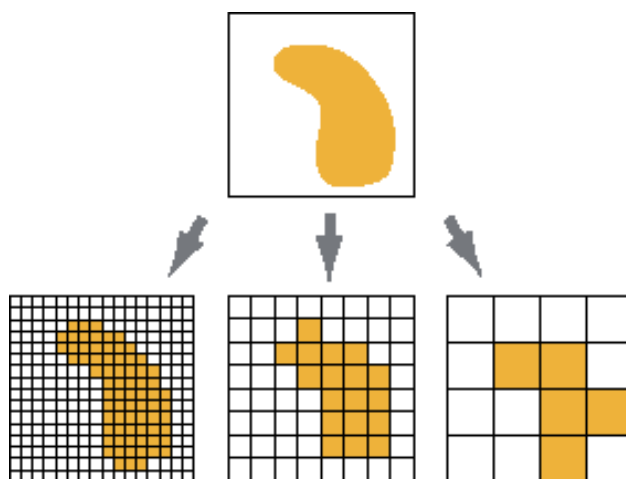
- ◆ prostorne informacije su manje tačnosti u zavisnosti od veličine piksela i
- ◆ veličina datoteke;

U rasterskom setu podataka, svaka ćelija (piksel) ima određenu vrednost.

**Vrednost ćelije može predstavljati kategoriju, visinu, magnitudu, spektralne vrednosti.** Kategorija se može koristiti za klasiranje na građevinsko zemljište, poljoprivredno, puteve. Magnituda za predstavljanje gravitacije, zagađenja, padavina. Visine predstavljaju zemljinu površinu iznad srednjeg nivoa mora, iz koje se mogu dobiti nagibi, akumulacije i slivovi. Spektralna vrednost se koristi za nivo osvetljenosti i boju na satelitskim snimcima i aerofotografijama.

Vrednost piksela može biti pozitivna ili negativna, celobrojna ili sa decimalom. Celobrojna vrednost se koristi za kategorizaciju diskretnih podataka, dok decimalne vrednosti za kontinualne tipove podataka. Posebna vrednost podatka je **"No Data"** vrednost koja predstavlja nepostojanje podataka.

S obzirom da matrica podrazumeva uređen raspored kolona i redova, položaj piksela je definisan brojem reda i brojem kolone u čijem se preseku nalazi piksel (Slika 18), iz čega se može zaključiti da matrica poseduje osnovne karakteristike dvodimenzionalnog koordinatnog sistema. Koordinatni početak, redosled i smer osa je različit kod različitih formata zapisa rasterskih slika, ali u svakom slučaju, za konkretan format jasno je definisan. Na taj način položaj piksela u rasterskoj slici je jednoznačno određen koordinatama koje se u ovom slučaju nazivaju slikovne koordinate.



Slika 18. Rasterski prikaz prostornih podataka

Osnovne karakteristike rasterske slike su:

- ◆ rezolucija slike,
- ◆ dimenzija slike,

- ◆ broj boja (dubina slike) i
- ◆ format zapisa.

Rezolucija slike predstavlja veličinu piksela izraženu dimenzijom piksela u dužinskim jedinicama ili brojem piksela po jedinici dužne mere. U praksi najčešće vrednosti piksela su od 0.01 pa do 0.5 mm. Ako se izražavaju brojem piksela u odnosu na jedinicu mere rezolucije karakteristične za GIS kreću se od 100 pa do 1000 i više *dpi* (tačaka po inču). Što je veličina piksela manja, odnosno što je broj piksela po jedinici mere veći, slika je kvalitetnija. Često, u praksi se ova karakteristika rasterske slike naziva i dubina slike. U zavisnosti od broja boja na rasterskoj slici u praksi najčešće se sreću:

- ◆ 1-bitne (crno-bele slike),
- ◆ 8-bitne (slike sa 256 boja, odnosno 256 nijansi jedne boje) i
- ◆ 24-bitne (slike sa 1,67 miliona boja).

Osim ovih postoje 32-bitne i 48-bitne rasterske slike. U ovom slučaju broj boja rasterske slike predstavlja domen vrednosti piksela. Samo jedna vrednost iz tog domena može biti pridružena jednom pikselu.

S obzirom da se radi o podacima koji podrazumevaju digitalni zapis, još jedna veoma bitna karakteristika ovih podataka je format zapisa. Najčešći formati rasterskih slika su “*bmp*”, “*tif*”, “*gif*”, “*jpg*”, “*pcx*” i drugi.

### 3.4.2 Vektroski podaci

Vektroski podaci su poseban tip podataka čiju strukturu čine osnovne geometrijske primitive: tačka, linija i poligon.

**Tačka** kao bezdimenzionalna veličina se koristi za predstavljanje objekata za koje dimenzija nije od značaja, već samo lokacija. Na primer, topografski znak ili tačka koja reprezentuje visinu. Gradovi na mapama sveta prikazuju se kao tačka, a ne kao poligon iako se radi o površinskom objektu, jer je cilj da se na mapi ove razmere prikaže samo lokacija, a ne i oblik. Kako je tačka bezdimenzionalna, nikakva merenja nisu moguća.

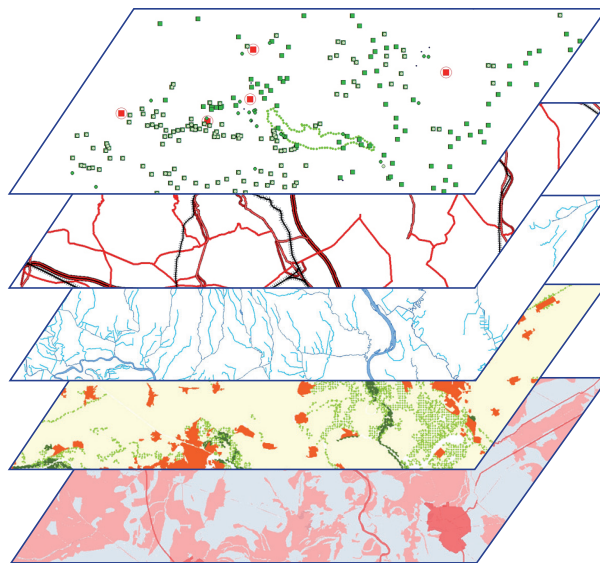
**Linija** je organizovani skup povezanih tačaka. Linija predstavlja jednodimenzionalnu geometrijsku primitivu. Linija ili polilinija se koriste za predstavljanje puteva, pruga, gasovoda, elektonergetskih vodova i svih ostalih objekata kod kojih širina nije od značaja, već samo dužina. Za razliku od bezdimenzionalne tačke, linija je jednodimenzionalni geometrijski objekat.

Dvodimenzionalne veličine kao što su **poligoni** se koriste za predstavu objekata koji pokrivaju određenu površinu na Zemlji. Poligon je organizovani skup linija kojima se definiše neka oblast, a kod kojih se prva i poslednja tačka poklapaju. Poligonima se predstavljaju regioni, parcele, zgrade, itd. Od svih geometrijskih objekata, poligon nosi najviše informacija. Za poligone se mogu meriti obim i površina (Slika 19).

“*ESRI Shape*” datoteke su dobar primer analize vektorskih prostornih tipova podataka. “*Shape*” datoteke skladište set geometrijskih podataka i atributa sa infor-

macijama o objektu, nasleđenih od primitivnih tipova. Svaki set podataka sastoji se iz tri datoteke (“*ESRI shape technical description*”). Glavna datoteka čuva podatke o geometriji seta podataka. Datoteka sa tabelom čuva atribute za svaki objekat u setu. Datoteka sa indeksima omogućuje brže pretraživanje seta podataka.

Ako se vektorski setovi podataka čuvaju u nekom od relacionih baza podataka kao “*PostgreSQL*”, “*MySQL*”, “*Oracle*” ili “*MS Access*”, pored osnovnih tipova podataka (integer, float, double, text), potrebna je podrška za rad sa prostornim tipovima podataka.



Slika 19. Vektorski prikaz prostornih podataka (tačka, linija, poligon)

### 3.4.3 Alfa-numerički podaci

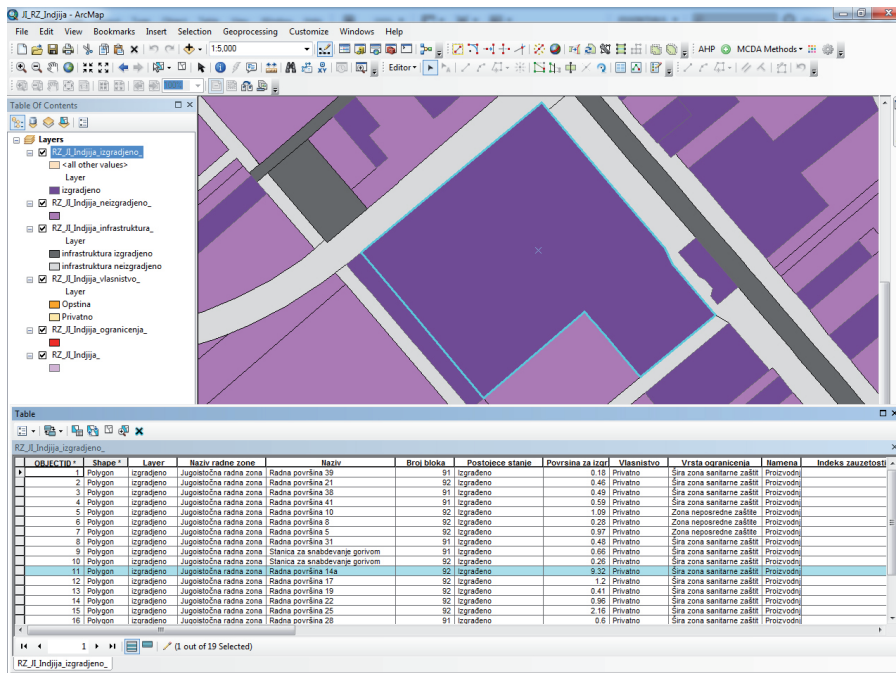
Atributskim podacima se izražavaju ne geometrijske karakteristike entiteta. **Najveći deo atributskih podataka u GIS-u dat je u alfa-numeričkom obliku, odnosno izražen je pomoću teksta i brojeva.** Model se zasniva na skupu tabela povezanih relacijama preko primarnih i spoljnih ključeva. Primarni ključ predstavlja jedinstveni identifikator za svaki red u tabeli. Kolone se odnose na atribute, a svaki novi red na novi objekat. Manipulacija podacima omogućena je korišćenjem relacionih operadora, tj. korišćenjem upitnog jezika.

Alfanumeričke baze podatke možemo povezati sa geometrijskim podacima na dva načina. Prvi način je nadogradnja relacionih (“*Data Base Management Systems-DBMS*”) sa geometrijskim tipovima objekata (tačka, polilinja, poligon), kako bi se alfanumerički i geografski podaci čuvali u istoj bazi podataka. Veza se ostvaruje kao i u relacionim bazama preko ključeva. Ovakvu nadogradnju omogućili su vodeći proizvođači relacionih “*DBMS*”-a kao što su “*ORACLE*”, “*MS SQL Server*”, “*PostgreSQL*” sa “*PostGIS*” proširenjem i “*MySQL*”.



Drugi način je uz pomoć GIS softvera koji ugrađuju podršku za dodavanje podataka iz različitih izvora i njihovo povezivanje. Na identičan način kako se unutar relacionih baza povezuju tabele, opcijom "JOIN" povezuju se i relacione tabele sa prostornim podacima dodate u GIS okruženje. U postojećim softverskim GIS rešenjima tabele se automatski pridružuju prostornim podacima. Najpopularniji proizvođač softvera koji podržava ovu opciju je "ArcGIS".

Atributske tabele sadrže opisne informacije o karakteristikama objekata u realnom svetu, koriste se na različite načine i u najraznovrsnije svrhe. U GIS-u ovi podaci su predstavljeni u obliku tabela pa se često nazivaju tabelarni podaci (Slika 20).



Slika 20. Povezanost grafičkih i alfa-numeričkih (tabelarnih) podataka u ArcGIS-u

### 3.5 Izvori podataka

Geografski (prostorni) podaci, odnosno njihov kvalitet i kvantitet, najznačajniji su deo svakog GIS-a. Mnogi GIS projekti često počinju i završavaju se aktivnostima prikupljanja podataka. To je najzahtevniji deo svakog GIS projekta i oko 80% troškova otpada na unos podataka (Kukrika, 2000).

Prvi korak treba da se sastoji od analize svih činjenica koje su potrebne da bi se rešio određeni prostorni problem. Pre nego što se krene u implementaciju GIS-a menadžeri bi trebalo da ispred sebe imaju ček-listu sa pitanjima (Albrecht, 2007):

- ◆ Kakva je priroda podataka koje treba obrađivati?
- ◆ Da li su podaci kvantitativne ili kvalitativne prirode?
- ◆ Da li su potrebne informacije skrivene u već prikupljenim podacima u preduzeću?

- ◆ Da li već neko ima podatke koji su potrebni? Kako doći do tih podataka?
- ◆ Kolike su razmere fenomena koji treba da se obuhvati podacima?
- ◆ Koja je veličina područja za istraživanje?
- ◆ Koji su elementi uzorkovanja?
- ◆ Šta je potrebno da bi se osvežili podaci? Koliko često je potrebno osvežavati podatke?
- ◆ Koliko podataka je potrebno?
- ◆ Koliki su troškovi?

Tek nakon odgovora na ova pitanja treba krenuti sa pokretanjem GIS sistema u okviru preduzeća i drugih organizacija.

Ulazne informacije GIS uzimaju se iz geografskih karata, satelitskih i avionskih snimaka, direktnim prikupljanjem na terenu ili su to opisni podaci vezani za posmatranu lokaciju. Geografski podaci se dobijaju daljinskom detekcijom, unošenjem pisanih zapisa, unošenjem postojećih podataka (npr. statistika), sakupljanjem podataka direktno sa terena uz pomoć GPS-a, digitalizacijom i skeniranjem karata, fotogrametrijom, globalnim pozicioniranjem i sl. (Kukrika, 2000).

**Primarni (planski) i sekundarni (tematski) podaci sadržani u GIS-u** bazirani su na zvaničnim podacima koje propisuje zakon Republike Srbije, i oni se mogu pribaviti od nadležnih organizacija (Republički Geodetski Zavod-RGZ, Republički zavod za statistiku-RZS, Zavod za urbanizam Vojvodine, Zavodi za urbanizam gradova i opština...)

Pod primarnim (planskim) podacima u GIS-u podrazumevamo podatke o geodetskim tačkama, zvanične topografske opise, podatke premera i pozicioniranja, podatke osnovnog topografskog premera, kartografske i katastarske podloge.

U sekundarne (tematske podatke) spadaju:

- ◆ Saobraćajna infrastruktura (putevi, pruge, gasovodi, dalekovodi)
- ◆ Statistički podaci (broj stanovnika, starosna struktura, broj zaposlenih ...),
- ◆ Namena zemljišta ( poljoprivredno, građevinsko, zaštićeno zemljište...)
- ◆ Prikaz "greenfiled" i "brownfiled" lokacija za investiranje

Prikupljanje podataka zavisi od vrste i kvaliteta podataka koji je potreban da se prezentuje, kao i od njihove dostupnosti. Metode koje se najčešće koriste za prikupljanje geografskih podataka su: daljinska detekcija, unošenje pisanih zapisa, unošenje postojećih baza podataka, prikupljanje podataka direktno sa terena, digitalizacijom i skeniranjem karata, aerofotogrametrijom, globalnim pozicioniranjem i druge.

**Kvalitet podataka** definišu sledeći parametri: **ažurnost, preciznost, tačnost, potpunost i konzistentnost.**

- ◆ Ažurnost podrazumeva stepen usklađenosti stvarnog stanja u prostoru sa podacima kojima se raspolaže u bazama podataka.
- ◆ Preciznost podrazumeva kvalitet rezolucije rasterskog podatka, koji mora biti generalizovan potrebama zadatka koji je predmet GIS-a.
- ◆ Tačnost podatka se javlja prilikom neusaglašenosti premera, klasifikacije ili georeferenciranja i najčešće se odnose na prostornu i vremensku dimenziju

podatka.

- ◆ Potpunost se odnosi na količinu podataka za prostor koji se analizira (mora ju biti prikazani svi prostorni i neprostorni podaci).
- ◆ Konzistentnost podrazumeva odsustvo vidljivih kontra indikcija u bazi podataka. Podaci se ne smeju duplirati i moraju postojati jasne veze između alfa-numeričkih i prostornih podataka.

Na osnovu poznavanja potreba korisnika i prethodne analize treba utvrditi sledeće: **koji su dodatni podaci potrebni i gde i na koji način se oni mogu dobiti**. Sem toga, potrebno je predvideti: koji će podaci po završetku obrade biti prezentovani; u kojoj formi se ti podaci zahtevaju; ko koristi te podatke; na koji način će podaci biti korišćeni. Pošto su izvršene provere i analize svakog izvora, onda se u postupku optimizacije, uz naglašen uticaj kriterijuma efikasnosti i ekonomičnosti, biraju izvori podataka i metode njihovog prikupljanja. Na osnovu ocena izvora podataka i metoda prikupljanja, odnosno izbora koji je potom izvršen, planira se prikupljanje podataka. Istovremeno se planira prikupljanje podataka iz primarnih i sekundarnih izvora (Marković, 1999).

Svi podaci, bilo iz primarnih (planskih) ili sekundarnih (tematskih) izvora, imaju tri dimenzije: **vremensku, tematsku i prostornu** (Jovanović i dr., 2012).

Vremenska dimenzija nam daje određenost - kada su podaci prikupljeni, a tematska opisuje pojavu stvarnog sveta na koju se podatak odnosi. U GIS-u tematski podaci se često nazivaju i neprostorni ili atributski podaci. Svim prostornim podacima upotrebljenim u GIS-u moraju se dati matematičke reference. Jedan od najčešćih primera matematičke prostorne reference je **koordinatni sistem**. *Koordinate  $x$ ,  $y$  se koriste da bi se locirala pozicija elemenata na koordinatnoj mreži koja je prikazana na karti.*

## 3.6 Koordinatni sistemi

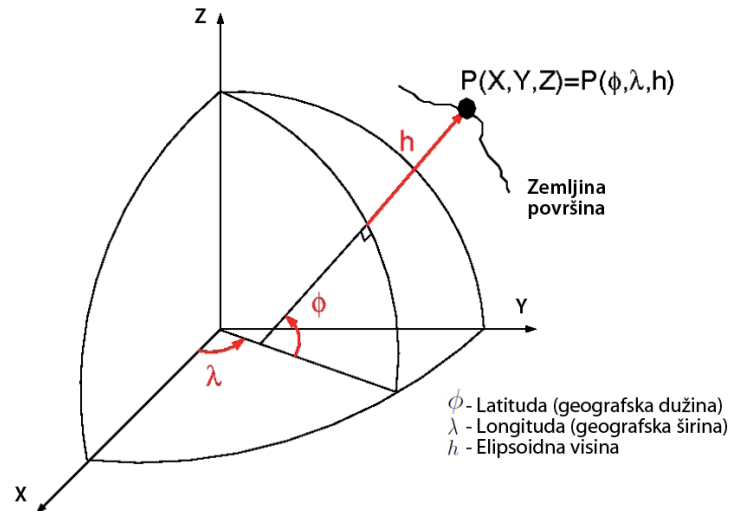
Jedno od osnovnih svojstava podataka GIS-a jeste njihova prostorna referenca. Povezivanje prostornog položaja sa lokacijom na Zemlji naziva se **georeferenciranje**. Najracionalniji način definisanja položaja, generalno, bilo koje tačke u prostoru je pomoću njenih koordinata u izabranom dvodimenzionalnom, odnosno trodimenzionalnom koordinatnom sistemu. Definisanje koordinatnog sistema podrazumeva, pre svega, izbor konkretnog koordinatnog sistema. U praksi najčešće korišćeni koordinatni sistemi su:

- ◆ geocentrični koordinatni sistem,
- ◆ koordinatni sistem koji se odnosi na elipsoid i
- ◆ koordinatni sistem definisan nekom od kartografskih projekcija.

Osim toga, postupak definisanja koordinatnog sistema podrazumeva izbor elipsoida, kartografske projekcije i geodetskog datuma (horizontalnog i visinskog), a u okviru toga i još niz parametara koji su neophodni za potpuno definisanje korisničkog koordinatnog sistema.

Pri izboru koordinatnog sistema treba nastojati, ukoliko je to moguće, da svi geometrijski tipovi podataka budu definisani u istom koordinatnom sistemu.

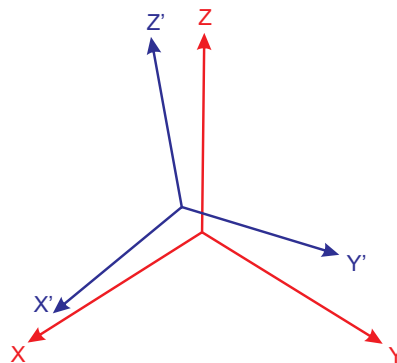
**Geocentrični koordinatni sistem** definisan je na sledeći način. Koordinatni početak nalazi se u centru mase Zemlje, osa Z prolazi kroz srednji pol, osa X prolazi kroz tačku preseka ekvatora i nultog meridijana, a osa Y dopunjuje sistem desne orijentacije (Blagojević, 1994). Položaj na elipsoidu može biti definisan pravouglim (X,Y,Z) ili geodetskim krivolinijskim ( $\phi, \lambda, h$ ) koordinatama. Postoje jednoznačno obostrane jednačine preslikavanja iz pravougljih u elipsoidne koordinate (Slika 21).



Slika 21. Geocentrični koordinatni sistem

Rotacioni **elipsoid** koji najbolje aproksimira Zemlju globalno jeste "WGS84" elipsoid. Neke države imaju definisane sopstvene elipsoide koju najbolje aproksimiraju Zemlju na teritoriji svoje administrativne granice. U Srbiji kao lokalni elipsoid koristi se "Bessel1841" elipsoid. Niz parametara kojim su određeni oblik, veličina i orijentacija elipsoida u odnosu na Zemljino telo naziva se geodetski datum. Odnos između lokalnog elipsoida (npr. "Bessel") i referentnog elipsoida ("WGS84"), tj. njihovih koordinatnih sistema naziva se datumska transformacija (Slika 22).

Pored toga što se za "Bessel"-ov i "WGS84" elipsoid razlikuju parametri elipsoida (velika poluosa i spljoštenost), razlikuju se i koordinatni sistemi u koji su ova dva elipsoida smešteni.



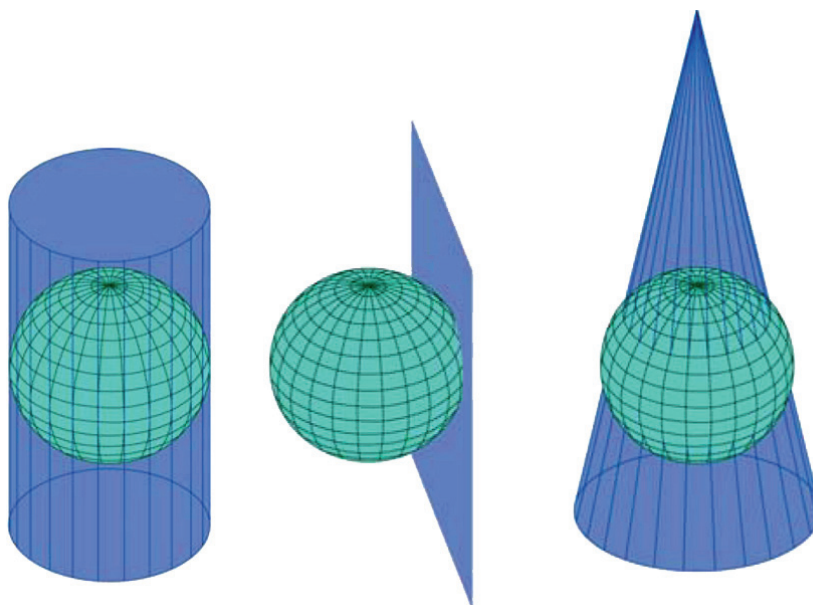
Slika 22. Datumska transformacija

Da bi se ova dva koordinatna sistema poklopila, potrebno je rotirati jedan od ova dva sistema oko sve tri ose, promeniti mu razmeru i translirati ga u prostoru. Ovaj postupak se naziva datumsko transformacija i jedan od poznatijih postupaka koji se primenjuje je sedmoparametarska datumsko transformacija (3 translacije, 3 rotacije, 1 razmera).

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{WGS84} = \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{bmatrix} + (1 + m/1000000) \begin{bmatrix} 1 & \gamma & -\beta \\ -\gamma & 1 & \alpha \\ \beta & -\alpha & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{BESSEL} \quad (5)$$

gde su  $t_x$ ;  $t_y$ ;  $t_z$  parametri translacije,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  parametri rotacije u radianima, a  $m$  parametar promene razmere u *ppm*.

U cilju prikaza Zemlje na karti često se podaci transformišu iz 3D elipsoidnih koordinata u 2D projekcione koordinate. Kao projekciona tela koriste se cilindri, konusi ili ravni (Longley i dr., 2005). U svakom od ova tri slučaja karta koju predstavlja ravan okomota na je oko Zemlje, dok se pozicije i površine projektuju na kartu (Slika 23). Cilindrična projekcija je prikazana kao tangenta, sa kartom koja dotiče površinu Zemlje, ali u projekciji ravni i konusnoj projekciji su prikazani kao slučaj gde karta seče površinu. Ove projekcije nazivaju se **kartografske projekcije**.



Slika 23. Geocentrični koordinatni sistem

“World Geodetic System 1984 (WGS84)” - svetski referentni datum koristi se kao referentni datum u odnosu na koji se definišu svi drugi datumi. Kao referentni geoid uzet je gravitacioni model Zemlje na osnovu koga je utvrđen: ekvator od 6,378,137 metara, i spljoštenje na polovima koje je približno 1/300 (tačnije 1/298,257223563) (Tabela 6).

Tabela 6. Najčešće korišćeni sferoidi sa svojim karakteristikama (velika poluosa  $a$  i parametar spljoštenosti  $f$  ili poluprečnik  $r$ )

Sferoid	Parametri sferoida
WGS84	$a = 6378137:000$ ; $f = 298:25722$
BESSEL1841	$a = 6377397:155$ ; $f = 299:15281$
GoogleEarth	$r = 6378137:000$

Za centar Zemlje uzet je centar mase po ovom geoidu (smatra se da je preciznost položaja centra mase određena sa tačnošću manjom od dva centimetra). Za glavni meridijan određen je meridijan koji se nalazi 102,5 metara istočno od kraljevske opservatorije u Griniču. Ovaj datum koristi i GPS sistem za globalnu navigaciju, koji na bazi WGS84 elipsoida određuje visine

U Srbiji do 2008. je kao državni koordinatni sistem korišćena *Gaus-Kriggerova* projekcija, u *Hermanskogelovom* datumu, koji koristi elipsoid *Bezel 1841* (*Hermanskogel* je mesto u Austriji koje je uzeto kao koordinatni početak za *Bazelov* elipsoid). Od 2008. godine prešlo se na novi državni koordinatni sistem: *UTM* projekcija, elipsoid *WGS84*. Osnovni parametri *Gaus-Krigger* projekcije dati su Tabeli 7:

Tabela 7. Osnovni parametri Gaus-Krigger za šestu i sedmu zonu

	šesta zona	sedma zona
Projekcija	Transverse Mercator	Transverse Mercator
Širina zone	3 stepena	3 stepena
Elipsoid	Bessel1841	Bessel1841
Faktor razmere	0.9999	0.9999
Centralni meridijan	18	21
Lažni istok	6500000	7500000

*UTM* ("*Universal Transverse Mercator*") pored elipsoidnog koordinatnog sistema predstavlja standard. Osnovni parametri *UTM* projekcije za zonu 34 su prikazani u Tabeli 8:

Tabela 8. Osnovni parametri UTM projekcije za zonu 34

	zona 34
Projekcija	Transverse Mercator
Širina zone	6 stepeni
Elipsoid	WGS84
Faktor razmere	0.9996
Centralni meridijan	21

### 3.7 Prostorne baze podataka

Baza podataka predstavlja osnovu geografskog informacionog sistema. Posle ljudi, baza podataka je verovatno najvažniji deo GIS-a. Baza podataka je osnova svih upita, analiza i donošenje odluka. Danas sve velike GIS implementacije čuvaju podatke u sistemima za upravljanje bazama podataka (*"DataBase Management Systems -DBMS"*), koji su specijalizovani softveri dizajnirani da podržavaju višekorisnički pristup integrisanom skupu podataka. Baze podataka treba dizajnirati sa velikom pažnjom, sa strukturom koja bi mogla da obezbedi efikasnu pretragu i performanse transakcija. Male, jednostavne baze koje koristi mali broj ljudi mogu se čuvati na kompjuterskom disku u obliku standardnih fajlova. Međutim velike kompleksne baze podataka sa hiljadama korisnika zahtevaju specijalizovan sistem za upravljanje bazama podataka (Longley i dr., 2005).

GIS baza je zasnovana na konceptu relacionih baza. Pojava relacionog modela omogućila je korisnicima efikasno korišćenje podataka koje se sastoji u mogućnostima lakog, interaktivnog dobijanja podataka i manipulaciju njima. Definisane posebnog jezika strukturiranih i konstruktivnih (*SQL*) upita korisniku olakšava komunikaciju sa bazom.

Koncepcija GIS baza podataka treba da omogući osnovne funkcije kao što su:

- ◆ organizovanje određenog skupa strogo kontrolisanih podataka;
- ◆ pristup, analizu i prikaz tih podataka i
- ◆ uobličavanje modela visokog nivoa za kratkoročni i dugoročni prikaz stanja posmatranog realnog sistema.

U dosadašnjem periodu razvoja, arhitektura baze podataka je prošla kroz nekoliko faza, odnosno generacija. Poslednja generacija arhitekture baze podataka predviđa višeslojnu arhitekturu. Prema tome, baza podataka, u širem smislu reči, predstavlja sistem je koji čine:

- ◆ podaci - korisnički podaci i meta podaci (podaci o podacima),
- ◆ sistem za upravljanje bazom podataka (*"DataBase Management Systems -DBMS"*),
- ◆ server aplikacija (application server),
- ◆ WEB server i
- ◆ korisničke aplikacije.

Kao sinonim za ovako definisanu bazu podataka često se koristi termin sistem baze podataka (Jovanović i dr., 2012).

Organizovanje baza podataka i izbor modela je jedan od najvažnijih postupaka u radu sa GIS-om. Većina podataka, odnosno činjenica u realnom svetu hijerarhijski je organizovana. Hijerarhijski i mrežni modeli podataka su bili namenjeni profesionalnim programerima dok je relacioni model baze podataka koncipiran i usmeren ka korisničkim zahtevima. Predstavljanje podataka dvodimenzionalnim tabelama danas je trend u većini priznatih sistemima za relacione baze podataka kao što su: *DB/2, SQL/DS, ORACLE, RDBMS, ACCESS*, itd (Kukrika, 2000). **Relacione baze podataka**

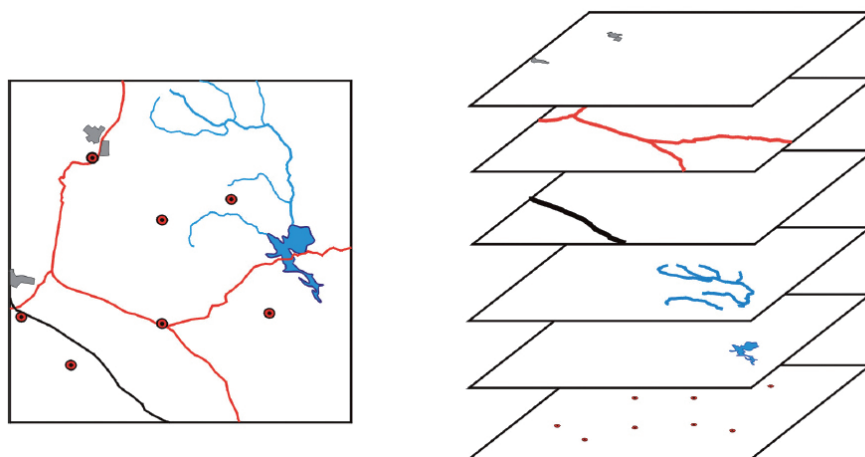
sastoje se od tabela, gde se svaka geografska klasa (sloj-“layer”) skladišti kao posebna tabela.

Tabele su kolekcija redova i kolona. Redovi (zapisi) su kolekcija informacija o zasebnim predmetima (stavkama). Kolone (polje ili atribut) predstavljaju karakteristike predmeta (stavki), na primer: uslovi građenja, dozvoljena spratnost. Relacije su logička veza između tabela. Svaki red atributske table ima svoj identifikator (ID) (Slika 24).

OBJECTID	Shape	Layer	Naziv radne zone	Naziv	Broj	Postojeće	Povrsina	Vlasnistvo	Vrsta ogracenija	Namena	Indeks z	Indeks izgrad	Maksimalna spratnos
1	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 39	91	Izgradjeno	0.18	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
2	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 21	92	Izgradjeno	0.46	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
3	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 38	91	Izgradjeno	0.49	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
4	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 41	91	Izgradjeno	0.59	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
5	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 10	92	Izgradjeno	1.09	Privatno	Zona neposredne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
6	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 9	92	Izgradjeno	0.29	Privatno	Zona neposredne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
7	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 5	92	Izgradjeno	0.97	Privatno	Zona neposredne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
8	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 31	91	Izgradjeno	0.48	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
9	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Stanica za snabdevanje gorivom	91	Izgradjeno	0.66	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
10	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Stanica za snabdevanje gorivom	92	Izgradjeno	0.26	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
11	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 14a	92	Izgradjeno	9.32	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
12	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 17	92	Izgradjeno	1.2	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
13	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 19	92	Izgradjeno	0.41	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
14	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 22	92	Izgradjeno	0.96	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
15	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 25	92	Izgradjeno	2.16	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi
16	Polygon	Izgradjeno	Jugostočna radna zona	Radna površina 28	91	Izgradjeno	0.6	Privatno	Sira zona sanitarne zaštite	Proizvodnji	50	1.6	Od P do P+2+Pk zavisno oi

Slika 24. Atributska tabela

Prostrone (geografske) baze podataka, osim standardnih tipova podataka, poseduju specifične tipove podataka koje se odnose na **geometrijske podatke**. U zavisnosti od tipa objekta, odnosno njegove interpretacije u bazi podataka, za svaki geometrijski atribut se definiše adekvatan geometrijski tip podatka. Geometrijski tipovi podataka definisani su ISO i OGC standardima. Prema standardu ISO/IEC 13429-3 geometrijski tipovi podataka su: "Point, Curve, Line String, Circular String, Compound Curve, Surface, CurvePolygon, Polygon, MultiPoint, MultiCurve, Multi LineString, Multi Surface i Multi Polygon" (Slika 25).



Slika 25. Prikaz geometrijskih podataka po slojevima



## 3.8 Prostorna analiza

Prostorna analiza je proces kojim se sirovi podaci pretvaraju u korisne informacije, u cilju istraživanja ili u postupku donošenja odluka (Longley i dr., 2005). Analiza prostornih podataka je deskriptivna naučna istraživačka oblast.

Analiza prostornih (geografskih podataka) predstavlja jednu od najznačajnijih funkcija GIS-a. Sve analitičke funkcije GIS-a se mogu podeliti u dve velike grupe:

- ♦ analitičke funkcije na geografskim podacima i
- ♦ analitičke funkcije na atributivnim podacima.

Primenom aritmetičkih i logičkih operacija u postupku analize geografskih podataka moguće je odgovoriti na sva pitanja - „gde?“ (lokacione karakteristike), „šta?“ (tematske karakteristike) i „kada?“ (vremenski atributi), kao i na sve moguće kombinacije ovih pitanja. Najčešće korišćene aritmetičke funkcije su sabiranje, oduzimanje, množenje i deljenje svake vrednosti u jednom sloju vrednošću iz drugog sloja koji je na odgovarajućoj lokaciji. Logičke operacije koriste se za postavljanje upita i pronalaženje onih geografskih podataka gde se specificirani uslovi zajedno javljaju (Jovanović i dr., 2012).

Mnogi modeli koji su razvijeni korišćenjem GIS-a su u suštini statistički i predstavlja ju prostorni ekvivalent deskriptivne statistike (Longley i dr., 2005). Statističke funkcije koje su od značaja za geografske analize su: područje (*min*, *max*, *min-max*), centralna tendencija (modus, medijana, srednja vrednost) i varijacije (varijansa, standardna devijacija) (Kukrika, 2000).

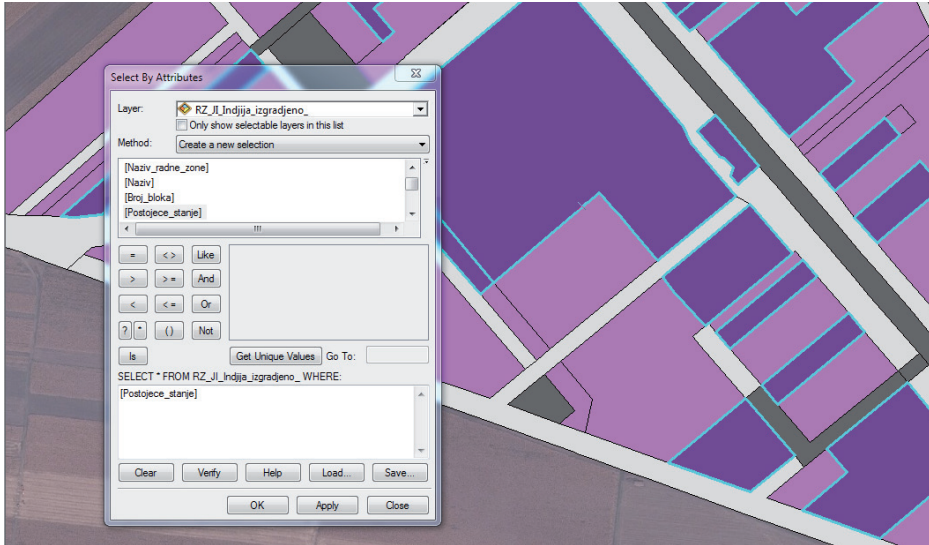
Najčešće korišćene prostorne analize u GIS-u su:

- ♦ Analize nad atributivnim (tabelarnim) podacima,
- ♦ Preklapanje slojeva (tj. upiti nad prostornim podacima),
- ♦ Analize rastojanja,
- ♦ Mrežne analize i
- ♦ Interpolacija.

### 3.8.1 Analize nad atributivnim podacima

Analiza atributivnih podataka jednog tematskog sloja može da se izvodi:

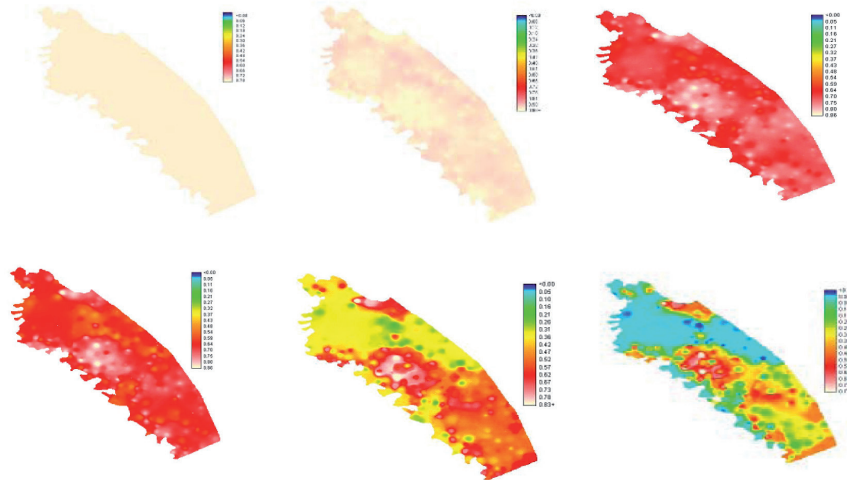
- ♦ postavljanjem SQL (*Structured Query Language*) upita nad tabelom sa atributivnim podacima (*SELECT kolone, FROM naziv\_sloja podataka, WHERE kriterijum*) (Slika 26),
- ♦ korišćenjem različitih aritmetičkih operacija (sabiranje, oduzimanje, množenje, deljenje), logaritamskih i trigonometrijskih funkcija (Slika 27),
- ♦ primenom nekih od neparametarskih tehnika. U ovu grupu spadaju: višekriterijumske metode i metode bazirane na veštačkoj inteligenciji (Slika 28).



Slika 26. SQL upit nad tabelom sa atributivnim podacima

Broj bloka	Postojeće stanje	Površina za izgradnju (ha)	Tip	Imena	Indeks zauzetosti (%)	Indeks izgradjenosti	Maksimalna spratnost
91	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Izgrađeno		Privatno	me zaštita	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
17	Neizgrađeno	3.25	Privatno	Zona neposredne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	1.47	Privatno	Zona neposredne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	1.79	Privatno	Zona neposredne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	0.48	Privatno	Zona neposredne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	0.48	Privatno	Zona neposredne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	3.04	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	0.21	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	0.87	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	0.83	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	0.35	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	1.04	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	0.25	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	5.59	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	2.12	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	0.51	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	1.67	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	5.38	Privatno	Zona neposredne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
92	Neizgrađeno	1.99	Privatno	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	0.15	Opština	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	0.24	Opština	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr
91	Neizgrađeno	0.08	Opština	Šira zona sanitarne zaštite	50	1.6	Od P do P+2+Pk završeno od vr

Slika 27. Aritmetičke operacije nad tabela

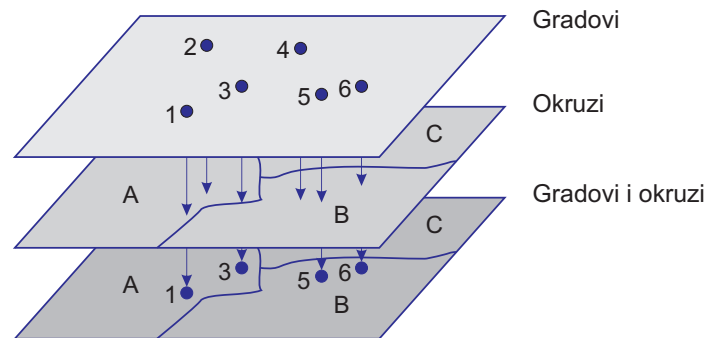


Slika 28. Višekriterijumske analize

### 3.8.2 Preklapanje slojeva-prostorni upiti

Kod preklapanja slojeva sa **vektorskim podacima** moguće je:

- ◆ preklapanje tematskog sloja koji sadrži tačke sa tematskim slojem koji sadrži poligone; (Slika 29) (Tabela 9),
- ◆ preklapanje tematskog sloja koji sadrži linije sa tematskim slojem koji sadrži poligone i
- ◆ preklapanje dva tematska sloja koji sadrži poligone.



Slika 29. Preklapanje sloja koji sadrži tačke sa slojem koji sadrži poligone

Tabela 9. Sjedinjavanje slojeva podataka (iz dve tabele u jednu zajedničku)

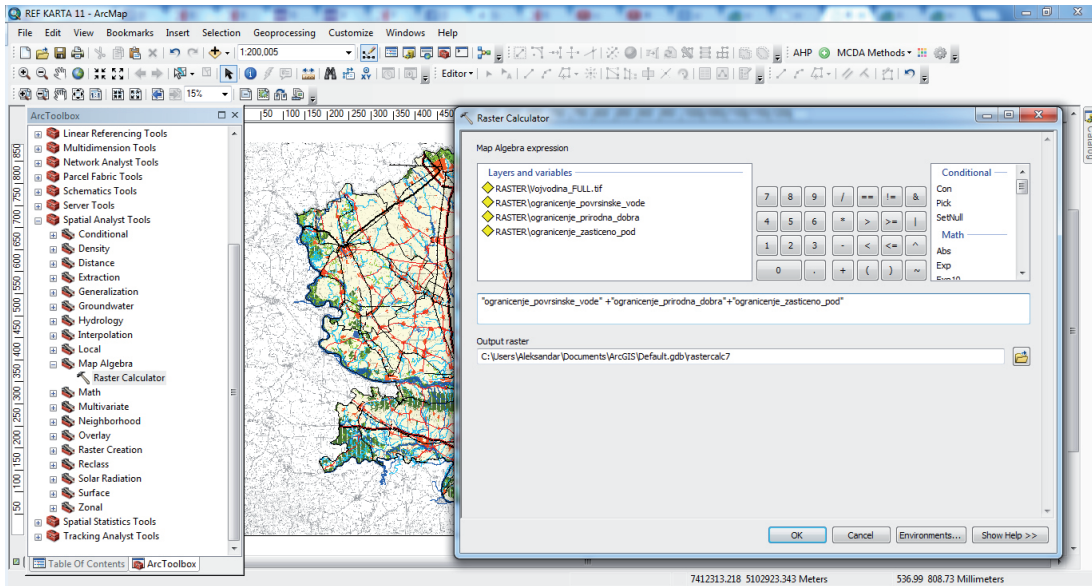
ID	Grad	+	ID	Okrug	=	ID	Okrug	Grad
1	G1		A	D1		1	D1	G1
2	G2		B	D2		2	D1	G2
3	G3		C	D3		3	D1	G3
4	G4					4	D3	G4
5	G5					5	D2	G5
6	G6					6	D2	G6

Preklapanje **slojeva sa rasterskim podacima**. Postupak preklapanja rasterskih slojeva prilikom koga nastaje novi rasterski sloj sa novim vrednostima atributa naziva se algebra karata. Algebra karata koristi: aritmetičke operacije, relacije, Bulove operatore, trigonometrijske funkcije, logičke funkcije – *IF-THEN* (Slika 30).

“*Raster Calculator*” je glavna opcija pomoću koje se mogu dobiti algebra karte u Softveru *ArcGIS* (Slika 31).

4	12	5		3	5	9		7	17	14
3	2	4	+	1	8	3	=	4	10	7
3	5	7		4	1	5		7	6	12

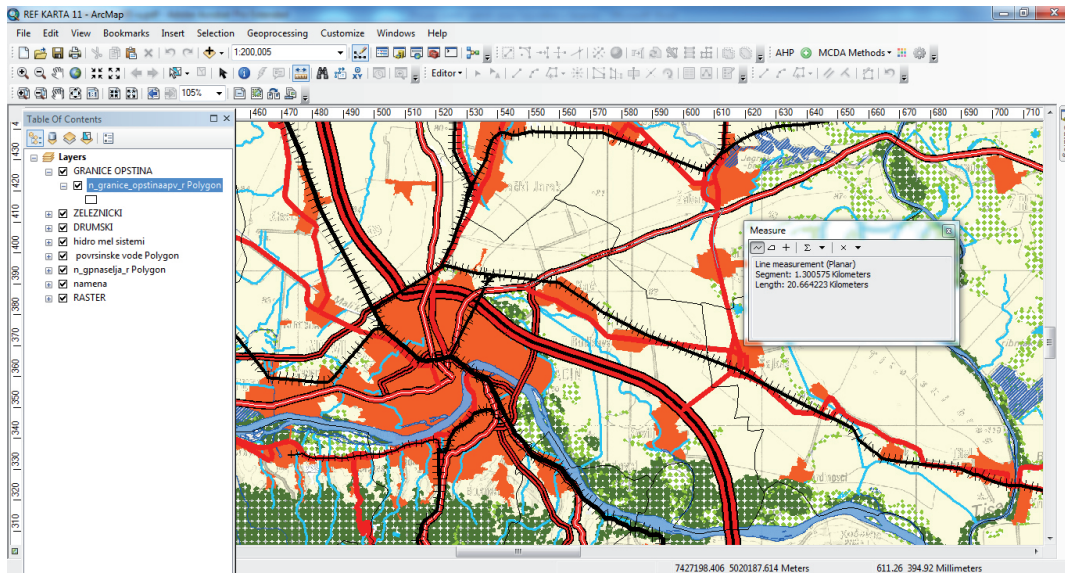
Slika 30. Postupak preklapanja rasterskih slojeva



Slika 31. Opcija "Raster Calculator" u ArcGIS-u

### 3.8.3 Analiza lokacije entiteta-analize rastojanja

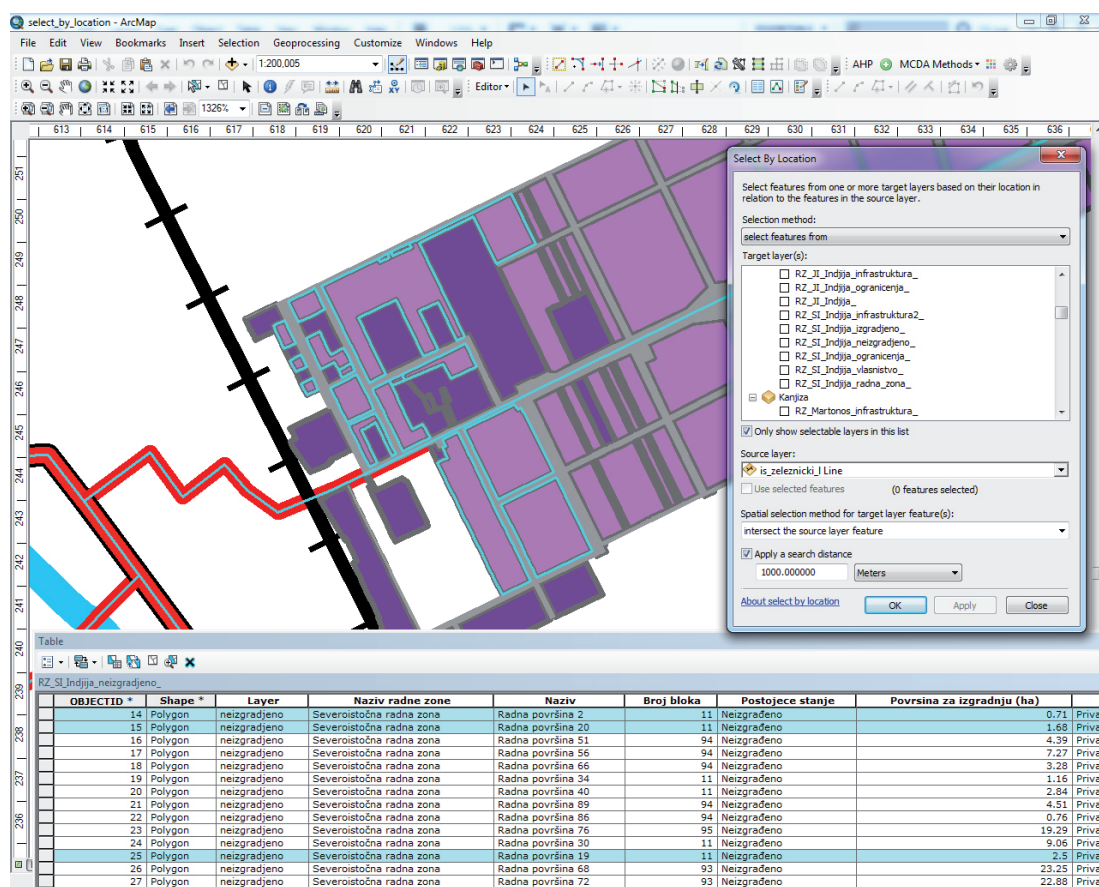
Pod analizom lokacije entiteta podrazumeva se: merenje rastojanja, obima i površine poligona, kao i "bafer" analize. Na slici 32 je prikazana opcija "Measure" u ArcGIS-u.



Slika 32. Opcija "Measure" u ArcGIS-u

Selektovanje lokacija na osnovu potrebe da se pomoću pretrage nađu lokacije (zone, blokovi, parcele...) koji se nalaze u blizini železnice, autoputa i luka moguće je postići opcijom "Select by location". Ova funkcija GIS-a ima opciju gde se može podešavati koje lokacije se selektuju u zavisnosti od slojeva podataka, kao i udaljenost objekata od željene tačke. Na primeru datom na slici 33 urađena je pretraga slobodnih

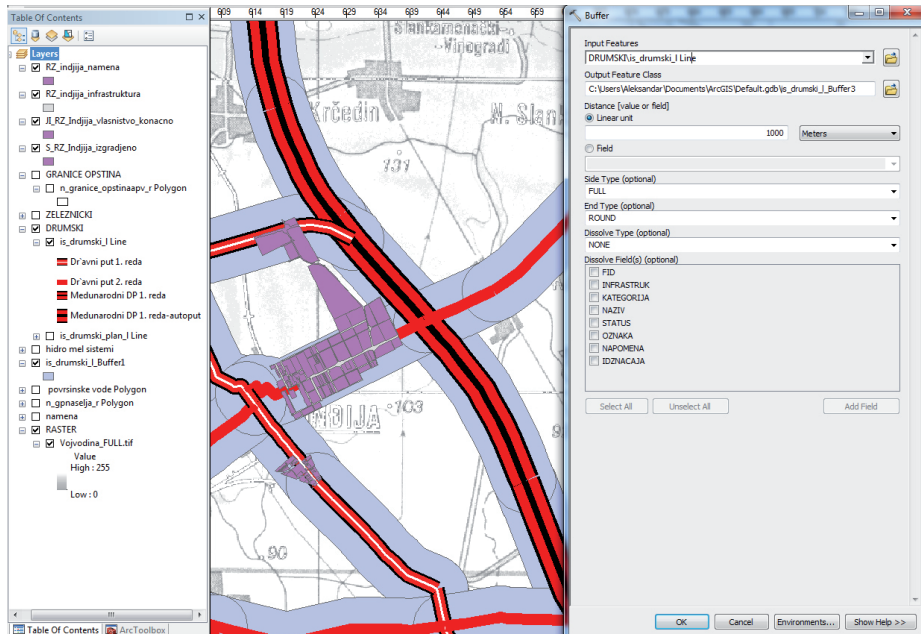
lokacija u industrijskoj zoni pogodnih za izgradnju proizvodnog sistema na osnovu postavljenog kriterijuma koji definiše da udaljenost od železnice ne sme biti veća od 1000 m.



Slika 33. Prikaz selektovanja lokacije opcijom "Select by locations" u ArcGIS-u

Analiza **bafer zona** koristi se kada je potrebno locirati sve objekte koji se nalaze unutar neke zone (nekog rastojanja) od posmatranog objekta.

Npr. potrebno je detaljno razmotriti kriterijume za lociranje proizvodnog sistema. Pretpostavimo da lokacija mora biti u zonama za industrijsku upotrebu i da autoput može najviše biti udaljen 1 km od lokacije. Takva potraga često može biti postignuta sa GIS-om, sa predpostavkom na to da traženi podaci postoje i mogu podržati zadatak. Neophodno je da se identifikuju koje lokacije su u blizini auto puta (udaljene 1 km od autoputa). Često se takav upit vrši isključujući sve lokacije koje su udaljenije od 1km od autoputa, koristeći zajednički GIS funkciju koja se zove "**Buffering**" (Slika 34). Zatim se pokušava da se identifikuje skup lokacija koje ispunjavaju kriterijume. Zatim se skup izvodljivih lokacija, analizira i procenjuje koristeći druge kriterijume, uključujući raspoloživost radne snage, sirovine, uslove privređivanja itd. Promena u kriterijumima može biti interaktivno izvršena (npr. promene od 1 km na 1,5 km) u okviru GIS-a, omogućavajući analitičarima da studiraju ograničenja o broju izvodljivih parcela.



Slika 34. Opcija "Buffer" u ArcGIS

### 3.8.4 Mrežne analize

Mreža se definiše kao skup međusobno povezanih geografskih objekata kroz koju se može ostvariti protok. Primer mrežne analize može se videti na prikazu infrastrukturne mreže puteva Vojvodine (Slika 35).



Slika 35. Infrastrukturna mreža puteva Vojvodine

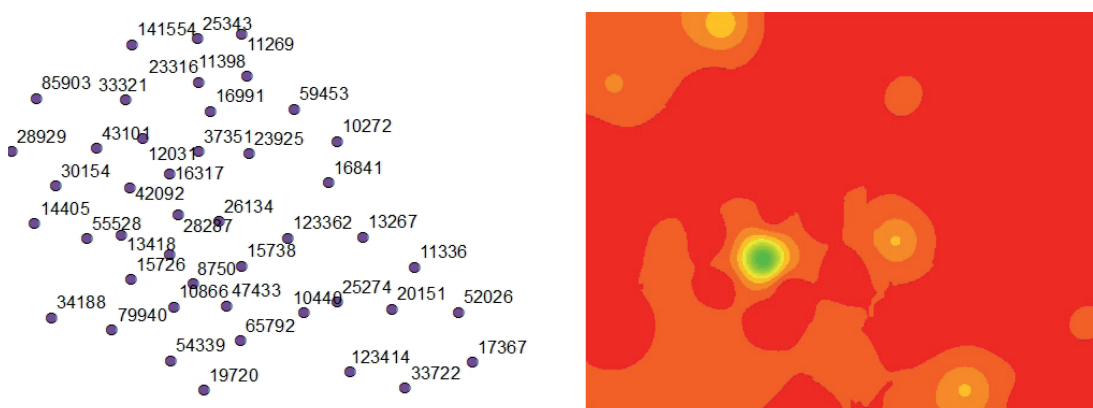
### 3.8.5 Interpolacija

Interpolacija je metod prognoziranja vrednosti nekog atributa na nekoj lokaciji na osnovu izmerenih vrednosti istog atributa na susednim lokacijama (koje su u njenoj okolini) unutar istog područja ili regiona.

Pretpostavka od koje polazi metoda interpolacije je da su prostorno raspoređeni objekti međusobno povezani (imaju prostornu korelaciju), odnosno da susedni objekti imaju zajedničke karakteristike.

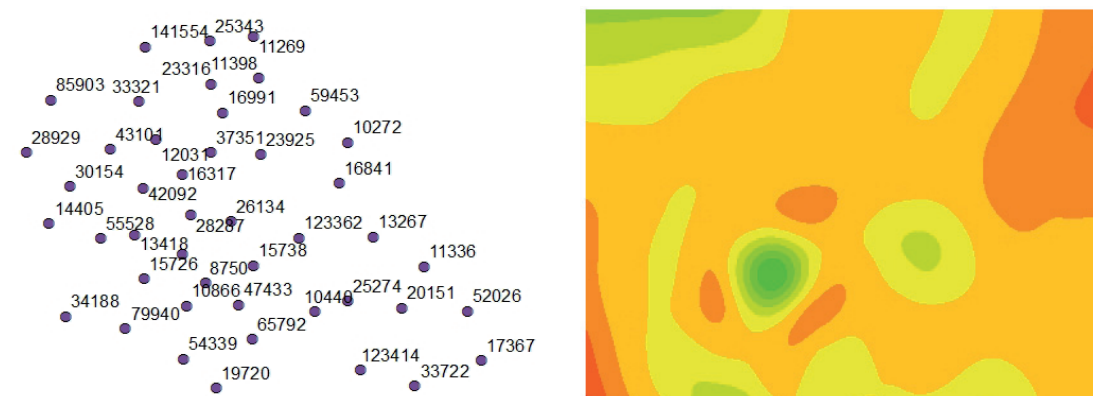
Najčešće korišćene metode *inverznih distanci*, *splajn* i *kriging*.

**Metode inverznih distanci** izračunava vrednosti u datoj tački na bazi prosečnih vrednosti susednih tačaka iz polaznog uzorka (Slika 36).



Slika 36. Metoda inverznih distanci

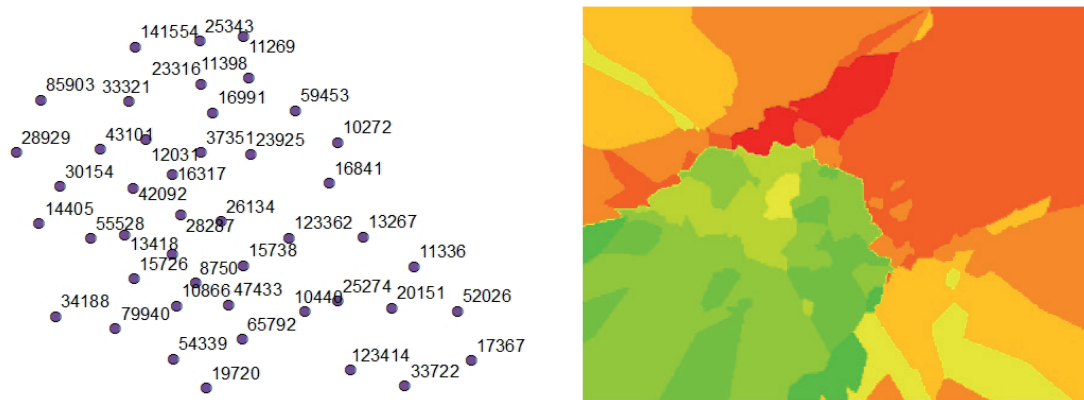
**Splajn** metod interpolacije koji koristi matematičke funkcije kojima se minimizira ukupna zakrivljenost površine ( Slika 37).



Slika 37. Splajn metod interpolacije

**Kriging** se koristi kada su promene atributa nepravilne i raspored uzorkovanja

tako redak da bi jednostavne metode interpolacije dovele do sasvim nepouzdanih prognoza (Slika 38).



Slika 38. Kriging metod interpolacije

### 3.9 GIS podrška sistemu odlučivanja

Pretpostavka da onaj kome je dostupno više informacija ima veću moć i sposobnost da donose bolje odluke često se pokazuje kao netačna. Danas, većina menadžera sve više pati od preopterećenja informacijama. Mapiranje i geovizuelizacija koje omogućava GIS mogu značajno pomoći u rešavanju ovog problema.

Jedna od najboljih tehnika za bolje razumevanje podataka jeste vizualizacija brojeva pomoću slika. To olakšava uočavanje uzoraka ili čak otkriva uzorke koji bi inače ostali skriveni. Selekcija, kompresija i vizuelizacija zapravo predstavljaju filtriranje informacija i olakšavaju donošenje odluka.

Geografski informacijski sistem je veoma efikasan metod prostorne analize koji procesu odlučivanja daje velike mogućnosti za analizu prostornih informacija. Odlučivanje je složen proces, tako da predviđanje i malog dela tog procesa može biti veoma važno.

GIS ima značajnu ulogu u procesu skrininga određenog regiona i u pronalaženju alternativa, efikasno obrađujući veliku količinu prostornih podataka. Značajno doprinosi donošenju odluke tako što smanjuje područje istraživanja. Međutim, za donošenje konačne odluke neophodno je uključiti i druge analitičke metode kao što su višekriterijumske metode odlučivanja, neuronske mreže ili fazi (rasplinutu) logiku.

Poslovni GIS alati se kreću od tipičnog desktop mapiranja do sofisticiranih sistema za podršku u odlučivanju. Alati se koriste za analizu operativnih, taktičkih i strateških odluka u organizaciji (preduzeću). Ovi alati mogu biti deo standardnog GIS softvera, mogu biti razvijeni od strane same organizacije ili naručeni kao poslovna rešenja. Efektivna prostorna analiza zahteva inteligentnog korisnika, a ne samo moćan softver i hardver.



Prostorni sistemi za podršku u odlučivanju zahtevaju da poruka koju nosi mapa može biti jasno intepretirana. Glavna funkcija mapa nije samo da raspoređuju i prenose poznate informacije nego i da prenesu određenu poruku. Prostorni sistemi za podršku odlučivanju su specijalno dizajnirani geoinformacioni sistemi koji mogu biti korišćeni u procesu odlučivanja kao alati koji obezbeđuju informacije potrebne za odluku.

Važno je istaći da geografski informacijski sistemi ne donose sami odluke, već ih donose ljudi uz pomoć GIS-a. Geografski informacijski sistemi predstavljaju moćan alat za podršku u prostornom odlučivanju i kao takav je nezaobilazan u rešavanju prostornih problema, kao što je izbor lokacije proizvodnih sistema.

U većini situacija odlučivanja podrška koju omogućavaju geografski informacijski sistemi nije dovoljna. Inteligentni sistemi za razliku od geografskih informacijskih sistema su u mogućnosti da raspoložive informacije kombinuju sa ugrađenim znanjem i samostalno donose odluke. Dodatnu podršku u izboru lokacije proizvodnih sistema može da obezbedi ekspertni sistem zasnovan na veštačkoj inteligenciji koja imitiranjem ekspertize čoveka omogućava donošenje potrebnih odluka.

## 4 INTELIGENTNI SISTEMI

### 4.1 Osnove inteligentnih sistema

Pri odlučivanju velika količina podataka često prevazilazi mogućnosti menadžera da ih analizira, interpretira i vizualizuje. Potrebno je doneti ispravnu odluku za što kraće vreme. Zato savremeni menadžeri danas, sve više teže ka upotrebi inteligentnih sistema pri odlučivanju kako bi unapredili svoje poslovanje, postigli veću efikasnost sistema, optimizovali procese i smanjili troškove. **Kao podrška u odlučivanju mogu se koristiti za sve vrste odluka, ali njihova upotreba je najznačajnija na strateškom i taktičkom nivou.**

Inteligentni sistemi predstavljaju standardizovani metodološki pristup za rešavanje složenih problema (Byrd i Hauser, 1991). Inteligenciju sistema odlikuje fleksibilnost, prilagodljivost, memorija, učenje, rezonovanje i sposobnost da upravlja neizvesnim i nepreciznim informacijama (Krishnakumar, 2003). Kombinacija informacija, kreativnosti i novih rešenja problema je ključna za inteligenciju. Osnovu inteligentnih sistema čini **veštačka inteligencija** i to:

- ◆ Humanistička veštačka inteligencija koja izučava mašine koje misle i ponašaju se kao ljudi i
- ◆ Racionalistička veštačka inteligencija koja teži da objasni i imitira inteligentno ponašanje čoveka u smislu računarskih procesa (Russell i Norvig, 1995).

Inteligentni sistemi danas, motivisani potrebom rešavanja kompleksnih problema sa povećanjem efikasnosti, više koriste racionalističku veštačaku inteligenciju.

Glavne odlike inteligentnih sistema nalaze se u strukturi sposobnoj da se sama organizuje u cilju učenja i adaptacije na promenu okruženja, a ne samo da reaguje na pretpostavljene situacije ili uticaje (Azvine i Wobcke, 1998). Inteligentni sistemi su u mogućnosti da informacije dobijene iz svog okruženja kombinuju sa ugrađenim znanjem i donose odluku u skladu sa svojim ciljevima i novonastalim uslovima. Performanse ovih sistema se vremenom povećavaju jer se uvećava baza znanja. Inteligentni sistemi imaju sposobnost učenja i adaptacije. Adaptivnost sistema se odnosi na promenu u ponašanju sistema nastala usled interakcije sistema sa okruženjem i težnje sistema da izvrši postavljeni zadatak. Značajni rezultati se postižu u slučajevima kada je prisutan veliki nivo neizvesnosti i nepreciznosti.

Metodologije na kojima se temelje inteligentni sistemi integrisane su pod nazivom **kompjuterska inteligencija** (hibridni sistemi). Pod kompjuterskom inteligencijom podrazumevaju se: genetski algoritmi, neuronske mreže i fuzi (rasplinuta) logika.

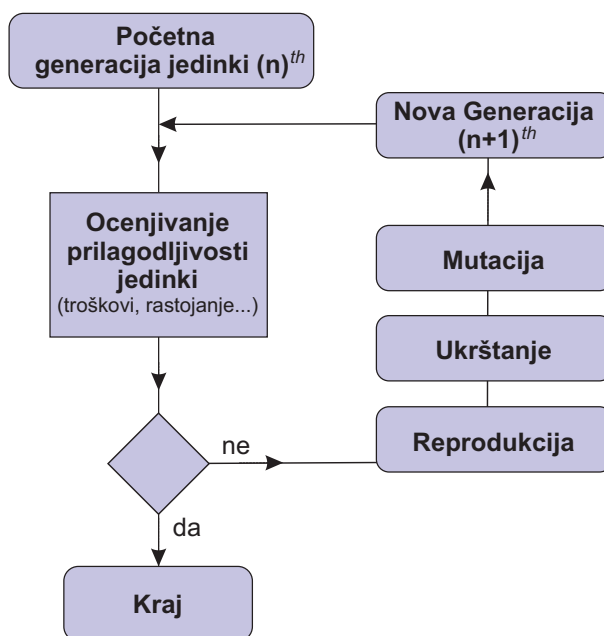
## 4.2 Genetski algoritmi

Genetski algoritmi su algoritmi pretraživanja zasnovani na mehanizmima prirodne selekcije, evolucije i genetike. Genetski algoritam je optimizacioni metod koji se svojim performansama izdvojio iz sad već velike grupe sličnih metoda. Predstavlja izuzetno efikasan i fleksibilan metod koji se praktično može primeniti u velikom broju različitih aplikacija. **Daje dobre performanse bilo da se radi o linearnim ili nelinearnim problemima sa i bez ograničenja**, (The MathWorks Inc., 2013) koriste samo funkciju cilja za traženje optimalnog rešenja, a ne i njene izvode ili neke druge dodatne podatke. Funkciju cilja nije potrebno predstaviti matematičkim jednačinama. Podaci koji se procesiraju genetskim algoritmom sadrže niz stringova, ili hromozoma, konačne dužine kod kojih se svaki bit zove gen. Osnovni objekat genetskog algoritma je hromozom, a njegova iskorišćenost se naziva prilagođenost (*“fitness”*).

Kao što je već spomenuto, **genetski algoritmi simuliraju prirodni evolutivni proces**. Za evolutivne procese kao i za genetske algoritme može se ustanoviti da:

- ◆ postoji populacija jedinki (potencijalnih rešenja-alternativa),
- ◆ neke jedinke su bolje prilagođene okolini,
- ◆ bolje jedinke imaju veću verovatnoću preživljavanja i reprodukcije,
- ◆ osobine jedinki zapisane su pomoću genetskog koda,
- ◆ deca nasleđuju osobine roditelja,
- ◆ jedinke mogu mutirati.

Na slici 39 je prikazan postupak rada genetskih algoritama.



Slika 39. Postupak rada genetskih algoritama

Genetski algoritmi su u upotrebi pri izboru lokacije proizvodnih sistema (Kratka, 2001; Hansen 2007), takođe u rešavanju takozvanog  $p$ -median problema gde je potrebno izabrati  $p$  skladišta koji će služiti  $n$  korisnika tako da se minimizuju rastojanja između skladišta i korisnika (Alp i dr., 2003; Correa i dr, 2004). U poslednje vreme genetski algoritmi koriste se zajedno sa geografskim informacionim sistemima (Pitaksringkarn i Taylor, 2005) kako bi se došlo do što efikasnijih rešenja.

Genetski algoritmi su podržani u *Matlabu* (u okviru "*Global optimization Toolbox*") koji je specijalizovan za izradu matematičkih programskih paketa i rešavanje matematičkih i inženjerskih problema.

## 4.3 Veštačke neuronske mreže

Veštačka neuronska mreža (VNM) je sistem koji se sastoji od velikog broja međusobno povezanih i jednostavnih elemenata procesiranja koji rade paralelno. Funkcija VNM je određena strukturom mreže, težinom veza, i obradom u elementima procesiranja (Yoon, 1991). Koriste se u procesima identifikacije i upravljanja nelinearnim sistemima. Postoje različiti tipovi neuronskih mreža ali za najveći broj njih važi da „uče“ iz primera. Ovo predstavlja prednost jer nije neophodno razvijati kompleksne upravljačke algoritme i matematičke modele sistema. Veštačke neuronske mreže se mogu primeniti u kombinaciji sa fazi logikom formirajući tada **fazi-neuronske sisteme** (The MathWorks Inc., 2013).

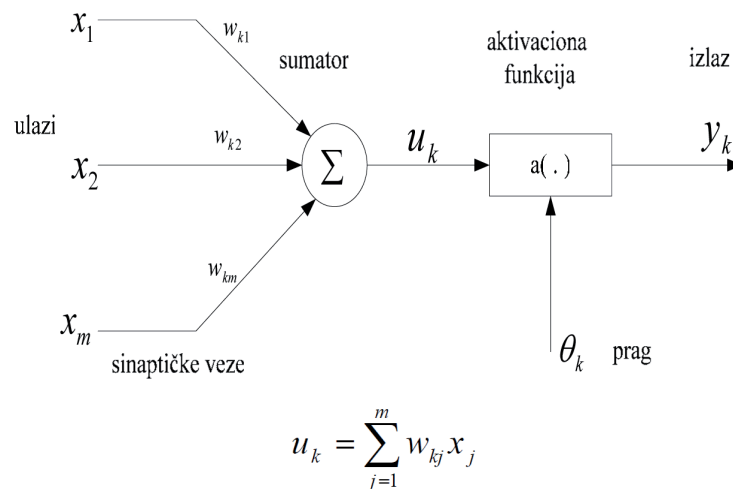
**Veštačke neuronske mreže simuliraju način rada ljudskog mozga pri obavljanju datog zadatka ili neke funkcije.** Po strukturi, funkciji i obradi informacija slične su biološkim neuronskim mrežama, ali se radi o veštačkim tvorevinama. Neuronska mreža u računarskim naukama predstavlja povezanu mrežu elemenata koji obrađuju podatke. Efikasno mogu da rešavaju veoma složene probleme koji bi inače bili teško rešivi nekim algoritamskim postupkom. Omogućavaju inteligentno procesiranje bez prethodno definisanog modela ili algoritma već na osnovu podataka o ponašanju nekog sistema

Jedna od važnih osobina neuronskih mreža je njihova sposobnost da uče na ograničenom skupu primera. VNM predstavljaju sistem sastavljen od veoma velikog broja jednostavnih elemenata za obradu podataka. Ovakvi sistemi su sposobni za prikupljanje, memorisanje i korišćenje eksperimentalnog znanja.

Osnovnu računarsku snagu neuronskih mreža čini **paralelizam, sposobnost obučavanja i generalizacije**. Procedura kojom se obavlja obučavanje je algoritam obučavanja. Kroz ovu se proceduru se na algoritamski (sistematičan) način menjaju sinaptičke težine u cilju dostizanja željenih performansi mreže. Drugim rečima, VNM se obučavaju preko primera i poseduju sposobnost generalizacije. Generalizacija predstavlja sposobnost produkovanja zadovoljavajućeg izlaza neuronske mreže i za ulaze koji nisu bili prisutni u toku obučavanja. Veliki potencijal VNM-a se nalazi u pa-

ralelizmu (mogućnosti paralelne obrade podataka) tokom izračunavanja komponenti koje su nezavisne jedne od drugih. VNM su sistemi sastavljeni od više jednostavnih elemenata (neurona) koji obrađuju podatke paralelno (Bishop, 2000).

Funkcije koje su VNM u stanju da obrađuju određene su strukturom mreže i jačinom konekcije, a obrada podataka se izvodi u neuronima (Slika 40). Svaki element operiše samo sa lokalnim informacijama.



Slika 40. Nelinearni model neurona

Kada je problem jasno definisan, potrebno je prikupiti podatke. Podaci se dele na podatke za trening i podatke za testiranje. Zatim je potrebno odrediti vrednost parametra koji determiniše brzinu učenja ("gama"), veličinu praga ("threshold") i početnu vrednost težina. Veći broj podataka obezbeđuje bolju obučenosť mreže, ali zahteva više vremena za učenje

## 4.4 Fazi logika

Kod primene klasičnih metoda, rešavanje optimizacionog problema zahteva se precizno matematičko formulisanje. Međutim, **mnogi problemi iz realnog života koji se rešavaju su neprecizni i neizvesni**. Kada se kompleksnost sistema povećava, naša mogućnost da napravimo preciznu i u isto vreme značajnu tvrdnju o njegovom ponašanju se smanjuje. Zbog toga je profesor Zadeh predložio da se sa veoma složenim problemima treba izboriti tako što se umesto ka većoj preciznosti opisa i razmišljanja o pojavama, treba ići u suprotnom pravcu i dozvoliti njihovu nepreciznost. Povećavanjem nepreciznosti iskaza kojim kvalifikujemo rešenje problema, dobijamo na njegovoj relevantnosti i smislu (Zadeh, 1965).

Fazi (rasplinuta) logika je u osnovi više-vrednosna logika koja dopušta srednje vrednosti definisane između tradicionalnih stavova: da/ne, crno/belo, istina/neistina

itd. Drugačije od promenljivih koje se koriste u klasičnoj logici koje priznaju dva moguća stanja vrednosti (0 i 1), fazi skup je napravljen bez jasno definisanih granica, koji mogu sadržati elemente sa samo delimičnim članstvom.

**Modeli na bazi fazi logike imaju sposobnost prepoznavanja, predstavljanja, interpretiranja i korišćenja podataka i informacija koji su neprecizno definisani.** Fazi pogled na svet uzima u obzir jednostavne i čoveku jasne jezičke (lingvističke) kvalifikacije pojava i pokušava da ih analizira i praktično upotrebi. Na primer cena radne snage može se izraziti u pet različitih lingvističkih promenljivih: veoma niska cena, niska cena, prihvatljiva cena, visoka cena i veoma visoka cena.

**Fazi logika pripada sistemima zasnovanim na znanju** kojima je glavni cilj eksploatacija tolerancije koja postoji pri nepreciznosti i nejasnoći. Ona koristi iskustvo čoveka (eksperta iz odgovarajuće oblasti) u formi AKO-ONDA ("IF-THEN") pravila, dok mehanizam aproksimativnog (približnog) rezonovanja računa upravljačku akciju za konkretan slučaj (Gođevac, 1997).

Osnovne prednosti fazi logike su (Zadeh, 1975):

- ◆ Fazi logika je konceptualno jednostavna za razumevanje;
- ◆ Fleksibilnost. Svaki sistem je jednostavan za modifikovanje;
- ◆ Upotreba nepreciznih podataka;
- ◆ Moguće je modelovanje nelinearnih funkcija;
- ◆ Uspešno opisivanje ekspertskih iskustava;
- ◆ Upotreba jezika u obliku prirodne ljudske komunikacije;

Danas se fazi logika koristi u automatskom upravljanju, ekspertnim sistemima, sistemima za podršku u odlučivanju, industriji, medicini, ekonomiji, marketingu, itd. Zahvaljujući razvoju računara i komercijalnih softvera moguća je primena na bilo koji kompleksni sistem koji se može kvalitativno opisati. Fazi logika retko se koristi samostalno, već u kombinaciji sa genetskim algoritmima, neuronskim mrežama, ekspertskim sistemima, geografskim informacionim sistemima itd.

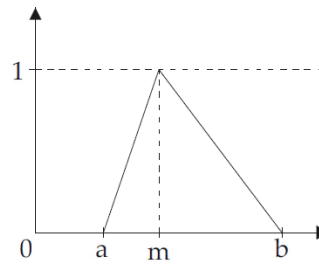
## 4.4.1 Fazi broj

U zavisnosti od tipa karakteristične funkcije, dobijaju se različiti fazi skupovi. Fazi skup se može definisati kao: fazi skup  $A$  nad univerzumom  $X$  je određen svojom karakterističnom funkcijom  $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$ , gde se za svako  $x \in X$   $\mu_A(x)$  interpretira kao stepen pripadnosti elementa  $x$  fazi skupu  $A$ . Vrednost  $\mu_A(x)=0$  označava da element  $x$  uopšte ne pripada skupu  $A$ , dok vrednost  $\mu_A(x)=1$  označava da element  $x$  u potpunosti pripada skupu  $A$ . **Fazi broj je fazi skup**  $A$  koji je normalizovan, konveksan i ima ograničeno jezgro.

Zadeh je klasifikovao ove funkcije u dve kategorije: linearne i nelinearne. Najčešće vrsta karakterističnih funkcija, odnosno, fazi skupova su:

1. **Trougaoni fazi broj**, prikazan na slici 41 se definiše na sledeći način:

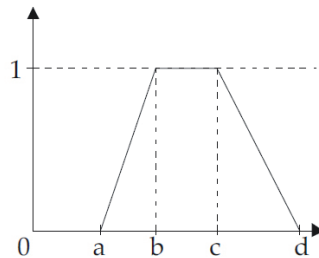
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq b \\ \frac{(x-a)}{(m-a)}, & x \in (a, m] \\ \frac{(b-x)}{(b-m)}, & x \in (m, b) \end{cases}$$



Slika 41. Trougaoni fazi broj

2. **Trapezoidni fazi broj** je prikazan na slici 42 definiše se na sledeći način:

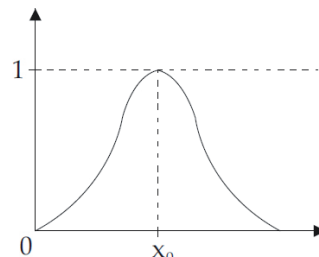
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}, & x \in (a, b) \\ 1, & x \in (b, c) \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}, & x \in (c, d) \end{cases}$$



Slika 42. Trapezoidni fazi broj

3. **Gausov fazi broj** je prikazan na slici 43, a njegova karakteristična funkcija je:

$$\mu_A(x) = e^{\frac{-(x-x_0)^2}{d}}$$

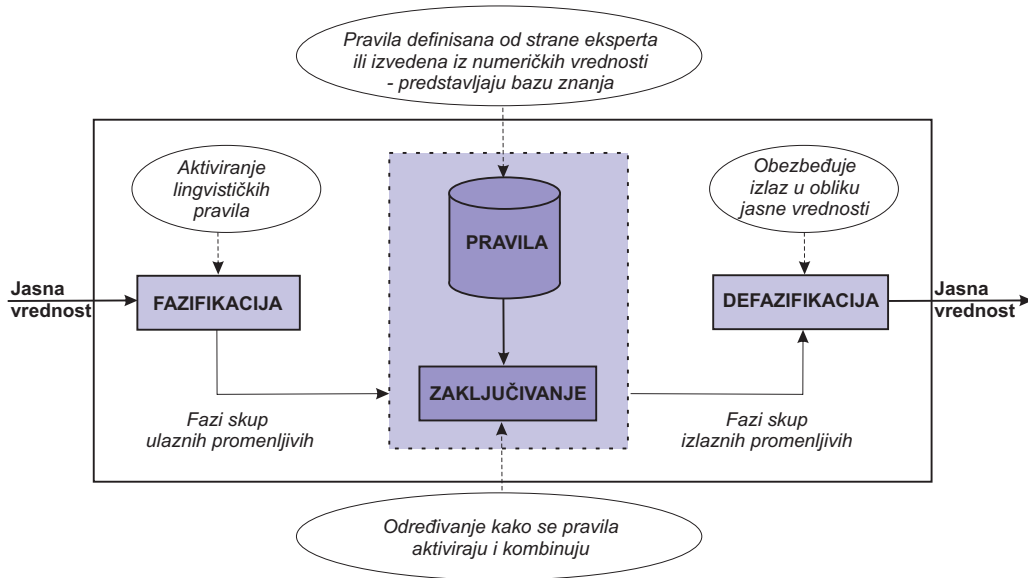


Slika 43. Gausov fazi broj

## 4.4.2 Fazi sistem zaključivanja

Fazi sistem zaključivanja (*“Fuzzy Inference System-FIS”*) je metodologija pretvaranja ulaznih veličina u izlazne veličine upotrebom fazi logike (Chen, 2000). Zbog njihovog intuitivnog rukovanja i jednostavnosti, oni su primenjeni u širokom spektru oblasti, kao što su kontrola, podrška odlučivanju, obrada slike, ekspertni sistemi, itd (Ross, 2004).

Fazi sistem zaključivanja se mogu podeliti na tri glavne komponente: **fuzifikacija, baza znanja i defazifikacija** (Slika 44). Fuzifikacija i defazifikacija pretvaraju spoljašnje informacije u fazi vrednosti i obrnuto. Baza znanja podrazumeva fazi pravila i može se smatrati kao jezgro sistema jer je modul koji omogućava aproksimativno (približno) rezonovanje (Czogala i Leski, 2000).

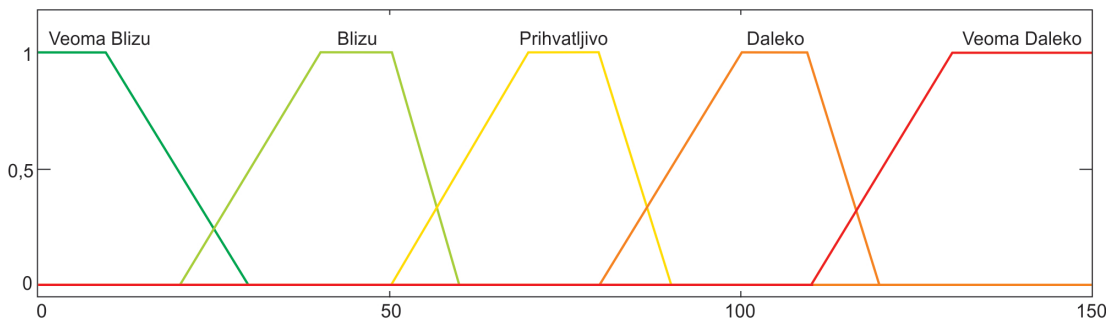


Slika 44. Fazi sistem zaključivanja

Da bi dobio izlaz od datih ulaza, potrebno je uraditi sledeće korake:

- ◆ Identifikovati ulazne vrednosti i njihov opseg;
- ◆ Identifikovati izlazne vrednosti i njihov opseg;
- ◆ Definisati fazi pripadajuće funkcije za svaki ulaz i izlaz;
- ◆ Kreirati pravila pod kojima će sistem funkcionisati;
- ◆ Odlučiti kako će akcija biti izvršena dodeljivanjem snage pravilima i
- ◆ Kombinovati pravila i uraditi defazifikaciju izlaznih vrednosti.

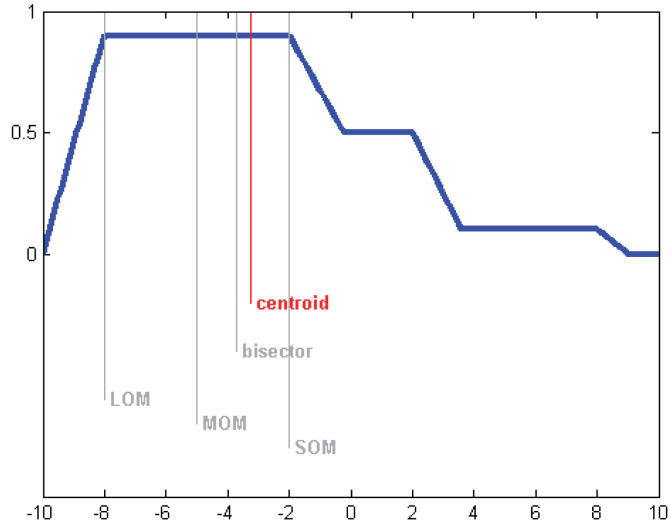
U procesu fazifikacije preko pripadajućih funkcija (“Membership Functions-MFs”) definišu se ulazne lingvističke promenljive i primenjuju na njihove stvarne vrednosti, tako da se stepen istinitosti može odrediti za svako pravilo. Na primer: udaljenost od aerodroma (koja je izražena u kilometrima) fazifikujemo preko pripadajućih funkcija i definišemo ulazne fazi veličine kao: veoma blizu, blizu, prihvatljivo, daleko i veoma daleko. Na ovaj način kvantitativne vrednosti pretvaramo u fazi lingvističke vrednosti i određujemo njihovu pripadnost fazi skupu. Grafički prikaz pripadajućih funkcija u fazifikaciji može se videti na slici 45 na primeru ulaznih trapezoidnih pripadajućih funkcija.



Slika 45. Fazifikacija ulaznih veličina preko trapezoidnih pripadajućih funkcija

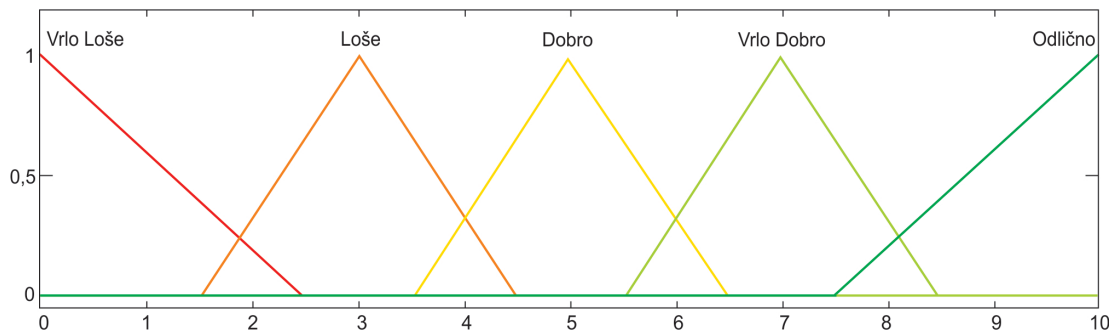


Proces defazifikacije je obrnut proces u odnosu na fazifikaciju gde je potrebno fazi vrednosti pretvoriti u jasne vrednosti-brojeve. Kao najčešći metod defazifikacije koristi se metod centroida koji interpretira dobijene rezultate (Slika 46).



Slika 46. Defazifikacija izlaznih veličina preko centroid metoda

Na primer: izlazne lingvističke fazi vrednosti : vrlo loše, loše, dobro, vrlo dobro i odlično se defizifikuju na brojčanoj skali od 0 do 10. Tako da je izlaz iz fazi sistema zaključivanja bude jasno definisana kvantitativna vrednost. Grafički prikaz pripadajućih izlaznih funkcija može se videti na slici 47 na primeru trougaonih izlaznih pripadajućih funkcija.



Slika 47. Trougaone pripadajućih funkcije izlaznih vrednosti

**Kod ekspertnih sistema u bazu znanja se ugrađuju pravila zaključivanja.** Na datom primeru prikazana je standardna (*Mamdani*) forma definisanja fazi pravila:

$$\text{AKO (IF) je } x \text{ nizak ONDA (THEN) je } y \text{ visok} \quad (6)$$

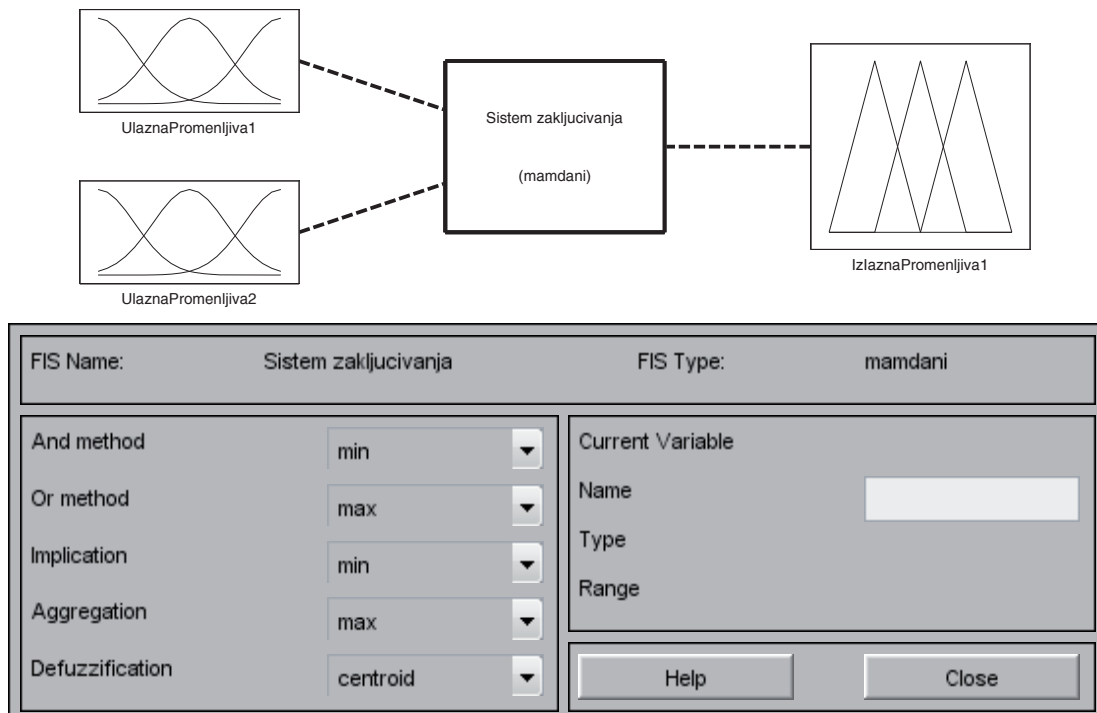
Ovde su: nizak i visok definisani kao ulazna i izlazna fazi značenja; Prvi deo

pravila “AKO (IF) je  $x$  nizak” predstavlja početnu postavku pravila, dok drugi deo pravila “ONDA (THEN) je  $y$  visok” izražava posledicu (Lapko i Provotar, 2013).

Postoje dva tipa fazi sistema zaključivanja: “*Mamdani*” i “*Sugeno*”. Kod “*Mamdani*” sistema zaključivanja izlazna funkcija pripadnosti je fuzi skup, a kod “*Sugeno*” je izlazna funkcija pripadnosti linearna ili konstanta.

#### 4.4.2.1 Mamdani fazi sistem zaključivanja

U *Mamdani* fazi sistemu zaključivanja postavka i posledica pravila su predstavljena kao lingvistička ograničenja (Zadeh, 1997) (Slika 48). Kao posledica toga, ova vrsta fazi sistema zaključivanja pruža intuitivnu tehniku za predstavljanje baze znanja, koji je lako razumeti i održavati. Ovaj pristup se zbog toga široko koristi u sistemima za podršku odlučivanja (Abrahart i dr, 2008). Mamadni fazi sistemi zaključivanja podobni su za rešavanje linernih i nelinernih funkcija. Ulazni podaci mogu biti kvantitativne ili kvlitativne prirode.



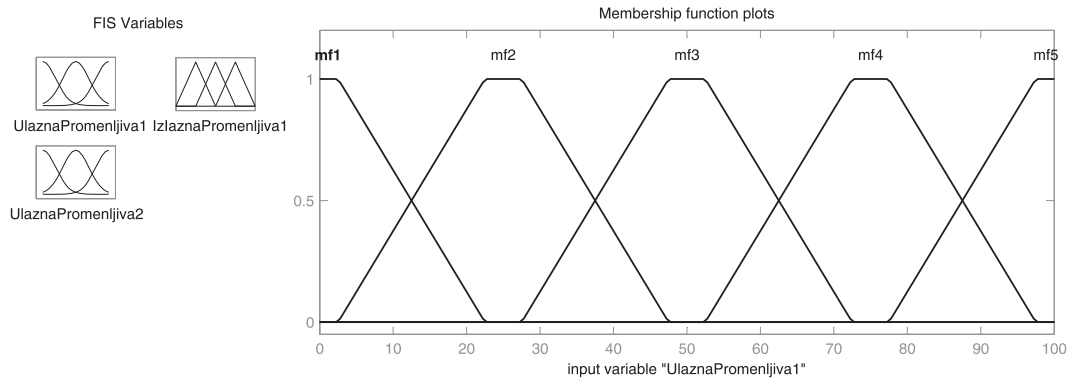
Slika 48. Mamdani fazi sistem zaključivanja (“Matlab FIS Editor”)

Koraci u dizajniranju Mamadani fazi sistema zaključivanja su:

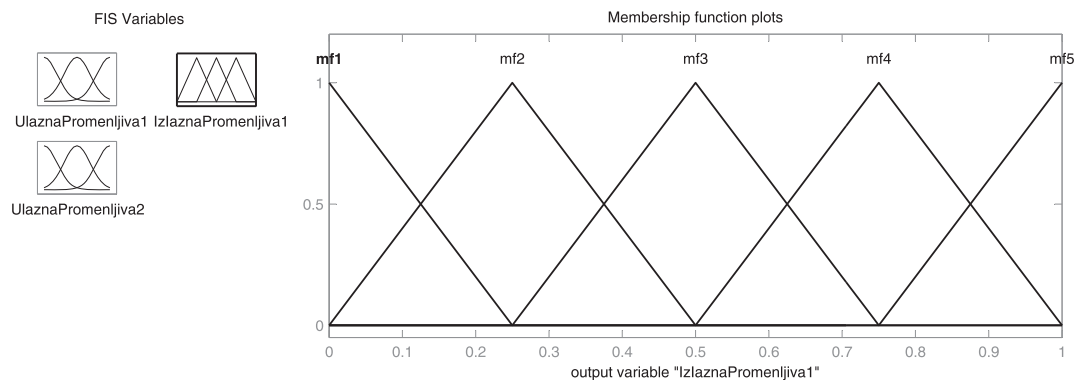
- ◆ Identifikovanje ulaznih promenljivih, njihovih opsega i funkcija pripadnosti,
- ◆ Identifikovanje izlaznih promenljivih, njihovih opsega i funkcija pripadnosti,
- ◆ Definisane pravila koja opisuju relacije ulaza i izlaza sistema,
- ◆ Određivanje metode defazifikacije za kombinovanje fuzi pravila na izlaze sistema.

Da bi se definisala pravila, koriste se lingvističke promenljive, koje imaju svo-

je vrednosti i traži se stepen pripadnosti određene promenljive. Svakoj lingvističkoj promenljivi dodeljuje se po jedna funkcija pripadnosti - preko koje se vrši konverzija egzaktne numeričke vrednosti ulazne promenljive u fazi promenljivu. Ovaj postupak naziva se fazifikacija. Postoje različiti oblici funkcije pripadnosti od koji su najčešće u upotrebi trougaona, trapezoidana i gausova funkcija. Funkcije pripadnosti treba da se preklapaju, da bi omogućile glatko mapiranje sistema. Potrebno je ne identifikovati ulazne (Slika 49) i izlazne promenljive (Slika 50).



Slika 49. Mamdani fazi sistem zaključivanja-identifikovanje ulaznih vpromenljivih sistema



Slika 50. Mamdani fazi sistem zaključivanja-identifikovanje izlaznih promenljivih sistema

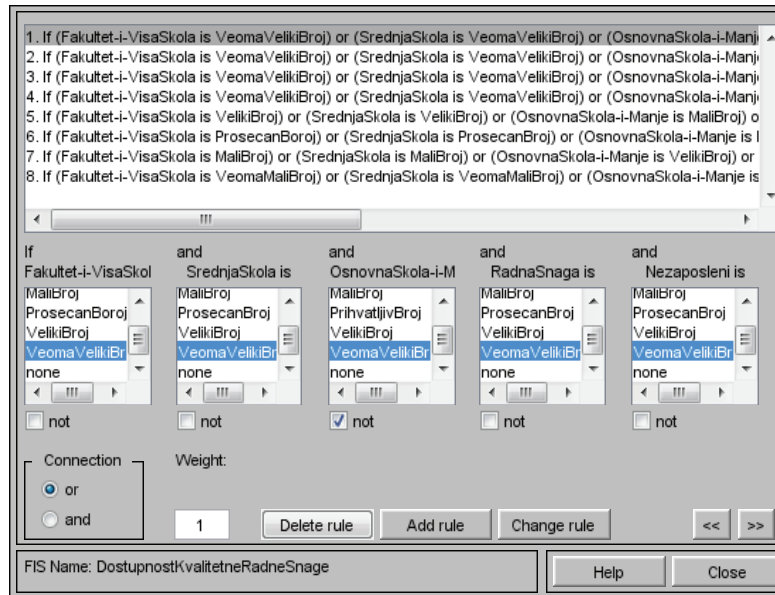
Baza znanja definiše se pomoću *IF-THEN* pravila. Ako pravilo ima više ulaznih promenljivih koriste se fazi operatori I- ILI (“*OR-AND*”). Da bi se izračunala disjunkcija ulaza datog pravila tipično se koristi unija “*OR*” fazi operacije :

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (7)$$

Da bi se izračunala konjukcija ulaza datog pravila tipično se koristi presek “*AND*” fazi operacije:

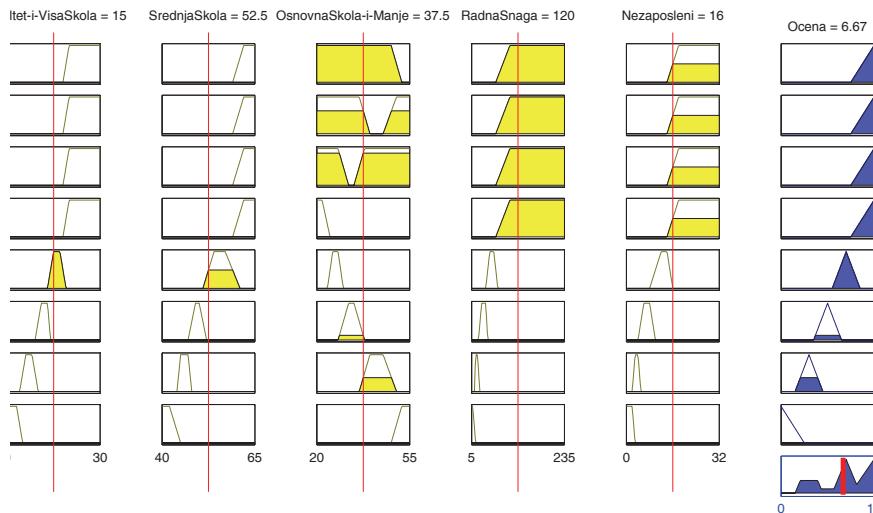
$$\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad \mu_A : X \rightarrow [0,1] , \text{ gde se za svako } x \in X \quad \mu_A(x) \quad (8)$$

Ako se u Matlabu označi opcija NOT, ulaz će se negirati (Slika 51).



Slika 51. Mamdani fazi sistem zaključivanja- Definisanje pravila

Najčešće korišćeni metod implikacije je da se preseče funkcija pripadnosti posledice na nivou rezultata procene pravila. Ovaj metod se naziva odsecanje (“Max – Min Composition”). Proces agregacija predstavlja ujedinjavanja izlaza pravila, gde se sve funkcije pripadnosti posledica pravila koje su prethodno odsečene ili skalirane kombinuju u jedan fazi set (Slika 52).



Slika 52. Mamdani fazi sistem zaključivanja- kombinovanje fuzi pravila na izlaz sistema

Primena fazifikacije pomaže u proceni pravila, ali konačni izlaz iz fazi sistema mora biti broj. Postoje nekoliko metoda defazifikacije:

- ◆ Centroid tehnika;
- ◆ MOM – srednja vrednost maksimuma;
- ◆ LOM – najveća vrednost maksimuma;
- ◆ SOM – najmanja vrednost maksimuma.

### 4.4.2.2 Sugeno fazi sistem zaključivanja

*Sugeno* fazi stil je veoma sličan *Mamdani* stilu. *Sugeno* se jedino razlikuje u posledicama pravila. Umesto fazi seta koristi matematičku funkciju ulazne promenljive. Format *Sugeno* fuzi pravila je:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ AND } y \text{ is } B \text{ THEN } z \text{ is } f(x, y) \quad (9)$$

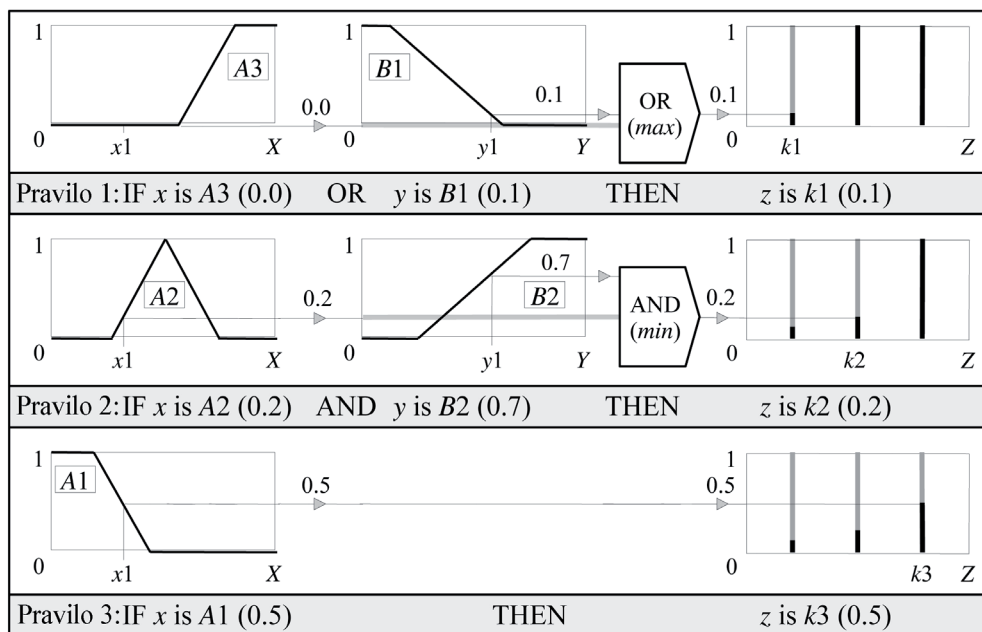
gde su  $x$  i  $y$  lingvističke promenljive,  $A$  i  $B$  su fazi setovi a  $f(x,y)$  je matematička funkcija

Najčešće se koristi *Sugeno* fazi nultog reda koji primenjuje fazi pravilo u sledećoj formi:

$$\text{IF } x \text{ is } A \text{ AND } y \text{ is } B \text{ THEN } z \text{ is } k \quad (10)$$

gde je  $k$  konstanta

U ovom slučaju izlaz svakog fazi pravila je konstanta. Sve posledične funkcije pripadnosti su predstavljene sa jednom linijom (Slika 53).

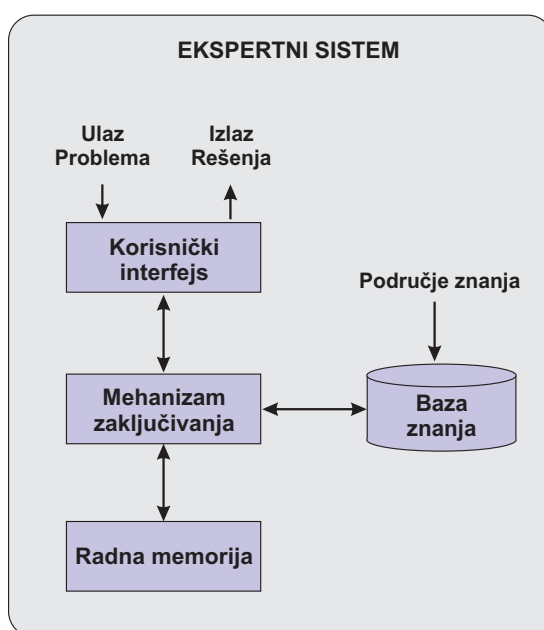


Slika 53. *Sugeno* fazi sistem zaključivanja

*Sugeno* metod je računarski efikasan i dobro radi sa optimizacijom i adaptivnim tehnikama, pa je zgodan za rešavanje problema kontrole, posebno za dinamičke nelinearne sistem dok je *Mamdani* metod široko prihvaćen za "hvatanje" expertskog znanja.

## 4.5 Ekspertni sistemi

Ekspertni sistem (ES) je inteligentni računarski program koji koristi znanje i procedure zaključivanja za rešavanje problema koji zahtevaju značajnu ljudsku ekspertizu za svoje rešenja. **Ekspertni sistem uglavnom se sastoji od baze znanja, mehanizma (sistema) zaključivanja, radna memorije, korisničkog interfejsa, kao i mehanizma za sticanja znanja (Slika 54).** Ekspertni sistem je sistem a ne računarski program, jer sadrži komponentu za rešavanje problema i komponentu za podršku. Komponenta za podršku je deo u sistemu koji pomaže korisniku u interakciji sa komponentom za rešavanja problema i pruža pomagala kao što su debugovanje koda, uređivanje i modifikacije baze znanja i grafičke elemente (Huang i Zhang, 1995).



Slika 54. Ekspertni sistem

ES predstavljaju alternativan način za automatizaciju postupka rešavanja problema primenom računara, u odnosu na klasičan pristup programiranja korišćenjem proceduralnih programskih jezika.

Najvažnija karakteristika ES je da se baziraju na znanju. Baze znanja se organizuje na takav način da ES pri rešavanju problema postupa slično ili isto kao i ekspert u toj situaciji. Adekvatno organizovanje baze znaja iziskuje aktivnu saradnju samog eksperta kao i izbor najpogodnijeg metoda predstavljanja znanja. Znanje se čuva u bazi znanja ES i generalno se razlikuju dva tipa znanja:

- ◆ znanje zasnovano na činjenicama, odnosno javnim raspoloživim informacijama, usaglašene na nivou eksperata u predmetnoj oblasti;
- ◆ heurističko znanje, koje ekspert gradi na osnovu iskustva. Njega čine lična pravila rasuđivanja, koja karakterišu odlučivanje na nivou eksperata u datoj

oblasti.

Postoji više različitih metoda za predstavljanje znanja u bazi znanja ekspertnih sistema (Poliščuk, 2004):

- ◆ iskazni račun,
- ◆ račun predikata,
- ◆ semantičke mreže,
- ◆ semantički okviri,
- ◆ relaciona algebra,
- ◆ fazi logika i
- ◆ neuronske mreže.

Mehanizam zaključivanja u toku rada ES pretražuje bazu znanja i na osnovu sadržaja baze znanja i stanja podataka i činjenica u radnoj memoriji vrši zaključivanje. Rezultat zaključivanja mogu biti nove činjenice u radnoj memoriji koje sistem zaključivanja nadalje može ravnopravno da koristi za donošenje novih zaključaka

Razlike između konvencionalnih sistema i ekspertnih sistema date su u Tabeli 10.

Tabela 10. Razlike između konvencionalnih sistema i ekspertnih sistema

Konvencionalni sistem	Ekspertni sistem
Manipuliše podacima	Manipuliše znanjem
Algoritamski koristi podatke ponavljajući proces	Heuristički koristi znanje na osnovu iskustva, proces zaključivanja
Efikasno manipuliše velikim bazama podataka	Efikasno manipuliše velikim bazama znanja
Znanje je organizovano u dva nivoa - podaci i program	Znanje je organizovano u bar tri nivoa - podaci, baza znanja i mehanizam zaključivanja
U slučaju novog znanja potrebno je reprogramiranje	Novo znanje se dodaje bez reprogramiranja, proširivanjem baze znanja

Jedan od zahteva koji se postavljaju pred ES je mogućnost rada sa nepouzdanim podacima, kao i u slučaju kada svi potrebni podaci nisu poznati ili dostupni. U takvim slučajevima veoma je važno da ES ne prekine rad, već da oponašajući eksperta nastavi rad i izvrši moguću delimičnu analizu koja zavisi od raspoloživih podataka

Osim znanja o problemu koji se rešava, ekspertni sistemi poseduju i znanje o sopstvenoj strukturi i operacijama, meta znanje ("znanje o znanju"). To omogućava da korisnik može u toku rada da od ES traži da obrazloži logički redosled svojih zaključaka, tj. da rekonstruiše put zaključivanja kojim je došao do odgovarajućeg zaključka

Ekspertni sistemi ne mogu da prepoznaju i rešavaju probleme za koje je njihovo znanje nedovoljno ili neprimenljivo. Osnovna pretpostavka je naravno da se ES adekvatno koristi – za rešavanje problema.

## 4.6 Rudarenje podataka

Rudarenje podataka (*“data mining”*) se može definisati kao proces podrške odlučivanju u kojem se pronalaze informacije u skupovima podataka, odnosno potencijalno korisnog znanja iz podataka. To je tehnika pretraživanja podataka u cilju identifikacije traženih informacija i njihovih međusobnih relacija. Jednostavno rečeno rudarenje podataka je izdvajanje potencijalno korisnih informacija sadržanih u velikim bazama podataka (Fayyad, 1996). Osnovni cilj rudarenja podatka jeste otkrivanje skrivenih veza, predvidljivih nizova i egzaktnih klasifikacija.

Rudarenje podataka uključuje korišćenje sofisticiranih alata za analizu i otkrivanje nepoznatih modela i veza kao što su statistički modeli, matematički algoritmi, metode veštačke inteligencije itd. Pretraživanje podataka može vršiti korisnik ili inteligentni program koji automatski pretražuje bazu podataka umesto korskika i pronalzi potrebne informacije.

Rudarenje podataka je skup tehnika za analizu podataka, čiji je cilj da u podacima pronade određene zavisnosti, veze i pravila, kao i novu vrednost. Izazovi pretraživanja podataka ogledaju se u interpretaciji složenih heterogenih rezultata, višedimenzionalnih atributa, vizuelizacije rezultata itd.

Rudarenje podataka daje rezultate koji predstavljaju veze i zavisnosti između podataka, koje se ne bi mogle otkriti na drugi način, npr. pomoću SQL upita ili prostim posmatranjem podataka. Proces rudarenja podataka podrazumeva:

- ◆ definisanje problema,
- ◆ prikupljanje u priprema podataka,
- ◆ odabir metode rudarenja podataka,
- ◆ učenje i
- ◆ intrepertacija učenja.

**Najčešće korišćene metode rudarenja podataka su:**

- ◆ klasifikacija,
- ◆ regresija,
- ◆ analiza vremenskih serija,
- ◆ predviđanje,
- ◆ grupisanje (klastering),
- ◆ sumiranje,
- ◆ stabla odluke,
- ◆ neuronske mreže,
- ◆ genetski algoritmi i
- ◆ rudarenje teksta.



## 5 VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE

### 5.1 Proces odlučivanja

Odlučivanje je proces identifikacije skupa mogućih alternativa i izbor najpovoljnijeg rešenja (Bass, 1983). Odluka je rezultat izbora jedne iz skupa alternativa, koje donosiocu odluke (pojedinačnom ili grupnom) stoje na raspolaganju (Čupić, 1997). Donošenjem odluke o izboru najpovoljnijeg rešenja dolazi se do željenog cilja. Cilj se ostvaruje u uslovima različitih ograničenja koje su posledica prirode sistema, tehničkih i tehnoloških karakteristika, ograničenja resursa, geografskih ograničenja itd. Vrste odluka po Mori mogu biti (Mora, 1980) (Slika 55):



Slika 55. Vrste odluka

- ♦ **Strateške odluke** - su odluke koje imaju dugoročne posledice i predstavljaju najveći rizik u organizaciji odlučivanja. Odnose se na planiranje i razvoj sistema. Osnovni kriterijum njihovog vrednovanja je efektivnost sistema. Strateške odluke donosi najviše poslovno rukovodstvo.
- ♦ **Taktičke odluke** - obezbeđuju realizaciju strateških odluka. Osnovni kriterijum njihovog vrednovanja je efikasnost sistema. Donosi ih srednje rukovodstvo.
- ♦ **Operativne odluke** - svakodnevne odluke, donosi ih operativno rukovodstvo. Njima se obezbeđuje osnova za realizaciju obaveza i promena na višim nivoima odlučivanja.

Potrebno je napraviti razliku između rutinskih odluka koje se donose svaki dan

(za koje postoji jasno definisana procedura) i nesvakodnevnih odluka, za koje ne postoje unapred poznate metode koje će biti korišćene.

Bez obzira na načine donošenja, svaka odluka ima opše karakteristike vezane za posmatrani problem (Monks, 1987):

- ◆ važnost odluke,
- ◆ vreme i troškovi donošenja odluke i
- ◆ stepen složenosti.

Posmatrajući procese donošenja odluka, nameće sa zaključak da nemaju sve odluke istu važnost i da posledice primena donetih odluka pri rešavanju različitih vrsta problema nemaju istu težinu. Upravo zbog toga i način donošenja odluka se razlikuje od zavisnosti od problema koji se rešava, kao i metode koje se tom prilikom koriste.

Vreme i troškovi donošenja poslovnih odluka su izuzetno značajni. Odluke se moraju donositi na vreme u granicama definisanih troškova, što zahteva izbor adekvatnih metoda i alata za donošenje odluka u zacrtanim vremenskim i troškovnim okvirima.

Stepen složenosti je različit u zavisnosti od broja promenljivih (ciljeva, kriterijuma i alternativa). Takođe, složenost je u zavisnosti i od podataka koji opisuju promenljive i njihove zavisnosti.

Donošenje odluka se dešava u slučajevima kada su sve činjenice vezane za problem poznate, slučaju kada imamo povećan rizik u odlučivanju i slučaju neizvesnog odlučivanja, kada nam nisu poznate sve informacije o problemu.

Osnova svih procesa odlučivanja se sastoji iz slededih koraka (Monks, 1982):

1. Definisanje s problema i njegovih parametara;
2. Utvrđivanje kriterijuma odlučivanja, odnosno ciljeva koji se žele postići;
3. Formulisanje veza između parametara i kriterijuma (formiranje modela);
4. Generisanje alternativa, odnosno akcija i
5. Izbor akcije koja najviše zadovoljava postavljene kriterijume.

Odlučivanje se može odigravati na nivou pojedinaca (individualno odlučivanje), na nivou grupe (grupno odlučivanje), organizacije (organizaciono odlučivanje) i na globalnom nivou.

Danas je razvijen veliki broj kvantitativnih metoda koje pomažu u rešavanju različitih problema. To su pre svega metode matematičkog programiranja, odnosno optimizacije čiji je cilj izbor optimalnog rešenja iz skupa raspoloživih alternativa. Skup kvantitativnih metoda odlučivanja može se podeliti na:

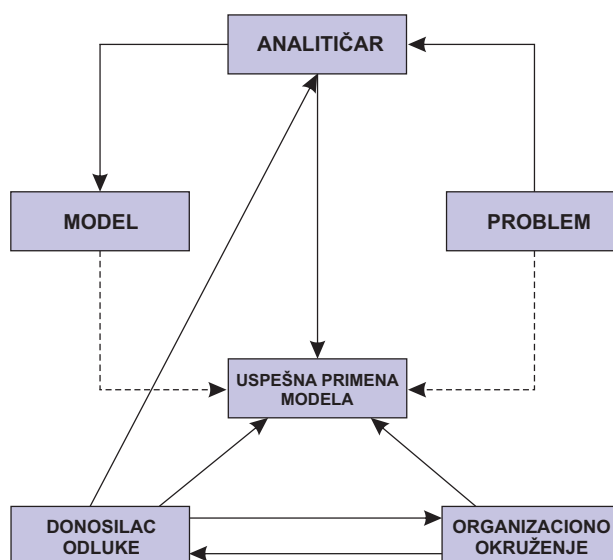
- ◆ jednokriterijumske metode odlučivanja i
- ◆ višekriterijumske metode odlučivanja

Jednokriterijumske metode su metode koje se odnose na rešavanje problema odlučivanja pri postojanju samo jednog kvantitativnog kriterijuma, pomoću koga se meri stepen dostizanja postavljenog cilja. Višekriterijumske metode se koriste za rešavanje problema odlučivanja kad se mora razmatrati veći broj kriterijuma.

## 5.2 Model i modeliranje

Jedna od faza u procesu donošenja odluke pripada formiranju modela za probleme koji se rešavaju. Model je pojednostavljena predstava ili apstrakcija stvarnosti u kojoj se izdvajaju najvažnija svojstva neke pojave i smanjuje kompleksnost sistema. Faza modeliranja je jedna od najkritičnijih u procesu odlučivanja, jer ukoliko se ispusti neka od bitnih karakteristika pojave koja se tim modelom opisuje, dobijamo njegovu iskrivljenu sliku.

Primena modela je uspešna ako donosilac odluke koristi model pri odlučivanju i ako mu model daje korisne informacije, odnosno ukoliko model povećava efikasnost odlučivanja. Da li će jedan model biti uspešno primenjen zavisi od većeg broja elemenata, koji se nazivaju elementima sistema primene. Ako bilo koji element nije u skladu sa ciljem, primena modela neće dati optimalno rešenje. Elementi sistema primene i njihove međusobne veze su: problem, donosilac odluke, organizaciono okruženje, analitičar i model (Slika 56) (Čupić, 2001).



Slika 56. Model odlučivanja

Modeli moraju obuhvatiti samo bitne osobine pojava koje predstavljaju, a da pri tome zanemare čitav niz detalja te pojave. Faza modeliranja u procesu odlučivanja predstavlja kritičnu tačku jer se može desiti da se ispusti neka od bitnih karakteristika i time ugrozi tačnost modela.

Saznajna vrednost modela je bazirana na činjenici, da je retko potrebno znati sve o nekoj pojavi, već jedino veličine koje su bitne za dati nivo apstrakcije date pojave. **Upotreba odgovarajućeg modela omogućava analizu složenih problema i smanjenje vremena potrebnog za analizu, tako što se svo vreme model koncentriše samo na bitne karakteristike problema.**

Osnovne kategorije modela su prema rastućem stepenu apstrakcije u odnosu na stvarnost (Turban i dr., 2010; Albright i dr., 2011):

- ◆ **Skalirani modeli**-predstavljaju umanjene kopije iz stvarnosti. Geografski informacijski sistemi su dobar primer skaliranih modela gde se model zemlje predstavlja kao skalirana kopija stvarnosti u određenoj razmeri (*GoogleEarth*);
- ◆ **Analogni modeli** - modeliraju samo ponašanje sistema i ne moraju da podsećaju na stvarni sistem. To su različiti planovi, šeme, dijagrami, itd.;
- ◆ **Konceptualni modeli**- predstavljaju kvalitativne opise koji pomažu da se istaknu važne veze u realnim procesima;
- ◆ **Matematički modeli**-opisuju sistem pomoću relevantnih jednačina sistema i statističkih parametara. Matematički modeli uključuju: analitičke, numeričke i statističke modele.

Modeliranje je neophodno, jer se veoma složeni problemi ne mogu drugačije razumeti i rešiti. Modeli za izbor lokacije proizvodnih sistema mogu se zasnivati na jednoj od navedenih kategorija modela ili na upotrebi više različitih kategorija modela.

## 5.3 Metode višekriterijumskog odlučivanja

Klasične optimizacione metode koriste samo jedan kriterijum pri odlučivanju, čime se drastično umanjuje realnost i broj problema koji se mogu rešavati. Višekriterijumska analiza je nadgradnja jednokriterijumskih optimizacionih metoda koje su poznate u teoriji kao linearno i nelinearno programiranje, teorije igara, dinamičko programiranje, optimizacija rezervi, redovi čekanja, mrežno planiranje i druge. Navedene metode imaju svoju primenu u praksi, ali one nisu primenljive kod većine realnih poslovnih problema kada imamo situaciju izbora između više alternativa opisanih sa više suprotstavljenih ili delimično suprotstavljenih kriterijuma (Altrok, 1993).

Višekriterijumsko odlučivanje (VKO) se bavi rešavanjem složenih problema u situacijama odlučivanja kada postoji veći broj najčešće konfliktnih kriterijuma. Karakteristike metoda višekriterijumskog odlučivanja su:

- ◆ veliki broj kriterijuma (atributa),
- ◆ konflikt među kriterijumima,
- ◆ neuporedive jedinice mere i
- ◆ projektovanje ili izbor, rešenja ove vrste problema (VKO) su ili projektovanje najbolje alternative ili izbor najbolje alternative iz skupa prethodno definisanog konačnog broja alternativa.

Na osnovu zadnje karakteristike problemi višekriterijumskog odlučivanja se mogu klasifikovati u dve grupe (Lai i Hwang, 1994):

1. **Višeatributivno odlučivanje** (VAO) ili kako se u poslednje vreme sve više naziva višekriterijumska analiza (VKA) i
2. **Višeciljno odlučivanje** (VCO)  
Razlike osobina dve navedene grupe najlakše se mogu sagledati na osnovu Tabele 11 (Hwang i Yoon, 1981):

Tabela 11. Klasifikacija metoda višekriterijumskog odlučivanja

	<b>Višeatributivno odlučivanje (VAO)</b>	<b>Višeciljno odlučivanje (VCO)</b>
Kriterijum (definisano)	Atributima	Ciljevima
Cilj	Implicitan (loše definisan)	Eksplícitan (jasno definisan)
Atribut	Eksplícitan	Implicitan
Ograničenja	Neaktivna (uključena u attribute)	Aktivna
Alternative	Konačan broj (diskretne)	Beskonačan broj (kontinualne)
Interakcija sa Donosiocem odluke	Nije izrazita	Izrazita
Primena	Izbor/Evaluacija	Projektovanje

Glavna razlika u ova dva pristupa je postojanje unapred definisanih alternativa u višeatributivnom odlučivanju. Višeciljno odlučivanje se bavi optimizacijom problema u kojima nekoliko ciljeva treba da budu zadovoljne, dok VAO sa bavi sa unapred definisanim alternativama. Što znači da VAO podrazumeva donošenje odluka (npr., ocenjivanje, prioriteta, selekcija) preko raspoloživih alternativa koje karakteriše više, obično konfliktnih atributa (Yoon i dr., 1995).

Izbor lokacije proizvodnih sistema upravo se svodi na donošenje odluke na osnovu raspoloživih alternativa, što nas upućuje na metode od višekriterijumskih analiza.

### 5.3.1 Višeatributivno odlučivanje

Višeatributivno odlučivanje (višekriterijumska analiza) predstavlja metod zasnovan na podacima. Atribut je konkretna deskriptivna vrednost (kvantitativna ili kvalitativna), merljiva karakteristika entiteta, uključujući i međuentitetske odnose. Tehnike VAO se nazivaju diskretnim metodama jer pretpostavljaju broj alternativa kao eksplícitan. Problemi odluka VAO zahtevaju da se izbor napravi između alternativa koje su obično opisane većim brojem atributa. Ovo podrazumeva da se odnos atributa i cilja definiše u takvom obliku da se atributi mogu smatrati ciljem i promenljivom odluke u isto vreme. Atributi se koriste kao promenljive odluke i kriterijum odlučivanja (Malczewski, 1999).

Svaki atribut treba da obezbedi ocenjivanje jednog kriterijuma (cilja). Po pravilu veći broj atributa karakteriše svaku alternativu. Atributi se biraju na osnovu izabranih kriterijuma od strane donosioca odluke (Čupić, 2001).

U većini slučajeva, kada se rešavaju realni problemi, rangiranje alternativa se vrši, između ostalog, i na bazi kvalitativnih kriterijuma. Svaka metoda za rešavanje višekriterijumskih zadataka podrazumeva da se atributi iskazani lingvističkim izrazima

kvantifikuju. Nedostatak metoda za rešavanje višekriterijumskih zadataka može se ogledati i u tome što nije definisana jedinstvena skala za kvantifikaciju kvalitativnih atributa koja bi se strogo koristila u svim slučajevima. Može se pokazati da rang alternativa može biti različit ako se koriste različite skale za kvantifikaciju dva nezavisna kvalitativna kriterijuma (Pavličić, 2001).

Postoje uglavnom tri vrste skala merenja koje se mogu koristiti pri merenju različitih kvantiteta, radi neophodne transformacije kvalitativnih atributa (Hwang i Yoon, 1981).

- ◆ Redna skala -stavlja merene alternative u rangove, pri čemu se ne vodi račun o relativnim rastojanjima između rangova,
- ◆ Interval skala - obezbeđuje jednake intervale između alternativa i označava razlike ili rastojanja alternativa od nekog unapred definsanog repera,
- ◆ Skala odnosa - obezbeđuje jedanake intervale između alternativa i označava razlike ili rastojanja od nekog originala koji nije unapred definisan.

Do danas je razvijen značajan broj metoda višekriterijumske analize kojima je moguće uspešno rešiti veliki broj realnih problema. Višekriterijumske analize možemo definisati u dve osnovne grupe metoda:

#### **Metode bez informacija o atributima**

- ◆ Metoda dominacije;
- ◆ MAXIMIN metoda;
- ◆ MAXIMAX metoda.

#### **Metode sa informacijama o atributima**

- ◆ Konjuktivna metoda;
- ◆ Disjunktivna metoda;
- ◆ Leksikografska metoda;
- ◆ Metoda eliminacije po aspektima,
- ◆ Metoda permutacija;
- ◆ Metoda linearnog dodeljivanja ("*Weighted Linear Combination-WLC*");
- ◆ Metoda jednostavnih aditivnih težina ("*SAW- Simple Additive Weightning*");
- ◆ Metoda redosleda prosečnih težina ("*Ordered Weighted Averaging-OWA*")
- ◆ Metode idealne tačke ("*TOPSIS*", "*CP*", "*VIKOR*");
- ◆ Meoda analitičkih hijerarhijski proces-AHP;
- ◆ Metode preference ("*ELECTRE*", "*PROMETHEE*"), itd.

Iz skupa navedenih metoda između ostalih izdvajaju se metode koje se najčešće koriste pri rešavanju realnih problema kao što je izbor lokacije proizvodnih sistema. Najčešće korišćene metode su: metoda linearnog dodeljivanja, metoda redosleda prosečnih težina i meoda analitičkih hijerarhijskih proces-AHP.

### 5.3.1.1 Metoda linearnog dodeljivanja

Metoda linearnog dodeljivanja (*“Weighted Linear Combination - WLC”*) ili **metoda linearnog ponderisanja** predstavlja jednu od najčešće korišćenih metoda višeatributivnog odlučivanja (*“Multi Attribute Decision Making -MADM”*) (Hwang i Yoon, 1981; Massam, 1988; Pereira i Duckstein 1993; Malczewski, 1996). Pravilo linearnog dodeljivanja ocenjuje svaku alternativu  $a_i$  sa sledećom funkcijom (Malczewski, 2000):

$$V(\mathbf{x}_i) = \sum_j w_j v_j(\mathbf{x}_i) = \sum_j w_j r_{ij} \quad (11)$$

gde je  $w_j$  normalizovana težina,  $\sum w_j = 1$ ,  $v_j(\mathbf{x}_i)$  je vrednosna funkcija j-tog atributa,  $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ , i  $r_{ij}$  predstavlja transformisanu atributsku vrednost u uporedivu skalu. Težine predstavljaju relativnu važnost atributa. Najbolja alternativa je ona koja ima maksimalnu vrednost  $V(\mathbf{x}_i)$  za  $i=1,2,\dots,m$ .

Metoda linearnog dodeljivanja je zasnovana na konceptu ponderisanih srednjih vrednosti u kojima se kontinualni kriterijumi standardizuju u zajednički numerički opseg, a zatim kombinuju pomoću prosečnog ponderisanja. Ponderisanje je određivanje važnosti pojedinačnih veličina nekog niza prilikom izračunavanja srednje vrednosti. Ponderisana sredina, računa se tako što se svaka vrednost množi odgovarajućim ponderom (Drobne i Anka, 2009).

Metoda lenernog dodeljivanja uključuje sledeće korake:

1. **Definisanje atributa** (vrednosnih promenljivih-kriterijuma koji služe donosiocu odluka za postizanje ishoda odluke);
2. **Identifikacija skupa izvodljivih alternativa** (u proces odlučavanja treba da uđu samo one alternative koje su izvodljive);
3. **Definisanje relativnih težina** (ponderisanje) kriterijuma (relativne težine se prepisuju svakom atributu).
4. **Rangiranje alternativa na osnovu dobijenih rezultata** (alternativa koja ima najveći rezultat predstavlja najbolje rešenje)

U Tabeli 12 dat je primer izračunavanja najbolje alternative pomoću metode linearnog dodeljivanja. U višekriterijumskoj analizi obuhvaćeno je 5 alternativa ( $A_i$ ) i 5 kriterijuma ( $K_i$ ). Sve težine kriterijuma (atributa) su prethodno normalizovane u opsegu od 0 do 1. Zbir relativnih težinskih dodeljenih kriterijuma mora biti 1. Vrednosti kriterijuma se najpre množe sa relativnim težinama ( $W_i$ ) a zatim se dobijene vrednosti sabiraju za svaku alternativu. Najbolje rešenje predstavlja alternativa koja ima najveći rezultat.

Tabela 12. Ilustrativni primer metode lineranog dodeljivanja

	$W_i$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$\Sigma=w_i k_j$ UKUPNO
$A_1$	0,1	0,325	0,4	0,65	0,15	0,211	0.3086
$A_2$	0,3	0,7	0,5	0,92	0,8	0,92	1.152
$A_3$	0,2	0,45	0,2	0,112	0,4	0,5	0.31224
$A_4$	0,15	0,08	0,4	0,08	0,7	0,75	0.2799
$A_5$	0,25	0,52	0,7	0,7	0,92	0,92	0.823
	1,00						

**Metoda linearnog dodeljivanja je jedna od načešće korišćenih modela odlučivanja u GIS-u.** Ova metoda često se koristi pri analizi pogodnosti zemljišta, izboru lokacije i evoluciji resursa. Međutim prilikom njene upotrebe često se prave greške zbog nerazumevanja metodologije koja se koristi. Sve kriterijume koje se koriste u odlučivanju potrebno je najpre normalizovati a tek onda tako normalizovane koristiti u analizi.

### 5.3.1.2 Metoda redosleda prosečnih težina

Metoda redosleda prosečnih težina (*“Ordered Weighted Averaging-OWA”*) koristi *“OWA”* operatore koje je uveo Yager da obezbedi sredstva za agregaciju rezultata u višekriterijskom odlučivanju i pomoću ovog operatora dolazi do sjedinjavanja konjuktivnog i disjunktivnog ponašanja. Pomoću OWA operatora se dobija parametrizovana familija agregatornih operatora, koja uključuje mnoge poznate operatore: maksimum, minimum, k-redosled, statistiku, medijanu i aritmetičku sredinu. Da bi se dobili navedeni operatori treba samo odabrati odgovarajuće težinske koeficijente. Definisane OWA operatore je važno za dobijanje pridruženog ponderisanog vektora.

*“OWA”* operatori (Yager, 1988) obezbeđuju kontinualne operacije između fazi konjunkcije (*“MIN”* ili *“AND”*) i disjunkcije (*“MAX”* ili *“OR”*), sa metodom linearnog dodeljivanja. **Ova metoda uključuje dve vrste težina: težinske vrednosti kriterijuma (ponderi) i težinske koeficijente redosleda kriterijuma.**

Težinske vrednosti (ponderi) se dodeljuju svim kriterijumima (atributima) prema mišljenju donosioca odluka. Koeficijenti redosleda kriterijuma su povezane sa vrednostima kriterijuma pojedinih alternativa. One se dodeljuju vrednostima pojedinih alternativa odnosno njihovih atributa prema opadajućem redosledu.

Postupak promene redosleda zasniva se na dodeljivanju težinskih vrednosti svakom kriterijumu (atributu) i njihovog množenja. Nakon množenja težinskih vrednosti i kriterijuma formira se novi redosled koji zasniva na najvećoj vrednosti. Prvi red težina biće dodeljen najvećoj vrednosti atributa, drugi red težina drugoj najvećoj vrednosti, itd.



Za dati set od  $n$  kriterijuma (atributa), metoda redosleda prosečnih težina definiše se kao operator koji povezuje  $i$ -tu alternativu sa setom težina redosleda kriterijuma  $v = v_1, v_2, \dots, v_n$  ( $v_j \in [0, 1]$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$  i  $\sum_{j=1}^n v_j = 1$ ) i seta kriterijumskih težina  $w = w_1, w_2, \dots, w_n$  ( $w_j \in [0, 1]$ , i  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ ). Za date atributske vrednosti  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$   $i$ -te alternative važi (Malczewski, 2006):

$$OWA_i = \sum_{j=1}^n u_j z_{ij}, \quad u_j = \frac{v_j w_j^{(*)}}{\sum_{j=1}^n v_j w_j^{(*)}}, \quad (12)$$

gde  $z_{i1} \geq z_{i2} \geq \dots \geq z_{in}$  predstavlja niz dobijen novim redosledom atributskih vrednosti  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$ ; i  $w_j^{(*)}$  predstavlja  $j$ -tu težinu redosleda kriterijuma. Važno je uočiti razliku između težina vrednosti i težinskih koeficijenta redosleda. Na osnovu predhodnih formula metoda redosleda prosečnih težina može se izraziti kao:

$$OWA_i = \sum_{j=1}^n \left( \frac{u_j v_j}{\sum_{j=1}^n u_j v_j} \right) z_{ij} \quad (13)$$

U Tabeli 13 dat je primer izračunavanja najbolje alternative uz pomoću metode redosleda prosečnih težina

Tabela 13. Ilustrativni primer metode redosleda prosečnih težina

	Vrednosot kriterijuma $a_{ij}$	Težinske vrednosti krit. $w_j$	Redosled vrednosoti kriterijuma $z_{ij}$	Redosled težinskih vrednosti $u_j$	Težinski koeficijenti $v_j$	$u_j v_j$	$u_j v_j z_j$	$u_j v_j z_j / \sum_j u_j v_j$
1	<b>0,1</b>	0,07	0,8	0,13	0,2	0.026	0.0208	0.104
2	<b>0,0</b>	0,27	0,6	0,33	0,2	0.066	0.0396	0.198
3	<b>0,6</b>	0,33	0,3	0,20	0,2	0.040	0.012	0.060
4	<b>0,8</b>	0,13	0,1	0,07	0,2	0.014	0.0014	0.007
5	<b>0,3</b>	0,20	0,0	0,27	0,2	0.054	0.000	0.000
$\Sigma$						0.200		0.369

### 5.3.1.3 Metoda analitičkih hijerarhijskih procesa

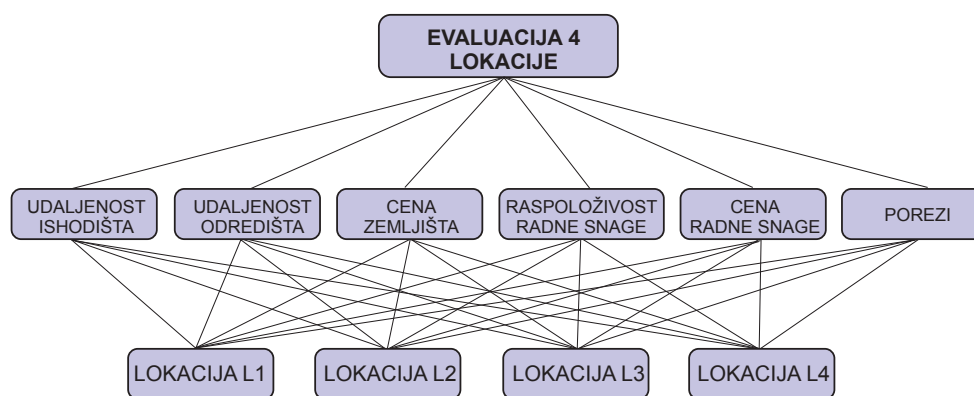
Metoda analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP), koju je razvio Tomas Sati početkom sedamdesetih godina, predstavlja alat za analizu odlučivanja, kreiran u cilju pružanja pomoći donosiocima odluke u rešavanju kompleksnih problema. Proces rešavanja problema odlučivanja je često izuzetno kompleksan zbog prisustva konkurentnih i konfliktnih ciljeva među raspoloživim kriterijumima i alternativama. Sati je naglasio da se *“Praksa odlučivanja najčešće bavi sličnim alternativama koje sve zadovoljavaju skup željenih ciljeva. Problem je izabrati alternativu koja će na najbolji*

način zadovoljiti celokupan skup ciljeva”.

Metoda analitičkih hijerarhiskih procesa predstavlja adaptaciju metoda linearnog dodeljivanja i zasniva se na konceptu balansa koji se koristi za određivanje sveukupne relativne značajnosti skupa atributa, aktivnosti i kriterijuma. To se može postići strukturiranjem bilo kog kompleksnog problema odlučivanja, koji uključuje više osoba, više kriterijuma, veći broj hijerarhiskih nivoa, dodeljujući težine u obliku serije matrica poređenja parova. Na ovaj način shvaćen proces modeliranja zahteva četiri faze

1. Strukturiranje problema (Slika 57)
2. Prikupljanje podataka
3. Ocenjivanje relativnih težina
4. Određivanje rešenja problema

Nakon identifikovanja potencijalnih alternativa, izbor najpovoljnije alternative može se vršiti razmatranjem više kriterijuma nametnutih od strane donosioca odluke. AHP je višekriterijumska metoda odlučivanja koja omogućava sagledavanje objektivnih i subjektivnih faktora u izboru najpogodnije (optimalne) lokacije. AHP se zasniva na tri principa: dekompozicija, komparativna analiza i sinteza prioriteta. Princip dekompozicije zahteva da problem odlučivanja treba dekomponovati u hijerarhiju koja sagledava bitne elemente ovog problema. Princip komparativne analize zahteva poređenje elemenata i njihovu procenu u okviru datog nivoa hijerarhijske strukture, u odnosu na svog “roditelja” i naredni viši nivo. Princip sinteza uzima svaki od dobijenih odnosa obima lokalnih prioriteta u različitim nivoima hijerarhije i gradi set prioriteta sa elementima.



Slika 57. Hijerarhija strukturiranja problema izbor lokacije proizvodnih sistema

Poređenje značaja pojedinih kriterijuma vrši se uz pomoć Satijeve skale o d 9 tačaka:

$$S=(1/9, 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3, 1/2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) \quad (14)$$

U tabeli 14 prikazani su značaj, definicije i objašnjenja međusobnog rangiranja kriterijuma.

Tabela 14. Satijeva skala od 9 tačaka

Značaj	Definicija	Objašnjenje rangiranja
1	Istog značaja	Dva elementa su istog značaja u odnosu na cilj
3	Slaba dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje neznatno favorizuju jedan element u odnosu na drugi
5	Jaka dominantnost	Iskustvo ili rasuđivanje znatno favorizuju jedan element u odnosu na drugi
7	Demonstrirana dominantnost	Dominantnost jednog elementa potvrđena u praksi
9	Apsolutna dominantnost	Dominantost najvišeg stepena
2,4,6,8	Međuvrednosti	Potreban kompromis ili dalja podela

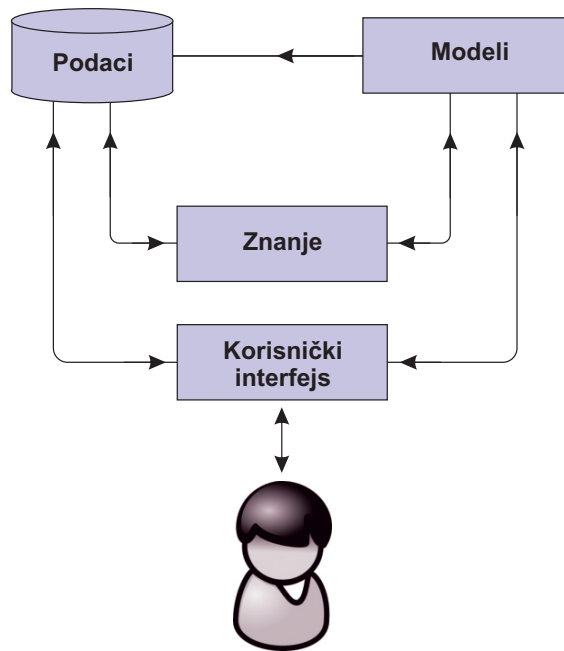
## 5.4 Sistemi za podršku odlučivanju

Sistemi za podršku odlučivanju su interaktivni računarski sistemi dizajnirani da pomognu donosiocima odluka da identifikuju, strukturiraju i naprave izbor između alternativa (Power, 2002).

Sistemi za podršku u odlučivanju ("Decision Support Systems-DSS") se uglavnom koriste na strateškom i taktičkom nivou pri individualnom ili grupnom odlučivanju kao podrška u planiranju i razmatranju alternativa. Potreba za podrškom u odlučivanju proističe iz spoznaje ekonomskih i vremenskih ograničenja.

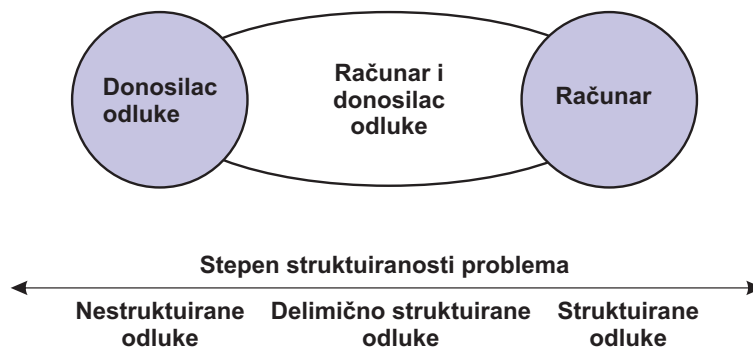
Osnovne komponente sistema za podršku u odlučivanju (SPO) su podaci, modeli, znanje i korisnički interfejs (Slika 58). Glavna razlika između sistema za podršku u odlučivanju i informacionih sistema je u tome što se SPO zasnivaju na modelima. Znanje je opcionalna komponenta koju imaju sistemi za podršku odlučivanju zasnovani na znanju (Turban i dr., 2010).

Za rešavanje problema SPO koristi podatke, koji mogu biti iz različitih izvora. S obzirom da su podaci neophodni ne samo za rešavanje problema, već i za primenu raznih strategija, to se podaci smatraju prvom komponentom SPO arhitekture. Za obradu i analizu podataka koriste se različiti modeli, koji predstavljaju drugu komponentu SPO arhitekture. Neki SPO imaju i "inteligentne" komponente, koje predstavljaju treću komponentu SPO arhitekture. Četvrta komponenta su korisnici, a korisnički interfejs koji oni koriste u radu sa sistemom predstavlja petu komponentu SPO arhitekture.



Slika 58. Sistem za podršku odlučivanju

Odluke mogu biti strukturane, polistruktuirane i nestruktuirane (Simon, 1960). Simonov rad na stukturanim odnosno nestruktuiranim odlukama predstavlja osnovni koncept sistema za podršku odlučivanju (Malczewski, 1999) (Slika 59). Strukturane odluke podrazumevaju jasno stukturiran problem od strane donosioca odluke ili teorijskih relevantnih činjenica. U ovom slučaju ljudi koji su uključeni u proces odlučivanja sposobni su da definišu sve bitne elemente odlučivanja. Ovako definisani problemi mogu se programirati i rešiti uz pomoć računara. Tipovi strukturanih odluka su: predviđanja, planiranja investicija, budžeta itd. Nestruktuirane odluke se događaju kada ljudi koji su uključeni u donošenje odluke nisu u stanju da strukturaju problem. Ove odluke ne mogu programirati jer su loše definisane. Nestruktuirane odluke se moraju rešavati samo na osnovu iskustva donosioca odluka bez podrške računara. Tipovi nestruktuiranih odluka su: pregovaranje, lobiranje, razvoj novih tehnologija itd.



Slika 59. Stepen strukturiranosti odluke

Mnogi autori prepoznaju višekriterijumski sistem za podršku odlučivanju kao glavni tip SPO (Keen, 1987, Eom i dr., 1993). Sistemi za podršku odlučivanju po definiciji treba da obezbede višekriterijumsko odlučivanje. Višekriterijumske metode odlučivanja koriste se u sistemima za podršku odlučivanju za evaluaciju alternativa. Najčešće su korišćene višeatributivne (višekriterijumske) analize i to: metoda linearnog dodeljivanja, metoda redosleda prosečnih težina, metoda analitičkih hijerarhijskih procesa i metode preference (*"ELECTRE"*, *"PROMETHEE"*). Metode višekriterijumskih analiza koriste se samostalno ili u kombinaciji sa drugim alatima kao što su inteligentni sistemi i geografski i informacioni sistemi.

Mnogi sistemi za podršku u odlučivanju u velikoj meri koriste veštačku inteligenciju. Inteligentni sistemi za podršku u odlučivanju zasnovani su na ekspertnim sistemima koji koriste fazi logiku, neuronske mreže i genetske algoritme za rešavanje problema odlučivanja.

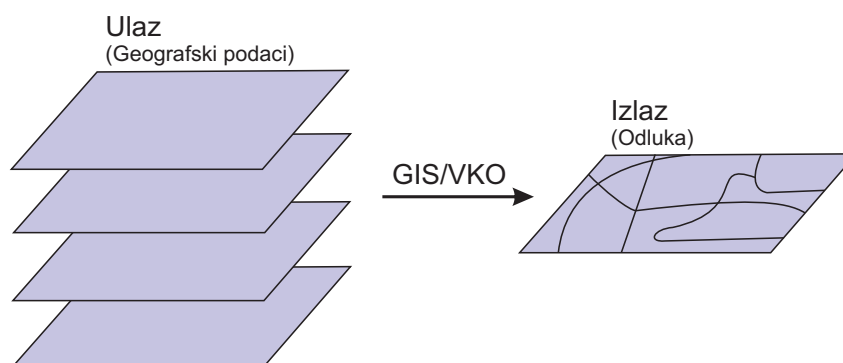
Sistemi za podršku u odlučivanju koriste geografske informacione sisteme dizajnirane za rad sa mapama i drugim geografskim informacijama u rešavanju prostornih problema. Ovakvi sistemi nazivaju se prostorni sistemi za podršku odlučivanju.

## 6 VIŠEKRITERIJUMSKO ODLUČIVANJE U GIS OKRUŽENJU

### 6.1 Osnove višekriterijumskog odlučivanja u GIS okruženju

Geografski informacioni sistemi (GIS) su moćan alat za podršku u odlučivanju, dizajnirani za prikupljanje, skladištenja, pretragu, analize i prikaz geografskih (prostornih) informacija. Najnovija istraživanja u oblasti donošenja odluka dovode do dramatičnih poboljšanja u upotrebi GIS-a u analizi lokacija. Nova istraživanja zasnovana su na razvoju analiza atributivnih podataka, posebno procedura za višekriterijumske i višeciljne analize lokacije u okviru geografskih informacionih sistemima.

Prostorna analiza višekriterijumskih odluka može da se posmatra kao proces koji kombinuje i transformiše geografske (prostrane) podatke u odluku (Slika 60). Geografske informacije se mogu definisati kao geo-referencirani podaci koji su obrađeni u razumljivoj formi za analitičara. Podaci u geografskim informacionim sistemima se najčešće organizuju kao posebne tematske karte odnosno kao skupovi podataka pripisanih jednom sloju na mapi. Alternativa slojevitom pristupu je objektno orijentisan GIS, gde objekti predstavljaju prave elemente na mapi. Bez obzira na organizaciju prostornih podataka, krajnji cilj GIS-a je pružanje podrške u prostornom odlučivanju. Procedure višekriterijumskog odlučivanja definišu odnose između ulaznih i izlaznih mapa (Malczewski, 2006).



Slika 60. Transformacija geografskih podataka u odluku

Prostorni problemi odlučivanja obično uključuju veliki broj izvodljivih alternativa i više konfliktnih kriterijumima u odlučivanju. Alternative se često ocenjuju od strane većeg broja pojedinaca (donosioca odluka, menadžera, raznih interesnih grupa...), sa izraženom subjektivnošću pri donošenju odluka u pogledu relativnog značaja kriterijuma na osnovu kojih se ocenjuju alternative. Mnogi problemi prostornog odlučivanja oslanjaju se na upotrebu geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza (GIS-VKA). Zajedničkom upotrebom ovih alata dobija se nova vrednost u podršci pri prostornom odlučivanju (Malczewski, 1999; Thill, 1999; Chakhar i Martel 2003). Sa jedne strane, GIS tehnike i procedure imaju važnu ulogu u analizi problema odlučivanja i često se koristi kao podrška u odlučivanju. Sa druge strane višekriterijumske analize obezbeđuju bogatu kolekciju tehnika i procedura za struktuiranje problema odlučivanje, projektovanje, ocenjivanje i određivanje najpovoljnijih alternativa ( Rikalović i dr., 2014).

Višekriterijumske metode odlučivanja, pretpostavljaju homogenost u okviru studijskog područja, što je nerealno u mnogim prostornim situacijama u odlučivanju, kao što su problemi izbora lokacije. Malčevski sugerise da postoji potreba za eksplicitnim predstavljanjem geografske dimenzije u višekriterijumskim tehnikama, i da kombinacija GIS-VKA može efikasno rešiti ovaj problem.

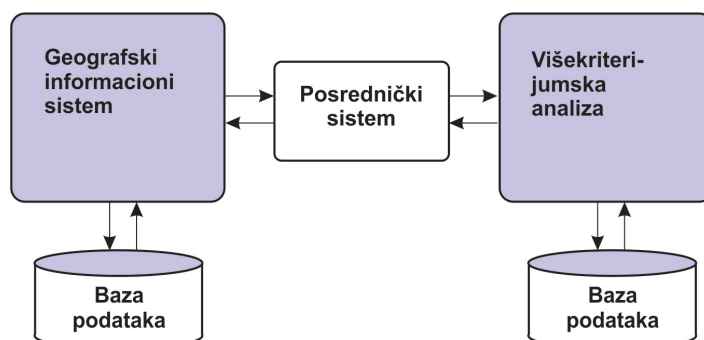
Prostorni višekriterijumski problemi uključuju set prostorno definisanih alternativa između kojih se donosi odluka na osnovu postavljenih kriterijuma. Kriterijum predstavlja osnovu odluke i može biti meren i ocenjivan. U slučaju prostornih problema, atributi predstavljaju svojstva geografskih entiteta. Preciznije, atribut je merljiva kvantitativna ili kvalitativna vrednost geografskog entiteta ili odnosa između geografskih entiteta.

Višekriterijumske tehnike analize spadaju u diskretne metode jer predstavljaju eksplicitan broj alternativa. Višekriterijumski problemi zasnivaju se na izboru između alternativa opisanim svojim atributima. Ovo podrazumeva odnos između atributa i ciljeva na način da se atributi mogu smatrati kao ciljevi i promenljive odluke. Atributi se koriste i kao promenljive odlučivanja i kao kriterijumi odlučivanja (Malczewski, 1999).

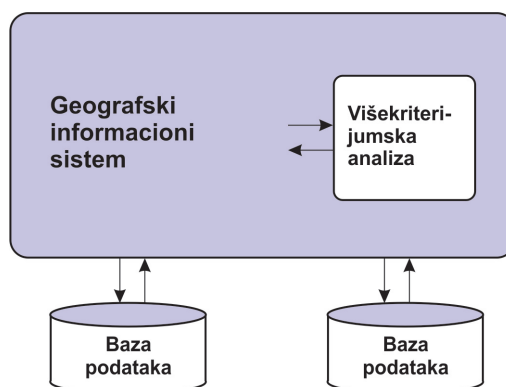
Geografski informacioni sistemi igraju ključnu ulogu u domenu izbora lokacije. Prednost GIS pristupa zasnovana je na smanjenju vremena i troškova izbora lokacije (Sumathi i dr., 2008). Višekriterijumske metode odlučivanja zasnovane na ocenjivanju prostornih kriterijuma predstavljenih u obliku kriterijumskih mapa koje se tretiraju kao GIS-VKA evaluacije. Postoje dve osnovne klase višekriterijumske analize u GIS-u: Bulove ("Boolean") operacije preklapanje na osnovu Bulovih pravila konjukcije-I ("AND") i disjunkcije-ILI ("OR"); i metode ponderisanja na osnovu kriterijuma za ocenjivanje sa sekvencijalnim standardizacijom, koje uključuju konvencionalnu metodu linearnog dodeljivanja ("Weighted Linear Combination - WLC") i metodu redosleda prosečnih težina ("Ordered weighted averaging- OWA") (Malczewski, 2006).

Integracija geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza može se sagledati kroz tri nivoa (Slika 61, Slika 62, Slika 63). Prvi (najniži) nivo

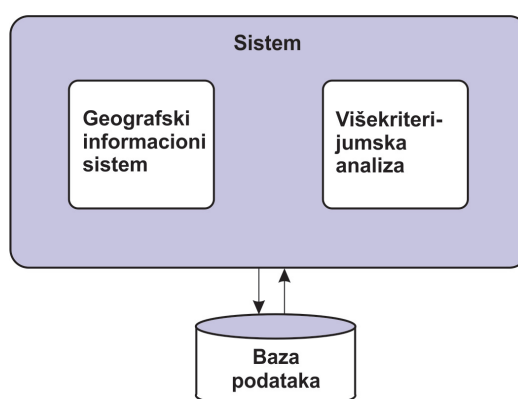
integracije podrazumeva posrednički sistem koji bi omogućio komunikaciju između GIS-a i VKA. Drugi nivo integracije zasnovan je je na delimičnoj integraciji VKA u GIS, dok treći (najviši) nivo podrazumeva kompletnu integraciju GIS-a i VKA.



Slika 61. Prvi nivo integracije geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza



Slika 62. Drugi nivo integracije geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza



Slika 63. Treći nivo integracije geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza



## 6.2 Višekriterijumsko odlučivanje u GIS okruženju-stanje u oblasti

Pri struktuiranju geografskih informacionih sistema (GIS) i metoda višekriterijumskog odlučivanja (VKO) predložen je veliki broj pristupa (Jankowski 1995, Malczewski 1999, Chakhar i Martel 2003). Uprkos razlikama između GIS-VKO prilaza, može se identifikovati pet generičkih komponenti:

1. Cilj ili skup ciljeva koje pojedinac (ili grupa) pokušava da postigne zajedno sa kriterijumima ocenjivanja (ciljeva i/ili atributa), na osnovu kojih donosi odluke i procenjuje alternativne pravce akcija;
2. Donocilac odluke ili grupa donosilaca uključeni u proces donošenja odluka zajedno sa svojim prioritetima;
3. Skup alternativnih rešenja (ili promenljivih odluke);
4. Skup nekontrolisanih promenljivih;
5. Skup ishoda ili posledica povezani sa svim alternativama.

Dva glavna pristupa u odlučivanju uključuju generisanje alternativa, koji se fokusira na stvaranje alternativa odlučivanja i pristup vrednovanja, koji koristi vrednosti (kriterijumi ocenjivanja) kao osnovni element analize odluka. Razlike između ova dva pristupa se odnose na pitanje da li alternative treba prvo generisani a zatim vrednosti, ili obrnuto, izvođenje alternativa treba iz strukture vrednosti (Kennei, 1992)

U GIS-VKO podjednako se koriste rasterski (Aerts i dr., 2003; Church i dr., 2003) i vektorski podaci (Rinner i Malczewski, 2002; Feick i Hall 2004). Istraživači koji imaju višeciljni pristup u odlučivanju najčešće koriste kontinualne rasterske mape sa beskonačnim brojem alternativa, dok istraživači sa višekriterijumskim pristupom u analizi uglavnom koriste vektorske diskretne mape sa konačnim brojem alternativa u procesu kreiranja mapa pogodnosti. U tabeli 15 prikazani su najčešće korišćena pravila (metode) u višekriterijumskim i višeciljnim odlučivanjem izražena u procentima na osnovu uvida u preko 300 naučnih radova (Malczewski, 2006).

Tabela 15. Najčešće korišćene metode odlučivanja u GIS-u

	metode	%
<b>metode višekriterijumske analize (VKA)</b>	Metode ponderisanja /Bulove operacije preklapanja	39.3
	Metode idealne referentne tačke (TOPSIS, MOLA)	9.6
	Metoda analitičkih hijerarhiskih procea - AHP	9.4
	Metode preference (ELECTRE, PROMETHEE)	4.7
	Ostale	8.3
<b>metode višeciljnog odlučivajna (VCO)</b>	Višeciljni programski algoritmi	15.7
	Heuristička pretraga/genetski algoritmi	8.0
	Ciljno programiranje/algoritmi referentne tačke	2.5
	Ostali	2.5
	Ukupno	100,00

**Metode ponderisanja** i srodni postupci daleko su najpopularniji u metodama višekriterijumske analize (Eastman i dr., 1995; Ayalew i dr., 2004). Ove metode često se koriste u kombinaciji sa **bulovim operacijama** (Eastman i dr., 1995; Pettit i Pullar, 1999). Mnoge studije koriste metode ponderisanja zajedno sa linearnom metodom transformacije za normalizaciju kriterijuma (**metoda linearnog dodeljivanja "WLC"**) (Eastman i dr., 1995; Vlachopoulou i dr., 2001; Wu i dr., 2004). **Metoda redosleda prosečnih težina ("OWA")** obezbeđuje produženje i generalizaciju Bulovih operacija i metoda ponderisanja (Jiang i Eastman, 2000; Rinner i Malczewski, 2002).

**Metoda anailtičkih hijerarhijskih procesa (AHP)** u GIS okruženju koristi se na dva karakteristična načina: prvi, može se koristiti za izračunavanje težinskih vrednosti kriterijuma, i drugi, AHP princip može se koristiti da bi se objedinili prioriteti za sve hijerarhijske nivoe, uključujući nivo predstavljanja alternativa (Banai, 1993; Drobne, 2009).

Uopšteno govoreći problemi odlučivanja mogu se svrstati u probleme odlučivanja pri uslovima ivesnosti i neizvesnosti, u zavisnosti od količine dostupnih informacija (znanja). Većina istraživanja bavi se odlučivanjem u uslovima u izvesnosti (sigurnosti). Međutim, veliki broj problema dešava se u uslovima neizvesnosti. Postoje dva osnovna tipa nesizvesnosti: neizvesnost u vezi sa ograničenim informacijama i neizvesnost vezana za nepreciznost ("*fuzziness*") u vezi sa problemom odlučivanja (Malczewski, 2006).

Primer podrške u prostornom odlučivanju sa primenom geografskih informacioni sistem i fazi metoda višekriterijumske analiza u lociranju deponije dao je Chang (Chang i dr., 2008). Chang izbegava potpunu integraciju GIS i VKA i predlaže izbor lokacije u dva odvojena koraka. Koristeći GIS za inicijalni skrining za eliminisajne nepogodnih lokacija a potom koristeći fazi višekriterijumsku analizu za izbor najpogodnije lokacije.

Jedna od najznačajnijih karakteristika GIS-VKO prilaza je široka primena u raznim slučajevima odlučivanja. Glavne oblasti primene su oblasti planiranja, i ekološkog menadžmenta (Church i dr., 2003,) taransporta (Jha i dr., 2001) urbanizma i regionalnog planiranja (Ward i dr., 2003), upravljanje otpadom (Leao i dr., 2004) hidrologije i vodnih resursa (Martin i dr., 2003) poljoprivrede (Kyem, 2004), upravljanje hazardima (Rashed i Weeks, 2003), upravljanje industrijskim objektima (skladištima) (Vlachopoulou i dr., 2001).

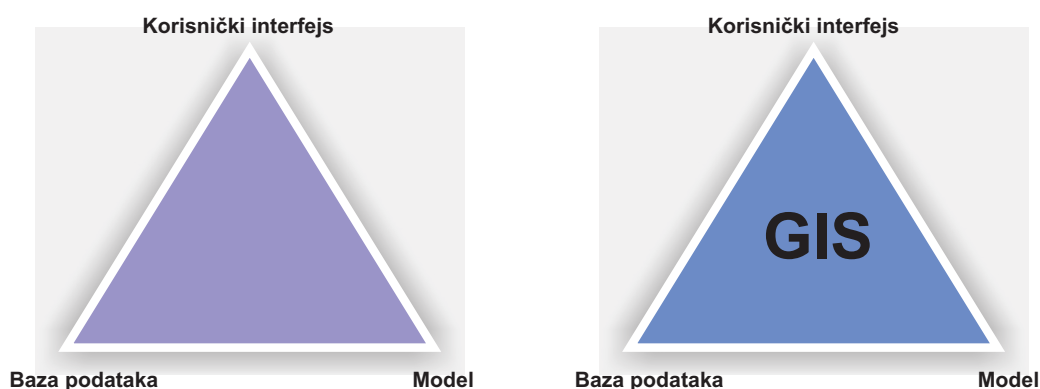
Primena geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskog odlučivanja u analizi industrijske lokacije uglavnom je rađena u okviru urbanističkih studija (Charunghanakij, 2010; Reisi, 2011; Ziaei, 2011) i ekoloških aspekata (Lamelas i dr., 2012; Ma, 2012) upotrebom kontinualnih rasterskih mapa.

Najznačajnije istraživanje upotrebe GIS-VKO i izboru industrijske lokacije je integracija GIS i AHP metode upotrebom COM ("*Component Object Model*") tehnologije (Eldrandaly i dr., 2005). U ovom radu korišćen je "*ESRI-ArcGIS*" i "*Microsoft-Excel*", dok je "*Visual Basic for Application -VBA*" korišćen za razvoj excel aplikacije za implemntiranje AHP metode.

## 6.3 Prostorni sistemi za podršku odlučivanju

Veliki broj podataka koji se koristi u izboru lokacije proizvodnih sistema imaju prostorne (geografske) karakteristike, što ukazuje da problem izbora lokacije potrebno posmatrati kao prostorni problem.

Geografski informacioni sistemi obrađuju prostorne podatke i daju podršku u odlučivanju u okviru prostornih sistema za donošenje odluka (Hywood i dr., 2006). Prostorni sistemi za donošenja odluka dele iste karakteristike sa sistemima za podršku u odlučivanju i zapravo predstavljaju produžetak sistema za odlučivanje (Slika 64).

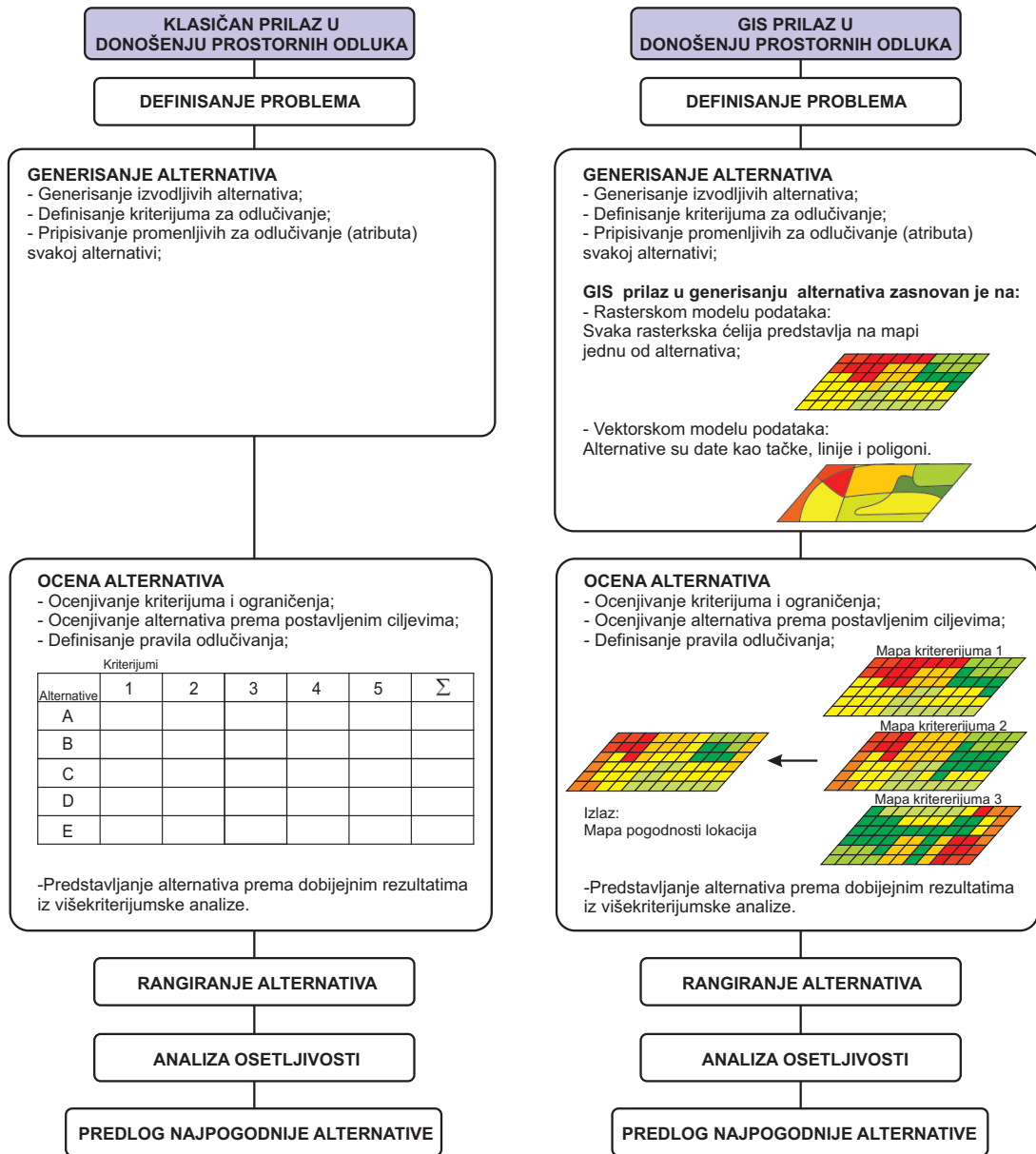


Slika 64. GIS-Prostorna podrška u odlučivanju

Za Malazewskog prostorni sistemi za podršku odlučivanju (PSPO), su ustvari **geografski informacioni sistemi** kod kojih su značajno razvijene funkcije koje se odnose na prostorne analize i modelovanje (Malazewski, 1999). Prema drugima, PSPO su integrisani prostorni podaci koji su primenjeni kroz određene modele za podršku odlučivanju (Keenan, 2005). Najčešće se PSPO spominju kao specijalno dizajnirani GIS za podršku procesu odlučivanja, koji istovremeno integriše geografske podatke i odgovarajuće alate za analizu (Huerta i dr., 2005).

U PSPO naglasak je na korišćenju prostornih podataka i GIS-a od strane donosioca odluka kako bi se došlo do izbora alternativa (odluka) koje predstavljaju najbolje rešenje za problema. **Višekriterijumski prostorni sistemi** za podršku odlučivanju integrišu prostornu obradu podataka i višekriterijumske analize.

Prostorni sistemi za podršku odlučivanju predstavljaju velike skupove podataka pomoću mapa, omogućavaju lakši prikaz i analizu podataka koji imaju prostorni karakter. Osnovna ideja ovih sistema je proširenje mogućnosti standardnih geografskih informacionih sistema u rešavanju kompleksnih prostorno orijentisanih problema (Drobne, 2011) (Slika 65).



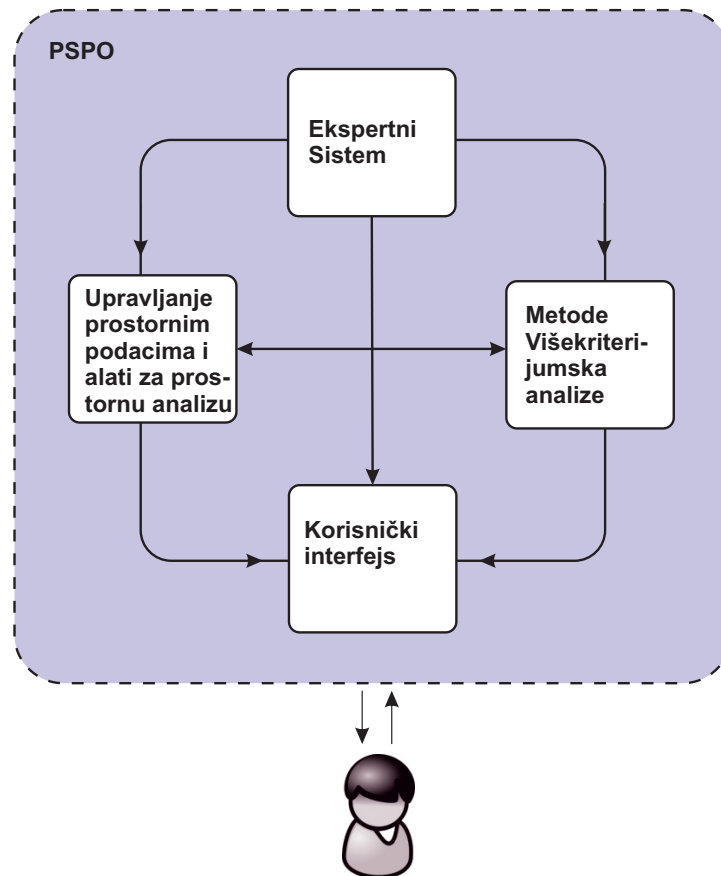
Slika 65. Klasičan i GIS prilaz u donošenju prostornih odluka

Sve češće je prisutan razvoj prostornih sistema za podršku odlučivanju baziranih na **ekspertnim sistemima** zasnovanim na veštačkoj inteligenciji koji se koriste za lakšu dekompoziciju složenih problema. Oni obično kombinuju logička pravila donošenja odluka sa nekim skupom prikupljenih podataka. Pri tome se oslanjaju na teoriju logičkog zaključivanja, razvijajući sve to na heurističkim metodama ili konvencionalnim kompjuterskim algoritmima. Kod ovih PSPO naglašen je proces donošenja odluka, gde je prostorna analiza samo jedan od sekundarnih segmenata. PSPO su dizajnirani za određenu namenu i podrazumevaju analizu i obradu podataka. Njihova najveća primena je u menadžmentu, upravljanju rizicima, izboru lokacije itd.

Razvoj ekspertnog sistema je zasnovan na predpostavci da eksperti pretrežuju

prostor vezan za problem postavljanjem malih međusobno povezanih pravila. Mehanizam koji se koristi u kompjuterskom kodu da bi se predstavili ovi odnosi je definisan kao serija ŠTA-AKO (*IF-THEN*) pravila. Povezivanjem ovih jednostavnih pravila (koja mogu da sadrže operatore I-*AND*, ILI-*OR*, i NE-*NOT*) može se predstaviti kompleksan problem.

Kombinujući alate geografskih informacionih sistema, metode višekriterijumskih analiza i ekspertne sisteme dobijaju se efikasni prostorni sistemi za podršku odlučivanju (Malczewski, 1999) (Slika 66).



Slika 66. Okvir prostornih sistema za donošenje odluka zasnovanih na višekriterijumskim analizama i ekspertskim sistemima

## **7** RAZVOJ MODELA ZA IZBOR LOKACIJE PROIZVODNIH SISTEMA

### 7.1 Prilaz u razvoju modela

**K**orišćeni prilaz u razvoju modela za izbor lokacije proizvodnih sistema zasni-va se na prepoznavanju i rešavanju glavnih problema sa kojima se investitori suočavaju pri izboru lokacije za proizvodnju u okviru jedne teritorijalne celine (države, regiona). Od velikog broja problema koji su karakteristični za izbor lokacije izdvojeni su:

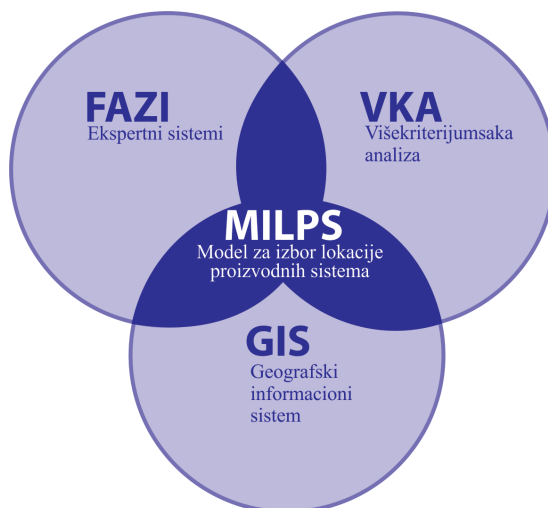
- ♦ Veliki broj potencijalnih lokacija;
- ♦ Veliki broj faktora koji utiču na izbor lokacije PS;
- ♦ Različite dimenzije faktora;
- ♦ Dugotrajan proces odlučivanja i
- ♦ Izbor adekvatnih alata za podršku odlučivanju.

Obično u regionu od interesa nalazi se veliki broj potencijalnih lokacija za proizvodni sistem, što dovodi do povećanja složenosti problema odlučivanja. Razvojem geografskih informacionih sistema za skrining i generisanje alternativa (lokacija) predlaže se način za rešavanje problema velikog broja mogućih lokacija upotrebom prostornih analiza. Da bi se obezbedila prostorna analiza i generisanje lokacija neophodno je formirati prostornu bazu podataka za region od interesa. Formiranje baze podataka predstavlja najzahtevniju fazu u pogledu novca i vremena, ali uloženo vreme i sredstva za prikupljanje podataka i njihovu analizu u cilju generisanja izvodljivih lokacija proizvodnog sistema predstavlja dobru investiciju, koja može rešiti probleme velikog broja lokacija i dati podloge za smanjenje složenosti procesa odlučivanja.

Jedan od glavnih problema u analizi faktora predstavlja činjenica da je potrebno porediti veliki broj kvantitativnih i kvalitativnih faktora različitih dimenzija. Za rešavanje ovog problema heterogenosti podataka predložen je fazi ekspertni sistem koji omogućava interpretaciju, ocenjivanje i integraciju kvantitativnih i kvalitativnih indikatora u standardizovane vrednosti kriterijuma odlučivanja.

Kako bi se smanjio dugotrajan proces odlučivanja korišćen je pristup koji se bazira se na upotrebi prostornih sistema za podršku odlučivanju, koji sa lakoćom upravljaju velikom količinom podataka i omogućavaju višekriterijumsku analizu u GIS okruženju.

Da bi se rešili navedeni problemi i izabrala najpogodnija lokacija za proizvodni sistem, predložen je novi model za sveobuhvatnu analizu problema lokacije upotrebom sofisticiranih računarskih tehnologija. Posmatrajuću izbor lokacije proizvodnih sistema prevashodno kao prostorni problem, razvijen je model koji se bazira na upotrebi geografskih informacionih sistema (GIS), fazi ekspertnih sistema i metoda višekriterijumskih analiza (VKA) (Slika 67).



Slika 67. Osnovni okvir za razvoj modela

## 7.2 Razvoj modela za izbor lokacije proizvodnih sistema

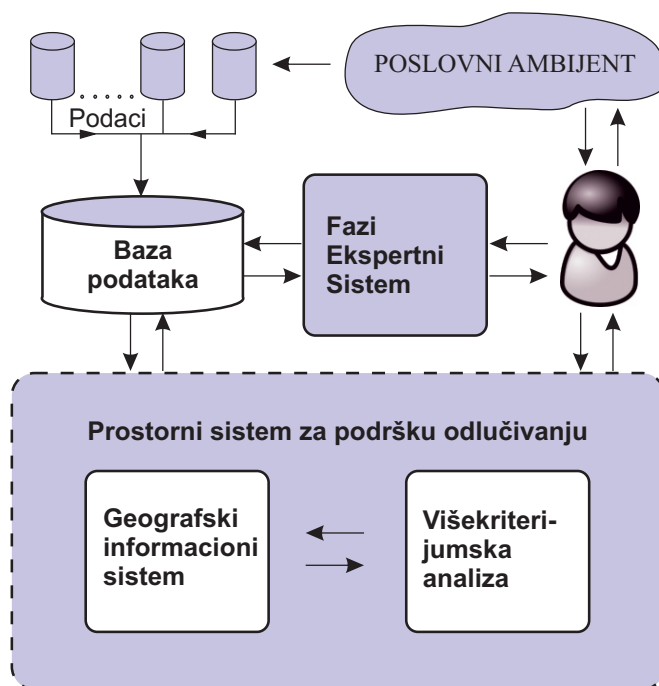
Zbog kompleksnosti problema sa kojima se investitori suočavaju u potrazi za odgovarajućom lokacijom, predložen je izbor lokacije proizvodnih sistema u dva koraka:

- ♦ **Izbor šire (makro) lokacije.** Gde se pod terminom šire lokacije podrazumeva teritorijalna celina - opština, grad;
- ♦ **Izbor uže (mikro) lokacije.** Pod terminom uže lokacije podrazumeva se mesto (plac, parcela) u području šire lokacije.

Predloženi pristup izbora lokacije proizvodnog sistema u dva koraka podrazumeva **izbor šire lokacije a zatim izbor uže lokacije proizvodnog sistema upotrebom iste metodologije.** Proces izbora lokacije podeljen je u pet glavnih faza:

1. **Definisanje problema;**
2. **Definisanje kriterijuma;**
3. **Generisanje alternativa;**
4. **Analiza kriterijuma;**
5. **Ocenjivanje i rangiranje alternativa.**

Predložena arhitektura sistema (Slika 68) bazira se na potpunoj integraciji geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza u okviru prostornog sistema za podršku odlučivanju. Dati predlog arhitekture omogućuje ŠTA-AKO (“WHAT-IF”) pristup zasnovan na predefinisanim ciljevima i setom pravila odlučivanja gde se menjanjanjem ulaznih parametra u realnom vremenu dobija izlazni rezultat u vidu prostorne vizuelizacije. Na ovaj način omogućava se složena analiza i obrada velikog broja informacija neophodnih za proces izbora lokacije proizvodnih sistema.



Slika 68. Arhitektura modela za izbor lokacije proizvodnih sistema

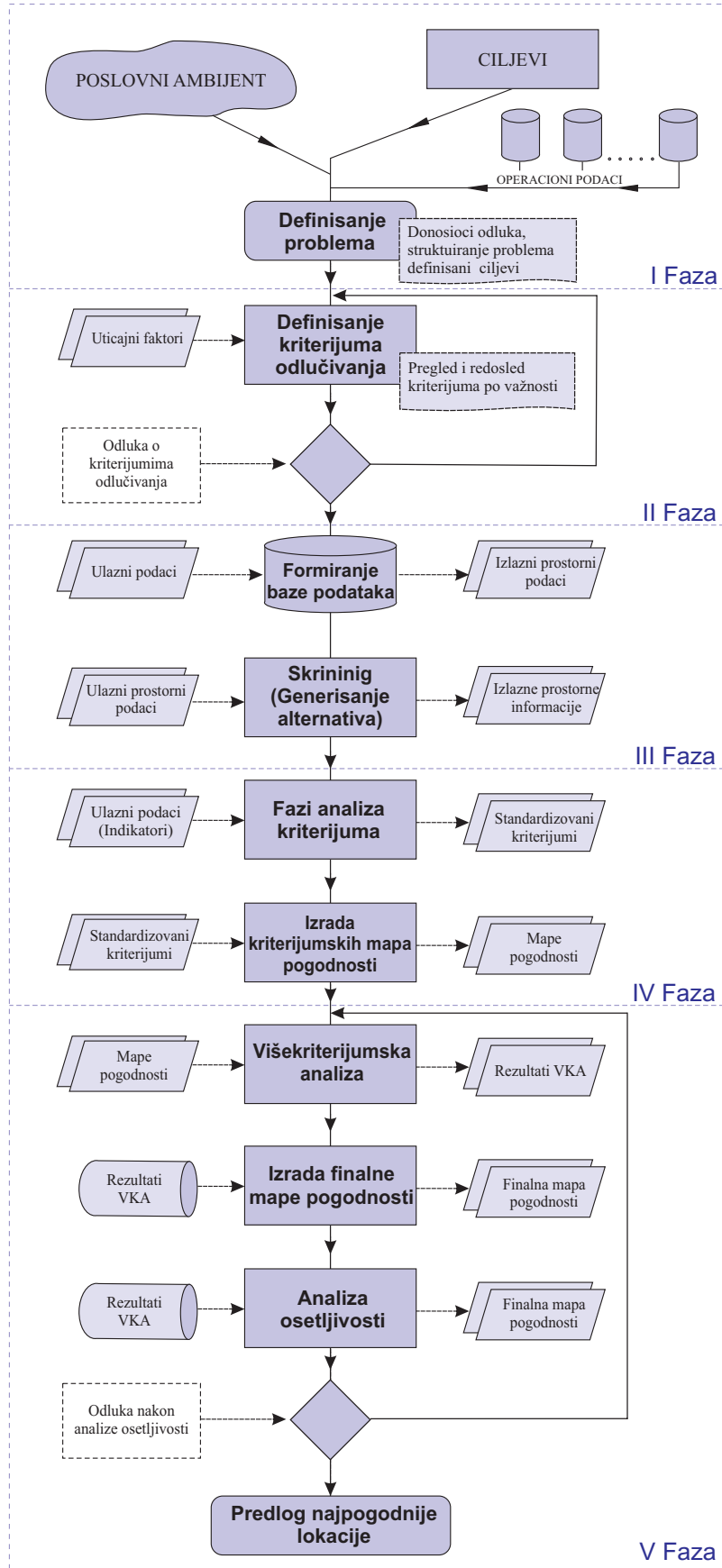
Pri razvoju modela za izbor lokacije proizvodnih sistema dizajniran je geografski informacioni sistem za skeniranje trena (skeniranje), fazi ekspertni sistem za analizu kriterijuma odlučivanja i prostorni sistem za podršku u odlučivanju

Fazi ekspertni sistem je u indirektnoj vezi za prostornim sistemom za podršku odlučivanju preko baze podataka. Zapravo uz pomoć ekspertnog sistema obezbeđuju se neophodne informacije za prostornu analizu. Fazi ekspertni sistem oslanja se na znanje i iskustvo eksperta iz oblasti koji na osnovu svog rasuđivanja i iskustva definiše pravila, relacije i značaj pojedinih uticaja na odluku.

Baza podataka je formirana prikupljanjem javnih podataka, koji su u daljem procesu uz pomoć ekspertnog sistema standardizovani i integrisani u kriterijume, koji se koriste u daljem procesu odlučivanja.

Na osnovu predloženog pristupa i arhitekture modela na Slici 69 predstavljen je postupak izbora lokacije koji je detaljno razrađen u nastavku rada. Postupak izbora lokacije proizvodnih sistema definisan u 10 koraka (5 faza) podrazumeva izbor šire i uže lokacije proizvodnog sistema upotrebom istog postupka.





Slika 69. Postupak izbora lokacije proizvodnih sistema

## 7.2.1 Definisanje problema

Svaki proces odlučivanja počinje sa prepoznavanjem i definisanjem problema. U izboru lokacije proizvodnih sistema problem predstavlja izbor najpogodnije lokacije za određenu delatnost u skladu sa postavljenim ciljevima. Ovaj korak nije samo značajan po tome što je on inicijalni korak procesa odlučivanja već i zbog toga što od načina njegovog definisanja u mnogome zavisi i dalji tok procesa odlučivanja

U ovom koraku potrebno je identifikovati donosiocice odluka (individualno ili grupno odlučivanje) i definisati glavne ciljeve. U zavisnosti od broja ciljeva (promenljivih), kriterijuma i alternativa povećava se stepen složenosti problema. Takođe, složenost problema je u zavisnosti od poslovnog ambijenta kao i od podataka koji opisuju promenljive i njihove zavisnosti.

Izbor lokacije zavisi od prirode delatnosti kojom se preduzeće bavi. Potrebno je jasno definisati sve bitne aspekte proizvodnje: proizvodni program, tehnologiju proizvodnje, dobavljače, kupce, itd. Takođe, u zavisnosti da li se radi o proširenju kapaciteta, promeni lokacije ili o novoj lokaciji proizvodnih sistema razlikuje se pristup u definisanju problema.

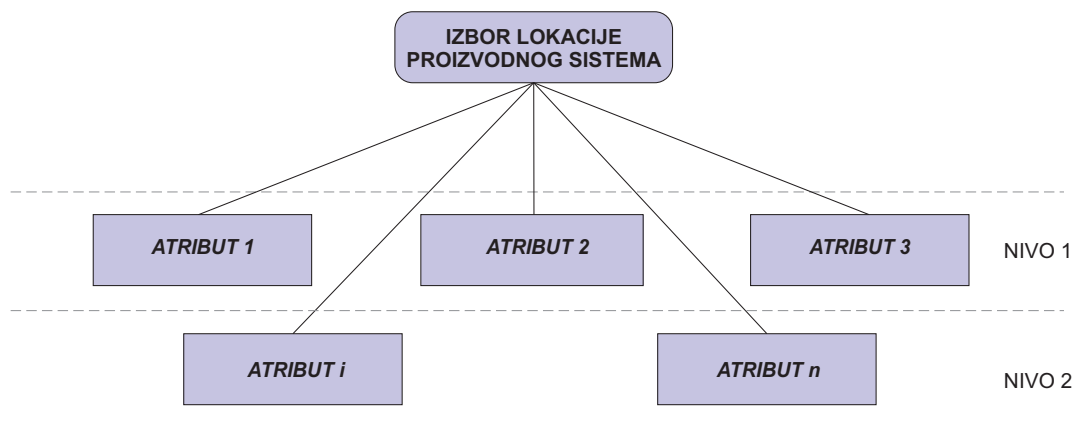
Izbor lokacije proizvodnih sistema je strateška odluka i zato je potrebno dobro strukturirati problem i definisati ciljeve. U procesu izbora lokacije proizvodnih sistema teži se ka optimizaciji broja ciljeva u određivanju pogodnosti određene lokacije za definisani proizvodni sistem. Takva optimizacija često uključuje mnoštvo faktora, ponekad i kontradiktornih.

U većini slučajeva glavni ciljevi izbora lokacije proizvodnog sistema ogledaju se u povećanju profita, kvaliteta, efikasnosti i efektivnosti, i sa druge strane smanjenju operativnih troškova, škarta i sl. Na primer, često je potrebno smanjiti troškove radne snage i u isto vreme povećati profit, efikasnost i kvalitet. Ove kontradiktorne ciljeve teško je ostvariti istovremeno.

Danas većina investitora u procesu izbora lokacije proizvodnih sistema kao jedan od glavnih ciljeva postavlja niske operativne troškove. U operativne troškove spadaju troškovi radne snage, transporta, dozvola, taksi i sl. Strateške odluke koje u izboru lokacije podržavaju strategiju niskih troškova treba da budu pažljivo razmatrane jer niska cena nije uvek najbolje rešenje.

U izboru lokacije proizvodnih sistema potrebno je znati sve činjenice vezane za stanje problema odnosno potrebno je dobro strukturirati problem kako bi se kao takav mogao koristiti u prosotonom sistemu za podršku u odlučivanju.

Strukturiranje problema izbora lokacije proizvodnih sistema sastoji se od dekomponovanja kompleksnog problema odlučivanja u seriju hijerarhija (Slika 70). Ovakvo hijerarhijsko strukturiranje problema odlučivanja i identifikovanje značajnih atributa ima za cilj dostizanje sveukupnih ciljeva problema izbora lokacije proizvodnog sistema. Atributi se koriste i kao ciljevi i kao kriterijumi odlučivanja.



Slika 70. Dekomponovanje problema u seriju hijerarhija

## 7.2.2 Definisanje kriterijuma odlučivanja

Definisanje kriterijuma za izbor lokacije proizvodnih sistema je jedna od ključnih odluka u procesu odlučivanja. Izbor lokacije PS predstavlja kompleksan zadatak na koga utiče **širok spektar faktora iz oblasti politike, ekonomije, društva, tehnike i ekologije**. Faktor je kriterijum koji povećava ili umanjuje pogodnost potencijalnih lokacija koji se razmatraju u procesu odlučivanja. Faktori mogu biti definisani kao kvantitativne vrednosti često sa različitim jedinicama mere li kao kvalitativne (jezičke) vrednosti.

### 7.2.2.1 Definisanje kriterijuma odlučivanja za izbor šire lokacije proizvodnih sistema

Za potrebe razvoja modela i definisanje kriterijuma odlučivanja za izbor šire lokacije proizvodnih sistema korišćene su studije “*Investiciona klima u Srbiji iz perspektive investitora*” (USAID i Strategic Marketing Research, 2008) i “*Ekonomski kapacitet lokalnih samouprava za privlačenje investicija*” (Stalna konferencija gradova i opština Srbije, 2011)

U okviru studije “*Investiciona klima u Srbiji-iz perspektive investitora*” gde je urađena analiza investicione klime na osnovu upitnika od 70 pitanja na uzorku od 119 kompanija koje su nedavno investirale u Srbiju. Na slici 71 prikazani su značajni faktori za izbor opštine za investiranje u Srbiji iz ugla investitora, kao i njihov pojedinačni značaj dat kao prosečna vrednost na osnovu 119 odgovora.



Slika 71. Faktori i njihov značaj za izbor opštine za investiranje u Srbiji (ocene od 1 do 10 gde je 1 najmanje značajan)

U okviru “*Ekonomski kapacitet lokalnih samouprava za privlačenje investicija*” iz oktobra 2011 identifikovano je ukupno 12 grupa faktora (Tabela 16) koji determinišu kapacitet opština i gradova da generišu priliv direktnih investicija iz stranih i domaćih izvora. U studiji je urađeno statističko ispitivanje relacije između faktora privrednog ambijenta, kao nezavisnih promenljivih, i vrednosti direktnih investicija, u svojstvu zavisnih promenljivih veličina.

Tabela 16. Ekonomski kapacitet lokalnih samouprava za privlačenje investicija

Studija poslovne klime na lokalnom nivou	
1.	Geografski položaj
2.	Raspoloživost sirovina
3.	Ekonomska razvijenost
4.	Lokalni dobavljači
5.	Raspoloživost radne snage
6.	Kvalitet radne snage
7.	Troškovi radne snage
8.	Dostupnost građevinskog zemljišta
9.	Razvijenost infrastrukture

10.	Lokalne naknade
11.	Podsticaji za ulaganja
12.	Kvalitet administracije

Navedeni faktori iz obe studije napravljene u Srbiji u velikoj meri podudaraju se sa dosadašnjim teorijskim istraživanjima o uticajnim faktorma na izbor lokacije proizvodnih sistema. Takođe, da se primetiti velika sličnost u većem broju definisanih faktora.

Zbog relevantnosti studija i metodologije koja je primenjena dobijeni rezultati korišćeni su kao polazna tačka u definisanju kriterijuma odlučivanja za izbor šire lokacije proizvodnih sistema sa akcentom na studiju *“Inesticiona klima u Srbiji iz perspektive investitora”*. Gde su kao kriterijumi odlučivanja izabrani samo oni kriterijumi koji daju novu vrednost u višekriterijumskoj analizi.

Na osnovu analize datih studija definisano je 15 kriterijuma odlučivanja koji će biti korišćene u razvoju modela za izbor lokacije proizvodnih sistema (Tabela 17).

Tabela 17. Kriterijumi za izbor šire lokacije proizvodnih sistema

<b>Kriterijumi za izbor šire lokacije proizvodnih sistema</b>	
K1	Dostupnost kvalitetne radne snage
K2	Cena radne snage
K3	Geografski položaj opštine
K4	Saobraćajna infrastruktura (drumski saobraćaj)
K5	Saobraćajna infrastruktura (železnički saobraćaj)
K6	Saobraćajna infrastruktura (vodni saobraćaj)
K7	Saobraćajna infrastruktura (vazdušni saobraćaj)
K8	Dostupnost sirovina i repromaterijala
K9	Telekomunikaciona infrastruktura
K10	Reputacija i efikasnost lokalnih vlasti
K11	Raspoloživost građevinskog zemljišta
K12	Cena građevinskog zemljišta
K13	Životna sredina
K14	Komunalni troškovi
K15	Smeštaj

### 7.2.2.1.1 *Dostupnost kvalitetne radne snage*

Dostupnost kvalitetne radne snage po oceni investitora predstavlja najbitniji kriterijum za izbor lokacije proizvodnih sistema. Određena lokacija može imati jeftinu radnu snagu, razvijenu infrastrukturu i povoljan geografski položaj, ali ako ne raspolaže sa kvalitetnom radnom snagom postavlja se pitanje na koji način će se ostvariti ciljevi u pogledu efikasnosti i efektivnosti proizvodnje.

Danas u postindustrijskom društvu zasnovanom na znanju, ljudi su najvažniji resurs. Blizina univerziteta i naučnih instituta kao i broj inovacija po stanovniku često predstavlja ključan faktor za donošenje odluka. Raspoloživost radne snage i struktura radne snage predstavlja značajne faktore u definisanju kriterijuma dostupnosti radne snage.

Na višem nivou analize, trebalo bi uključiti i broj (ne)zaposlenih u susjednim opštinama i gradovima koji su, primera radi, udaljeni do 1 časa vožnje u odnosu na posmatranu lokalnu samoupravu. Ovaj faktor postaje značajan kada konkretna opština/grad po većini ključnih kriterijuma odgovara potrebama potencijalnih investitora, pa se problem deficita radne snage traženih kvalifikacija rešava angažovanjem radnika iz drugih mesta, uz adekvatan aranžman u vezi sa njihovim transportom do i od radnog mesta.

Dostupnost kvalitetne radne snage može biti definisana od strane kvantitativnih ili kvalitativnih faktora. Kvalitativno definisanje kriterijuma moguće je opisivanjem određenih lokacija kao "lokacija sa odličnom dostupnosti kvalitetne radne snage" na osnovu subjektivnog tumačenja kvaliteta određenog univerziteta ili škole. Kvantitativno definisanje kriterijuma moguće je interpretacijom brojčanih vrednosti u pogledu broja raspoloživih radnika, broja nezaposlenih, broja visoko-obrazovanih itd. Kada je moguće birati između kvantitativnih i kvalitativnih faktora za definisanje pogodnosti određenog kriterijuma uvek je bolje izabrati kvantitativne vrednosti koje su lako proverljive i koje su zasnovane na činjenicama. Međutim, kvalitativni faktori ne moraju uvek biti odraz subjektivnog mišljenja, već mogu biti lingvističke (jezičke) forme koje su zasnove na sistemima klasifikacije i na čvrstim dokazima. Kvalitativni faktori definisani bez subjektivnih uticaja ili sa malim procentom subjektivnosti predstavljaju dobar izvor podataka i često najbolji način interpretacija određenih pojava.

Za potrebe razvoja modela pri definisanju kriterijuma dostupnosti radne snage korišćeni su podaci (indikator): prosečnih neto zarada radne snage, broj nezaposlenih i struktura obrazovanosti radne snage (broj fakultetsko obrazovanih, broj sa visokom školom, sa srednjom školom, osnovnom školom i manje).

### 7.2.2.1.2 *Cena radne snage*

Danas cena radne snage predstavlja najvažniji faktor mnogim investitorima. Raspoloživost jeftine radne snage često predstavlja kritični faktor koji mora biti obave-

zno zadovoljen, čak i po cenu povećanja drugih troškova npr. transporta. Sve je u računi, ako se operativni troškovi značajno smanjuju sa jeftinom cenom radne snage onda je izbor jasan. Međutim, jeftina radna snaga ne znači efikasnu i efektivnu proizvodnju. Upravo naprotiv, čest je slučaj u praksi da fabrike istog proizvođača koje se nalaze na različitim lokacijama u različitim zemljama imaju značajno drugačije pokazatelje produktivnosti upravo u korist onih lokacija gde je skuplja radna snaga. Dakle, jeftina radna snaga i povećana produktivnost u većini slučajeva predstavljaju konfliktne (kontradiktorne) ciljeve.

Investitori daju zadnju reč u pogledu strategije troškova i ona je u većini slučajeva orijentisana ka smanjenju troškova radne snage, i upravo zbog toga proizvodnja iz razvijenih zapadnih zemalja seli se u nerazvijene zemlje gde je cena radne snage nekoliko puta manja i predstavlja komparativnu prednost.

Za razliku od merenja kvaliteta, kalkulisanje troškova radne snage izvodi se na jednostavan način, uzimanjem prosečne mesečne neto zarade (na nivou opštine, kao i po pojedinim delatnostima i granama). Cena radne snage predstavlja kriterijum koji se isključivo izražava uz pomoć kvantitativanih podataka o ceni radne snage.

Za potrebe razvoja modela, za definisanje kriterijuma cena radne snage korišćeni su podaci o prosečnim zaradama na nivou opština koji se mogu tretirati i kao pokazatelji ekonomske razvijenosti.

### *7.2.2.1.3 Geografski položaj opštine*

Geografski položaj opštine je značajan u kontekstu fizičke distance u odnosu na blizinu glavnih dobavljača i kupaca koja može bitno da opredeljuje troškove transporta sirovina, poluproizvoda i finalnih proizvoda. Takođe, geografski položaj opštine može biti kritičan faktor u izboru lokacije proizvodnih sistema. U zavisnosti od tipa proizvodnog sistema geografski položaj igra različiti značaj. Geografski položaj u nekim slučajevima predstavlja kritični faktor pri izboru lokacije koji mora biti među prvim ispoštovan. Na primer: postoji čitav niz procesa koji zahtevaju veliku potrošnju vode kao što su procesi u proizvodnji papira, hrane i nekih hemijskih proizvoda. Lokacije navedenih sistema ove vrste je uslovljena blizinom vodenih resursa.

Prirodni resursi, kao element poslovnog okruženja, dobija na značaju u slučaju ulaganja baziranih na resursima u sektorima, poput poljoprivrede, rudarstva ili prerade nafte. Iz tog razloga se raspoloživost sirovina određuje preko prisustva prirodnih resursa relevantnih u kontekstu privlačenja investicija.

Geo-saobraćajni položaj od izuzetnog je značaja za proizvodne sisteme svih vrsta. Blizina auto puta, pruge ili reke predstavlja komparativnu prednost u odnosu na one lokacije koje su udaljene od važnih koridora.

Stepen razvoja određenih gradova i opština i njihov uticaj na okolinu nije jednak. Opštine imaju gravitaciona područja različitih veličina, različite dominantne funkcije i različite snage uticaja na razvoj naselja u okolini. Prema "ESPON" ("European Ob-

*servation Network, Territorial Development and Cohesion*”) klasifikaciji funkcionalno urbano područje predstavlja promjenljiv prostor koji obuhvata morfološko urbano područje (MUP) grada/naselja i njegovo šire okruženje koje generiše radnu snagu grada na 45-minutnoj distanci od mesta stanovanja.

Funkcionalna urbana područja (FUP) mogu se definisati kao:

- ◆ MEGA-(Metropolitan Growth Area) – sa populacijom preko 1.000.000 stanovnika;
- ◆ FUP međunarodnog značaja – sa populacijom preko 250.000 stanovnika;
- ◆ FUP državnog značaja – sa populacijom između 100.000 i 250.000 stanovnika;
- ◆ FUP regionalnog značaja – sa populacijom između 50.000 i 100.000 stanovnika.

Za potrebe razvoja modela, pri definisanju kriterijuma geografski položaj opština korišćeni su podaci o geo-saobraćajnom položaju opština i funkcionalano urbanističkim značajem opština.

#### 7.2.2.1.4 Saobraćajana infrastruktura

Saobraćajna infrastruktura je nezaobilazan faktor u izboru lokacije proizvodnih sistema. Važnost saobraćajne infrastrukture direktno je povezana sa transportom materijala i gotovih proizvoda, kao i sa dostupnosti radne sange. Ako opština ima dobro razvijenu infrastrukturu to može predstavljati veliku komparativnu prednost, dok opštine sa nerazvijenom infrastrukturom investitori često zaobilaze. Saobraćajna infrastruktura može se posmatrati u kontekstu šire i uže lokacije. U kontekstu šire lokacije faktor saobraćajne infrastrukture podrazumeva različite vidove saobraćaja: drumski saobraćaj, železnički saobraćaj, vodni saobraćaj i vazdušni saobraćaj.

Kriterijum saobraćajne infrastrukture može se posmatrati kao jedinstven kriterijum ili se svaki vid saobraćaja može posmatrati kao zaseban kriterijum. Posmatranje saobraćajne infrastrukture kao jedinstvenog kriterijuma dovodi do problema detaljnog sagledavanja svih vidova saobraćaja. Takođe, značaj pojedinih vidova saobraćaja može biti izraženiji u odnosu na druge, na primer: za dati proizvodni sistem izrazito je bitan železnički i vodni transport dok vazdušni saobraćaj nije toliko bitan.

Zbog detaljnog sagledavanja svakog vida saobraćaja kriterijum saobraćajne infrastrukture razmatran je kroz četiri različita kriterijuma:

- ◆ **drumski saobraćaj,**
- ◆ **železnički saobraćaj,**
- ◆ **vodni saobraćaj i**
- ◆ **vazdušni saobraćaj.**

U domenu drumskog saobraćaja osnovna mreže javnih puteva sastoji se od drumskih koridora i pravaca osnovne mreže, koji omogućavaju povezivanje sa okruženjem i sistemom transevropske mreže puteva. Za definisanje kriterijuma drum-



ski saobraćaj korišćeni su podaci o značaju putnih pravaca koji prolaze kroz opštinu.

U domenu železničkog saobraćaja osnovna mreža pruga sastoji se od lokalnih, regionalnih i magistralnih pruga. Za definisanje kriterijuma železnički saobraćaj korišćeni su podaci o značaju železničkih pravaca koji prolaze kroz opštinu.

U domenu vodnog saobraćaja razmatrana je rečna mreža i međunarodni plovni putevi. Za definisanje kriterijuma vodni saobraćaj korišćeni su podaci o udaljenosti opštine od luke.

U domenu vazdušnog saobraćaja razmatrani su samo oni aerodromi koji ispunjavaju uslove međunarodnog vazdušnog saobraćaja. Za definisanje kriterijuma vazdušni saobraćaj korišćeni su podaci o udaljenosti opštine od aerodroma.

#### 7.2.2.1.5 Dostupnost sirovina i repromaterijala

Dostupnost sirovina i repromaterijala predstavlja jedan od najvažnijih faktora pri izboru lokacije proizvodnih sistema. Lokacija sirovina odnosno lokacija ishodišta u programima visokog učešća materijala i visokih troškova transporta igra odlučujući uticaj. Tipični primeri proizvodnih sistema sa visokom učešćem materijala su livnice, cementare, naftana industrija, prehrambena industrija itd. Takođe, lokacija odredišta odnosno lokacija tržišta (kupca) igra odlučujuću ulogu u proizvodnim programima: mlekara, pekara, građevinskih materijala itd.

Danas "LEAN" proizvodnja često diktira lokaciju proizvodnih sistema jer se zahteva da se u sklopu "JUST IN TIME" standarda materijal isporučuje u roku od 24-48 sati, što zahteva blizinu svih dobavljača kako bi se ostvarila ušteda na vremenu transporta.

Za definisanje kriterijuma dostupnost sirovina i repromaterijala korišćeni su podaci o udaljenosti dobavljača sirovina.

#### 7.2.2.1.6 Telekomunikaciona infrastruktura

Telekomunikaciona infrastruktura je važan faktor za izbor lokacije proizvodnih sistema. Optički kablovi, mobilni širokopolasni internet ili digitalne dividende svako imaju pozitivan uticaj na mnoge oblasti poslovanja. Integrisani sistemi daljinskog upravljanja i nadzora omogućavaju maksimalnu iskorišćenost SCADA ("Supervisory control and data acquisition") sistema koji kao glavni medij koriste optički telekomunikacioni kabl (24 niti).

Razvijena telekomunikaciona infrastruktura značajno povećava konkurentnost opštine na tržištu potencijalnih lokacija. Za definisanje kriterijuma dostupnost sirovina i repromaterijala korišćeni su podaci o postojećim optičkim kablovima u opštinama.

### 7.2.2.1.7 Reputacija i efikasnost lokalnih vlasti

Reputacija i efikasnost lokalnih vlasti u pojedinim slučajevima predstavlja ključni faktor zašto se pojedini investitori odlučuju baš za određeni grad ili opštinu. Privlačna poslovna klima ne znači samo nuđenje finansijskih povlastica investitorima. Iako je to važan deo odluke, investitori uzimaju u obzir i kvalitet komunikacije koju ostvaruju sa lokalnim vlastima, profesionalizam, preciznost, kao i utisak i očekivanja o mogućem partnerskom odnosu u budućnosti. Investitori vrednuju realno predstavljenu sliku o lokalnoj sredini i predvidljivost potrebnog vremena i novca koji je neophodan za različite postupke, počev od registracije preduzeća, preko izgradnje objekta, povezivanje na energetske i komunalne sisteme snabdevanja i zapošljavanje radne snage.

Jedan od faktora koji bitno determiniše visinu priliva direktnih investicija na lokalnom nivou podrazumeva funkcionisanje administracije. Kao kompleksan faktor, on uključuje niz podindikatora koji se odnose na izdavanje građevinskih dozvola, postojanje Opštinskog/Gradskog uslužnog centra, sistema za prijavu komunalnih problema, usluga elektronske uprave i strategije lokalnog ekonomskog razvoja, kao i na realizovane aktivnosti pojednostavljivanja lokalnih propisa relevantnih za poslovanje.

Uloga administracije, kao faktora privrednog ambijenta, kvantifikovana je, pre svega, u poznatoj studiji Svetske banke pod nazivom "Doing Business", sa ukupno 10 grupa pokazatelja, kao i u sklopu "Programa sertifikacije opština sa povoljnim poslovnim okruženjem".

Program sertifikacije je proces koji promovise standarde i omogućava ocenu kvaliteta usluga i informacija koje lokalne samouprave pružaju privrednicima. Sertifikacija opština znači ispunjenje određenih standarda, tj. određenu garanciju da će postojeći privrednici, kao i potencijalni investitori, dobiti usluge i informacije na način koji olakšava poslove i aktivnosti koje spadaju u nadležnost lokalnih samouprava u Srbiji. Program sertifikacije uspostavlja kriterijume za dostizanje standarda u sledećim oblastima opštinske privredne politike:

- ◆ Opština strateški razmišlja;
- ◆ Organizacioni kapacitet;
- ◆ Privredni savet;
- ◆ Kvalitet usluga;
- ◆ Kvalitet informacija;
- ◆ Marketing i promocija;
- ◆ Upravljanje dugovima;
- ◆ Partnerstvo sa privatnim sektorom;
- ◆ Infrastruktura i komunalne usluge;
- ◆ Povlastice i takse i
- ◆ Životna sredina.

Za definisanje kriterijuma reputacija i efikasnost lokalnih vlasti korišćeni su podaci o broju investicija i serifikati o povoljnom poslovnom okruženju u opštinama.

### 7.2.2.1.8 *Raspoloživost građevinskog zemljišta*

Raspoloživost građevinskog zemljišta za izgradnju proizvodnih sistema je kriterijum koji treba da sagleda potencijal određene opštine u pogledu građevinskog zemljišta namenjenog proizvodnji. Prostorna organizacija industrije zasniva se na nekoliko različitih lokacionih formi:

- ◆ industrijska zona (IZ),
- ◆ industrijski park (IP),
- ◆ tehnološki park (TP),
- ◆ slobodna zona (SZ),
- ◆ mešovita privredna zona i drugi oblici.

U zavisnosti od broja raspoloživih ("greenfiled") lokacija za industrijsku (proizvodnu) namenu i njihove opremljenosti, može se govoriti o atraktivnosti pojedinih opština. Uređene industrijske zone sa potrebnom planskom dokumentacijom i opremljenom infrastrukturom predstavljaju bitnu komparativnu prednost.

Industrijske zone prema definisanim urbanistički pravilima treba da se nalaze na terenima koji ne smeju biti plavljeni, sa regulisanim sistemom otpadnih voda, rešenim problemom buke i sa nizvodnim položajem u odnosu na gard.

Za definisanje kriterijuma raspoloživost građevinskog zemljišta korišćeni su podaci o industrijskom zonama i njihovoj infrastrukturnoj opremljenosti. Radi se o ukupnoj površini zemljišta koje se nalazi na raspolaganju za dugoročan zakup ili kupovinu, u skladu sa odredbama važećeg zakona o planiranju i izgradnji.

### 7.2.2.1.9 *Cena građevinskog zemljišta*

Cena građevinskog zemljišta predstavlja još jedan bitan faktor u spektru različitih cenovnih uticaja na izbor lokacije proizvodnih sistema. Naravno, da se i u ovom aspektu teži ka smanjenju troškova građevinskog zemljišta, ali nikako po cenu dovođenja sistema u stanje neizvesnosti i nepotrebnog rizika. Cena građevinskog zemljišta znatno varira u zavisnosti od veličine grada ili opštine. Uglavnom je cena građevinskog zemljišta značajno veća u velikim gradovima zbog dostupnosti kvalitetne radne snage, razvijene infrastrukture i raspoloživosti pratećih sadržaja.

Za definisanje kriterijuma cena građevinskog zemljišta korišćeni su podaci o cenama građevinskog zemljišta po opštinama.

### 7.2.2.1.10 *Životna sredina*

Zaštita životne sredine, sastoji se od prognoziranja uticaja na okolinu kod gradnje novih postrojenja, i dokazivanja da će njihov uticaj biti u granicama propisanim zakonom, kao i od sprovođenja sanacionih mera, ukoliko se radi o zagađivanju

ili zagađenosti koji premašuju zakonske propise. Zakonodavstvo države se zasniva na ekonomskim i ekološkim uslovima države, a ako se radi o zagađivačima, propisi moraju da zadovolje i međunarodne pravno-obavezujuće ugovore. Zaštita životne sredine podrazumeva skup različitih postupaka i mera koji sprečavaju ugrožavanje životne sredine s ciljem očuvanja biološke ravnoteže.

Zaštita životne sredine obuhvata mere za: smanjenje buke, kontrolu pitke vode, smanjenje štetnih ispusnih gasova iz industrijskih postrojenja i prometa, zabranu proizvodnje jedinjenja koja razgrađuju ozonski omotač ili nepovratno kontaminiraju postojeće ekosisteme.

Akt o zaštiti životne sredine, zakonski okvir zaštite sredine koji se zasniva na ustavu. Osnovni principi na kome se zasniva ovaj akt su:

1. princip održivosti,
2. princip razumljivosti,
3. princip saradnje,
4. princip prevencije,
5. princip predostrožnosti,
6. princip očuvanja vrednosti prirodnih izvora i bioraznolikosti,
7. princip plaćanja troškova zagađivanja,
8. princip pomoćnih obaveznih mera,
9. princip slobodnog pristupa informacijama o okolini (prostoru) i
10. princip zaštite prava.

Posebno velike negativne uticaje na stanje životne sredine imaju pogoni teške industrije (železare, livnice, koksare), hemijska industrija i druge. U slučajevima zagađenja životne sredine potreban je izbor i primena tehnologija čijom se eksploatacijom manje zagađuje životna sredina i obezbeđuje veći stepen zaštite od potencijalnog zagađenja.

Zaštita voda, ima za cilj da se ograniči količina zagađujućih materija koja se unosi u vodotok, i da sadržaj nečistoća u vodenom toku ne prekoračuje vrednosti dozvoljene za datu kategoriju voda. Osnovni izvori zagađivanja voda su netretirane industrijske i komunalne otpadne vode, drenažne vode iz poljoprivrede, procedne vode iz deponija, kao i zagađenja, vezana za plovidbu rekama i rad termoelektrana.

Kvalitet vazduha je narušen, pre svega, u urbanizovanim područjima i u uticajnim područjima suburbanih zona. Glavni izvori zagađivanja vazduha su energetski sektor, transport i različita industrijska postrojenja.

Neobrađeno poljoprivredno zemljište, odnosno konverzija poljoprivrednog u građevinsko zemljište, predstavlja poseban problem uz pitanje posledica neplanske izgradnje, negativnih efekata privatizacije poljoprivrednih kombinata, grinfild investicija, koje se po pravilu realizuju u tzv. "periurbanim" zonama. Zagađenje zemljišta zastupljeno je u područjima intenzivne industrijske aktivnosti, neadekvatnih odlagališta otpada, rudnika, kao i na mestima različitih akcidenata.

Prostorna diferencijacija životne sredine prema standardima i iskustvima EU, a uzimajući u obzir postojeće stanje kvaliteta životne sredine i trend u narednom peri-

odu izdiferencirana je na sledeće kategorije:

1. Područja sa lokalitetima degradirane životne sredine;
2. Područja ugrožene životne sredine;
3. Područja kvalitetne životne sredine i
4. Područja veoma kvalitetne životne sredine.

Za definisanje kriterijuma životna sredina korišćeni su podaci o prostornoj diferencijaciji životne sredine u opštinama.

#### 7.2.2.1.11 Komunalni troškovi

Kriterijum komunalni troškovi spada u ekonomske uticaje na izbor lokacije proizvodnih sistema. Cene komunalnih usluga variraju od opštine do opštine i kao takvi mogu predstavljati značajan izvor ušteda pri izboru šire lokacije proizvodnih sistema.

Za definisanje kriterijuma komunalni troškovi korišćeni su podaci o komunalnim troškovima u opštinama.

#### 7.2.2.1.12 Smeštaj

Kriterijum smeštaj spada u manje bitne kriterijume ali se ne sme zanemariti. Potreba za smeštajem javlja se svakodnevno u poslovnja. Često se javlja potreba za raznim obukama radnika iz drugih filijala, pa je potrebno obezbediti smeštajene kapacitete

Za definisanje kriterijuma smeštaj korišćeni su podaci o broju raspoloživih kreveta po opštinama.

### 7.2.2.2 Definisane kriterijuma odlučivanja za izbor uže lokacije proizvodnih sistema

Za potrebe razvoja modela i definisanje kriterijuma odlučivanja za užu lokaciju korišćena je "Studija razmeštaja radnih zona na teritoriji AP Vojvodine" (Lovrić, Ignjatić, Rikalović i dr., 2013) gde je na osnovu iskustva u radu sa investitorima i u skladu sa njihovom potrebama definisan formular namenjen opštinama sa teritorije AP Vojvodine, kako bi se dobili nedostajući podaci potrebni za analizu uže lokacije.

Na osnovi prikupljenih podataka definisani su kriterijumi odlučivanja u izboru uže lokacije proizvodnih sistema:

- ◆ Povšine za izgradnju
- ◆ Urbanistički uslovi
- ◆ Planirana namena
- ◆ Planski osnov

- ◆ Infrastrukturalna opremljenost
- ◆ Uslov za dobijanje lokacijske dozvole
- ◆ Vrste ograničenja
- ◆ Vlasništvo (po parcelama)

Zbog relevantnosti studije i metodologije koja je primenjena dobijeni rezultati korišćeni su kao polazna tačka u definisanju kriterijuma odlučivanja za izbor uže lokacije proizvodnih sistema. Na osnovu analize prikupljenih podataka primećeno je da je veliki broj podataka imaju iste vrednosti i da nisu pogodni za višekriterijumsku analizu jer ne daju novu vrednost. Zbog ove činjenice podaci o planiranoj nameni, planskom osnovu i uslovu za dobijanje lokacijske dozvole neće biti korišćene u višekriterijumskoj analizi.

U tabeli 18 prikazano je pet kriterijuma odlučivanja koji će biti korišćeni u razvoju modela za izbor uže lokacije proizvodnih sistema (Tabela 18).

Tabela 18. Kriterijumi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema

	<b>Kriterijumi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema</b>
K1	Infrastrukturalna opremljenost
K2	Povšine za izgradnju
K3	Urbanistički uslovi
K4	Ograničenja
K5	Vlasništvo

#### 7.2.2.2.1 *Infrastrukturalna opremljenost*

Infrastrukturalna opremljenost potencijalnih lokacija za izgradnju proizvodnih sistema predstavlja jedan od odlučujućih faktora u izboru uže lokacije proizvodnih sistema. Investitori prilikom pokretanja nove proizvodnje, suočeni su sa problemom nedefinisanih, neuređenih i neregulisanih lokacija. Investitori često polaze od cilja da je potrebno izabrati lokaciju koja je u potpunosti infrastrukturno opremljena, kako bi se što pre moglo krenuti sa proizvodnom delatnošću, a ne gubiti vreme i resurse na infrastrukturno opremanje lokacije. Infrastrukturno opremljene industrijske zone pravo su mesto za potragu adekvatne lokacije koja će ispunjavati infrastrukturne kriterijume.

Za definisanje kriterijuma infrastrukturna opremljenost korišćeni su podaci o infrastrukturnoj opremljenosti pojedinih lokacija u pogledu saobraćajne, električne, vodovodne, kanalizacione, gasne i telekomunikacione infrastrukture.

#### 7.2.2.2.2 Povšine za izgradnju

U području šire lokacije potrebno je pronaći raspoložive površine neophodne za smestaj radnih jedinica sistema i buduća proširenja. Naime, potrebno je pronaći adekvatnu površinu parcele koja ispunjava sve urbanističke uslove. Površine za izgradnju proizvodnog sistema moraju imati definisanu odgovarajuću namenu kako bi se na njima mogla odvijati proizvodna delatnost. Površine za proizvodnu namenu uglavnom se nalaze u industrijskim zonama, slobodnim zonama ili u mešovitim privrednim zonama.

Za definisanje kriterijuma površine za izgradnju korišćeni su podaci o površini parcela za izgradnju.

#### 7.2.2.2.3 Urbanistički uslovi

Kriterijum urbanistički uslovi predstavlja tehnički kriterijum koji se mora imati u vidu u izboru lokacije za proizvodni sistem.

Za definisanje kriterijuma urbanistički uslovi korišćeni su podaci o indeksu zauzetosti i indeksu izgrađenosti parcele. Indeks zauzetosti parcele predstavlja odnos gabarita horizontalne projekcije izgrađenog ili planiranog objekta i ukupne površine građevinske parcele, izražen u procentima. Indeks izgrađenosti parcele jeste odnos (količnik) bruto razvijene građevinske površine izgrađenog ili planiranog objekta i ukupne površine građevinske parcele.

#### 7.2.2.2.4 Ograničenja

Prilikom izbora parcele za proizvodni sistem treba obratiti pažnju na ograničenja u izgradnji. Na pojedinim parcelama može biti ograničena gradnja zbog npr. uže ili šire zona neposredne zaštite vodozahvata ili blizine dalekovoda. Takođe, na nekim parcelama izgradnja može biti zabranjena u potpunosti zbog blizine izvora vode, arheološkog nalazišta, vojnih objekata i dr.

Za definisanje kriterijuma vrste ograničenja korišćeni su podaci o ograničenjima na parcelama na osnovu definisanih urbanističkih planova.

#### 7.2.2.2.5 Vlasništvo

Vlasništvo nad zemljištem često predstavlja značajan kriterijum u izboru lokacije proizvodnih sistema. U zavisnosti od vrste vlasništva nad zemljištem zavisi i brzina realizacije investicije. Naime, vlasništvo nad zemljom može biti od strane države, zadruga, opštine ili privatnog lica. Često je potrebno raditi parcelaciju i preparcelaciju

katastarskih parcela. Parcelacija se radi u slučaju kada vlasnik ili korisnik poseduje katastarsku parcelu veće površine koju želi da isparceliše na manje parcele radi prodaje, a takođe i u slučaju kada suvlasnici žele da svoje delove pretvore u konkretne parcele. Slučaj koji je dosta čest na širem području grada je preparcelacija poljoprivrednog zemljišta radi promene namena u građevinsko što omogućava izgradnju stambenih i poslovnih objekata. Mora se napomenuti da se urbanističkim planom utvrđuje koje zemljište će biti građevinsko zemljište, i da li se poljoprivredno zemljište može pretvoriti u građevinsko.

Za definisanje kriterijuma vlasništvo korišćeni su podaci o vlasništvu pojedinih parcela.

### 7.2.3 Formiranje prostrane baze podataka

Formiranje baze podataka za region od interesa je najzahtevnija faza u procesu izbora lokacije proizvodnih sistema, gde uloženo vreme i sredstva za prikupljanje podataka i njihovu analizu predstavljaju osnovu za dalji proces odlučivanja. Formiranje baza podataka podrazumeva:

- ◆ prikupljanje podataka,
- ◆ analizu podataka,
- ◆ pripremu podataka i
- ◆ skladištenje podataka.

Izvori podataka mogu biti različiti, od javno dostupnih podataka koji se nalaze na internetu, preko podataka koje je zahtevno pronaći, do podataka koje je nije moguće pronaći u datim uslovima. Prikupljanje prostornih podataka zasniva se na istraživanju GIS mapa, satelitskih i avionskih snimaka, ili opisnih podataka koji se odnose na posmatranu lokaciju. Geografski podaci mogu se dobiti: daljinskom detekcijom, unošenjem postojećih podataka (statistike), prikupljanjem podataka direktno sa terena uz pomoć GPS-a (*“Global Positioning System”*), skeniranjem, digitalizacijom mapa, itd. Prikupljeni podaci bi trebalo da se prvo analiziraju i potom pripreme za skladištenje. Podaci mogu biti u kvantitativnom obliku definisani jasnim brojevima u i kvalitativnom obliku opisani raznim jezičkim (lingvističkim) formama. Neophodno je da se prikupe svi podaci koji se odnose na izabrane kriterijume koji mogu da pruže korisne informacije za donošenje odluka.

Veličina baze podataka je u zavisnosti od veličine regiona od interesa, broja kriterijuma i broja potencijalnih lokacija. Od kvaliteta prikupljenih podataka direktno zavisi i kvalitet odluke. Zbog ove činjenice prikupljene podatke neophodno je detaljno analizirati i pripremiti za unos. Pripremljene podatke potrebno je organizovati i pripremiti za povezivanje sa prostornim entitetima u GIS-u (Slika 72).



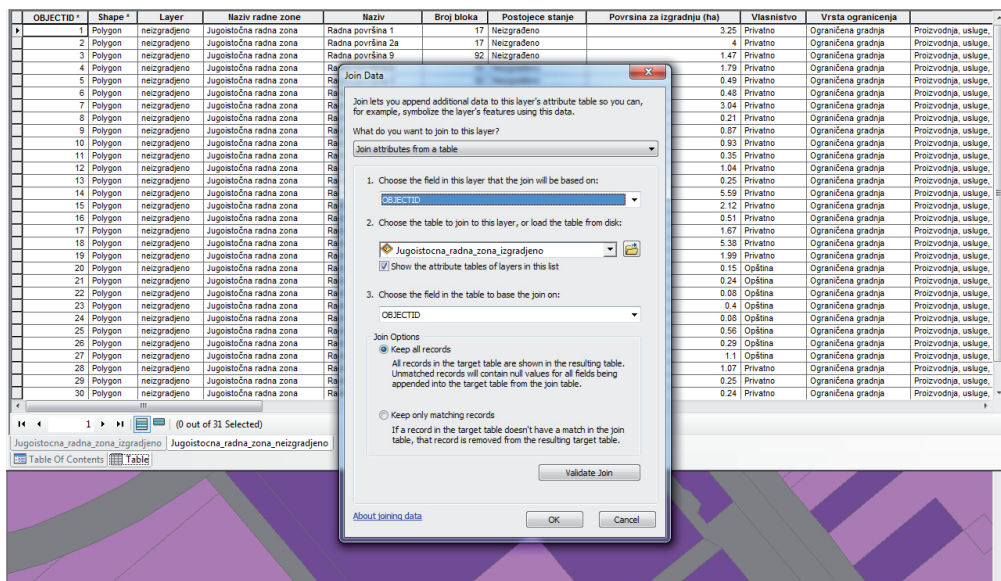
OBJECTID	Naziv_radne	Naziv	Broj_bloka	Postojece_s	Povrsina_za	Vlasnistvo	Vrsta_ogran	Namena	Indeks_zauj	Indeks_izgrn	Maksimalna	Minimalna
1	Jugistočna rac	Radna površina	17	Neizgrađeno	3.25	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
2	Jugistočna rac	Radna površina	17	Neizgrađeno	4	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
3	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	1.47	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
4	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	1.79	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
5	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	0.49	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
6	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	0.48	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
7	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	3.04	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
8	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	0.21	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
9	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	0.87	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
10	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	0.93	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
11	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	0.35	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
12	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	1.04	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
13	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	0.25	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
14	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	5.59	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
15	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	2.12	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
16	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	0.51	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
17	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	1.67	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
18	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	5.38	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
19	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	1.99	Privatno	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
20	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	0.15	Opština	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
21	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	0.24	Opština	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
22	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	0.08	Opština	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
23	Jugistočna rac	Radna površina	92	Neizgrađeno	0.4	Opština	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000
24	Jugistočna rac	Radna površina	91	Neizgrađeno	0.08	Opština	Ograničena gra	Proizvodnja, us	50	1.6	Od P do P+2+P1	1000

Slika 72. Prikaz baze podataka ("Microsoft Access")

Prikupljanje podataka radi se u dva koraka. Prvo se prikupljaju podaci za analizu šire lokacije, a nakon izbora šire lokacije pristupa se prikupljanju relevantnih podataka za analizu uže lokaciju.

Dizajn (projektovanje) baze podataka treba da obezbedi efikasnu pretragu i analizu prostornih podataka. Neophodno je pre nego što se krene u samo formiranje baze podataka, predhodno uraditi projekat baze podataka u kome će se definisati model baze podataka, organizacija i čuvanje podataka.

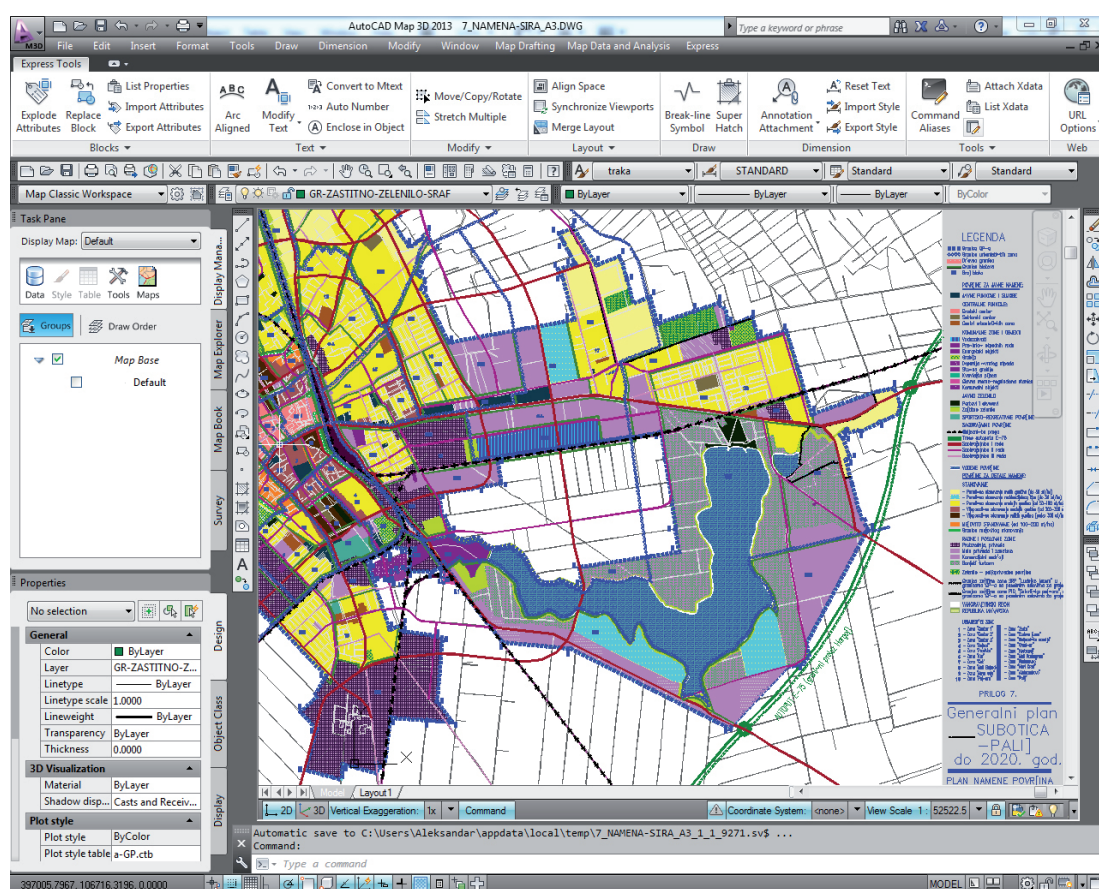
Organizovanje baze podataka je jedan od najvažnijih postupaka u radu sa GIS-om. Danas najčešće korišćene relacione baze podataka sastoje se od tabela, gde se svaka geografska klasa ("layer") skladišti kao posebna tabela. Prostrone baze podataka, osim tabelarnih tipova podataka, poseduju i geometrijske podatke u obliku tačke, linije ili poligona. Tabelarne (atributske) podatke potrebno je povezati sa prostornim podacima u GIS okruženju (opcija "JOIN") ili ih uneti direktno u GIS i pripisati prostornim podacima (Slika 73).



Slika 73. Opcija "Join" ("ArcMap")

Da bi se dobio funkcionalan GIS sistem za podršku u odlučivanju pri izboru lokacije proizvodnih sistema neophodno je pripremiti podatke. Potrebno je nacrtati ili preuzeti i prilagoditi prostorne planove sa ucrtanom infrastrukturom, postojećim i planiranim objektima. Prostorni planovi su javno dostupni dokumenti koji su dostupni na internetu i urbanističkim ustanovama.

Postupak dizajniranja funkcionalnog GIS-a zahteva visok nivo preciznosti i sposobnost integracije podataka iz različitih softvera i koordinatnih sistema. Neophodno je prikupljene podatke obraditi i izdvojiti samo one površine bitne za studiju (Slika 74). Najčešće korišćeni koordinatni sistem za predstavljanje i analizu podataka u prostoru je "WGS84". Kao podloga mogu se koristiti satelitski ili avionski snimci u obliku referentnih karti.



Slika 74. Namena površina-Generalni plan ("AutoCad")

Podaci se skladište i čuvaju na kompjuterskom disku u obliku standardnih fajlova. Međutim velike kompleksne baze podataka sa velikim brojem korisnika zahtevaju specijalizovane sisteme za upravljanje bazama podataka ("DataBase Management Systems -DBMS").

U ovoj fazi neophodno je razviti prostornu bazu podataka koja će omogućiti efikasan skeniranje (skeniranje) terena, kako bi došli do novih informacija neophodnih za generisanje alternativa u obliku potencijalnih lokacija.

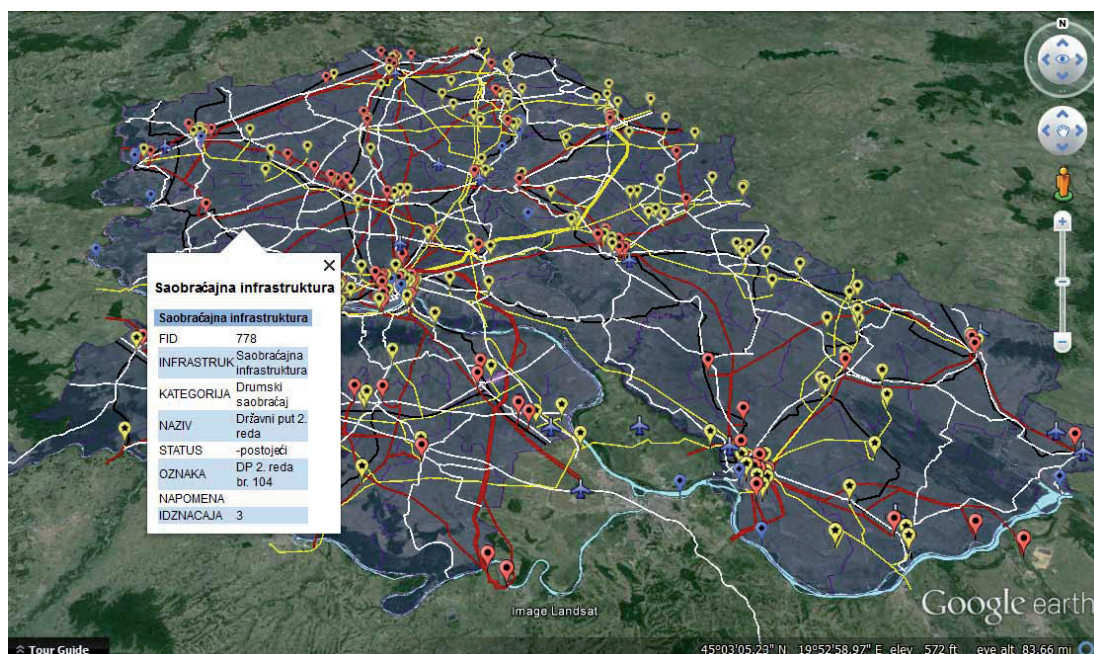
## 7.2.4. Skringing

Skeniranje terena-skrining predstavlja izrazito značajnu fazu u procesu izbora lokacije naročito u pogledu generisnja alternativa.

Generisanje alternativa odnosno potencijalnih lokacija koje zadovoljavaju minimalne uslove za izbor lokacije proizvodnih sistema predstavlja osetljivu analizu lokacija poznatih donosiocu odluka. Od ukupnog broja lokacija poznatih donosiocu odluka potrebno je izabrati samo one koje ispunjavaju osnovne uslove za izbor lokacije proizvodnih sistema. Generisanje alternativa radi se u dva koraka. Prvo se generišu alternative (lokacije) za izbor šire lokacije a nakon izbora šire lokacije (opštine), u izabranoj opštini generišu se potencijalne lokacije za izbor uže loakcije. Za višeatributivnu analizu odlučivanja moramo imati jasno definisan (eksplicitan) broj alternativa za makro i mikro analizu.

Skriningom geografske pozicije u regionu od interesa, saobraćajne infrastrukture i alternativa dobijaju se dodatne informacije za dalju analizu. Na ovaj način obavlja se prostorno rudarenje podataka (*“spatial data mining”*) gde se iz postojećih podataka izdvajaju nove skrivene informacije potrebne za analizu kriterijuma.

Za potrebe skeniranja terena i generisanja alternativa razvijen je geografski informacioni sistem za podršku u odlučivanju pri izboru lokacije proizvodnog sistema u softveru *“ArcMap”*. Prostorni podaci su potom eksportovani u *“KML”* format pogodan za dalju upotrebu u softveru *“GoogleEarth”* (Slika 75). Podaci su organizovani po slojevima kako bi se omogućio prikaz i analiza podataka zajedno i zasebno po slojevima.



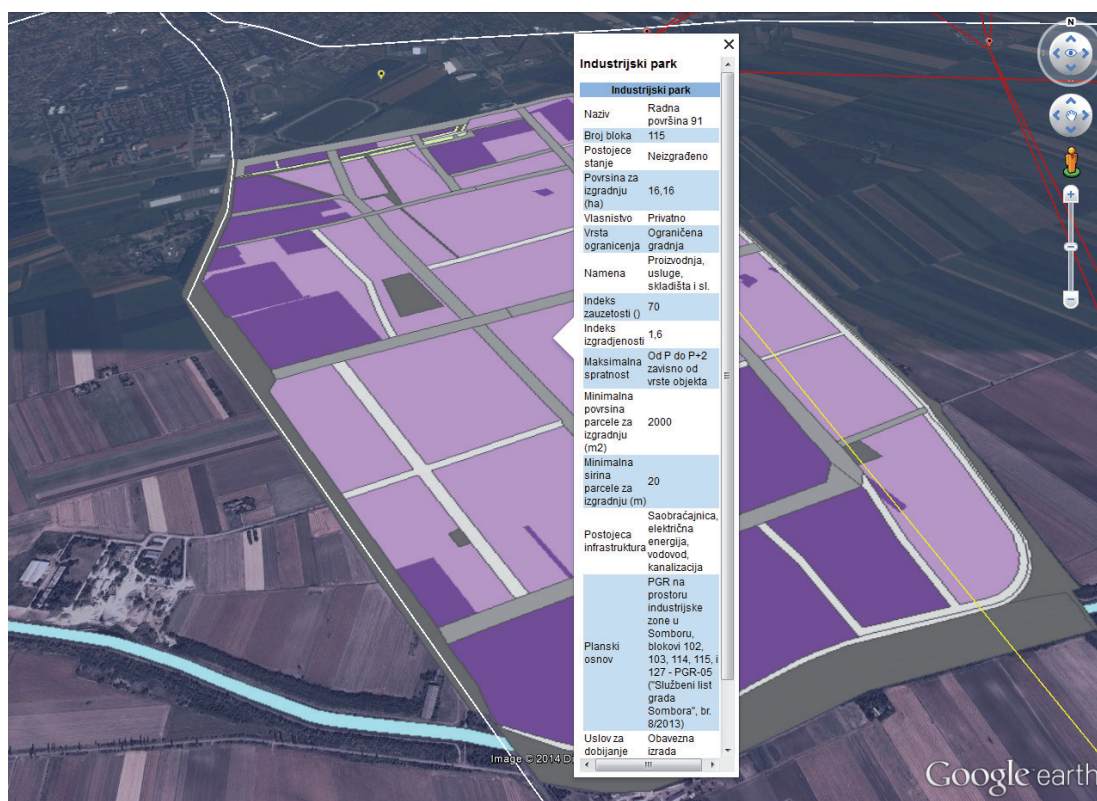
Slika 75. Proces generisanja alternativa u procesu skringinga šire lokacije

U razvoju geografskog informacionog sistema korišćeni su podaci iz "Studije razmeštaja radnih zona na teritoriji AP Vojvodine". Prostorni podaci obrađeni su i pripremljeni u "Arc Map"-u i konvertovani iz Herman Kogelovog datuma u "WGS84" referentni datum kako bi se mogli koristiti u "GoogleEarth"-u. Atributski podaci pažljivo su selektovani i organizovani, kako bi obezbedili neophodne podatke o entitetima.

Prostorni podaci su najpre obrađeni i pripremljeni u "AutoCad" -u i nakon toga uveženi u "ApcMap" gde su konvertovani iz Herman Kogelovog datuma u "WGS84". Nakon pripreme prostornih podataka urađeno povezivanje geometrijskih i atributskih podataka opocijom "Join".

Za potrebe razvoja GIS-a za podršku u odlučivanju pri izboru lokacije proizvodnog sistema korišćeni su infrastrukturni podaci, podaci o opštinama i podaci o industrijskim zonama. Geografski informacioni sistem projektovan je da obezbedi prostornu podršku u odlučivanju, rudarenje podataka i generisanje alternativa za potrebe analize šire i uže lokacije proizvodnih sistema.

Upotrebom GIS-a i tehnika skringinga u generisanju alternativa, umesto kontinualne pretrage prostora izbor lokacije je sveden na analizu samo onih lokacija koje imaju industrijsku namenu i koje ispunjavaju osnovne uslove za izgradnju (Slika 76).



Slika 76. Proces generisanja alternativa u procesu skringinga uže lokacije

## 7.2.5 Fazi analiza kriterijuma

Analiza kriterijuma upotrebom fazi ekspertnih sistema predstavlja suštinsku prednost predloženog modela. Predloženi ekspertni sistem upravlja bazom znanja pomoću odgovarajućih pravila zaključivanja. Fazi logika se primenjuje u sistemu za podršku u odlučivanju za analizu kriterijuma odlučivanja u interpretaciji vrednosti promenljivih i tretiranju nesigurnosti.

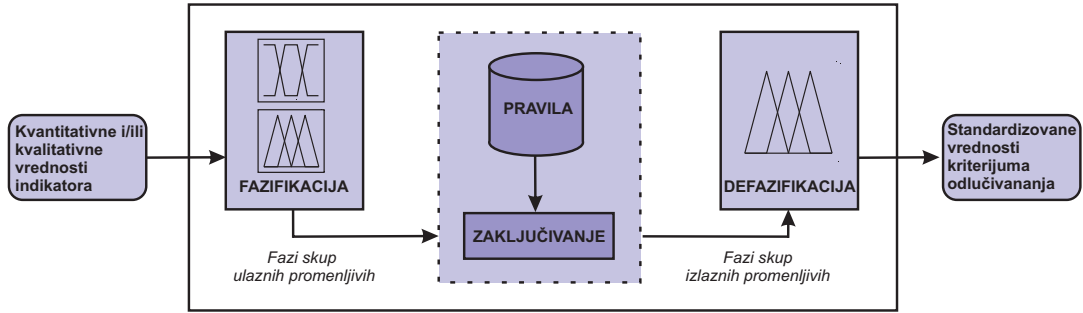
Kriterijum odlučivanja može biti definisan od strane jedne ili više promenljivih (indikatora) koji mogu biti kvantitativne ili kvalitativne prirode. Često je veći broj heterogenih podataka potrebno integrisati u jedan kriterijum odlučivanja. Takođe, kriterijum može biti definisan u isto vreme kvalitativnim (lingvističkim) i kvantitativnim (brojčanim) vrednostima.

Prilikom definisanja pripadajućih funkcija promenljivih javlja se visok stepen nesigurnosti pri određivanju graničnih područja i ocenjivanja pogodnosti dobijenih vrednosti. Naime, potrebno je definisati jasne cenovne granice npr. koja je cena visoka, koja je niska a koja prihvatljiva. Upotreba fazi brojeva u slučajevima kada je potrebno definisati granice na približan način dolazi do izražaja sa svojom rasplnutom logikom (Slika 79). Tretiranje nesigurnosti pri definisanju granica područja na rasplnuti način omogućava interpretaciju podataka na drugačiji način sa definisanjem među područja i eksternih područja kao što su vrlo niska cena i vrlo visoka cena. Razvijeni fazi ekspertni sistem integriše heterogene vrednosti promenljivih u standardizovane kriterijume odlučivanja.

Predloženi ekspertni sistem koristi skup fazi sistema zaključivanja za interpretaciju, ocenjivanje i integraciju kvantitativnih i kvalitativnih vrednosti promenljivih u standardizovane vrednosti kriterijuma odlučivanja (Slika 77). Za svaki kriterijum, dizajniran je "Mamdani" fazi sistem zaključivanja ("Mamdani Fazi Inference sistem-FIS") za definisanje pripadajućih funkcija, integraciju i normalizaciju heterogenih podataka korišćenjem "Matlab FIS editora".

Da bi se dobio ekspertni sistem koji se lako može modifikovati i prilagoditi različitim svetskim regionima, svi sistemi dele zajedničke osobine u modulu fazifikacije i defazifikacije. Glavne razlike se nalaze se u bazi znanja. Baza znanja izražena je u smislu fazi AKO-ONDA ("IF-THEN") pravila i relacija I, ILI ("AND, OR"), koja predstavljaju jezgro sistema. Za svaki kriterijum odlučivanja:

- ◆ Identifikovane su ulazne promenljive, njihov opseg i funkcije pripadnosti;
- ◆ Identifikovane izlazne promenljive, njihov opseg i funkcije pripadnosti;
- ◆ Definisana pravila koja opisuju relacije između ulaza i izlaza sistema i
- ◆ Određene metode defazifikacije za kombinovanje fazi pravila na izlaze.

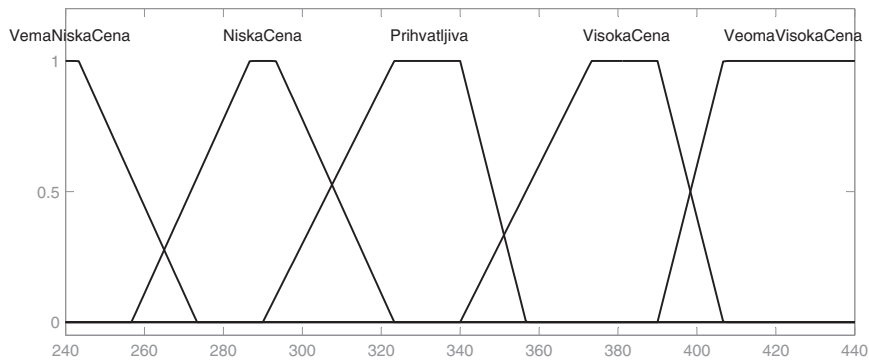


Slika 77. Fazi ekspertni sistem

Fazifikaciona komponenta svakog fazi sistema zaključivanja zasnovana je na trapezoidnim i trougaonim pripadajućim funkcijama. Trapezoidna funkcija korišćena je u definisanju kvantitativnih vrednosti, dok je trougana funkcija korišćena u definisanju kvalitativnih vrednosti. Trapezoidna funkcija definisanja je kao:

$$f(x;a,b,c,d) = \max(\min(((x-a)/(b-a)), 1, ((c-x)/(c-b))), 0), \quad (15)$$

gde parametri  $a$  i  $d$  predstavljaju noge "feed" trapezoida, a parametri  $b$  i  $c$  definišu ramena "shoulders" trapezoida (Slika 78).

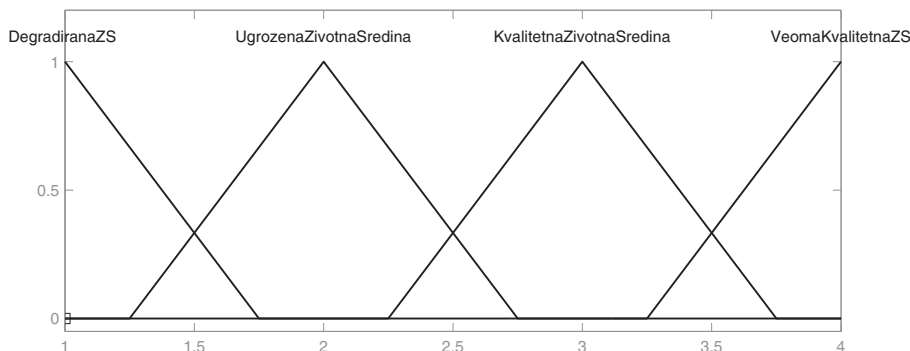


Slika 78. Trapezoida pripadajuća funkcija

U slučaju interpretacije kvalitativnih vrednosti korišćena je trougona pripadajuća funkcija (Slika 79) definisana kao:

$$f(x;a,b,c) = \max(\min(((x-a)/(b-a)), ((c-x)/(c-b))), 0), \quad (16)$$

gde parametri  $a$  i  $d$  predstavljaju stranice trougla, a parametar  $b$  definiše vrh trougla.



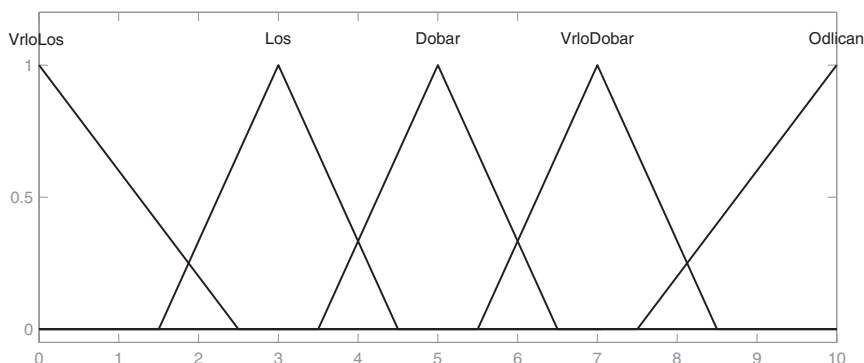
Slika 79. Trougaona pripadajuća funkcija

Baza znanja dizajnirana je u saradnji sa ekspertima iz oblasti i obezbeđuje potrebna znanja za fazi analizu kriterijuma odlučivanja. Za svaki kriterijum odlučivanja definisana su fazi pravila za generisanje standardizovanih vrednosti.

$$IF (x \text{ is } A) THEN (y \text{ is } B) \quad (17)$$

gde su  $A$  i  $B$  fazi skupovi definisani kao ulazne i izlazne veličine. Prvi deo pravila “ $is x A$ ” predstavlja postavku pravila, dok drugi deo pravila “ $y is B$ ” izražava posledicu. U slučaju kada postoji više ulaznih promenljivih u postavci pravila korišćeni se operatori *OR* i *AND*.

Za sve kriterijume definisan je isti modul defazifikacije zasnovan na pripadajućoj funkciji izlazne promenljive u obliku ocena : veoma loša, loša, dobra, vrlo dobra i odlična ocena. Na ovaj način sve ulazne vrednosti standardizovane su u opsegu vrednosti od 0 do 10 za svaki kriterijum (Slika 80). U finalnom koraku defazifikacije korišćen metod defazifikacije zasnovan na “centroid” metodi.



Slika 80. Identifikovanje izlaznih promenljivih sistema

Za sve kriterijume odlučivanja korišćena je ista postavka parametara fazi sistema zaključivanja:

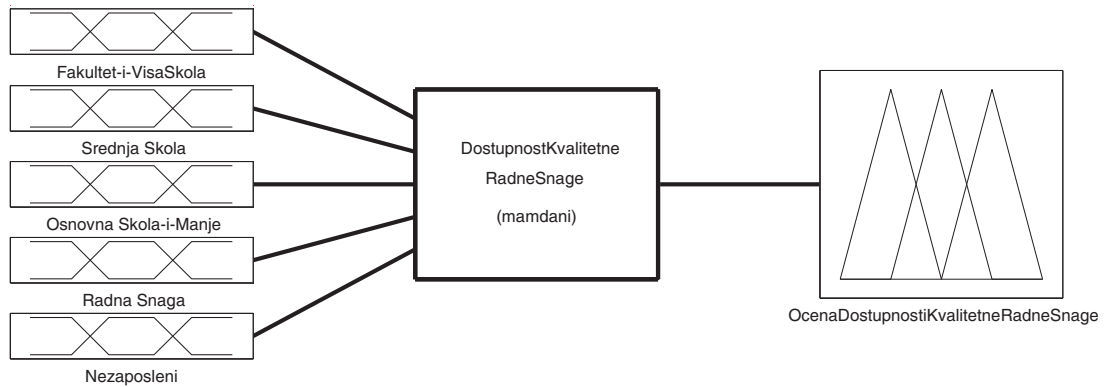
- ◆ AND method - MIN
- ◆ OR method - MAX
- ◆ Implication - MIN

- ◆ Agregation - MAX
- ◆ Defazification - CENTROID

## 7.2.5.1 Fazi analiza kriterijuma za izbor šire lokacije proizvodnih sistema

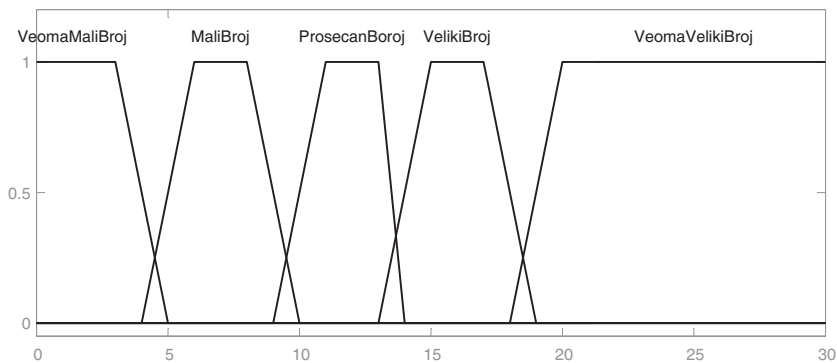
### 7.2.5.1.1 Fazi analiza kriterijuma dostupnost kvalitetne radne snage

U fazi analizi kriterijuma dostupnost kvalitetne radne snage korišćeni su sledeći podaci (indikator): prosečne neto zarade, broj nezaposlenih i struktura obrazovanosti radne snage (broj fakultetsko obrazovanih, broj sa visokom školom, srednjom školom, osnovnom školom i manje), kao ulazne promenljive fazi sistema zaključivanja (Slika 81).



Slika 81. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage

Za ukupno pet kvantitativnih ulaznih promenljivih definisan je opseg i trapezoidne funkcije pripadnosti. Za ulaznu promenljivu Fakultet i Visoka škola definisan je opseg od 0 do 30 procenata i predstavljen u pet trapezoidnih pripadajućih funkcija: veoma mali broj, mali broj, prosečan broj, veliki broj i veoma veliki broj (Slika 82).

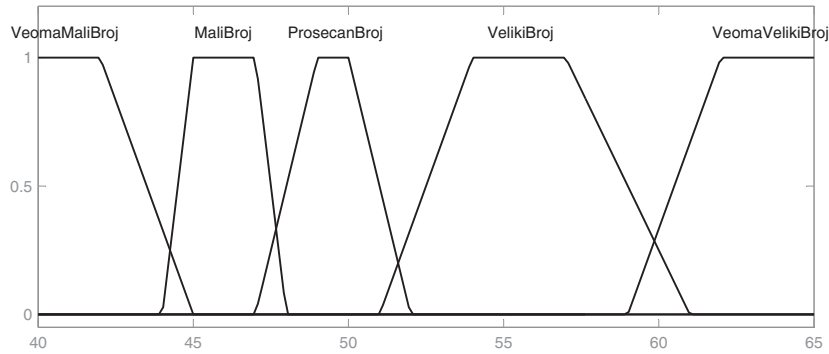


Slika 82. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu Fakultet i Visoka škola

Za ulaznu promenljivu srednja škola definisan je opseg od 40 do 65 procenata

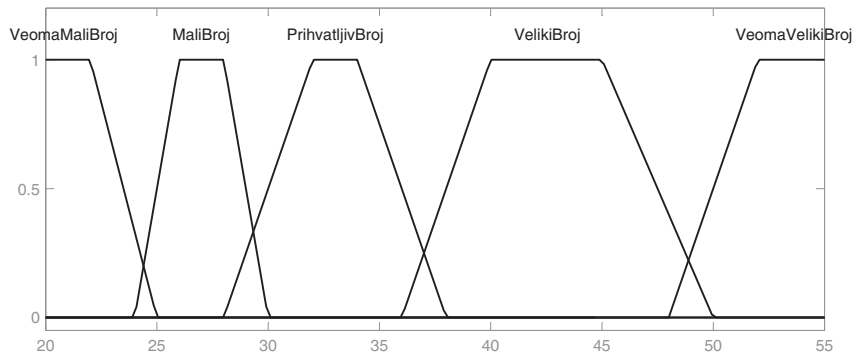


i predstavljen u pet trapezoidnih pripadajućih funkcija: veoma mali broj, mali broj, prosečan broj, veliki broj i veoma veliki broj (Slika 83).



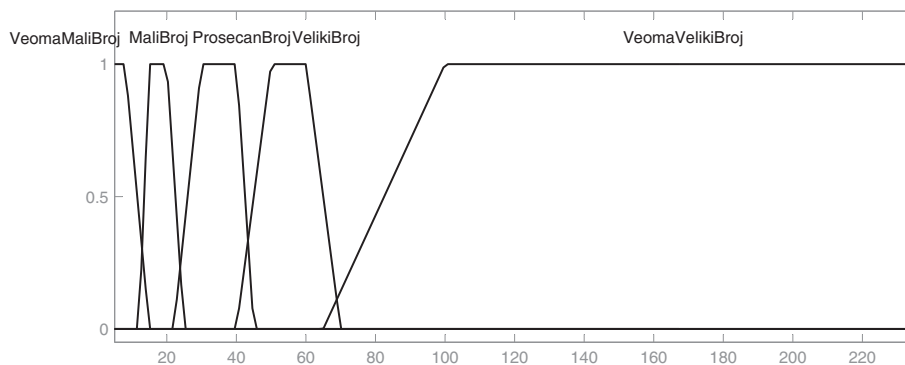
Slika 83. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu srednja škola

Ulazna promenljiva osnovna škola i manje definisana je opsegu od 20 do 55 procenata i predstavljena u pet trapezoidnih pripadajućih funkcija: veoma mali broj, mali broj, prosečan broj, veliki broj i veoma veliki broj (Slika 84).



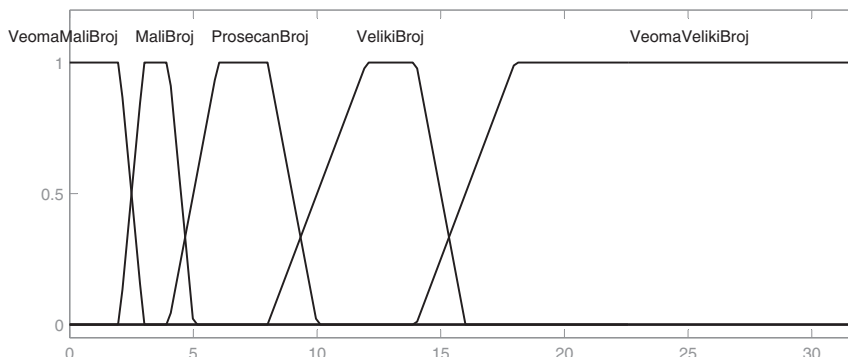
Slika 84. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu osnovna škola i manje

Za ulaznu promenljivu radna snaga definisan je opseg od 5 do 235 hiljada i predstavljen u pet trapezoidnih pripadajućih funkcija: veoma mali broj, mali broj, prosečan broj, veliki broj i veoma veliki broj (Slika 85).



Slika 85. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu radna snaga

Ulazna promenljiva nezaposleni definisana je opsegu od 0 do 32 procenata i predstavljena u pet trapezoidnih pripadajućih funkcija: veoma mali broj, mali broj, prosečan broj, veliki broj i veoma veliki broj (Slika 86).



Slika 86. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu nezaposleni

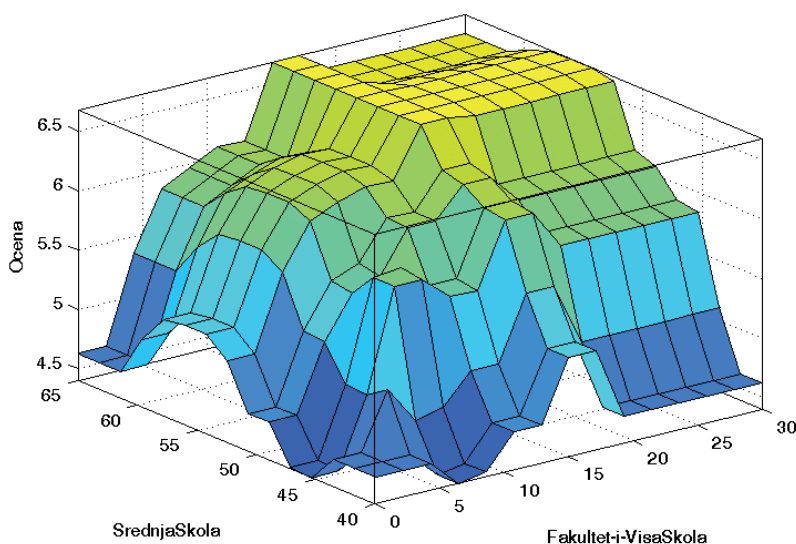
Razvijena baza znanja za kriterijum dostupnost kvalitetne radne sange sardži osam IF-THEN pravila povezanih sa relacijom OR (Tabela 19).

Tabela 19. Pravila i relacije za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage

Pravila i relacije za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage	
1.	If (Fakultet-i-VisaSkola is VeomaVelikiBroj) or (SrednjaSkola is VeomaVelikiBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is not VeomaVelikiBroj) or (RadnaSnaga is VeomaVelikiBroj) or (Nezaposleni is VeomaVelikiBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is Odlicna)
2.	If (Fakultet-i-VisaSkola is VeomaVelikiBroj) or (SrednjaSkola is VeomaVelikiBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is not VelikiBroj) or (RadnaSnaga is VeomaVelikiBroj) or (Nezaposleni is VeomaVelikiBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is Odlicna)
3.	If (Fakultet-i-VisaSkola is VeomaVelikiBroj) or (SrednjaSkola is VeomaVelikiBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is not PrihvatljivBroj) or (RadnaSnaga is VeomaVelikiBroj) or (Nezaposleni is VeomaVelikiBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is Odlicna)
4.	If (Fakultet-i-VisaSkola is VeomaVelikiBroj) or (SrednjaSkola is VeomaVelikiBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is VeomaMaliBroj) or (RadnaSnaga is VeomaVelikiBroj) or (Nezaposleni is VeomaVelikiBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is Odlicna)

5.	If (Fakultet-i-VisaSkola is VelikiBroj) or (SrednjaSkola is VelikiBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is MaliBroj) or (RadnaSnaga is VelikiBroj) or (Nezaposleni is VelikiBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is VrloDobra)
6.	If (Fakultet-i-VisaSkola is ProsecanBroj) or (SrednjaSkola is ProsecanBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is PrihvatljivBroj) or (RadnaSnaga is ProsecanBroj) or (Nezaposleni is ProsecanBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is Dobra)
7.	If (Fakultet-i-VisaSkola is MaliBroj) or (SrednjaSkola is MaliBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is VelikiBroj) or (RadnaSnaga is MaliBroj) or (Nezaposleni is MaliBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is Losa)
8.	If (Fakultet-i-VisaSkola is VeomaMaliBroj) or (SrednjaSkola is VeomaMaliBroj) or (OsnovnaSkola-i-Manje is VeomaVelikiBroj) or (RadnaSnaga is VeomaMaliBroj) or (Nezaposleni is VeomaMaliBroj) then (OcenaDostupnostiKvalitetneRadneSnage is VeomaLos)

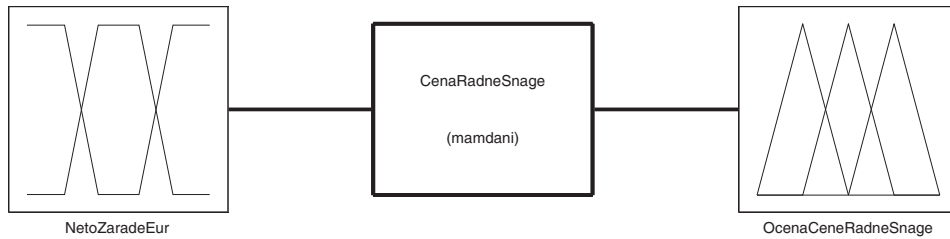
Na grafiku 1 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru na primeru dve promenljive i izlazne ocene, na osnovu definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage.



Grafik 1: Nelinearna funkcija za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage

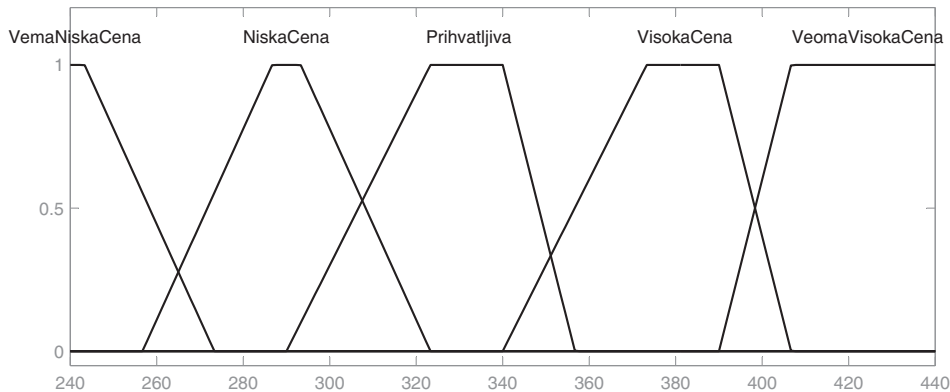
7.2.5.1.2 Fazi analiza kriterijuma cena radne snage

U fazi analizi kriterijuma cena radne snage korišćeni su podaci o prosečnim zaradama na nivou opština, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 87).



Slika 87. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum cena radne snage

Za kvantitativnu ulaznu promenljivu neto zarade definisan je opseg od 200 do 500 evra i trapezoidne funkcije pripadnosti sa vrednostima funkcija: veoma niska cena, niska cena, prihvatljiva cena, visoka cena i veoma visoka cena (Slika 88).



Slika 88. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu Neto zarade u eurima

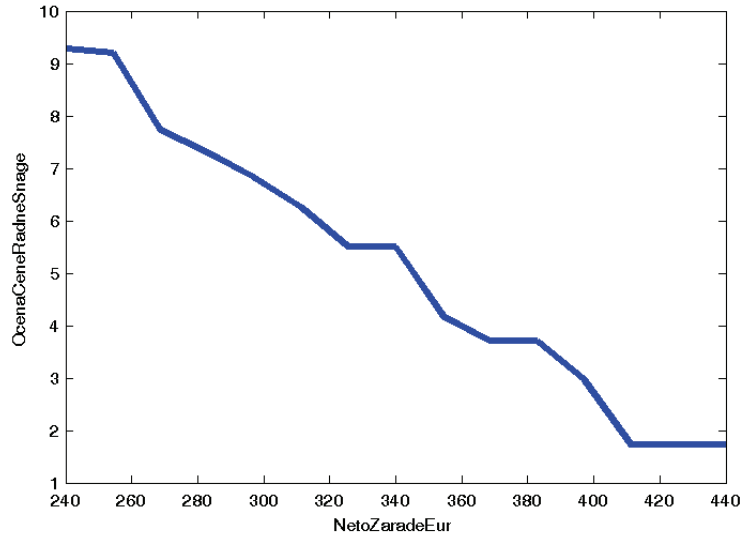
Razvijena baza znanja za kriterijum dostupnost kvalitetne radne sange sadrži pet IF-THEN pravila (Tabela 20).

Tabela 20. Pravila za kriterijum cena radne snage

Pravila za kriterijum cena radne snage	
1.	If (NetoZaradeEur is VemaNiskaCena) then (OcenaCeneRadneSnage is Odlicno)
2.	If (NetoZaradeEur is NiskaCena) then (OcenaCeneRadneSnage is VrloDobra)
3.	If (NetoZaradeEur is Prihvatljiva) then (OcenaCeneRadneSnage is Dobra)
4.	If (NetoZaradeEur is VisokaCena) then (OcenaCeneRadneSnage is Losa)

```
5. If (NetoZaradeEur is VeomaVisokaCena)
then (OcenaCeneRadneSnage is VeomaLosa)
```

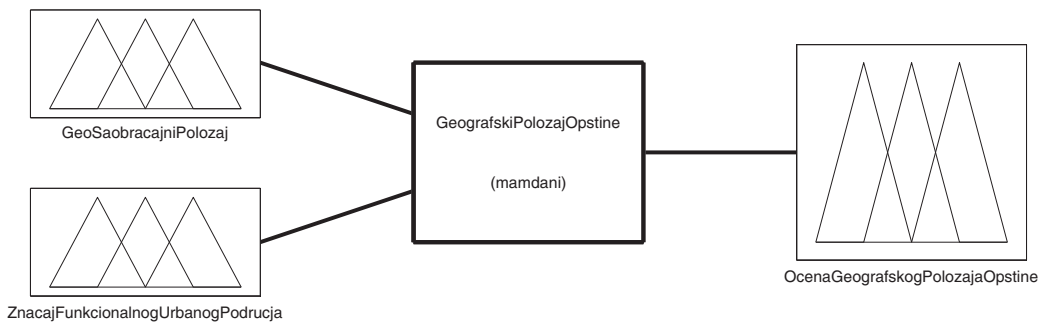
Na grafiku 2 može se videti linearna opadajuća funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum cena radne snage.



Grafik 2: Linearna funkcija za kriterijum cena radne snage

### 7.2.5.1.3 Fazi analiza kriterijuma geografski položaj opštine

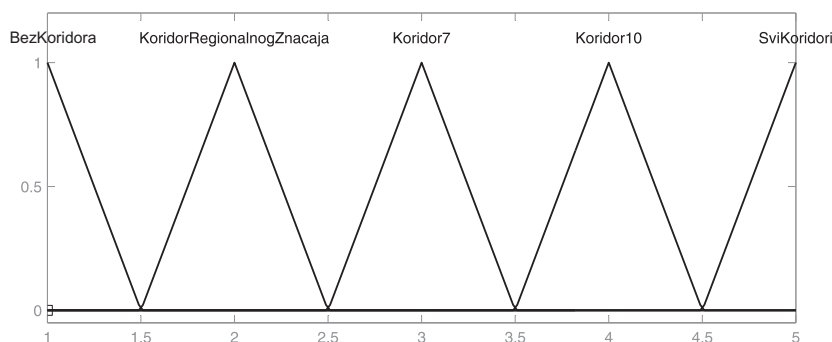
U fazi analizi kriterijuma geografski položaj opštine korišćeni su podaci o geosabraćanom položaju opština i funkcionalano urbanističkim značajem opština, kao ulazne promenljive fazi sistema zaključivanja (Slika 89).



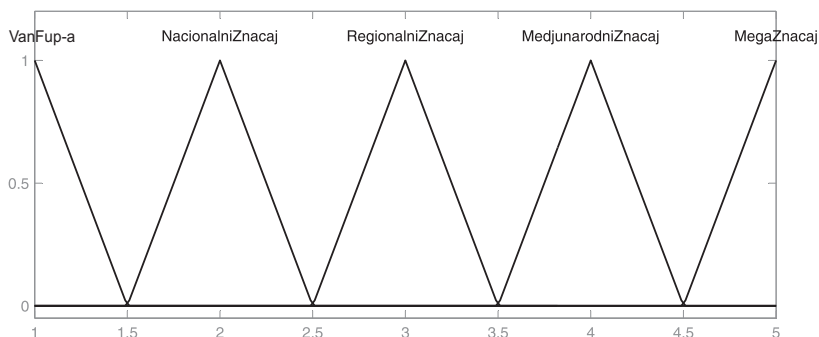
Slika 89. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum geografski položaj opštine

Za ukupno dve kvalitativne ulazne promenljive definisan je opseg od 1 do 5 i trougaone funkcije pripadnosti. Za ulaznu promenljivu geosabraćani položaj opštine definisane su vrednosti funkcija: bez koridora, koridor regionalnog značaja, koridor 7,

koridor 10 i svi koridori (Slika 90). Za ulaznu promenljivu funkcionalno urbanistički značaj date su vrednosti funkcija: van FUP-a, nacionalni značaj, regionalni značaj, međunarodni značaj i mega značaj (Slika 91).



Slika 90. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu geo-saobraćajni položaj



Slika 91. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu značaj funkcionalnog urbanog područja

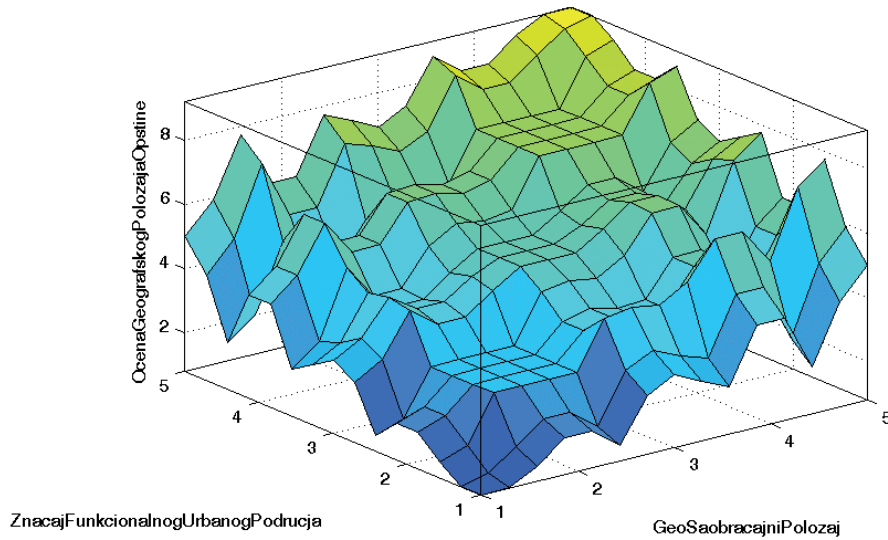
Razvijena baza znanja za kriterijum geografski položaj opštine sardži pet IF-THEN pravila povezanih sa relacijom OR (Tabela 21).

Tabela 21. Pravila i relacije za kriterijum geografski položaj opštine

Pravila i relacije za kriterijum geografski položaj opštine	
1.	If (GeoSaobracajniPolozaj is BezKoridora) or (ZnacajFunkcionalnogUrbanogPodrucja is VanFUP-a) then (OcenaGeografskogPolozajaOpstine is VrloLos)
2.	If (GeoSaobracajniPolozaj is KoridorRegionalnogZnacaja) or (ZnacajFunkcionalnogUrbanogPodrucja is NacionalniZnacaj) then (OcenaGeografskogPolozajaOpstine is Los)
3.	If (GeoSaobracajniPolozaj is Koridor7) or (ZnacajFunkcionalnogUrbanogPodrucja is RegionalniZnacaj) then (OcenaGeografskogPolozajaOpstine is Dobar)
4.	If (GeoSaobracajniPolozaj is Koridor10) or (ZnacajFunkcionalnogUrbanogPodrucja is MedjunarodniZnacaj) then (OcenaGeografskogPolozajaOpstine is VrloDobar)

5. If (GeoSaobracajniPolozaj is SviKoridori) or (ZnacajFunkcionalnogUrbanogPodrucja is MegaZnacaj) then (OcenaGeografskogPolozajaOpstine is Odlican)

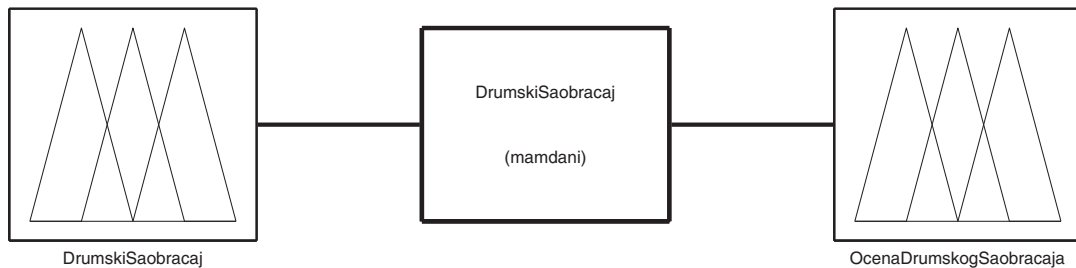
Na grafiku 3 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum geografski položaj opština.



Grafik 3: Nelinearna funkcija za kriterijum geografski položaj opštine

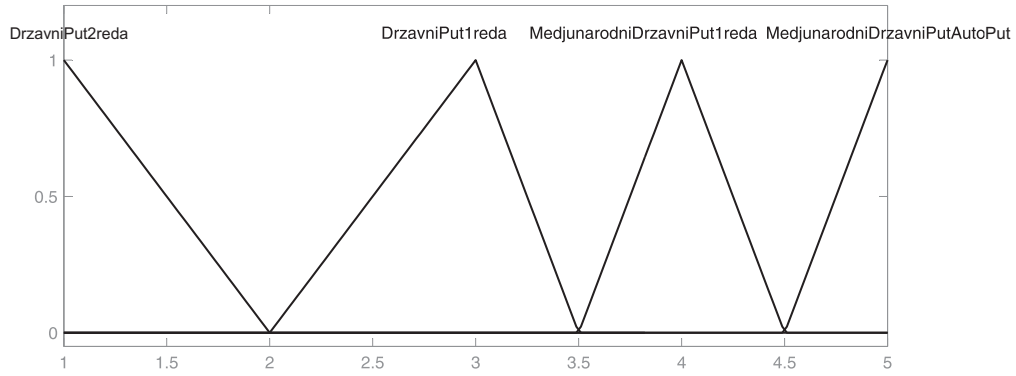
#### 7.2.5.1.4 Fazi analiza kriterijuma drumski saobraćaj

U fazi analizi kriterijuma drumski saobraćaj korišćeni su podaci o značaju putnih pravaca koji prolaze kroz opštinu, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 92).



Slika 92. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum drumski saobraćaj

Za kvalitativnu ulaznu promenljivu drumski saobraćaj definisan je opseg od 1 do 5 i trougaone funkcije pripadnosti sa vrednostima funkcija: državni put drugog reda, državni put prvog reda, međunarodni državni put prvog reda i međunarodni državni put-autoput (Slika 93).



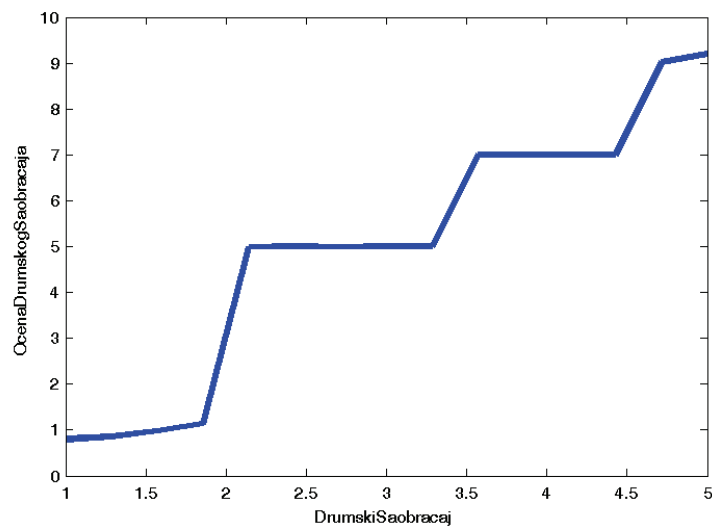
Slika 93. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu drumski saobraćaj

Razvijena baza znanja za kriterijum drumski saobraćaj opštine sardži četiri IF-THEN pravila (Tabela 22).

Tabela 22. Pravila za kriterijum drumski saobraćaj

Pravila za kriterijum drumski saobraćaj	
1.	If (DrumskiSaobracaj is DrzavniPut2reda) then (OcenaDrumskogSaobracaja is VrloLos)
2.	If (DrumskiSaobracaj is DrzavniPut1reda) then (OcenaDrumskogSaobracaja is Dobar)
3.	If (DrumskiSaobracaj is MedjunarodniDrzavniPut1reda) then (OcenaDrumskogSaobracaja is VrloDobar)
4.	If (DrumskiSaobracaj is MedjunarodniDrzavniPutAutoput) then (OcenaDrumskogSaobracaja is Odlican)

Na grafiku 4 može se videti linearna rastuća funkcija koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum drumski saobraćaj.

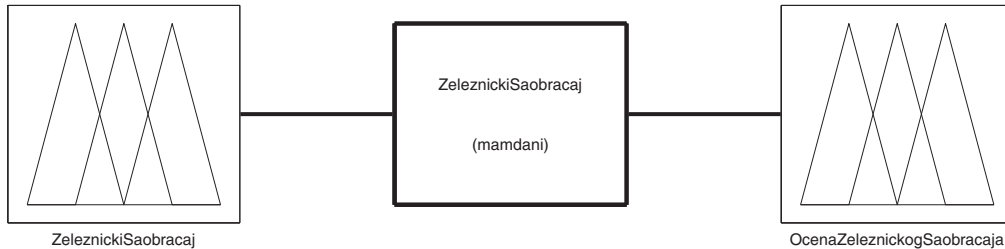


Grafik 4: Linearna funkcija za kriterijum drumski saobraćaj



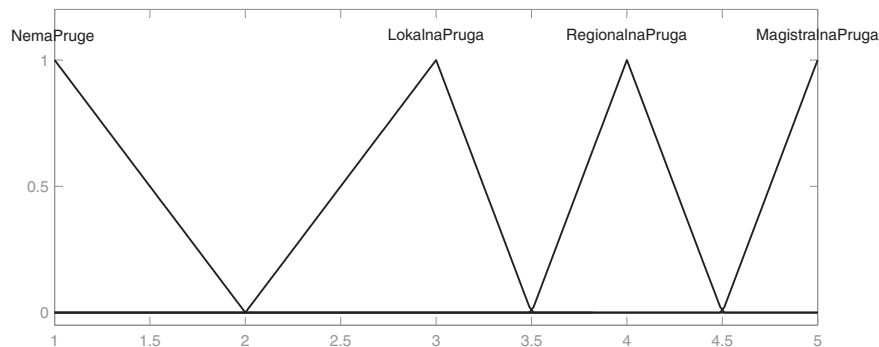
### 7.2.2.1.5 Fazi analiza kriterijuma železnički saobraćaj

U fazi analizi kriterijuma železnički saobraćaj korišćeni su podaci o značaju železničkih pravaca koji prolaze kroz opštinu, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 94).



Slika 94. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum železnički saobraćaj

Za kvalitativnu ulaznu promenljivu železnički saobraćaj definisan je opseg od 1 do 5 i trougaone funkcije pripadnosti sa vrednostima funkcija: nema pruge, lokalna pruga, regionalna pruga i magistralna pruga (Slika 95).



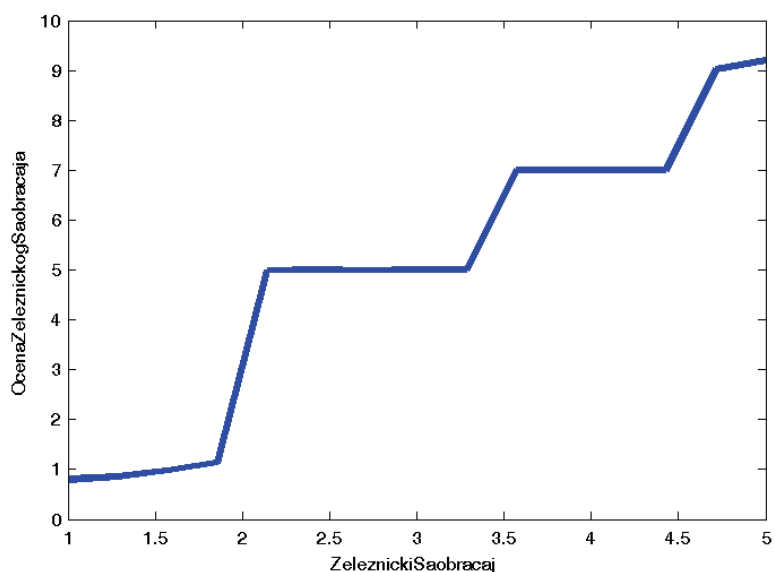
Slika 95. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu železnički saobraćaj

Razvijena baza znanja za kriterijum železnički saobraćaj opštine sardži četiri IF-THEN pravila (Tabela 23).

Tabela 23. Pravila i relacije za kriterijum železnički saobraćaj

Pravila i relacije za kriterijum železnički saobraćaj	
1.	If (ZeleznickiSaobracaj is NemaPruge) then (OcenaZeleznickogSaobracaoja is VrloLos)
2.	If (ZeleznickiSaobracaj is LokalnaPruga) then (OcenaZeleznickogSaobracaoja is Dobar)
3.	If (ZeleznickiSaobracaj is RegionalnaPruga) then (OcenaZeleznickogSaobracaoja is VrloDobar)
4.	If (ZeleznickiSaobracaj is MagistralnaPruga) then (OcenaZeleznickogSaobracaoja is Odlican)

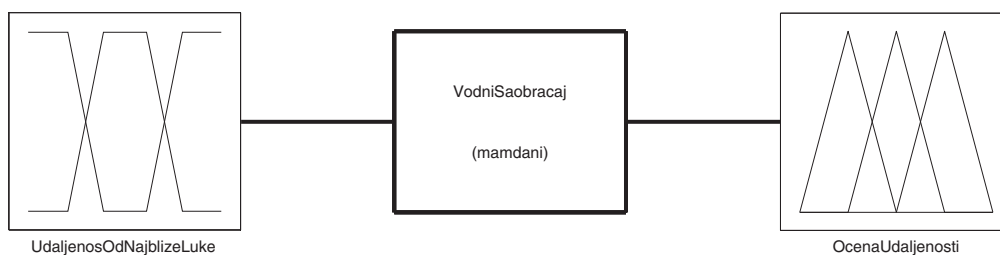
Na grafiku 5 može se videti linearna rastuća funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum železnički saobraćaj.



Grafik 5: Linearna funkcija za kriterijum železnički saobraćaj

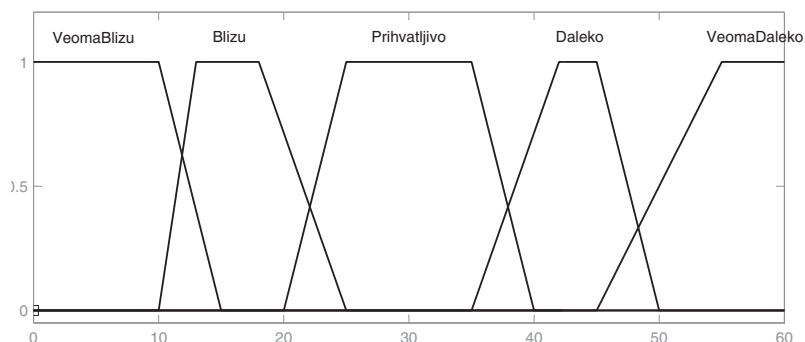
### 7.2.5.1.6 Fazi analiza kriterijuma vodni saobraćaj

U fazi analizi kriterijuma vodni saobraćaj korišćeni su podaci o udaljenosti opštine od najbliže luke, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 96).



Slika 96. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum vodni saobraćaj

Za kvantitativnu ulaznu promenljivu udaljenost od najbliže luke definisan je opseg od 0 do 60 km i trapezoidne funkcije pripadnosti sa vrednostima funkcija: veoma blizu, blizu, prihvatljivo, daleko, veoma daleko (Slika 97).



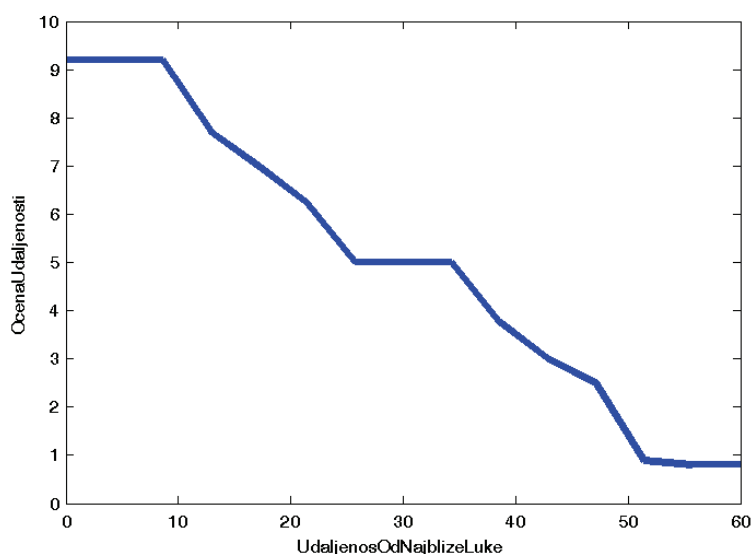
Slika 97. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vodni saobraćaj

Razvijena baza znanja za kriterijum vodni saobraćaj opštine sardži pet IF-THEN pravila (Tabela 24).

Tabela 24. Pravila i relacije za kriterijum vodni saobraćaj

Pravila i relacije za kriterijum vodni saobraćaj	
1.	If (UdaljenosOdNajblizeLuke is VeomaBlizu) then (OcenaUdaljenosti is Odlicna)
2.	If (UdaljenosOdNajblizeLuke is Blizu) then (OcenaUdaljenosti is VrloDobra)
3.	If (UdaljenosOdNajblizeLuke is Prihvatljivo) then (OcenaUdaljenosti is Dobra)
4.	If (UdaljenosOdNajblizeLuke is Daleko) then (OcenaUdaljenosti is Losa)
5.	If (UdaljenosOdNajblizeLuke is VeomaDaleko) then (OcenaUdaljenosti is VrloLosa)

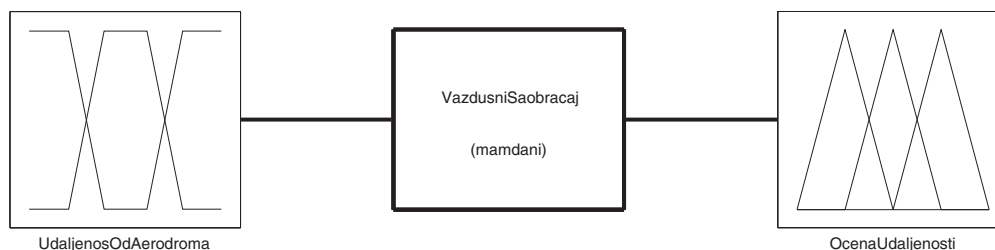
Na grafiku 6 može se videti linearna opadajuća funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum vodni saobraćaj.



Grafik 6: Linearna funkcija za kriterijum vodni saobraćaj

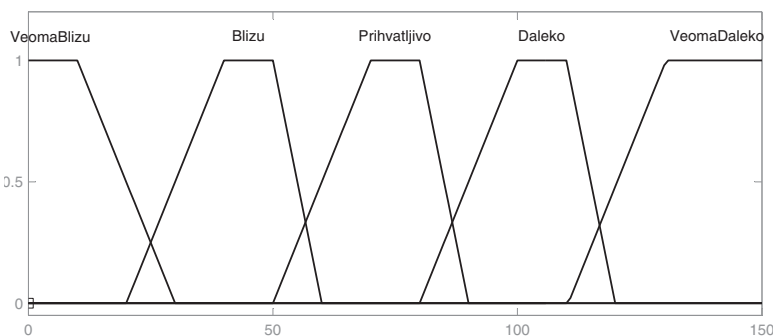
### 7.2.5.1.7 Fazi analiza kriterijuma vazdušni saobraćaj

U fazi analizi kriterijuma vazdušni saobraćaj korišćeni su podaci o udaljenosti opštine od najbližeg međunarodnog aerodroma, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 98).



Slika 98. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum vazdušni saobraćaj

Za kvantitativnu ulaznu promenljivu udaljenost od aerodroma definisan je opseg od 0 do 150 km i trapezoidne funkcije pripadnosti sa vrednostima funkcija: veoma blizu, blizu, prihvatljivo, daleko, veoma daleko (Slika 99).



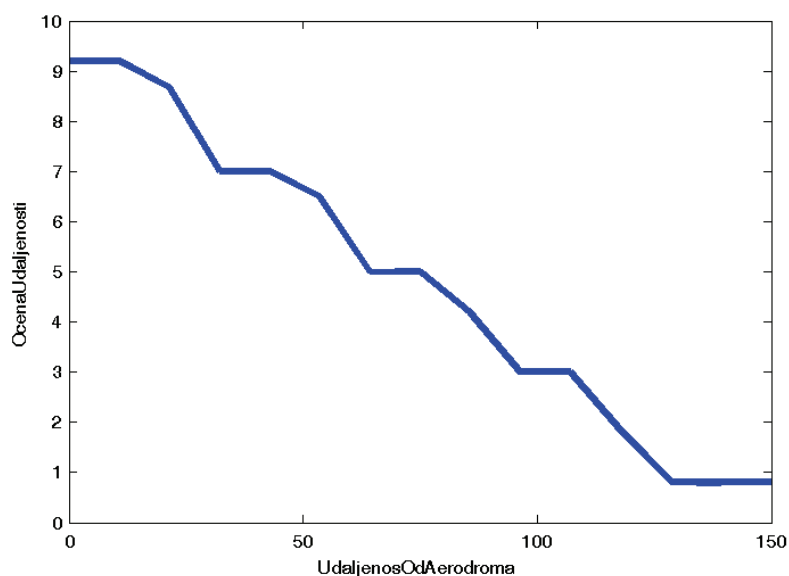
Slika 99. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vazdušni saobraćaj

Razvijena baza znanja za kriterijum vazdušni saobraćaj opštine sardži pet IF-THEN pravila (Tabela 25).

Tabela 25. Pravila za kriterijum vazdušni saobraćaj

Pravila za kriterijum vazdusni saobraćaj	
1.	If (UdaljenosOdAerodroma is VeomaBlizu) then (OcenaUdaljenosti is Odlicna)
2.	If (UdaljenosOdAerodroma is Blizu) then (OcenaUdaljenosti is VrloDobra)
3.	If (UdaljenosOdAerodroma is Prihvatljivo) then (OcenaUdaljenosti is Dobra)
4.	If (UdaljenosOdAerodroma is Daleko) then (OcenaUdaljenosti is Losa)
5.	If (UdaljenosOdAerodroma is VeomaDaleko) then (OcenaUdaljenosti is VrloLos)

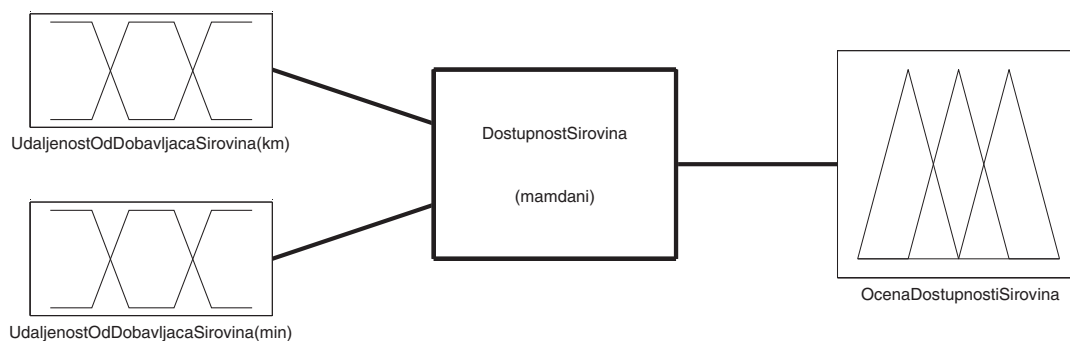
Na grafiku 7 može se videti linearna opadajuća funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum vazdušni saobraćaj.



Grafik 7: Linearna funkcija za kriterijum vazdušni saobraćaj

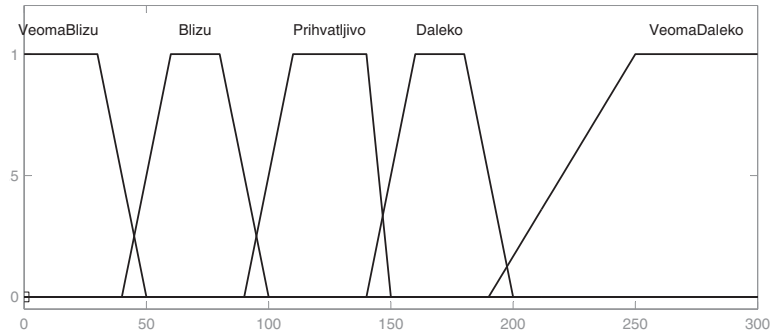
### 7.2.5.1.8 Fazi analiza kriterijuma dostupnost sirovina i repromaterijala

U fazi analizi kriterijuma dostupnost sirovina i repromaterijala korišćeni su podaci o udaljenosti opštine od dobavljača sirovina izražena u minutama i kilometrima, kao ulazne promenljive u fazi sistemu zaključivanja (Slika 100).



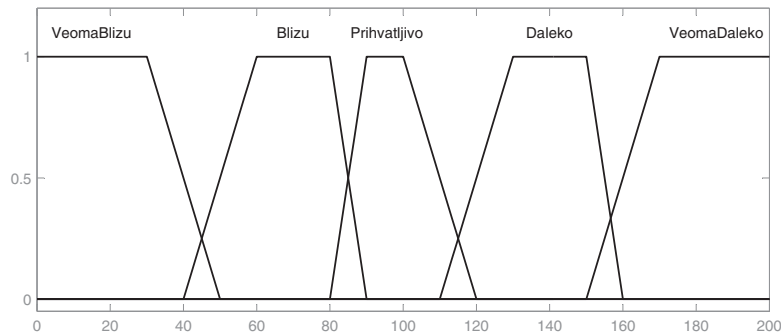
Slika 100. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala

Za ukupno dve kvantitativne ulazne promenljive definisane su trapezoidne funkcije pripadnosti. Za ulaznu promenljivu udaljenost od dobavljača sirovina izražene u kilometrima definisan je opseg od 0 do 300 kilometara i vrednosti trapezoidnih funkcija: veoma blizu, blizu, prihvatljivo, daleko, veoma daleko (Slika 101).



Slika 101. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu udaljenost od dobavljača sirovina izražena u kilometrima

Za ulaznu promenljivu udaljenost od dobavljača sirovina izražene u minutama definisan je opseg od 0 do 200 minuta i vrednosti funkcija: veoma blizu, blizu, prihvatljivo, daleko, veoma daleko (Slika 102).



Slika 102. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu udaljenost od dobavljača sirovina izražena u minutama

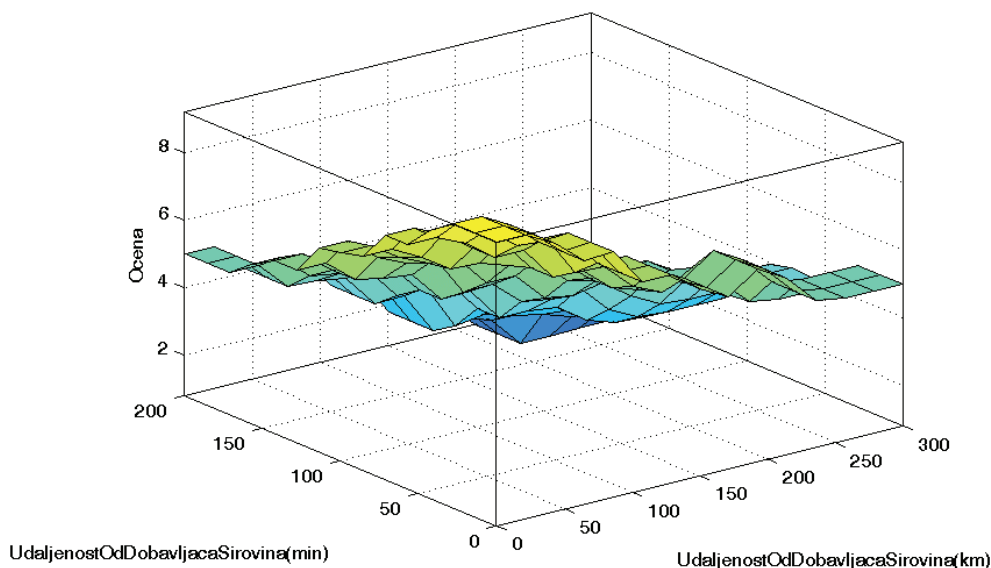
Baza znanja za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala sardži pet IF-THEN pravila (Tabela 26).

Tabela 26. Pravila za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala

Pravila za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala	
1.	If (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(km) is VeomaBlizu) or (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(min) is VeomaBlizu) then (OcenaDostupnostiSirovina is Odlicna)
2.	If (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(km) is Blizu) or (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(min) is Blizu) then (OcenaDostupnostiSirovina is VrloDobra)
3.	If (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(km) is Prihvatljivo) or (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(min) is Prihvatljivo) then (OcenaDostupnostiSirovina is Dobra)
4.	If (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(km) is Daleko) or (UdaljnostOdDobavljackaSirovina(min) is Daleko) then (OcenaDostupnostiSirovina is Losa)

5. If (UdaljenostOdDobavljackaSirovina(km) is VeomaDaleko) or (UdaljenostOdDobavljackaSirovina(min) is VeomaDaleko) then (OcenaDostupnostiSirovina is VeomaLosa)

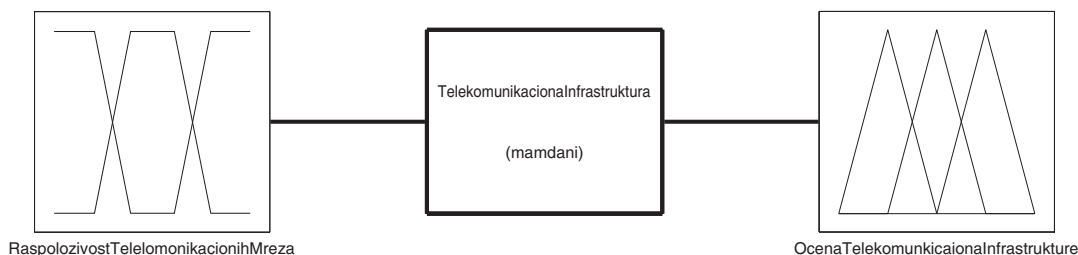
Na grafiku 8 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala.



Grafik 8: Nelinearna funkcija za kriterijuma dostupnost sirovina i repromaterijala

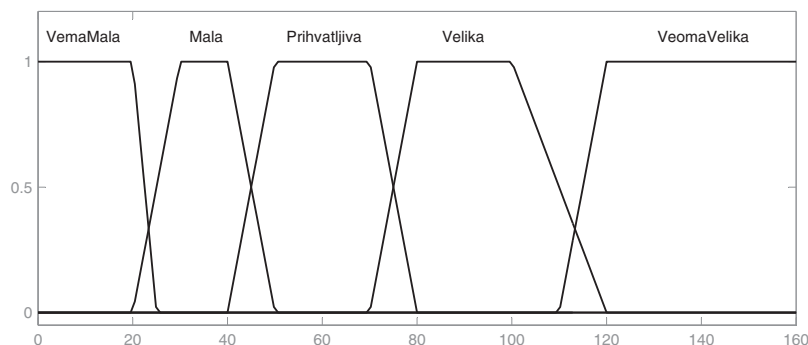
### 7.2.5.1.9 Fazi analiza kriterijuma telekomunikaciona infrastruktura

U fazi analizi kriterijuma telekomunikaciona infrastruktura korišćeni su podaci o raspoloživosti telekomunikacionih mreža, kao ulazna promenljiva u fazi sistemu zaključivanja (Slika 103).



Slika 103. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura

Za kvantitativnu ulaznu promenljivu raspoloživost telekomunikacionih mreža definisan je opseg od 0 do 160 km i trapezoidne funkcije pripadnosti sa vrednostima: veoma mala, mala, prihvatljiva, velika, veoma velika (Slika 104).



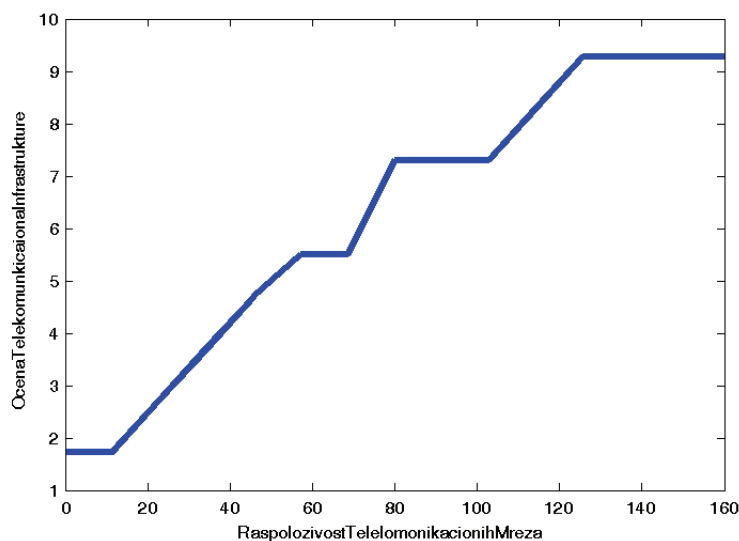
Slika 104. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu raspoloživost telekomunikacionih mreža

Razvijena baza znanja za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura sardži pet IF-THEN pravila (Tabela 27).

Tabela 27. Pravila za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura

Pravila za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura	
1.	If (RaspolozivostTelelomonikacionihMreza is VemaMala) then (OcenaTelekomunkicaionaInfrastruktura is VeomaLos)
2.	If (RaspolozivostTelelomonikacionihMreza is Mala) then (OcenaTelekomunkicaionaInfrastruktura is Los)
3.	If (RaspolozivostTelelomonikacionihMreza is Prihvatljiva) then (OcenaTelekomunkicaionaInfrastruktura is Dobra)
4.	If (RaspolozivostTelelomonikacionihMreza is Velika) then (OcenaTelekomunkicaionaInfrastruktura is VrloDobra)
5.	If (RaspolozivostTelelomonikacionihMreza is VeomaVelika) then (OcenaTelekomunkicaionaInfrastruktura is Odlicna)

Na grafiku 9 može se videti linearna rastuća funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i pravila za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura

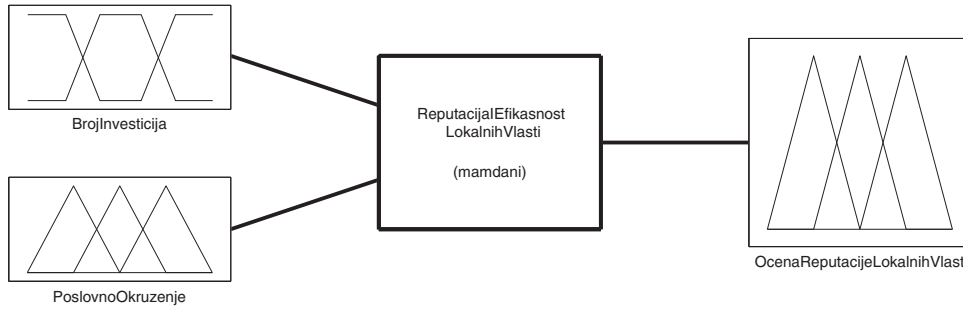


Grafik 9: Linearna funkcija za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura



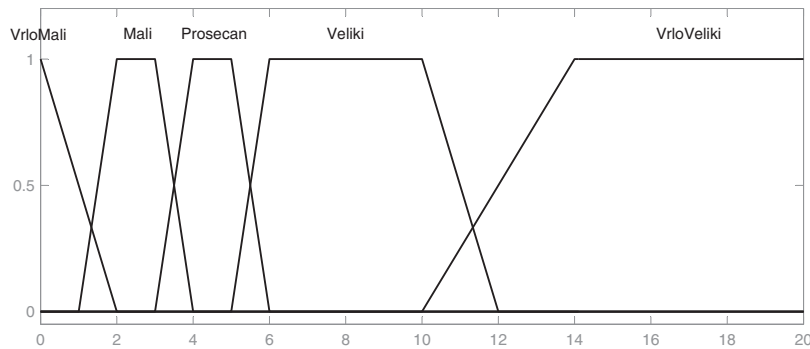
7.2.5.1.10 Fazi analiza kriterijuma reputacija i efikasnost lokalnih vlasti

U fazi analizi kriterijuma reputacija i efikasnost lokalnih vlasti korišćeni su podaci o broju investicija i poslovnog okruženja, kao ulazne promenljive u fazi sistemu zaključivanja (Slika 105).

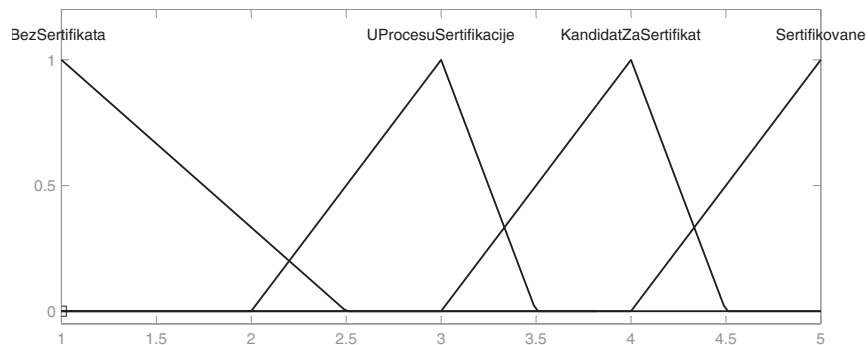


Slika 105. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum reputacija lokalnih vlasti

Za ukupno dve ulazne promenljive za kriterijum reputacija lokalne vlasti definisane su funkcije pripadnosti. Za ulaznu kvantitativnu ulaznu promenljivu broj investicija definisane je opseg od 0 do 20 investicija i vrednosti trapezoidnih funkcija: veoma mali, mali, prosečan broj, veliki, veoma veliki (Slika 106). Za ulaznu kvalitativnu promenljivu poslovno okruženje definisan je opseg od 1 do 5 i vrednosti trougaonih funkcija: bez sertifikata, u procesu sertifikacije, kandidat za sertifikat i sertifikovane (Slika 107).



Slika 106. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu broj investicija



Slika 107. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu poslovno okruženje

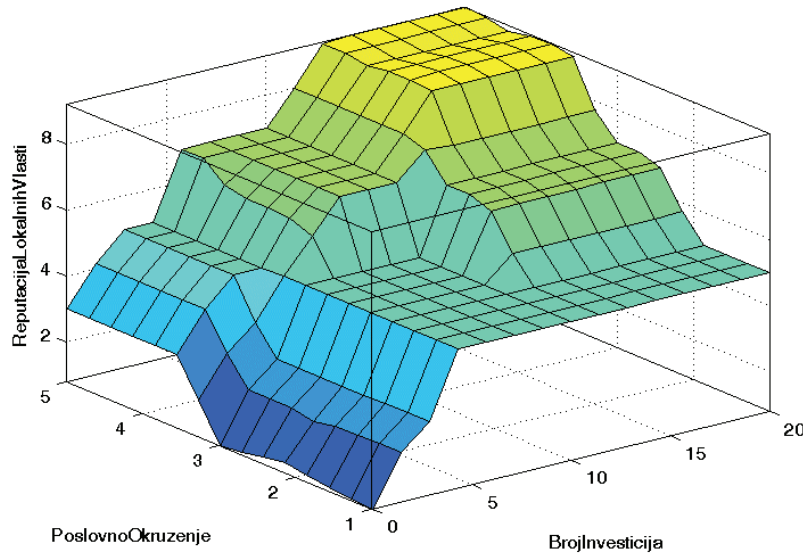
Razvijena baza znanja za kriterijum reputacija lokalne vlasti sadži petnaest IF-THEN pravila povezanih sa relacijom AND (Tabela 28).

Tabela 28. Pravila i relacija za kriterijum reputacija lokalne vlasti

	<b>Pravila za kriterijum reputacija lokalne vlasti</b>
1.	If (BrojInvesticija is VrloMali) and (PoslovnoOkruzenje is BezSertifikata) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is VrloLosa)
2.	If (BrojInvesticija is Mali) and (PoslovnoOkruzenje is UProcesuSertifikacije) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Losa)
3.	If (BrojInvesticija is Prosecan) and (PoslovnoOkruzenje is KandidatZaSertifikat) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Dobra)
4.	If (BrojInvesticija is Veliki) and (PoslovnoOkruzenje is Sertifikovane) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is VrloDobra)
5.	If (BrojInvesticija is VrloVeliki) and (PoslovnoOkruzenje is Sertifikovane) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Odlicna)
6.	If (BrojInvesticija is VrloVeliki) and (PoslovnoOkruzenje is KandidatZaSertifikat) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Odlicna)
7.	If (BrojInvesticija is VrloVeliki) and (PoslovnoOkruzenje is UProcesuSertifikacije) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is VrloDobra)
8.	If (BrojInvesticija is VrloVeliki) and (PoslovnoOkruzenje is BezSertifikata) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Dobra)
9.	If (BrojInvesticija is VrloMali) and (PoslovnoOkruzenje is UProcesuSertifikacije) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is VrloLosa)
10.	If (BrojInvesticija is Mali) and (PoslovnoOkruzenje is BezSertifikata) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Losa)
11.	If (BrojInvesticija is VrloMali) and (PoslovnoOkruzenje is Sertifikovane) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Losa)
12.	If (BrojInvesticija is VrloMali) and (PoslovnoOkruzenje is KandidatZaSertifikat) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Losa)
13.	If (BrojInvesticija is Veliki) and (PoslovnoOkruzenje is KandidatZaSertifikat) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is VrloDobra)

14.	If (BrojInvesticija is Mali) and (PoslovnoOkruzenje is KandidatZaSertifikat) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Dobra)
15.	If (BrojInvesticija is Mali) and (PoslovnoOkruzenje is Sertifikovane) then (OcenaReputacijeLokalnihVlasti is Dobra)

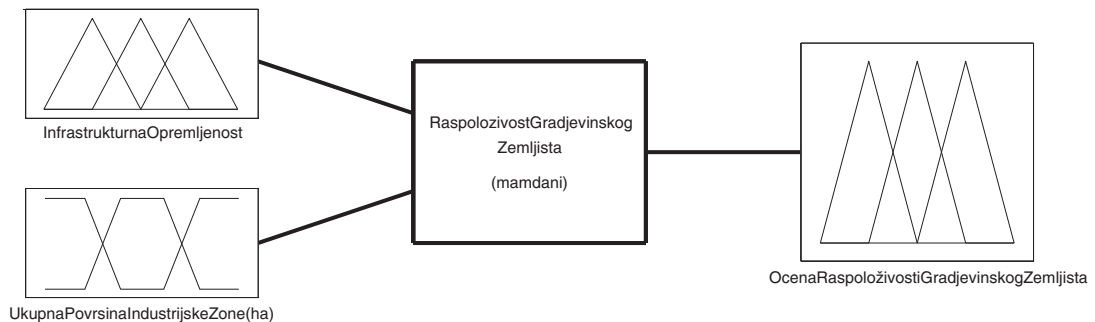
Na grafiku 10 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i pravila za kriterijum reputacija lokalne vlasti.



Grafik 10: Nelinearna funkcija za kriterijum reputacija lokalne vlasti

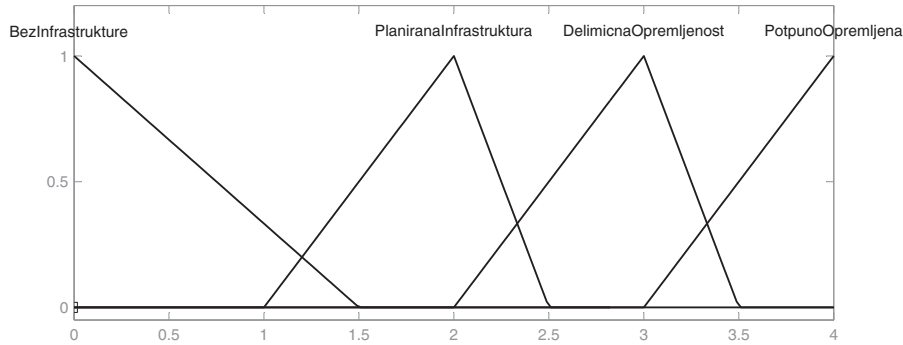
7.2.5.1.11 Fazi analiza kriterijuma raspoloživost građevinskog zemljišta

U fazi analizi kriterijuma raspoloživost građevinskog zemljišta korišćeni su podaci o infrastrukturnoj opremljenosti i ukupnoj površini industrijskih zona, kao ulazne promenljive u fazi sistemu zaključivanja (Slika 108).

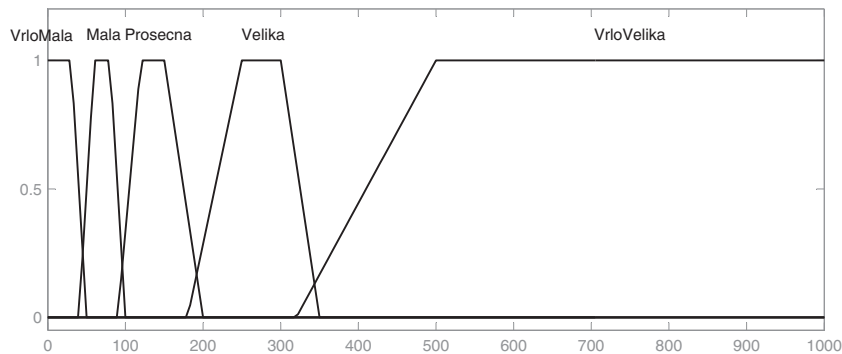


Slika 108. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta

Za ukupno dve ulazne promenljive definisane su funkcije pripadnosti. Za ulaznu kvalitativnu promenljivu infrastrukturna opremljenost definisan je opseg od 0 do 4 i vrednosti trougaonih funkcija: bez infrastrukture, planirana infrastruktura, delimična opremljenost, potpuno opremljena (Slika 109). Za ulaznu kvantitativnu promenljivu ukupna površina industrijske zone definisan je opseg od 0 do 1000 hektara i vrednosti trapezoidnih funkcija: vrlo mala, mala, prosečna, velika, vrlo velika (Slika 110).



Slika 109. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu infrastrukturna opremljenost



Slika 110. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu ukupna površina industrijske zone

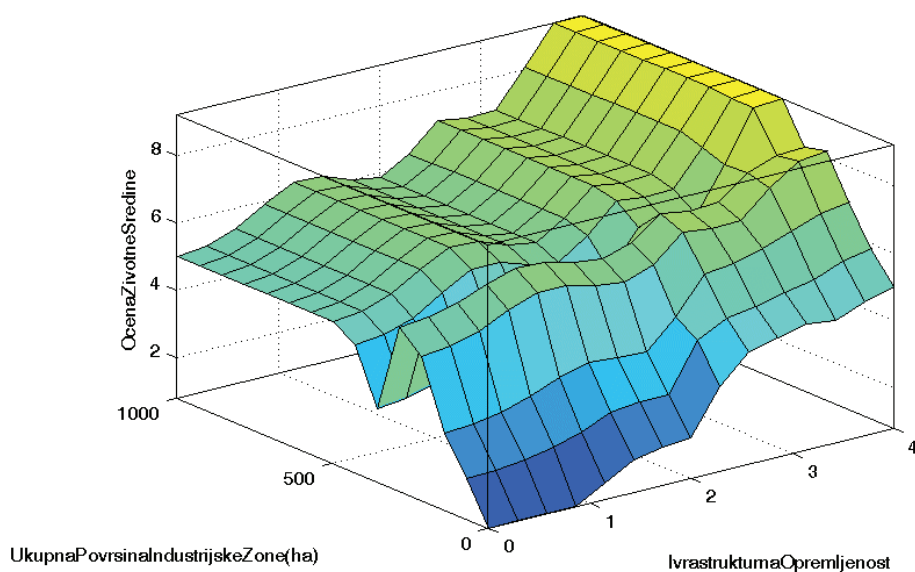
Razvijena baza znanja za kriterijum reputacija lokalne vlasti sardži šest IF-THEN pravila povezanih sa relacijom OR (Tabela 29).

Tabela 29. Pravila za kriterijum dostupnost sirovina i repromaterijala

Pravila za kriterijum rapoloživost građevinskog zemljišta	
1.	If (InfrastrukturnaOpremljenost is BezInfrastrukture) or (UkupnaPovrsinaIndustrijskeZone(ha) is VrloMala) then (OcenaRaspoloživostiGradjevinskogZemljista is VrloLos)
2.	If (InfrastrukturnaOpremljenost is PlaniranaInfrastruktura) or (UkupnaPovrsinaIndustrijskeZone(ha) is Mala) then (OcenaRaspoloživostiGradjevinskogZemljista is Los)

3.	If (InfrastrukturalnaOpremljenost is DelimicnaOpremljenost) or (UkupnaPovrsinaIndustrijskeZone(ha) is Prosecna) then (OcenaRaspologivostiGradjevinskogZemljista is Dobra)
4.	If (InfrastrukturalnaOpremljenost is DelimicnaOpremljenost) or (UkupnaPovrsinaIndustrijskeZone(ha) is Velika) then (OcenaRaspologivostiGradjevinskogZemljista is VrloDobra)
5.	If (InfrastrukturalnaOpremljenost is PotpunoOpremljena) or (UkupnaPovrsinaIndustrijskeZone(ha) is VrloVelika) then (OcenaRaspologivostiGradjevinskogZemljista is Odlicna)
6.	If (InfrastrukturalnaOpremljenost is PotpunoOpremljena) or (UkupnaPovrsinaIndustrijskeZone(ha) is Velika) then (OcenaRaspologivostiGradjevinskogZemljista is Odlicna)

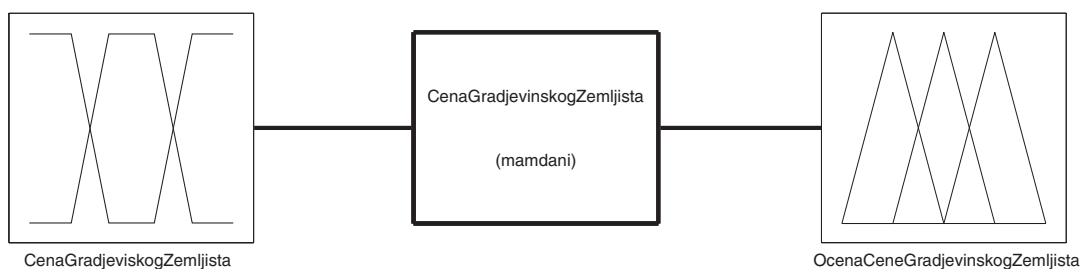
Na grafiku 11 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta.



Grafik 11: Nelinearna funkcija za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta

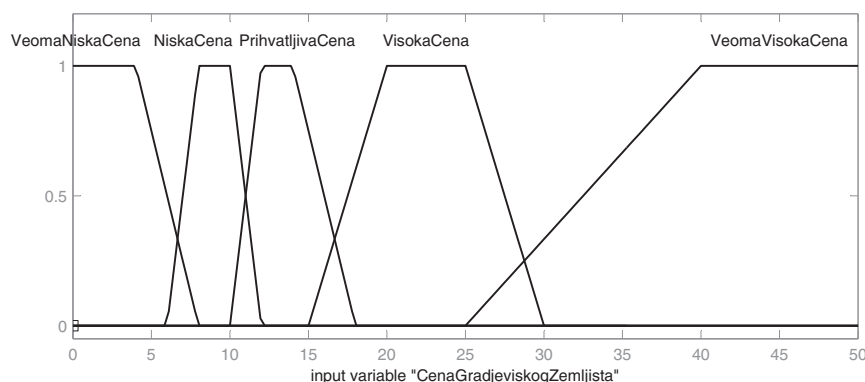
### 7.2.5.1.12 Fazi analiza kriterijuma cena građevinskog zemljišta

U fazi analizi kriterijuma cena građevinskog zemljišta korišćeni su podaci o ceni građevinskog zemljišta, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 111).



Slika 111. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta

Za kvantitativnu ulaznu promenljivu cena građevinskog zemljišta definisan je opseg od 0 do 50 evra/m<sup>2</sup> i trapezoidne funkcije pripadnosti sa vrednostima: veoma niska cena, niska cena, prihvatljiva cena, visoka cena, veoma visoka cena (Slika 112).



Slika 112. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena građevinskog zemljišta

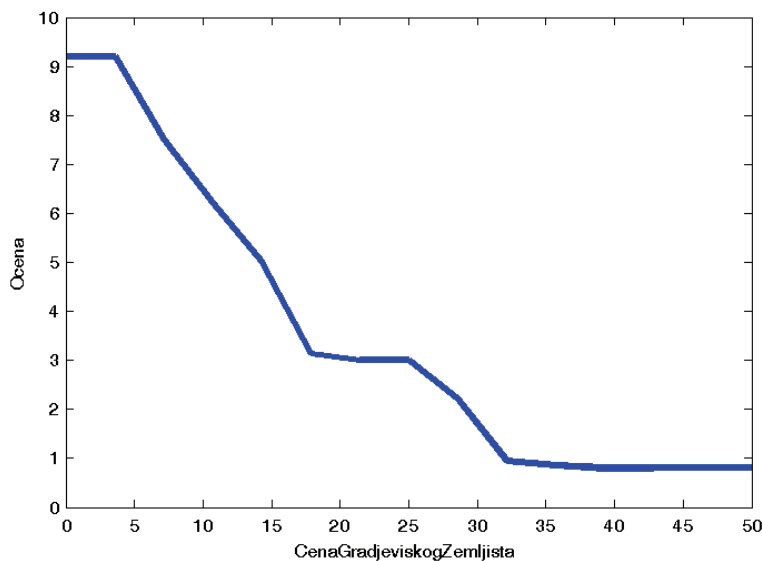
Razvijena baza znanja za kriterijum cena građevinskog zemljišta sadrži pet IF-THEN pravila (Tabela 30).

Tabela 30. Pravila za kriterijum cena građevinskog zemljišta

Pravila za kriterijum cena građevinskog zemljišta	
1.	If (CenaGradjevinskogZemljista is VeomaNiskaCena) then (OcenaCeneGradjevinskogZemljista is Odlicna)
2.	If (CenaGradjevinskogZemljista is NiskaCena) then (OcenaCeneGradjevinskogZemljista is VrloDobra)
3.	If (CenaGradjevinskogZemljista is PrihvatljivaCena) then (OcenaCeneGradjevinskogZemljista is Dobra)
4.	If (CenaGradjevinskogZemljista is VisokaCena) then (OcenaCeneGradjevinskogZemljista is Losa)
5.	If (CenaGradjevinskogZemljista is VeomaVisokaCena) then (OcenaCeneGradjevinskogZemljista is VeomaLos)

Na grafiku 12 može se videti opadajuća linearna funkcija, koje je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum cena građevinskog

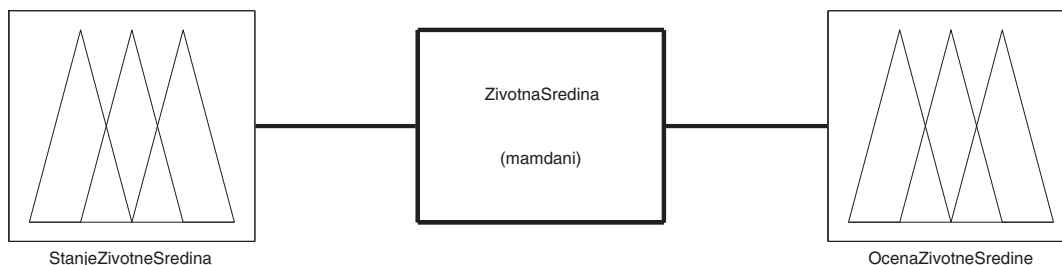
zemljišta .



Grafik 12: Linearna funkcija za kriterijum cena građevinskog zemljišta

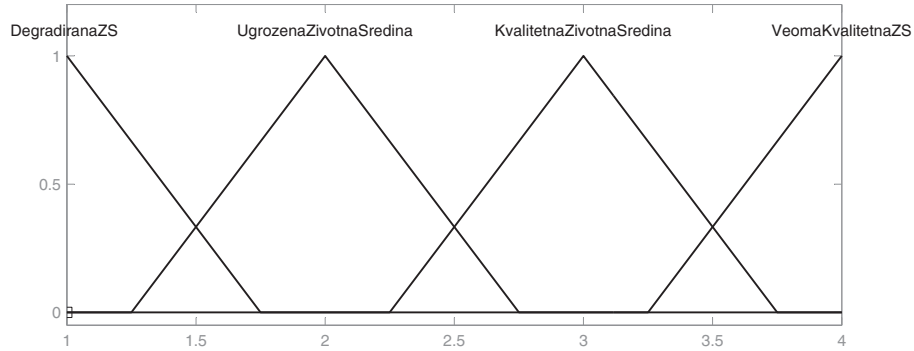
### 7.2.5.1.13 Fazi analiza kriterijuma životna sredina

U fazi analizi kriterijuma životna sredina korišćeni su podaci o stanju životne sredine, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 113).



Slika 113. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum životna sredina

Za kvalitativnu ulaznu promenljivu stanje životne sredine definisan je opseg od 1 do 4 i trougaone funkcije pripadnosti sa vrednostima: degradirana životna sredina, ugrožena životna sredina, kvalitetna životna sredina i veoma kvalitetna životna sredina (Slika 114).



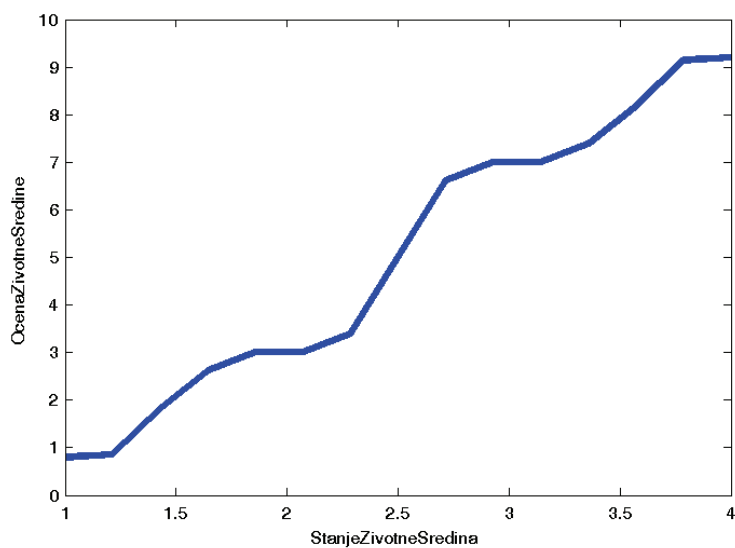
Slika 114. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu stanje životne sredine

Razvijena baza znanja za kriterijum ekologija sadrži četiri IF-THEN pravila (Tabela 31).

Tabela 31. Pravila za kriterijum životne sredine

Pravila za kriterijum životna sredina	
1.	If (StanjeZivotneSredina is DegradiranaZS) then (OcenaZivotneSredine is VrloLos)
2.	If (StanjeZivotneSredina is UgrozenaZivotnaSredina) then (OcenaZivotneSredine is Los)
3.	If (StanjeZivotneSredina is KvalitetnaZivotnaSredina) then (OcenaZivotneSredine is VrloDobar)
4.	If (StanjeZivotneSredina is VeomaKvalitetnaZS) then (OcenaZivotneSredine is Odlican)

Na grafiku 13 može se videti rastuća linearna funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum zaštita životne sredine.

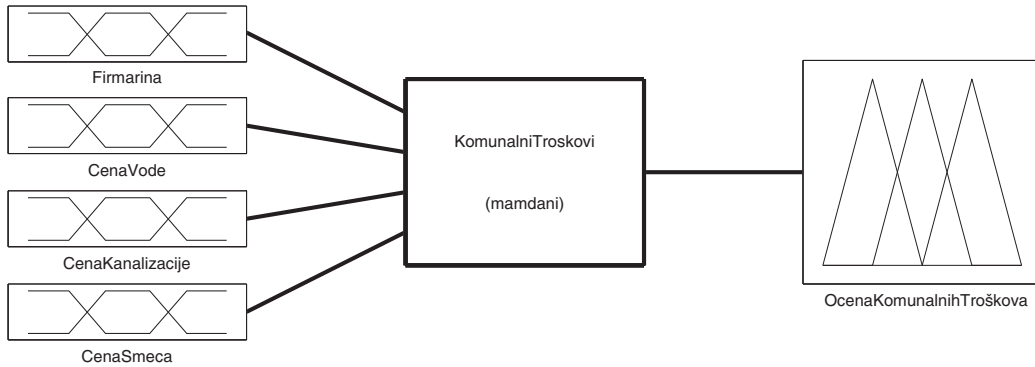


Grafik 13: Linearna funkcija za kriterijum zaštita životne sredine



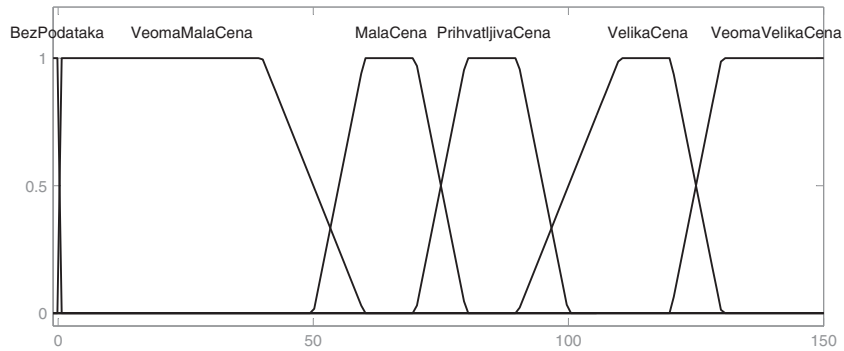
7.2.5.1.14 Fazi analiza kriterijuma komunalni troškovi

U fazi analizi kriterijuma komunalni troškovi, korišćeni su podaci o firmarima, ceni vode, cena kanalizacije i cena smeća kao ulazne promenljive u fazi sistemu zaključivanja (Slika 115).

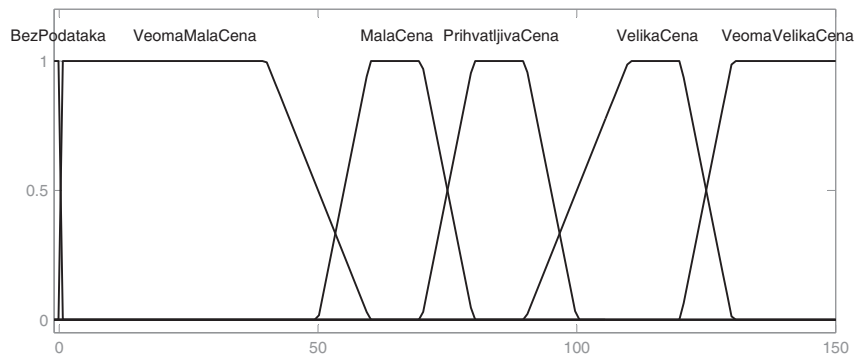


Slika 116. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum komunalni troškovi

Za ukupno četiri kvantitativne ulazne promenljive definisane su trapezoidne funkcije. Za ulaznu promenljivu cena vode i cena kanalizacije definisan je opseg od 0 do 150 dinara/m<sup>3</sup> i vrednosti funkcija: bez podataka, veoma mala cena, prihvatljiva cena, velika cena, veoma velika cena (Slika 116, Slika 117).

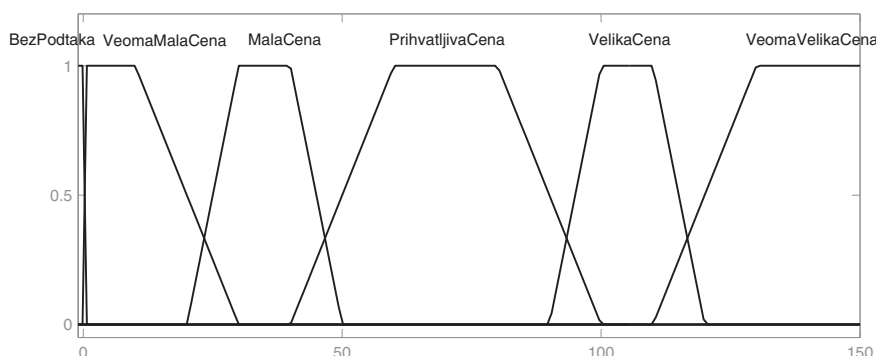


Slika 116. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena vode



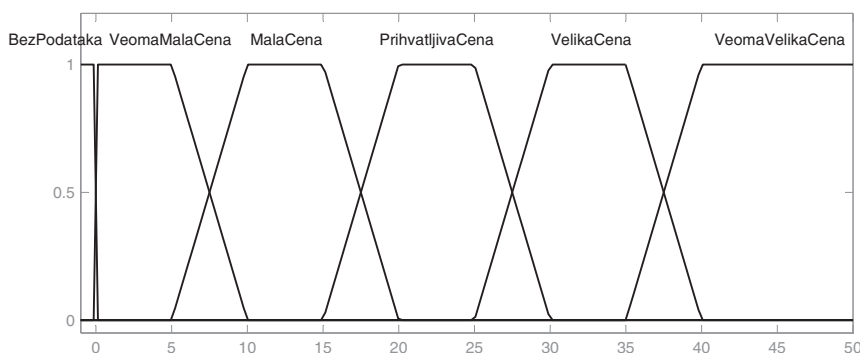
Slika 117. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena kanalizacije

Za ulaznu promenljivu firmarina definisan je opseg od 0 do 150 hiljada i vrednosti trapezoidnih funkcija: bez podataka, veoma mala cena, prihvatljiva cena, velika cena, veoma velika cena (Slika 118).



Slika 118. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu firmarina

Ulazna promenljiva cena smeća definisan je opseg od 0 do 50 dinara/m<sup>3</sup> i vrednosti trapezoidnih funkcija: bez podataka, veoma mala cena, prihvatljiva cena, velika cena, veoma velika cena (Slika 119).



Slika 119. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu cena smeća

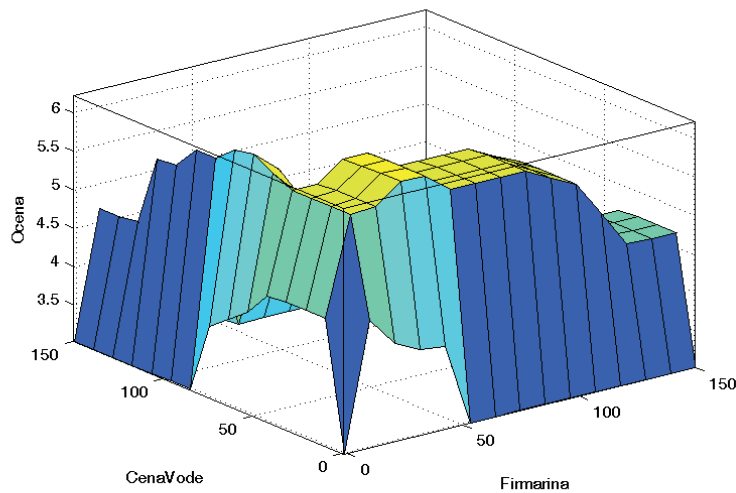
Razvijena baza znanja za kriterijum životna sredina sadrži četiri IF-THEN pravila povezanih sa relacijom OR (Tabela 32).

Tabela 32. Pravila i relacije za kriterijum komunalni troškovi

Pravila i relacije za kriterijum cena građevinskog zemljišta	
1.	If (Firmarina is VeomaMalaCena) or (CenaVode is VeomaMalaCena) or (CenaKanalizacije is VeomaMalaCena) or (CenaSmeća is VeomaMalaCena) then (OcenaKomunalnihTroškova is Odlicna)
2.	If (Firmarina is MalaCena) or (CenaVode is MalaCena) or (CenaKanalizacije is MalaCena) or (CenaSmeća is MalaCena) then (OcenaKomunalnihTroškova is VrloDobra)
3.	If (Firmarina is PrihvatljivaCena) or (CenaVode is PrihvatljivaCena) or (CenaKanalizacije is PrihvatljivaCena) or (CenaSmeća is PrihvatljivaCena) then (OcenaKomunalnihTroškova is Dobra)

4.	If (Firmarina is VelikaCena) or (CenaVode is VelikaCena) or (CenaKanalizacije is VelikaCena) or (CenaSmeca is VelikaCena) then (OcenaKomunalnihTroškova is Losa)
5.	If (Firmarina is VeomaVelikaCena) or (CenaVode is VeomaVelikaCena) or (CenaKanalizacije is VeomaVelikaCena) or (CenaSmeca is VeomaVelikaCena) then (OcenaKomunalnihTroškova is VeomaLosa)
6.	If (Firmarina is BezPodataka) or (CenaVode is BezPodataka) or (CenaKanalizacije is BezPodataka) or (CenaSmeca is BezPodataka) then (OcenaKomunalnihTroškova is VeomaLosa)

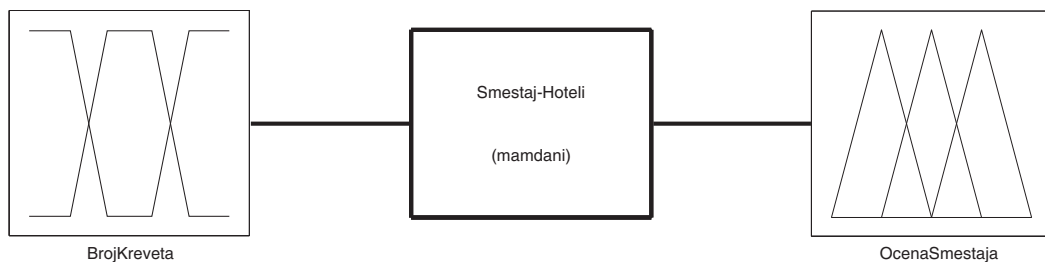
Na grafiku 14 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru na primeru dve promenljive i izlazne ocene, na osnovu definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum komunalni troškovi.



Grafik 14: Nelinearna funkcija za kriterijum komunalni troškovi

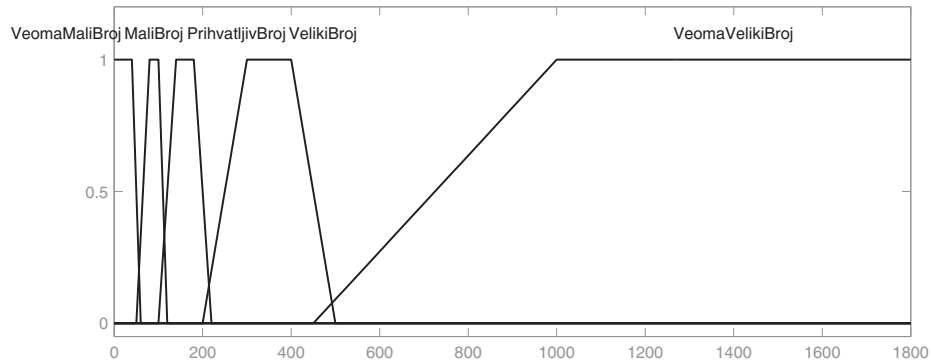
### 7.2.5.1.15 Fazi analiza kriterijuma smeštaj

U fazi analizi kriterijuma smeštaj, korišćeni su podaci o broju kreveta, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 120).



Slika 120. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum smeštaj

Za kvantitativnu ulaznu promenljivu broj kreveta definisan je opseg od 0 do 1800 kreveta i trapezoidne funkcije pripadnosti sa vrednostima: veoma mali broj, mali broj, prihvatljiv broj, veliki broj, veoma veliki broj (Slika 121).



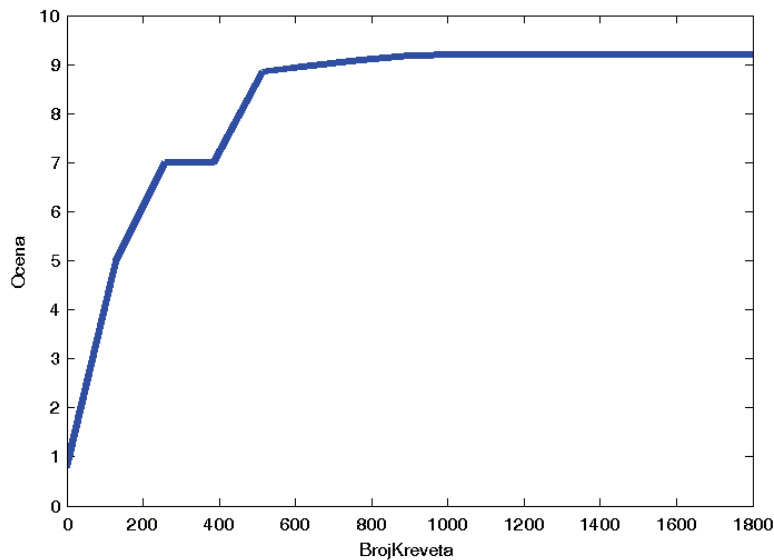
Slika 121. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu broj kreveta

Baza znanja za kriterijum smeštaj sadrži četiri IF-THEN pravila povezanih sa relacijom OR (Tabela 33).

Tabela 33. Pravila i relacije za kriterijum smeštaj

Pravila za kriterijum smeštaj	
1.	If (BrojKreveta is VeomaMaliBroj) then (OcenaSmestaja is VeomaLos)
2.	If (BrojKreveta is MaliBroj) then (OcenaSmestaja is Los)
3.	If (BrojKreveta is PrihvatljivBroj) then (OcenaSmestaja is Dobra)
4.	If (BrojKreveta is VelikiBroj) then (OcenaSmestaja is VrloDobra)
5.	If (BrojKreveta is VeomaVelikiBroj) then (Ocena is Odlicna)

Na grafiku 15 može se videti rastuća linearna funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum smeštaj.

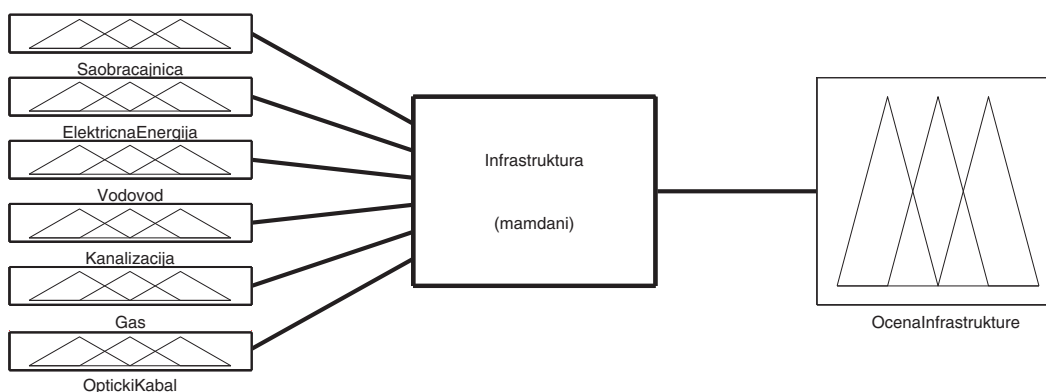


Grafik 15: Linearna funkcija za kriterijum smeštaj

## 7.2.5.2 Fazi analiza kriterijuma za izbor uže lokacije proizvodnih sistema

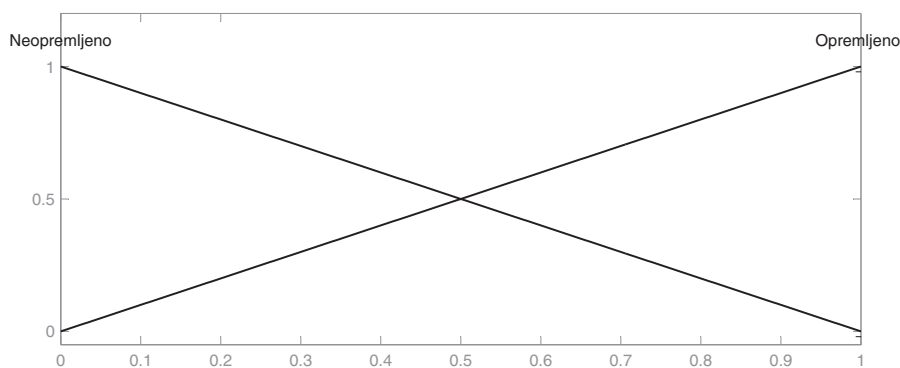
### 7.2.5.2.1 Fazi analiza kriterijuma infrastrukturna opremljenost

U fazi analizi kriterijuma infrastrukturna opremljenost korišćeni su podaci o saobraćajnicama, električnoj energiji, vodovodu, kanalizaciji, gasu i optičkim kablovi-ma, kao ulazne promenljive u fazi sistem zaključivanja (Slika 122).

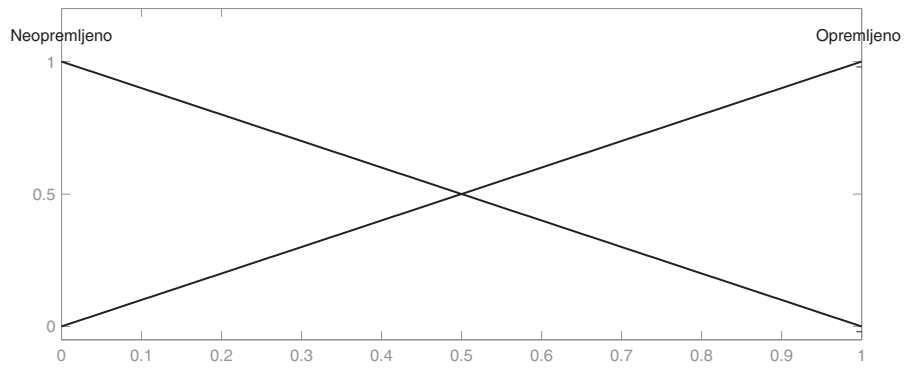


Slika 122. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum infrastrukturna opremljenost

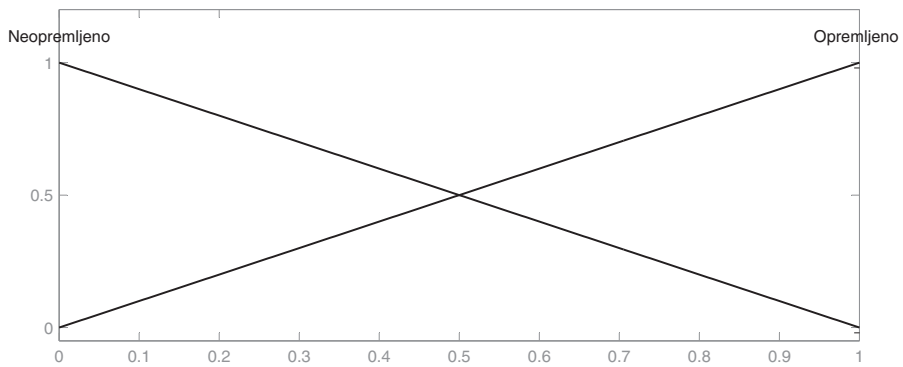
Za ukupno šest kvalitativnih ulaznih promenljivih definisan je opseg od 0 do 1 i trougaone funkcije pripadnosti sa datim vrednostima. Za sve ulazne promenljive definisane su iste vrednosti funkcija: neopremljeno i opremljeno (Slika 123, Slika 124, Slika 125, Slika 126, Slika 127, Slika 128).



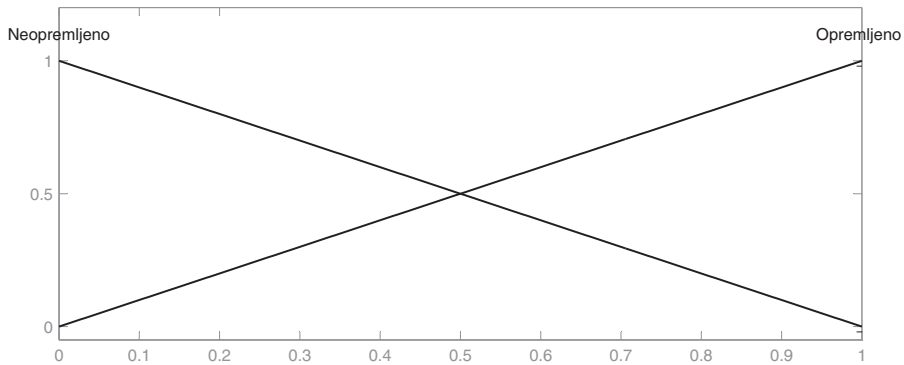
Slika 123. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu sobračajnica



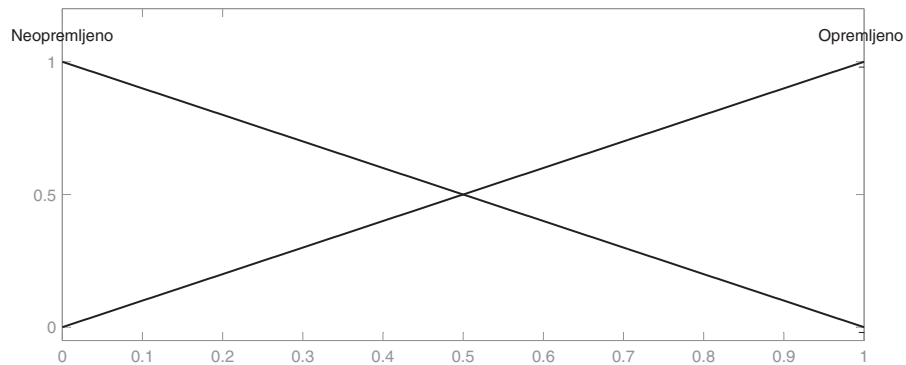
Slika 124. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu električna energija



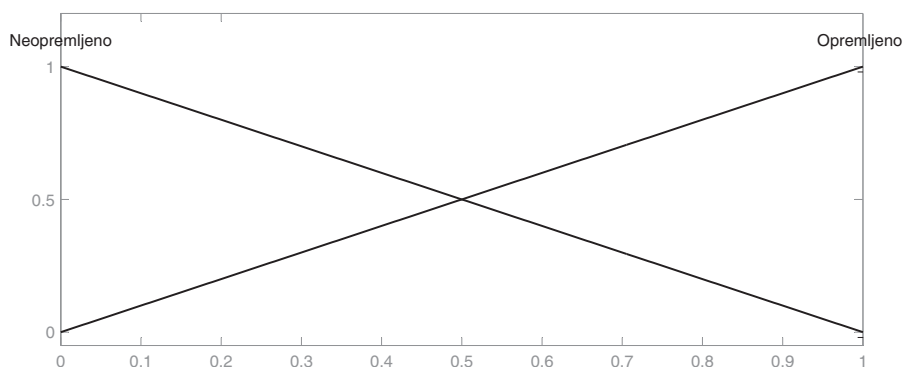
Slika 125. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vodovod



Slika 126. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu kanalizacija



Slika 127. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu gas



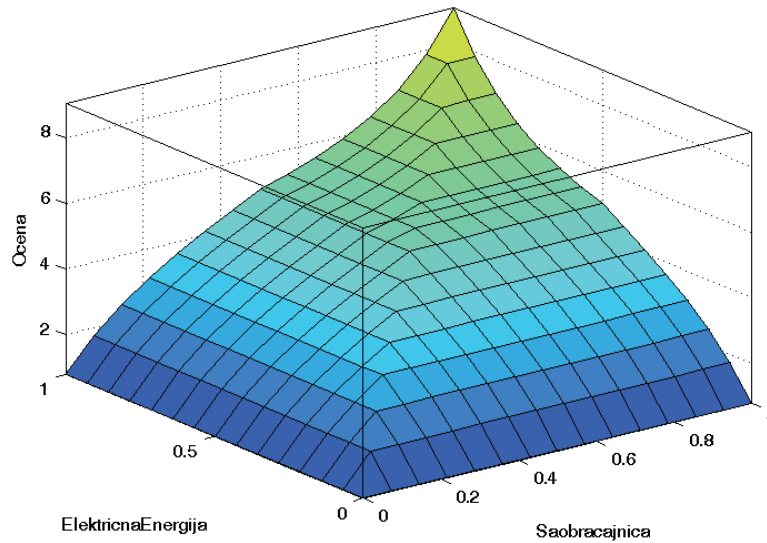
Slika 128. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu optički kabal

Razvijena baza znanja za kriterijum infrastrukturna opremljenost sadrži pet IF-THEN pravila povezanih sa relacijom AND (Tabela 15).

Tabela 34. Pravila i relacije za kriterijum infrastrukturna opremljenost

Pravila za kriterijum infrastrukturna opremljenost	
1.	If (Saobracajnica is Neopremljeno) and (ElektricnaEnergija is Neopremljeno) and (Vodovod is Neopremljeno) and (Kanalizacija is Neopremljeno) and (Gas is Neopremljeno) and (OptickiKabal is Neopremljeno) then (OcenaInfrastrukture is VeomaLosa)
2.	If (Saobracajnica is Opremljeno) and (ElektricnaEnergija is Opremljeno) and (Vodovod is Opremljeno) and (Kanalizacija is Opremljeno) and (Gas is Opremljeno) and (OptickiKabal is Opremljeno) then (OcenaInfrastrukture is Odlicna)
3.	If (Saobracajnica is not Opremljeno) then (OcenaInfrastrukture is VeomaLosa)
4.	If (ElektricnaEnergija is not Opremljeno) then (OcenaInfrastrukture is VeomaLosa)
5.	If (Saobracajnica is not Neopremljeno) and (ElektricnaEnergija is not Neopremljeno) and (Vodovod is not Neopremljeno) and (Kanalizacija is not Neopremljeno) and (Gas is not Neopremljeno) and (OptickiKabal is not Neopremljeno) then (OcenaInfrastrukture is Odlicna)

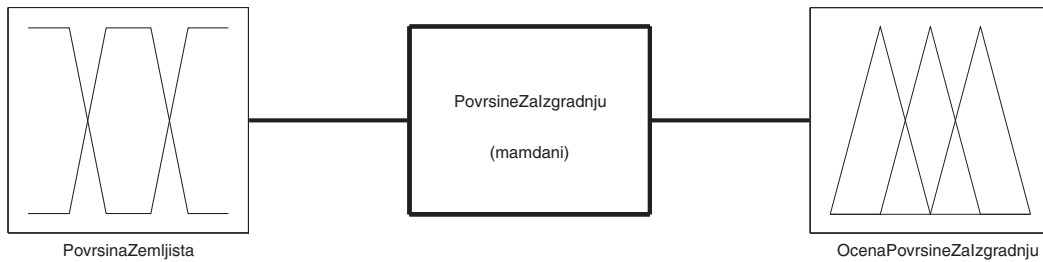
Na grafiku 16 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru na primeru dve promenljive i izlazne ocene, na osnovu definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum infrastrukturna opremljenost.



Grafik 16: Nelinearna funkcija za kriterijum infrastrukturna opremljenost

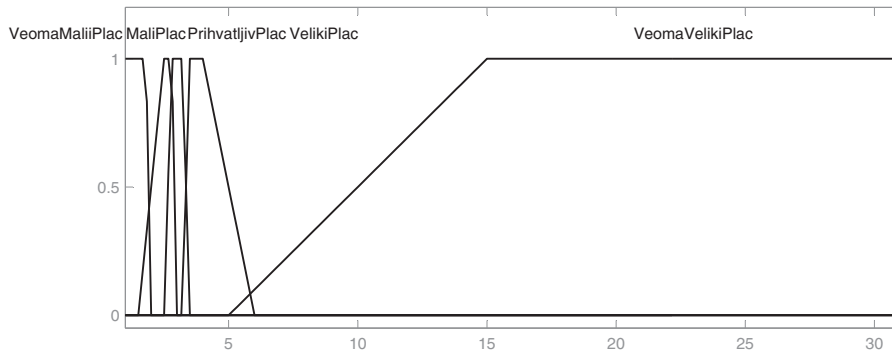
7.2.5.2.2 Fazi analiza kriterijuma površina za izgradnju

U fazi analizi kriterijuma površina za izgradnju, korišćeni su podaci o površini zemljišta, kao ulazna promenljiva u fazi sistem zaključivanja (Slika 129).



Slika 129. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum površina za izgradnju

Za kvantitativnu ulaznu promenljivu površina zemljišta definisan je opseg od 1 do 31 ha i trapezoidne funkcije pripadnosti sa vrednostima: veoma mali plac, mali plac, prihvatljiv plac, veliki plac, veoma veliki plac (Slika 130).



Slika 130. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu površina zemljišta

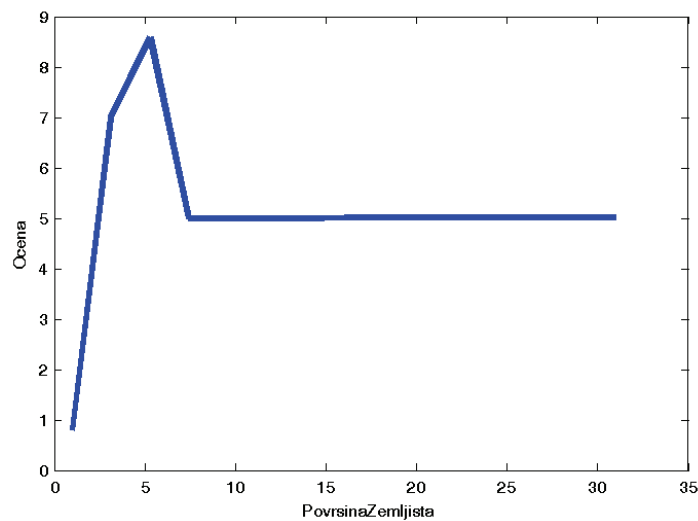


Razvijena baza znanja za kriterijum površina za izgradnju sadrži četiri IF-THEN pravila povezanih sa relacijom OR (Tabela 34).

Tabela 35. Pravila i relacije za kriterijum površina zemljišta

Pravila za kriterijum površina za izgradnju	
1.	If (PovrsinaZemljista is VeomaMaliiPlac) then (OcenaPovrsineZaIzgradnju is VeomaLosa)
2.	If (PovrsinaZemljista is MaliPlac) then (OcenaPovrsineZaIzgradnju is Losa)
3.	If (PovrsinaZemljista is PrihvatljivPlac) then (OcenaPovrsineZaIzgradnju is VrloDobra)
4.	If (PovrsinaZemljista is VelikiPlac) then (OcenaPovrsineZaIzgradnju is Odlicna)
5.	If (PovrsinaZemljista is VeomaVelikiPlac) then (OcenaPovrsineZaIzgradnju is Dobra)

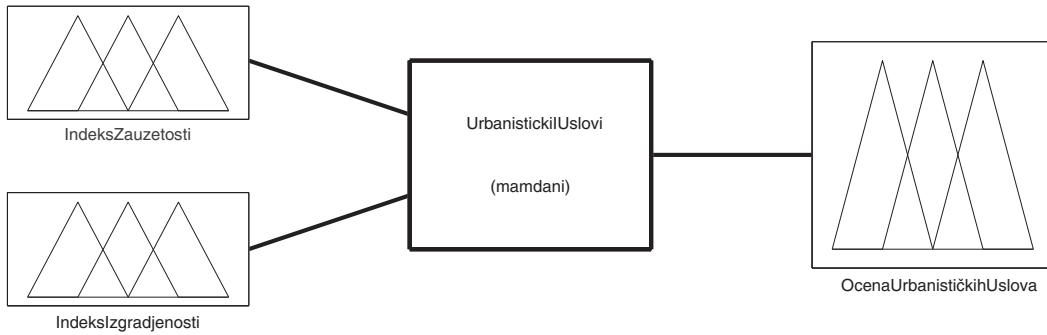
Na grafiku 17 može se videti rastuća linearna funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum površina zemljišta.



Grafik 17: Linearna funkcija za kriterijum površina zemljišta

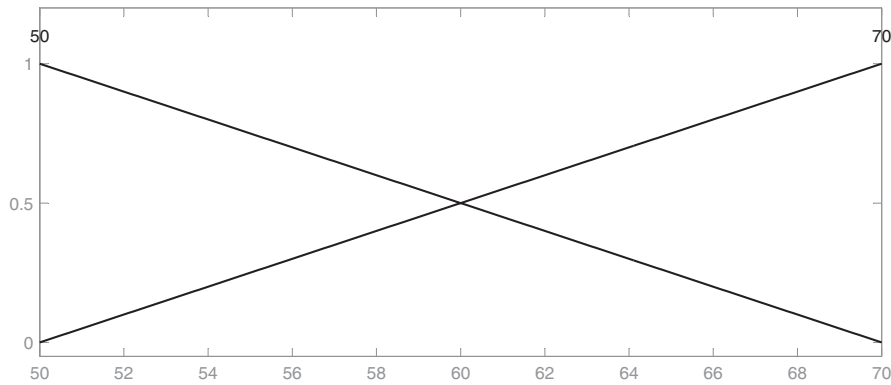
### 7.2.5.2.3 Fazi analiza kriterijuma urbanistički uslovi

U fazi analizi kriterijuma urbanistički uslovi, korišćeni su podaci o indeksu zauzetosti i indeksu izgrađenosti, kao ulazne promenljive u fazi sistem zaključivanja (Slika 131).

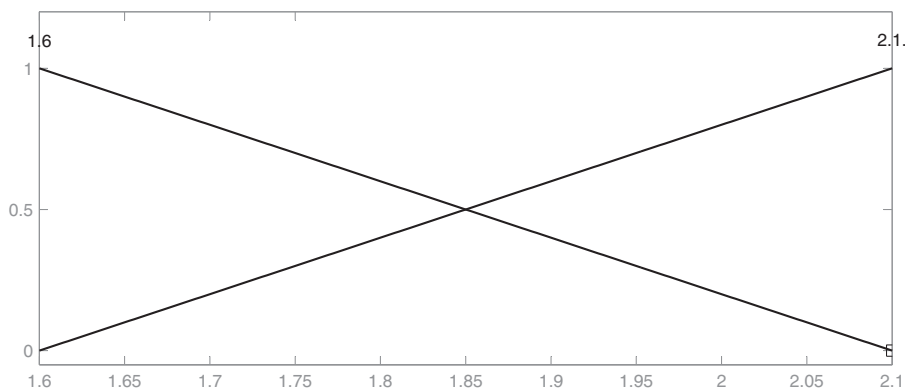


Slika 131. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum urbanistički uslovi

Za ukupno dve kvantitativne ulazne promenljive definisane su trougaone funkcije pripadnosti. Za ulaznu promenljivu indeks zauzetosti definisan je opseg od 50 do 70 procenata zauzetosti i trougaona pripadajuća funkcija sa vrednostima: 50 i 70 (Slika 132). Za ulaznu promenljivu indeks izgrađenosti definisan je opseg od 1.6 do 2.1 i vrednosti trougaonih pripadajućih funkcija: 1.6 i 2.1 (Slika 133).



Slika 132. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu indeks zauzetosti



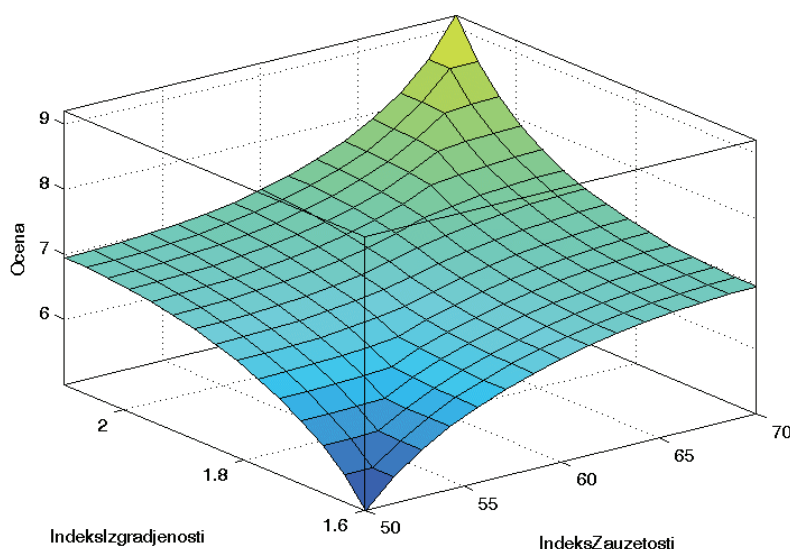
Slika 133. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu indeks izgrađenosti

Razvijena baza znanja za kriterijum urbanistički uslovi sadrži četiri IF-THEN pravila povezanih sa relacijom OR (Tabela 35).

Tabela 36. Pravila i relacije za kriterijum urbanistički uslovi

Pravila za kriterijum površina urbanistički uslovi	
1.	If (IndeksZauzetosti is 50) and (IndeksIzgradjenosti is 1.6) then (OcenaUrbanističkihUslova is Dobra)
2.	If (IndeksZauzetosti is 70) and (IndeksIzgradjenosti is 2.1.) then (OcenaUrbanističkihUslova is Odlicna)
3.	If (IndeksZauzetosti is 50) or (IndeksIzgradjenosti is 1.6) then (OcenaUrbanističkihUslova is Dobra)
4.	If (IndeksZauzetosti is 70) or (IndeksIzgradjenosti is 2.1.) then (OcenaUrbanističkihUslova is Odlicna)

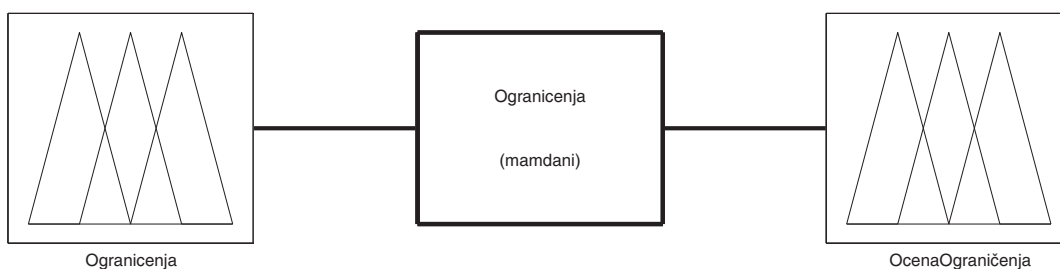
Na grafiku 18 može se videti nelinearna funkcija u trodimenzionalnom prostoru koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila i relacija za kriterijum urbanistički i građevinski uslovi.



Grafik 18: Linearna funkcija za kriterijum urbanistički uslovi

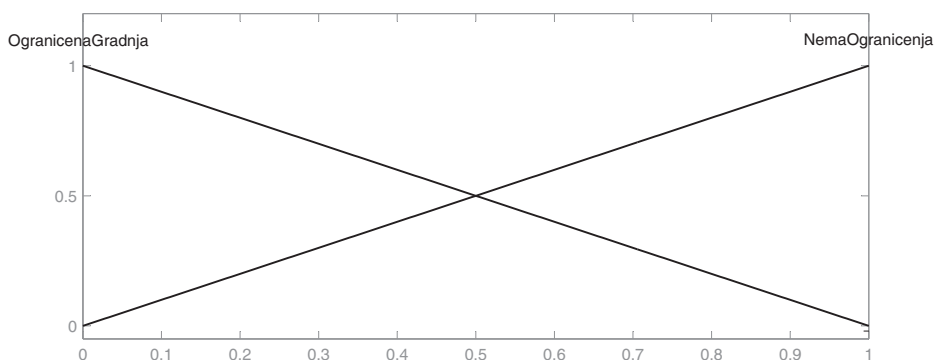
### 7.2.5.2.4 Fazi analiza kriterijuma ograničenja

U fazi analizi kriterijuma ograničenje korišćeni su podaci o ograničenjima, kao ulazne promenljive u fazi sistem zaključivanja (Slika 134).



Slika 134. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum ograničenja

Za kvalitativnu ulaznu promenljivu ograničenja definisan je opseg od 0 do 1 i trougaone funkcije pripadnosti sa datim vrednostima: zabrana gradnje, ograničena gradnja i nema ograničenja (Slika 135).



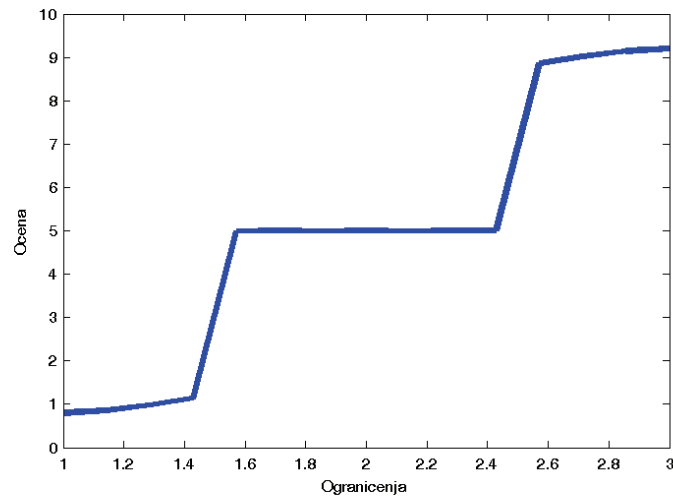
Slika 135. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu ograničenja

Razvijena baza znanja za kriterijum ograničenja sadrži pet IF-THEN pravila povezanih sa relacijom AND (Tabela 37).

Tabela 37. Pravila i relacije za kriterijum ograničenja

Pravila za kriterijum ograničenja	
1.	If (Ogranicenja is ZabранаGradnje) then (OcenaOgranicenja is Dobra)
2.	If (Ogranicenja is NemaOgranicenja) then (OcenaOgranicenja is Odlicna)

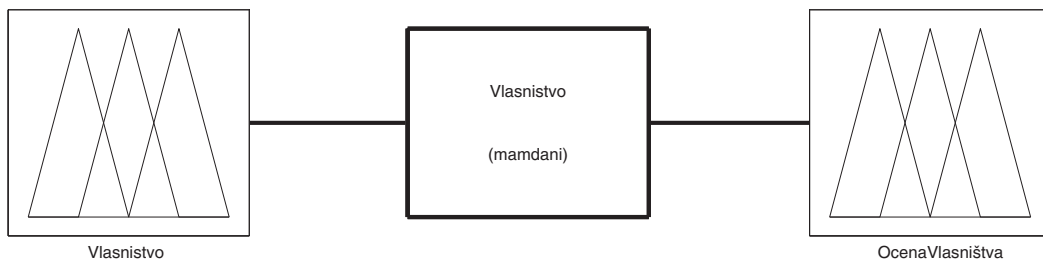
Na grafiku 19 može se videti rastuća linearna funkcija koje je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum ograničenja.



Grafik 19: Nelinearna funkcija za kriterijum infrastrukturalna opremljenost

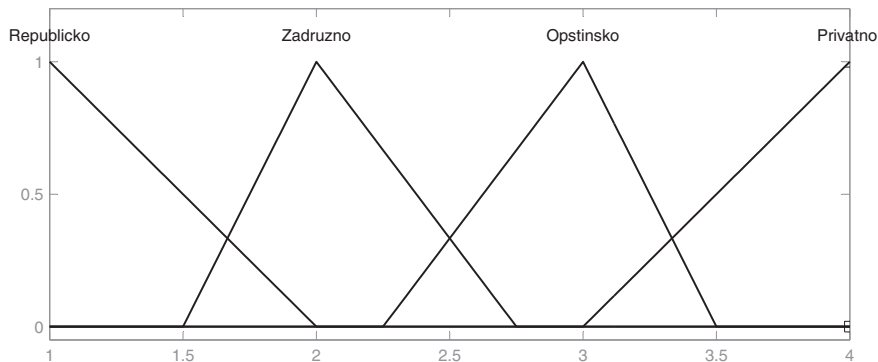
### 7.2.5.2.5 Fazi analiza kriterijuma vlasništvo

U fazi analizi kriterijuma vlasništvo korišćeni su podaci o vlasništvu, kao ulazne promenljive u fazi sistem zaključivanja (Slika 136).



Slika 136. Fazi sistem zaključivanja za kriterijum vlasništvo

Za kvalitativnu ulaznu promenljivu vlasništvu definisan je opseg od 1 do 4 i trougaone funkcije pripadnosti sa datim vrednostima: zabrana gradnje, ograničena gradnja i nema ograničenja (Slika 137).



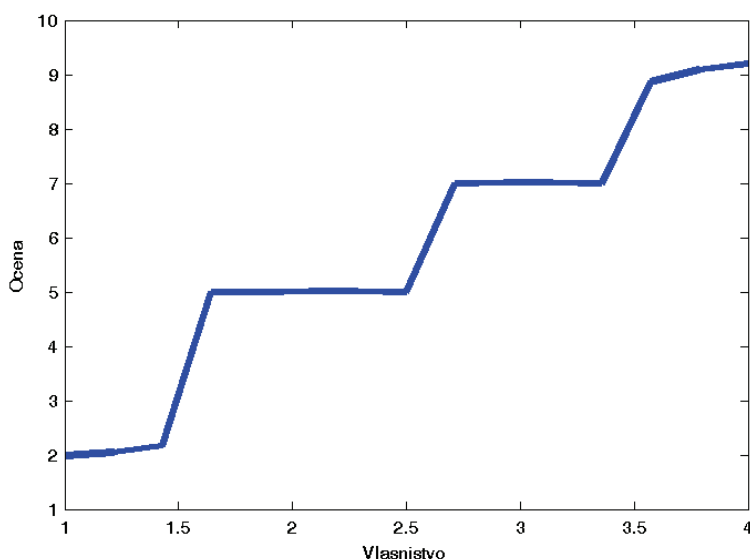
Slika 137. Pripadajuće funkcije za ulaznu promenljivu vlasništvo

Razvijena baza znanja za kriterijum ograničenja sadrži pet IF-THEN pravila povezanih sa relacijom AND (Tabela 38).

Tabela 38. Pravila i relacije za kriterijum vlasništvo

Pravila za kriterijum vlasništvo	
1.	If (Vlasnistvo is Republicko) then (OcenaVlasništva is VrloLosa)
2.	If (Vlasnistvo is Zadruzno) then (OcenaVlasništva is Dobra)
3.	If (Vlasnistvo is Opstinsko) then (OcenaVlasništva is VrloDobra)
4.	If (Vlasnistvo is Privatno) then (OcenaVlasništva is Odlicna)
5.	If (Vlasnistvo is Republicko) then (OcenaVlasništva is Losa)

Na grafiku 20 može se videti rastuća linearna funkcija, koja je rezultat definisanih pripadajućih funkcija i IF-THEN pravila za kriterijum vlasništvo.

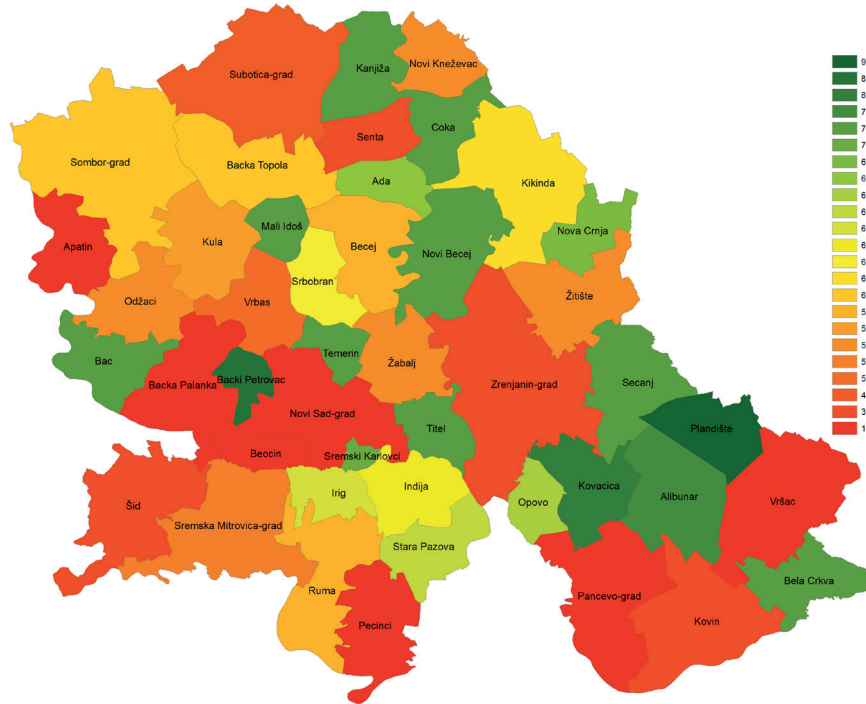


Grafik 20: Nelinearna funkcija za kriterijum vlasništvo

## 7.2.6 Izrada kriterijumskih mapa pogodnosti

Nakon integracije i standardizacije podataka u kriterijume odlučivanja upotrebom fazi logike, može se pristupiti izradi mapa pogodnosti za sve definisane kriterijume. Za izradu mapa pogodnosti potrebno je standardizovane vrednosti kriterijuma pripisati svakoj potencijalnoj lokaciji koja je predstavljena jednim poligonom. Atributski podaci pripisuju se lokacijama upotrebom "ArcMap" softvera i opcije "Join". Pripisivanje podataka obavlja se pomoću istog "OBJECT ID-a" koji sadrže atributski i prostorni podaci.

Posle pripisivanja atributskih podataka potencijanim lokacijama neophodno je dodati odgovarajuću kolornu skalu u simbologiji. Kolorna skala koja najbolje prikazuje stanje pogodnosti potencijnih lokacija jeste skala boja od crvene ka zelenoj boji. Svi atributski podaci nakon standardizacije u fazi ekspanzionom sistemu definisani su u rangu od 0 do 10, gde 0 označava najmanju pogodnost predstavljenu crvenom bojom, a 10 najveću pogodnost predstavljenu zelenom bojom (Slika 138).



Slika 138. Vektorska mapa pogodnosti

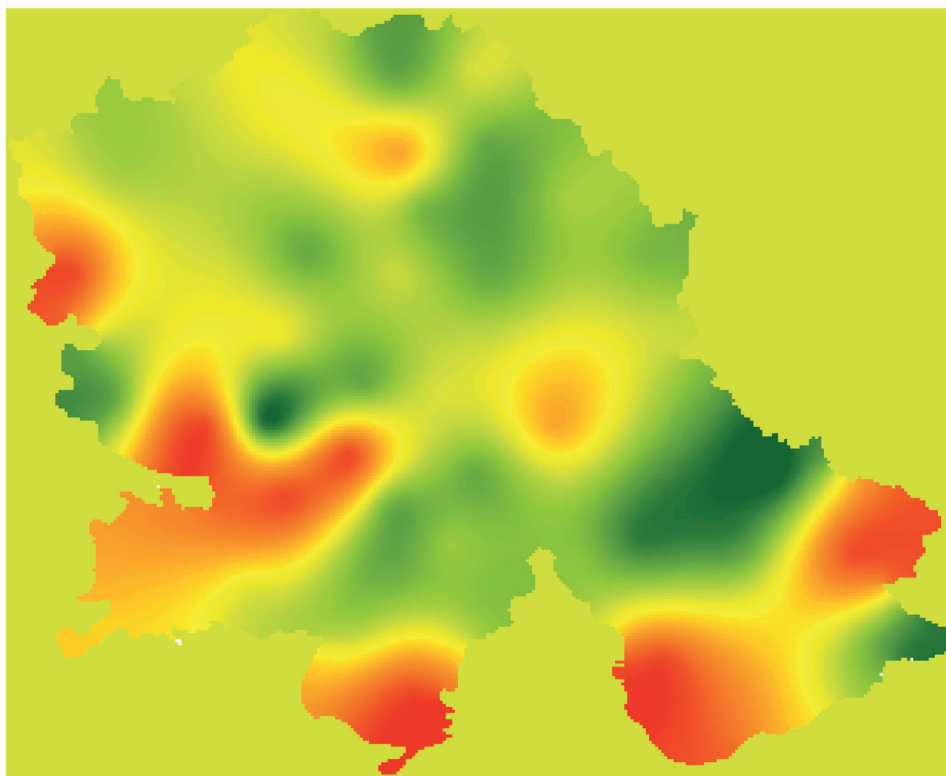
Na osnovu dobijene mape u daljoj analizi može se sagledati pogodnost svih potencijalnih lokacija u isto vreme, kao i porediti pogodnost određenih lokacija. Koristeći metode vizuelne analize i pritom zaobilazeći beskonačne tabele na efiksan način dolazi se do potrebnih informacija. Naime, ljudski mozak brže obrađuje vizuelne informacije od informacija zapisanih u formi teksta i brojeva. Ova prednost je postignuta zahvaljujući ljudskoj sposobnosti da dobijene informacije kondenzuje na nivo prepoznavanja i praćenja, umesto čuvanja celokupne informacije. Kompjuterski gledano, čovekov mozak je i dalje najbolji algoritam za kompresiju vizuelnih podataka.

Vektorska mapa zasnovana na poligonima koji predstavljaju površine opština na "diskretan" način sa jasno definisanim brojem alternativa i njihovim granicama. Pored vektorskog načina predstavljanja prostora može se koristiti i kontinualno predstavljanje podataka u prostoru bez jasno definisanih granica. Kontinualno predstavljanje podataka ima svoje prednosti u sagledavanju regiona od interesa kao celine i pronalaženju trendova u određenim oblastima.

Transformaciju diskretnih vektorskih podataka u kontinualni prostor moguće ostvariti metodom interpolacije. Nakon izrade vektorske mape pogodnosti potrebno je

izračunati geometriju svake opštine odnosno  $X$  i  $Y$  koordinate tačke uz pomoć centroid metode. Naime, potrebno je vektorski prikazane poligone opština pretvoriti u tačke koje se nalaze u centru date opštine (centroide) i koje predstavljaju alternativne lokacije sa atributskim podacima.

Kao interpolacioni metod korišćen je ArcMap alat za prostornu analizu "Spline with Barriers". Rezultat interpolacije predstavljen je u obliku rasterske mape pogodnosti sa definisanom granicom prostora (AP Vojvodina). Poslednji korak u definisanju rasterske mape pogodnosti je dizajn kolorne skale koja će biti korišćena. Kolorna skala koja najbolje prikazuje stanje pogodnosti potencijnih lokacija jeste skala boja od crvene boje ka zelenoj, gde jarko crvena boja pokazuje najmanju pogodnost a tamno zelena boja najveću pogodnost (Slika 139). Struktura i vrednost atributskih podataka koji su korišćeni ostaje nepromenjena u odnosu na vektorsku mapu pogodnosti.



Slika 139. Rasterska mapa pogodnosti

## 7.2.7 Višekriterijumska analiza

Višekriterijumske odnosno višeatributske metode odlučivanja orijentisane su na podatke, gde atribut predstavlja deskriptivnu vrednost i merljivu karakteristiku entiteta. Problem višeatributivne analize zahteva da se izbor donese između definisanih alternativa opisanih atributima. To podrazumeva da se odnos atribut-cilj može definisati u obliku u kojem se atributi mogu smatrati kao ciljevi i kao promenljive odluke. Atributi se koriste i kao promenljive odluke i kao kriterijumi.



Prema razvijenom modelu nakon struktuiranja problema, definisanja kriterijuma, prikupljanja, standardizacije i prezentacije podataka u obliku mapa pogodnosti, potrebno je uraditi višekriterijumsku analizu izbora lokacije proizvodnog sistema. Predloženi model višekriterijumske analize može se podeliti u četiri faze:

1. Određivanje težinskih vrednosti kriterijuma;
2. Određivanje konzistentnosti težinskih vrednosti kriterijuma;
3. Definisanje pravila odlučivanja (izbor višekriterijumske metode odlučivanja) i
4. Ocenjivanje i rangiranje alternativa (lokacija).

**U prvoj fazi** višekriterijumske analize potrebno je odrediti težinske vrednosti kriterijuma. Određivanje težinskih vrednosti kriterijuma radi se poređenjem značaja pojedinih kriterijuma upotrebom **Satijeve skale od 9 tačaka** (Tabela 39) i **AHP metode**. U procesu definisanja težina kriterijuma pojedinac ili grupa poredi međusobno sve kriterijume u okviru matrice. Pošto je matrica simetrična potrebno je popuniti samo jedan trougao matrice. Nakon poređenja značaja kriterikriterijuma postupak izračunavanja težinskih vrednosti kriterijuma može se podeliti u tri koraka:

1. Naći sumu svih elemenata u svakoj koloni (Tabela 39);
2. Podeliti elemente svake kolone sa sumom vrednosti te kolone, koja je dobijena u koraku 1;
3. Naći sumu svih elemenata po svakom redu i potom odrediti srednju vrednost svakog reda.

Na ovakav način dobijene su srednje-relativne težina kriterijuma čiji zbir mora biti jednak jedinici.

Tabela 39. Matrica poređenja kriterijuma svakog sa svakim

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
A <sub>1</sub>	1	3	2	4	5
A <sub>2</sub>	1/3	1	4	4	5
A <sub>3</sub>	1/2	1/4	1	9	6
A <sub>4</sub>	1/4	1/4	1/9	1	5
A <sub>5</sub>	1/5	1/5	1/6	1/5	1
	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

**U drugoj fazi** potrebno je **odrediti konzistentnost** dobijenih relativnih težina kriterijuma. Naime, donosioc odluka je retko konzistentan pri procenjivanju vrednosti ili odnosa kvalitativnih elemenata u hijerarhiji. Zbog navedene činjenice neophodno je izračunati stepen konzistentnosti dobijenih težinskih vrednosti kriterijuma. U AHP metodi stepen konzistentnost se izračunava na sledeći način:

Da bi se izračunao stepen konzistentnosti (CR), prvo treba izračunati indeks konzistentnosti (CI) prema relaciji:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (18)$$

gde je  $\lambda_{\max}$  maksimalna sopstvena vrednost matrice poređenja. Što je  $\lambda_{\max}$  bliže broju  $n$ , manja će biti nekonzistentnost.

Da bi se izračunalo  $\lambda_{\max}$ , prvo treba pomnožiti matricu poređenja sa vektorom težinskih koeficijenata da bi se odredio vektor  $b$ :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{bmatrix} \quad (19)$$

Deljenjem korespondentnih elemenata vektora  $b$  i  $w$  dobija se:

$$\begin{bmatrix} \frac{b_1}{w_1} \\ \frac{b_2}{w_2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \frac{b_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \lambda_n \end{bmatrix} \quad (20)$$

gde je konačno  $\lambda_{\max}$ :

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (21)$$

Zamenom vrednosti  $\lambda_{\max}$  iz relacije (21) u relaciju (18) određuje se indeks konzistentnosti (CI). Konačno, stepen konzistentnosti (CR) predstavlja odnos indeksa konzistentnosti (CI) i slučajnog indeksa (RI):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (22)$$

Slučajni indeks (RI) zavisi od reda matrice, a preuzima se iz table 40 u kojoj prvi red predstavlja red matrice poređenja, a drugi slučajne indekse.

Tabela 40. Slučajni indeksi (Saaty, 1980)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.0	0.0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Ako je stepen konzistentnosti (CR) manji od 0,10 rezultat je dovoljno tačan i nema potrebe za korekcijama u poređenjima i ponavljanju proračuna. Ako je stepen konzistentnosti veći od 0,10 rezultate bi trebalo ponovo analizirati i ustanoviti razloge nekonzistentnosti, ukloniti ih delimičnim ponavljanjem poređenja u parovima, a ako ponavljanje procedure u nekoliko koraka ne dovede do sniženja stepena konzistentno-

sti do tolerantnog limita 0,10 sve rezultate treba odbaciti i ponoviti ceo postupak od početka.

**U trećoj fazi** višekriterijumske analize definiše se pravilo odlučivanja. Postupak kojim se kriterijumi selektuju i kombinuju da bi postigla određena procena, i čije se ocene potom porede naziva se pravilo odlučivanja. Kao pravilo odlučivanja u izboru lokacije proizvodnih sistema predložena je **metoda linearnog dodeljivanja ("Weighted Linear Combination -WLC")** koja je implementirana u GIS okruženju upotrebom softvera "ArcMap 10.1" i komponente "MCDA4ArcMap".

Za dati skup kriterijuma, "WLC" definiše kombinacije i procedure kojim se relativne težine kriterijuma pridružuju alternativama (lokacijama). Relativne težine kriterijuma moraju zadovoljiti uslov  $w_1, w_2, w_n; 0 < w_k < 1$  i  $\sum_{k=1}^n w_k = 1$ . Težine se potom kombinuju sa vrednostima kriterijuma  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$  prema jednačini (23).

$$WLC = \sum_{k=1}^n w_k v(a_k) \quad (23)$$

Da bi se vrednosti kriterijuma uravnotežili koristi se vrednosna funkcija  $v(a_{ik})$  prema jednačini (24).

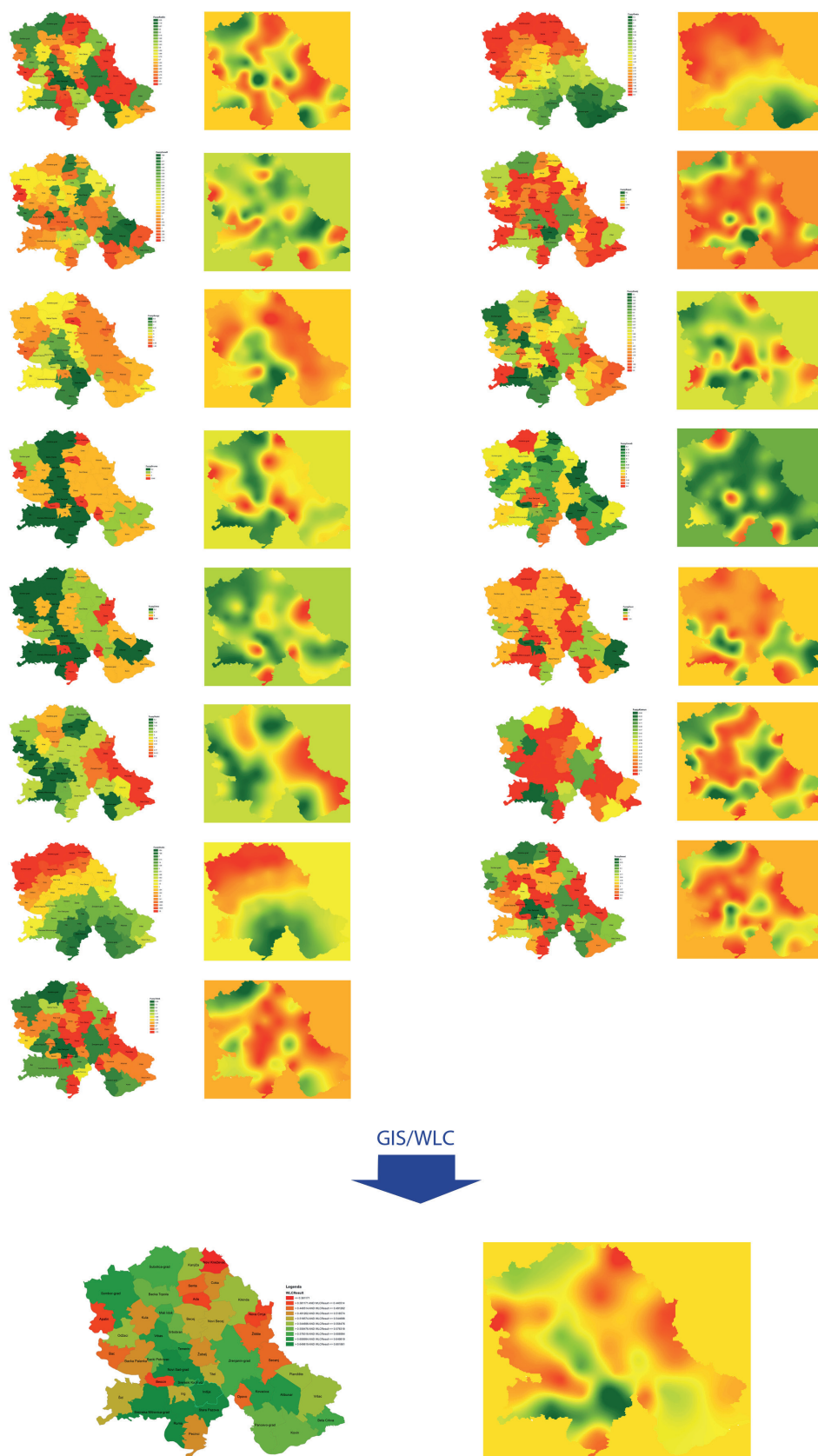
$$x'_i = \frac{x_i}{x_{max}} \quad (24)$$

**U četvrtoj fazi** ocenjuju se lokacije i rangiraju. Kao ocene koriste se relativne težine kriterijuma dobijenih u AHP analizi. Rezultati se rangiraju tako da najveća dobijena vrednost predstavlja najpogodniju lokaciju, dok najmanja vrednost predstavlja najlošiju opciju. Rezultat "WLC" analize predstavlja se u obliku tabele i u obliku vektorske mape pogodnosti.

## 7.2.8 Izrade finalna mape pogodnosti

Finalna mapa pogodnosti predstavlja prostornu (vizuelnu) prezentaciju rezultata višekriterijumske analize. Dobijene vrednosti u rangi od 0 do 1 predstavljene su uz pomoć kolorne skale boja od crvene do zelene, gde tamno zelena boja predstavlja najpogodniju lokaciju, a jarko crvena boja najlošiju opciju.

Finalna mapa pogodnosti predstavlja se u obliku diskretne-vektorske mape pogodnosti upotrebom softvera "ArcMap 10.1" i komponente "MCDA4ArcMap" (Slika 140). Po potrebi moguće je finalnu mapu pogodnosti predstaviti u obliku rasterske mape upotrebom alata za interpolaciju ("Spline with Barriers"). Rasterska mapa pogodnosti dolazi do izražaja u analizi šire lokacije kada se uz pomoću nje dolazi do novih vrednosti, eliminoisanjem granica i posmatranja kontinualnog prostora kao celine.



Slika 140. Primer finalne mape pogodnosti za širu lokaciju

## 7.2.9 Analiza osetljivosti

Problem svih metoda višekriterijumskih analiza ogleda se u izraženoj subjektivnosti pri određivanju težina kriterijuma. Kako bi se problem subjektivnosti analizirao potrebno je uraditi analizu osetljivosti nakon višekriterijumske analize.

Radeći analizu osetljivosti testiramo koliko je naša odluka osetljiva na male promene, kako bi bili sigurni da je naša odluka o redosledu alternativa dobra. Najvažniji element za razmatranje u analizi osetljivosti "sensitivity analysis" jesu težine kriterijuma (atributa), koje su esencijalne za vrednosni sud. Težine kriterijuma su subjektivno izražene vrednosti kriterijuma u kojima se donosioci odluka uglavnom neslažu i kao takvi predstavljaju pogodne vrednosti za analizu osetljivosti.

Analiza osetljivosti težinskih kriterijuma bavi se istraživanjem osetljivosti alternativa na male promene u vrednostima težina kriterijuma. Ako redosled alternativa vrednosti ostaje nepromenjen, nakon promena težina, može se smatrati da su greške u proceni težina kriterijuma zanemarljive. Međutim, ako se pokaže da je redosled alternativa osetljiv na pomenu veličina jednog ili više kriterijuma, preciznost u proceni težina kriterijuma treba pažljivo ispitati.

Predložena analiza osetljivosti težina kriterijuma, realizuje se tako što se postojećim vrednostima težina kriterijuma nasumično dodaje i oduzima 5% vrednosti:

$$w_1=x \cdot 0,95; w_2=x \cdot 1,05 \quad (25)$$

$$w_1=x \cdot 1,05; w_2=x \cdot 0,95 \quad (26)$$

Predložena analiza osetljivosti sprovodi se u dva koraka gde se u prvom koraku prema relaciji (25) testira osetljivost alternativa na promene težina kriterijuma, a zatim se u drugom koraku testira osetljivost težina prema relaciji (26).

## 7.2.10 Predlog najpogodnije lokacije

Na osnovu svih sprovedenih analiza u izboru lokacije proizvodnog sistema u zadnjem koraku modela predlaže se najpogodnija lokacija za šru odnosno užu lokaciju proizvodnog sistema.

U zadnjem koraku predloženog modela sve sprovedene analize se diskutuju i kao zaključak se predlaže najpogodnija lokacija koja predstavlja izlazni rezultat sveobuhvatne analize razvijenog modela.

Izabrana lokacija predstavlja se u prostonom okruženju zajedno sa elementima koji se nealaze u neposrednoj blizini.

## 8 VERIFIKACIJA MODELA

### 8.1 Studija slučaja

Verifikacija modela urađena je u okviru studije slučaja: Izbor lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju. Prema razvijenom modelu izbor lokacije proizvodnog sistema urađen je dva koraka:

- ♦ Izbor šire lokacije (opštine);
- ♦ Izbor uže lokacije (parcele).

Kao region od ineresa za lociranje proizvodnje automobilskih komponenti izabrana je Autonomna Pokrajna Vojvodina (AP Vojvodina) u Republici Srbiji.

#### 8.1.1 Geografski položaj i prirodne odlike AP Vojvodine

Autonomna pokrajna Vojvodina (AP Vojvodina) je severna pokrajina Republike Srbije koja se prostire na površini od 21.506 km<sup>2</sup> i ima tri geografsko - istorijske celine: Srem, Banat i Bačku. U pokrajini prema zadnjem popisu stanovništva iz 2011 živi 1.931.809 ljudi. Gustina naseljenosti je 89,82 stanovnika na km<sup>2</sup>. AP Vojvodina je smeštena na južnom delu Panonskog basena i kao takva predstavlja prirodni most između srednje i zapadne Evrope sa jedne strane, Balkanskog poluostrva i Bliskog istoka sa druge strane. Nalazi se na jugoistoku Evrope između 44°49'19.76"N i 46°7'35.11"N geografske širine i 18°53'26.84"E i 21°21'28.15"E geografske dužine. Glavni grad pokrajine je Novi Sad sa 341.625 stanovnika koji leži između 70 i 80 metara nadmorske visine.

Vojvodina je umrežena magistralnim saobraćajnicama drumskog, železničkog i rečnog saobraćaja, i kroz nju prolaze dve glavne panevropske saobraćajnice, **Koridor 10 i Dunav - Koridor 7**, povezujući sever sa jugom, a zapad sa jugom i jugoistokom Evrope (Slika 141).

U AP Vojvodini živi preko **26 nacionalnih zajednica**, u upotrebi je šest službenih jezika uz upotrebu njihovih pisama: srpski (ćirilica uz mogućnost upotrebe latiničnog), mađarski (latinica), slovački (latinica), hrvatski (latinica), rumunski (latinica) i rusinski (ćirilica). Pismenost stanovništva je 97,83%. Očekivani životni vek je

72,7 godina, (žene 75,4 godine, muškarci 70 godina).



Slika 141. Geografski položaj AP Vojvodine

Vremenska zona u kojoj se nalazi Vojvodina je GMT (*“Greenwich Mean Time”*) + 1h. Klima Vojvodine je umereno kontinentalna sa izvesnim specifičnostima. Karakterističan je veliki raspon ekstremnih temperatura, srednje maksimalne temperature u julu (srednja mesečna temperatura 21,4°C) i srednje minimalne temperature u januaru (srednja mesečna temperatura -1,3°C), a srednja godišnja temperatura vazduha je 11°C, što odgovara proleću. Režim padavina u Vojvodini nosi delom obeležje srednjeevropskog, tj. podunavskog režima raspodele padavina, sa vrlo velikom neravnomernošću raspodele po mesecima. Srednja godišnja količina padavina u Vojvodini se kreće od 550 - 600 mm/m<sup>2</sup>, gde se mogu izdvojiti izrazito kišni periodi početkom leta (jun) i periodi bez ili sa malom količinom padavina (oktobar i mart). Vetrovi koji duvaju u Vojvodini su košava, severac i južni vetar.

Nekada Panonsko more, današnja plodna ravnica, jedno je od najbogatijih područja u Republici Srbiji po vodenim površinama i tokovima. Površina slatkovodnih voda je oko 32.000 ha. **Široku ravnicu seku reke Dunav, Sava i Tisa, i kanali sistema Dunav – Tisa - Dunav. Plovni putevi u Vojvodini su dugački oko 14.000 km.**

Na području AP Vojvodine, osnovnu mrežu zaštićenih područja, svojevrsnih centara autohtone biološke raznovrsnosti, čini oko 130 prostornih celina, koji obuhvataju 5,5% ukupne površine. Tu spadaju Nacionalni park "Fruška gora", predeli izuzetnih odlika "Subotička peščara" i ..., 17 rezervata prirode, 9 parkova prirode, 102 spomenika prirode kao i prirodna dobra drugih kategorija.

Šume i šumoviti krajevi obuhvataju 6,8% teritorije, a blizu 70% je obradivo zemljište. Prirodne specifičnosti (povoljni klimatski uslovi, plodno zemljište, bogatstvo vodnih resursa i dr.) svrstavaju ovaj region u visoko perspektivna područja za proizvodnju zdrave i bezbedne hrane.

Reljef AP Vojvodine karakterističan je po prostornim uzdignutim stepenastim površinama - lesnim zaravnima, peščarama, lesnim terasama i nižim zemljištem - aluvijalnim ravnima. Ravnica je oivičena niskim planinama: Fruškom gorom u severnom delu Srema, između Dunava i Save i Vršackim planinama u jugoistočnom Banatu. U južnom Banatu između Tamiša, Dunava i Belocrkvanske kotline prostire se Deliblatska peščara. Prema Mađarskoj i na jugu prema Telečkoj je Subotička peščara.

Energetski resursi u Vojvodini su sredinom XIX veka otkrivene značajne mineralne sirovine. Istraživanjima su otkrivene rezerve nafte i gasa. **Naftna i naftno-gasna nalazišta su uglavnom na području Bačke i Banata (226 ležišta na 90 polja)**, što predstavlja visoko perspektivno područje za eksploataciju. Iz dubine zemlje eksploatišu se geotermalne vode i prirodne rezerve ugljendioksida. Nalazišta uglja nalaze se u Vrdnik i dnu korita Dunava kod Kovina. Takođe, postoje nalazišta laporca i krečnjaka (Pokrajinski sekretarijat za urbanizam, graditeljstvo i zaštitu životne sredine, 2014)

## 8.1.2 Poslovno okruženje

Teritorija AP Vojvodine, pored izuzetno povoljnog geografskog položaja, bogata je prirodnim različitostima regionalne strukture i resursima koji pružaju uslove za privredni razvoj i kvalitetan životni standard.

Glavne privredne grane u AP Vojvodini su: poljoprivreda, prerađivačka industrija, veletrgovina i maloprodaja, građevinarstvo, energetika, transport i komunikacije, tekstilna industrija, elektromehanička i prateća automobilska industrija, informaciono-komunikacione tehnologije, poslovne usluge, logistika i turizam. Stopa nezaposlenosti je 24,8% (RZS, Jun 2013).

U privrednoj strukturi realnog sektora bruto dodata vrednost (BDV) AP Vojvodine industrija učestvuje sa 53,4%, usluge sa 30%, poljoprivreda oko 9,7%, a građevinarstvo sa 6,9% (Tabela 41). Unutar BDV industrije zapaženo je visoko učešće prerađivačke industrije (39%) u odnosu na prosek Srbije (29,5%).

Nacionalni prosek u Srbiji je 12 preduzeća na 1000 stanovnika, a za AP Vojvodinu 11,8. Znatno iznad pokrajinskog proseka ostvaruje Novi Sad sa koeficijentom 23, a slede Subotica (19,9), Pančevo (11,9), Inđija (11,4) i Vršac (10,2). Na začelju su opštine Titel, Sečanj, Nova Crnja, Novi Bečej, Žitište i Čoka sa prosečnom vrednošću



koeficijenta od 4,4. Privredna struktura realnog sektora AP Vojvodine razlikuje se od strukture Srbije (Tabela 41):

Tabela 41. Privredna struktura Srbije i AP Vojvodine ( NBS, 2008 )

	Srbija %	Vojvodina %
BDV realnog sektora	100,00	100,00
Poljoprivreda	3,7	9,7
Industrija	41,5	53,4
Građevinarstvo	9	6,9
Usluge	45,9	30

U industriji AP Vojvodine posluje oko 5.000 privrednih subjekata sa oko 130.000 zaposlenih. Vojvodina generiše oko 30% bruto dodate vrednosti industrije Srbije. Analiza bruto dodate vrednosti prerađivačke industrije Vojvodine ukazuje na najveće učešće prehrambene industrije (43%) i hemijske industrije (18%), zatim slede elektro i saobraćajna industrija (10%), metalska (8%), kao i proizvodnja proizvoda od ostalih minerala (9%), drvna industrija (7%), dok su tradicionalne industrijske oblasti imaju učešće 4%.

Postojeća tehnološka struktura prerađivačke industrije je nepovoljna: u strukturi prerađivačke industrije najveće učešće imaju grupe niske (55%) i srednje-niske tehnološke intenzivnosti (22%), srednje-visoke učestvuju sa 16%, dok industrija visoke tehnološke intenzivnosti učestvuje sa svega 7%.

Prostorni raspored industrijskih kapaciteta karakteriše neravnomernost i koncentracija (Južnobački okrug učestvuje sa 38,4% u formiranju BDV prerađivačke industrije AP Vojvodine), jedan je od pokazatelja razlike u nivou razvijenosti industrije po okruzima (RPP APV, 2011) (Tabela 42).

Tabela 42. Pokazatelji privredne aktivnosti po okruzima ,struktura u % (NBS, 2008)

	Broj preduzeća	Broj zaposlenih	Ukupan Prihod	BDV
AP Vojvodina	100,00	100,00	100,00	100,00
Severnobački	14,3	11,6	8,5	9,2
Srednjebanatski	5,8	7,9	5,2	6,4
Severnobanatski	5,5	6,9	4,6	4,8
Južnobanatski	12,1	11,4	9,4	9,4
Zapadnobački	7,1	7,9	5,7	8,0
Južnobački	42,8	43,5	58,4	52,5
Sremski	12,3	10,9	8,3	9,7

Prosečan broj preduzeća po km<sup>2</sup> u Vojvodini iznosi 0,23 (jedno preduzeća na oko 5 km<sup>2</sup>). Najveći broj preduzeća po km<sup>2</sup> ima Južnobački okrug 0,49, a najmanji Srednjobanatski 0,09 (jedno preduzeća na nešto više od 10 km<sup>2</sup>)

### 8.1.2.1 Podsticaji za investitore

**Subvencija** za otvaranje novih radnih mesta, u jednokratnom iznosu, odobrava se poslodavcima koji otvaraju nova radna mesta, radi zapošljavanja nezaposlenih lica prijavljenih na evidenciju Nacionalne službe za zapošljavanje sa teritorije AP Vojvodine.

Visina subvencije iznosi: 130.000,00 RSD, plus 20.000,00 RSD pri zapošljavanju ljudi starijih od 50 godina starosti, što čini ukupno 150.000 RSD po zaposlenom.

**Sufinansiranje** troškova vezanih za izvozno orijentisane "greenfiled" investicije razvojnih projekata. Sredstva se odobravaju namenski, po principu refundacije, za troškove ulaganja u materijalnu imovinu, umanjene za iskazan iznos poreza na dodatnu vrednost - do maksimalnog iznosa od 100.000 evra u dinarskoj protivvrednosti po privrednom subjektu (Tabela 43).

Tabela 43. Sufinansiranje troškova vezanih za izvozno orijentisane "greenfiled" investicije (VIP, 2014)

Projekti	Minimalni iznos investicije	Minimalni broj novih radnih mesta	Iznos podsticaja
Veliki projekti	€ 5 M	300 novih radnika	Do € 100,000 za privremeni 1-godišnji zakup "brownfield" postrojenja i Do € 100,000 za projektnu dokumentaciju za "greenfield" postrojenje
Projekti srednje veličine	€ 3 M	150 novih radnika	Do € 100,000 za privremeni 1-godišnji zakup "brownfield" postrojenja ili Do € 100,000 za projektnu dokumentaciju za "greenfield" postrojenje
Projekti u nerazvijenim opštinama	€ 1.5 M	50 novih radnika	Do € 100,000 za privremeni 1-godišnji zakup "brownfield" postrojenja ili Do € 100,000 za projektnu dokumentaciju za "greenfield" postrojenje

Strane kompanije mogu da dobiju državne subvencije u rasponu od 4.000 do 10.000 evra za svako novo radno mesto. Za velike investicije investitori imaju pravo da prime i do 20% vrednosti projekta. Pored finansijskih podsticaja, kompanije koje

investiraju više od 9 miliona i zapošljavaju više od 200 radnika imaju pravo da budu 10 godina oslobođene poreza na dobit.

Na osnovu poreskog zakona i uredbi na teritoriji Srbije investitori mogu očekivati sledeće **poreske olakšice**:

- ◆ Oslobođanje od plaćanja poreza na dobit u periodu od 10 godina ima poreski obveznik čija osnovna sredstva, koja koristi za registrovanu delatnost, on lično ili neko drugo lice, uloži najmanje milijardu dinara, i u periodu ulaganja dodatno zaposli na neodređeno vreme najmanje 100 lica;
- ◆ Poreski kredit u iznosu do 20% investicije za srednja i velika preduzeća, maksimalno do 33% ukupnih poreskih obaveza;
- ◆ Prenos gubitaka- Poreski zakon Srbije dozvoljava prenos gubitaka na vedenih u poreskoj prijavi u naredni obračunski period u periodu do 5 godina;
- ◆ Oslobođanje plaćanja poreza na zarade za lica ispod 30 i preko 45 godina starosti;
- ◆ Porez na zarade u Srbiji je 10%, neoporezivi deo zarade je 11.000 RSD;
- ◆ Bescarinski uvoz opreme koja čini stranu direktnu investiciju. Samo su neke od poreskih olakšica u Srbiji i Vojvodini;

Oslobođanje od plaćanja poreza na dobit u periodu od 10 godina ima poreski obveznik u čija osnovna sredstva, koja koristi za registrovanu delatnost, on lično ili neko drugo lice, uloži najmanje milijardu dinara, i u periodu ulaganja dodatno zaposli na neodređeno vreme najmanje 100 lica. Pravo na oslobođanje ostvaruje se srazmerno ulaganju.

### 8.1.2.2 Strane investicije u Vojvodini

Prema informacijama VIP ("Vojvodina Investment Promotion") fonda, više od 240 stranih kompanija do sada je u Vojvodini investiralo oko 6.6 milijardi evra i zaposlilo više od 67.600 ljudi. Investitorima odgovara povoljan pristup inostranim tržištima zahvaljujući sporazumima o slobodnoj trgovini: CEFTA (28,98 miliona potrošača), EFTA (12,6 miliona), Rusija (140 miliona), Turska (76,8 miliona), Belorusija (9,6 miliona), Kazahstan, status "zemlje kandidata" kao potencijalni kandidat za članstvo u Evropskoj uniji. Investitore privlači niski operativni troškovi, kvalitetna radna snaga, podsticaji za investitore kao i veliki izbor "greenfield" i "brownfield" lokacija. AP Vojvodina je, prema proceni "Financial Times", prva od 54 regiona srednje veličine po efektivnosti stranih ulaganja a četvrta među svim evropskim regionima i gradovima po istom kriterijumu.

U tabeli 44 prikazane su najznačajnije zemlje koje su investirale u Vojvodinu sa brojem kompanija, projekata, zaposenih i visinama investicija.

Tabela 44. Prikaz zemlje prema visini investicija u Vojvodinu (VIP, 2014)

Zemlja porekla	Broj kompanija	Broj projekata	Visina investicije (u milionima evra)	Broj zaposlenih
Nemačka	30	64	874,5	9.110
Francuska	17	23	742,2	4.346
Italija	36	45	635	8.339
Slovenija	37	54	581,4	8.268
Belgija	4	4	558	222

U tabeli 45 prikazani su sektori u koje je najviše investirano i u kojima je zapošljeno najviše ljudi.

Tabela 45. Prikaz kompanija prema broju zaposlenih u Vojvodinu (VIP, 2014)

Sektor	Broj kompanija	Visina investicije (u milionima evra)	Broj zaposlenih
Automobilski, metalni i mašinski sektor	97	528,6	12.868
Agrobiznis	76	2.085	11.731
Energetski sektor i naftna industrija	12	518,6	11.020
Finansijski sektor	8	1.349,7	8.691
Građevinska industrija	56	818,4	6.274

### 8.1.3 Automobilska industrija u Vojvodini

Dobar geografski položaj i razvijena transportna infrastruktura AP Vojvodine omogućavaju brz i jednostavan pristup Pan-Evropskoj mreži saobraćajnica. Neposredna blizina najvećih proizvođača automobila, poput fabrika Daimler u Kečkemetu, Audi u mađarskom Đoru, FIAT u Kragujevcu, Volkswagen u Slovačkoj, nudi raznovrsne mogućnosti za proizvođače komponenti i delova za automobilsku industriju (Slika 142).



Slika 142. Blizina najvećih proizvođača automobila

Idealna geografska lokacija za „just in time“ proizvodnju koja danas predstavlja standard u okviru „LEAN“ proizvodnje u automobilske industriji. Niski operativni troškovi sa kvalitetnom radnom snagom čine optimalan odnos između cene rada, produktivnosti i kvalitetne radne snage, što privlači sve veći broj investitora iz automobilske industrije na teritoriju Vojvodine.

Prednost blizine Univerziteta u Novom Sadu je sa svojih 40.000 studenata, a više od 11.000 studenata inženjerskih struka na Fakultetu tehničkih nauka stvara uslove za razvoj automobilske industrije. Kvalifikovana radna snaga je jedan od glavnih razloga zašto su neke od vodećih automobilskih kompanija već investirale u Vojvodini: „Bosch“, „Continental“, „Magna“, „Norma Grupa“, „Draexlmaier“, „IG Bauherhin“, „Mecaplast“, „Lames“, „Cimos“ i drugi (Slika 143) (VIP, 2014).



Slika 143. Investicije u automobilske sektor u AP Vojvodini

## 8.2 Izbor šire lokacije proizvodnog sistema

### 8.2.1 Definisane probleme izbora šire lokacije proizvodnog sistema

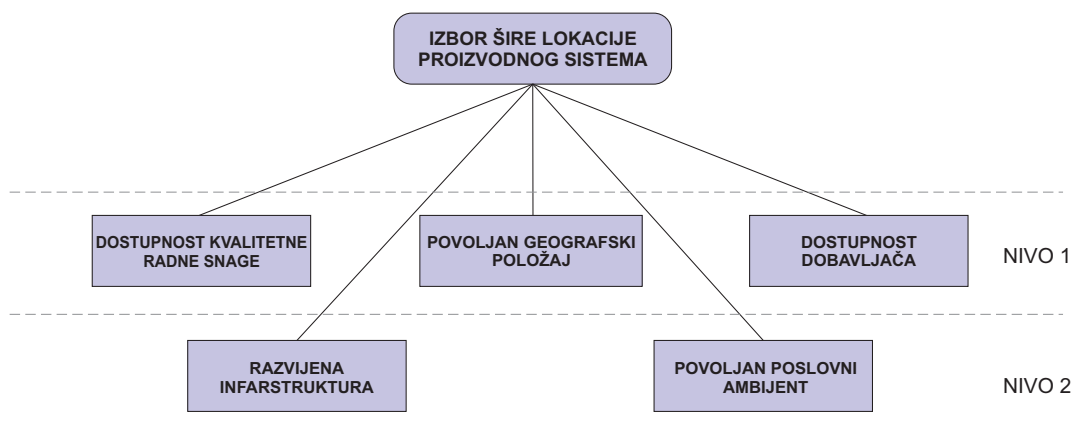
Na osnovu razvijenog modela u okviru studije slučaja definisan je problem izbora šire lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju. U uslovima individualnog odlučivanja definisani su glavni aspekti proizvodnje i ciljevi izbora nove (*“greenfield”*) lokacije.

Proizvodni program sastavljen je od velikog broja sličnih čeličnih komponenti za automobilsku industriju. Tehnološki proces proizvodnje sastoji se od operacija:

- ◆ presovanja,
- ◆ zavarivanja u dva koraka i
- ◆ montaže u dva koraka.

Glavna sirovina za proizvodnju je čelik iz železare Smederevo, a kupci se nalaze u Mađarskoj, Austriji i Slovačkoj.

Strukturiranje problema urađeno je dekomponovanjem problema odlučivanja u niz hijerarhija radi dostizanja sveukupnih ciljeva problema izbora šire lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju. Kao glavni cilj identifikovan je izbor najpogodnije šire lokacije (opštine) za proizvodni sistem. U prvoj hijerarhijskoj strukturi kao ciljevi definisani su: dostupnost kvalitetne radne snage, povoljan geografski položaj i dostupnost dobavljača. Dok su u drugoj hijerarhijskoj strukturi definisani razvijena infrastruktura i povoljan poslovni ambijent (Slika 144).



Slika 144. Strukturiranje problema izbora šire lokacije proizvodnog sistema

Na osnovu definisanja i strukturiranja problema iniciran je proces izbora lokacije proizvodnog sistema.

## 8.2.2 Definisane kriterijuma odlučivanja za izbor šire lokacije proizvodnog sistema

U okviru studije slučaja kao kriterijumi odlučivanja korišćeni su kriterijumi za izbor šire lokacije proizvodnih sistema, definisani prilikom razvoja modela (Tabela 17), koji odgovaraju postavljenim ciljevima.

## 8.2.3 Formiranje prostorne baze podataka za širu lokaciju

Za region AP Vojvodine formirana je relacionalna baza podataka na osnovu definisanih kriterijuma u modelu za izbor šire lokacije proizvodnih sistema. Podaci su prvo prikupljeni i skladišteni na računarskom disku. Nakon prikupljanja podataka pristupilo se detaljnoj analizi prikupljenih podataka i njihovoj klasifikaciji na podatke koji su validni i upotrebljivi u prostornoj analizi, i na one koji nisu dovoljnog kvaliteta za dalju upotrebu. Svi prikupljeni podaci klasifikovani su na atributske (tabelarni) podatke i geometrijske podatke.

Atributski podaci nalaze se u kvantitativnom obliku definisani jasnim brojevima u i kvalitativnom obliku opisani lingvističkim formama. Prikupljeni atributski podaci se nakon analize obrađeni i pripremljeni za unos u "excel" tabele koje su pogodne za dalju upotrebu.

Kao izvori podataka za region AP Vojvodine korišćeni su podaci:

- ◆ Republičkog zavoda za statistiku;
- ◆ Nacionalna Asocijacija za Lokalni Ekonomski Razvoj (NALED);
- ◆ Urbanizam Vojvodine;
- ◆ "Vojvodina Investment Promotion-VIP" i dr.

Baza podataka je projektovana da obezbedi efikasnu višeatributsku prostornu analizu radi izbora šire lokacije proizvodnog sistema. Atributi koji su prikupljeni za dalju analizu su (Tabela 46):

Tabela 46. Atributi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema

	Atributski podaci
1.	Broj ljudi sa završenim fakultetom i višom školom
2.	Broj ljudi sa završenom srednjom školom
3.	Broj ljudi sa osnovnom školom i manje
4.	Broj radno sposobnih

5.	Broj nezaposlenih jul 2013.
6.	Prosečne zarade
7.	Broj investicija
8.	Sertifikat povoljno poslovno okruženje
9.	Udaljenost od sirovina (min)
10.	Udaljenost od sirovina (km)
11.	Važnost puta
12.	Važnost pruge
13.	Udaljenost od luke (km)
14.	Udaljenost od aerodroma
15.	Telekomunikaciona infrastruktura (km)
16.	Koridori
17.	Značaj funkcionalnih urbanih područja (FUP)
18.	Opremljenost industrijskih zona
19.	Površina industrijske zone (ha)
20.	Stanje životna sredine
21.	Broj raspoloživih kreveta
22.	Troškovi fimarine
23.	Troškovi vode (m <sup>3</sup> )
24.	Troškovi kanalizacije (m <sup>3</sup> )
25.	Troškovi smeća (m <sup>3</sup> )

U tabelama 47 i 48, dat je prikaz baze atributskih podataka za izbor šire lokacije (opštine) proizvodnih sistema koji će biti korišćeni u daljoj analizi.



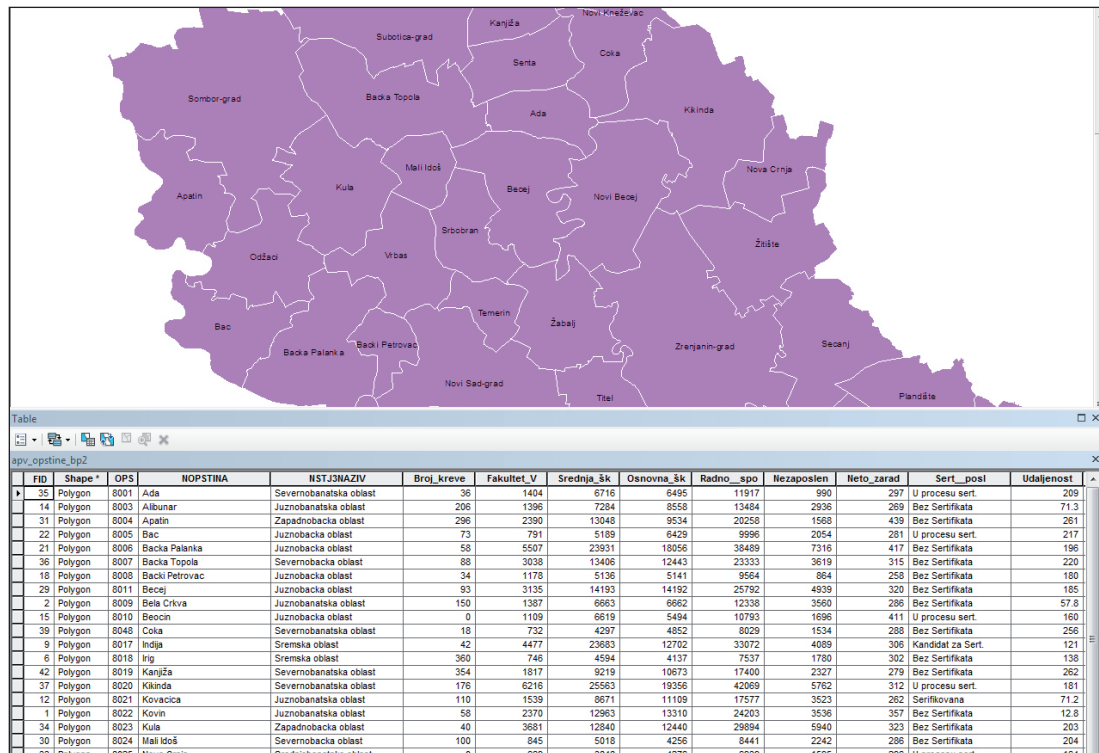
Tabela 47. Baza atributskih podataka za region AP Vojvodine (1)

OBJECT ID	OPŠTINA	Fakultet- Viša škola	Srednja škola	Osnovna škola i manje	Radno sposobni 2011	Nezaposleni 2013 jul	Neto zarade (Eur)	Cena građ z. (Eur)	Broj Investicija	Sert. poslovno okruženje	Udaljenost od sirovina (km)	Udaljenost od sirovina (min)	Važnost puta	Važnost pruge
36	Ada	1404	6716	6495	11917	990	297	4	0	U procesu sert.	209	173	Drz. put 2 reda	Lokalna pruga
15	Alibunar	1396	7284	8558	13484	2936	269	6	0	Bez Sertifikata	71.3	71	Međ. put 1 reda	Magist. pruga
32	Apatin	2390	13048	9534	20258	1568	439	12.5	1	Bez Sertifikata	261	206	Drz. put 2 reda	Magist. pruga
23	Bać	791	5189	6429	9996	2054	281	6	0	U procesu sert.	217	177	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
22	Bačka Palanka	5507	23931	18056	38489	7316	417	10	0	Bez Sertifikata	196	152	Drz. put 1 reda	Region. Pruga
37	Bačka Topola	3038	13406	12443	23333	3619	315	10	0	Bez Sertifikata	220	147	Autoput	Magist. pruga
19	Bački Petrovac	1178	5136	5141	9564	864	258	6.5	1	Bez Sertifikata	180	231	Drz. put 1 reda	Region. Pruga
30	Bečej	3135	14193	14192	25792	4939	320	6	1	Bez Sertifikata	185	146	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
3	Bela Crkva	1387	6663	6662	12338	3560	286	6	0	Bez Sertifikata	57.8	72	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
16	Beočin	1109	6619	5494	10793	1696	411	3	1	U procesu sert.	160	127	Drz. put 2 reda	Lokalna pruga
40	Čoka	732	4297	4852	8029	1534	288	5	0	Bez Sertifikata	256	182	Drz. put 1 reda	Region. Pruga
10	Indija	4477	23683	12702	33072	4089	306	6	16	Kandidat za Sert.	121	89	Autoput	Magist. pruga
7	Irig	746	4594	4137	7537	1780	302	6.6	0	Bez Sertifikata	138	102	Drz. put 1 reda	Nema Pruge
43	Kanjža	1817	9219	10673	17400	2327	279	8.5	1	Bez Sertifikata	262	187	Autoput	Region. Pruga
38	Kikinda	6216	25563	19356	42069	5762	312	10	2	U procesu sert.	181	178	Drz. put 1 reda	Region. Pruga
13	Kovačica	1539	8671	11109	17577	3523	262	3	0	Serifikovana	71.2	77	Drz. put 1 reda	Region. Pruga
2	Kovin	2370	12963	13310	24203	3536	357	5	0	Bez Sertifikata	12.8	17	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
35	Kula	3681	12840	12440	29894	5940	323	5	0	Bez Sertifikata	203	155	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
31	Malí Idoš	845	5018	4256	8441	2242	286	5.5	1	Bez Sertifikata	204	139	Autoput	Magist. pruga
34	Nova Crnja	669	3848	4276	6939	1595	296	3	0	U procesu sert.	164	168	Drz. put 1 reda	Nema Pruge
33	Novi Bečej	1580	9113	9283	16777	3023	279	6	0	U procesu sert.	196	157	Drz. put 1 reda	Region. Pruga
42	Novi Kneževac	855	4308	4456	7648	1047	324	4.5	0	Serifikovana	268	194	Drz. put 2 reda	Lokalna pruga
45	Novi Sad-grad	78315	154227	56965	234281	30512	427	30	8	Serifikovana	157	108	Autoput	Magist. pruga
27	Ođžaci	2130	14016	10190	20858	4491	334	5.3	2	Bez Sertifikata	216	166	Drz. put 1 reda	Magist. pruga
9	Opono	563	4085	4169	6920	961	299	3	0	Bez Sertifikata	78.2	91	Drz. put 2 reda	Nema Pruge
4	Pančevo	15839	57975	31859	86046	11993	436	30	1	Bez Sertifikata	42	42	Međ. put 1 reda	Lokalna pruga
1	Pečinci	1181	8164	7426	14675	1364	409	27.5	0	Bez Sertifikata	110	82	Autoput	Nema Pruge
17	Plandište	731	4627	4541	7539	1568	240	4.5	0	Bez Sertifikata	102	114	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
6	Ruma	5116	24105	17759	38764	6430	320	5	2	Serifikovana	126	92	Autoput	Magist. pruga
20	Sečanj	873	5245	5377	9177	1701	287	5	1	Bez Sertifikata	112	123	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
39	Senta	2659	9317	7986	16099	2483	381	6	3	Bez Sertifikata	250	176	Drz. put 1 reda	Region. Pruga
11	Sid	2590	13980	12863	23882	3851	362	13	0	U procesu sert.	173	116	Autoput	Magist. pruga
41	Sombor	9354	38052	27271	60213	8007	315	9.5	1	Serifikovana	243	185	Međ. put 1 reda	Magist. pruga
29	Srbobran	942	12177	6391	11166	3032	307	6.5	0	Bez Sertifikata	184	134	Autoput	Lokalna pruga
8	Sremska Mitrovica	8520	34846	25135	55217	7169	343	8	2	Kandidat za Sert.	137	95	Autoput	Magist. pruga
12	Sremski Karlovci	1241	4298	1992	6128	968	292	14	0	Bez Sertifikata	141	102	Drz. put 1 reda	Magist. pruga
5	Stara Pazova	6419	32906	16660	49073	3795	301	25	6	Kandidat za Sert.	108	79	Autoput	Magist. pruga
44	Subotica	17241	60727	42988	99226	12016	347	50	10	Kandidat za Sert.	251	164	Autoput	Magist. pruga
21	Temerin	2482	13974	7429	19936	2712	281	6	0	Bez Sertifikata	168	121	Autoput	Lokalna pruga
18	Titel	778	6271	6293	11250	1465	286	5	0	Bez Sertifikata	110	109	Drz. put 2 reda	Region. Pruga
26	Vrbas	5400	20352	10844	29614	7451	344	8.5	0	U procesu sert.	191	130	Autoput	Magist. pruga
14	Vršac	5458	21687	15891	35513	6528	430	10	4	Serifikovana	105	104	Međ. put 1 reda	Magist. pruga
24	Žabalj	1247	10909	9476	17863	4216	333	5	0	Bez Sertifikata	154	112	Drz. put 1 reda	Lokalna pruga
28	Žitište	938	5968	7632	11538	2219	332	4	0	U procesu sert.	140	140	Drz. put 1 reda	Nema Pruge
25	Zrenjanin	15995	55729	33983	85822	9512	371	14	6	Kandidat za Sert.	122	118	Drz. put 1 reda	Region. Pruga

Tabela 48. Baza atributskih podataka za region AP Vojvodine (2)

OBJEKT ID	OPŠTINA	Udaljenost od luke (km)	Udaljenost od aerodroma (km)	Telekomun. infra. (km)	Koridori	Značaj FUPA	Opremljenost Indus. zona	Indust. zone (ha)	Životna sredina	Broj kreveta	Fimarina (hiljada)	Voda m/kubni	Kanalizacija m/kubni	Smeće m/ubni
36	Ada	12.27	110.88	15.72	Bez Koridora	Van Fupa	Potpuno	150	Ugrožena	36	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
15	Alibunar	36.39	58.97	28.9	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	65.79	Kvalitetna	206	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
32	Apatin	6.37	136.19	35.85	Koridor 7	Nacionalni	Delimično	174.48	Ugrožena	296	33.7	bez podat.	bez podat.	bez podat.
23	Bač	26.72	111.1	43.2	Region. značaj	Van Fupa	Delimično	55.05	Kvalitetna	73	91.233	84.93	51.7	19.5
22	Bačka Palanka	10	90.97	87.18	Koridor 7	Medjunarodni	Delimično	343	Ugrožena	58	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
37	Bačka Topola	40.96	126.2	48.37	Koridor 10	Nacionalni	Delimično	125	Ugrožena	88	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
19	Bački Petrovac	18.062	82.21	27.8	Koridor 7	Medjunarodni	Planirana	54.8	Kvalitetna	34	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
30	Bečej	31.67	96.1	30.31	Region. koridor	Medjunarodni	Potpuno	34.14	Ugrožena	93	50	bez podat.	bez podat.	bez podat.
3	Bela Crkva	55.5	82.55	38.52	Koridor 7	Regionalni	Delimično	13.51	Veoma Kvalitetna	150	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
16	Beočin	4.387	67.35	41.45	Koridor 7	Medjunarodni	Delimično	26.4	Veoma Kvalitetna	0	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
40	Čoka	8.752	122.56	31.47	Region. koridor	Nacionalni	Planirana	119.5	Ugrožena	18	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
10	Indija	29.54	35.7	59.21	Svi koridori	Mega	Potpuno	785.13	Ugrožena	220	10.9	bez podat.	bez podat.	bez podat.
7	Irig	18.63	47.65	15.36	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	162	Veoma Kvalitetna	362	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
43	Kaniža	18.52	139.9	56	Koridor 10	Nacionalni	Delimično	43.86	Ugrožena	354	112.134	77.45	67.48	14.52
38	Kikinda	29.8	110.36	45.82	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	168	Degradirana	176	70.5	106.92	102.59	14.52
13	Kovačica	30.72	44.27	27.2	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	103	Kvalitetna	110	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
2	Kovin	29.14	55.89	68.7	Koridor 7	Nacionalni	Delimično	30	Ugrožena	58	50	115.68	57.84	23.3
35	Kula	37.45	115.1	26.87	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	19.05	Ugrožena	40	106.284	105.7	26.26	12.9
31	Mali Idoš	41.07	109.2	34.92	Koridor 10	Nacionalni	Delimično	40	Ugrožena	10	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
34	Nova Crnja	50.7	100.95	20	Bez Koridora	Nacionalni	Delimično	182.9	Ugrožena	0	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
33	Novi Bečej	31.96	92.1	18.68	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	94.2	Ugrožena	80	64.284	bez podat.	bez podat.	bez podat.
42	Novi Kneževac	17.68	139.65	19.45	Region. koridor	Van Fupa	Bez podataka	0	Ugrožena	0	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
45	Novi Sad-grad	2.15	62.25	159.68	Svi koridori	Medjunarodni	Potpuno	74.624	Degradirana	1715	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
27	Ođžaci	10	114.53	35.52	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	237.12	Ugrožena	46	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
9	Opovo	29.67	33.28	15.9	Bez Koridora	Mega	Planirana	22.475	Kvalitetna	34	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
4	Pančevo	8.51	34.39	98.39	Koridor 7	Nacionalni	Delimično	149.53	Degradirana	233	81	bez podat.	bez podat.	bez podat.
1	Pećinci	34.95	24.43	18.35	Koridor 10	Mega	Delimično	900	Kvalitetna	0	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
17	Plandište	55.96	75.73	18.43	Region. koridor	Regionalni	Delimično	42.55	Ugrožena	0	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
6	Ruma	18.31	38.51	56.23	Koridor 10	Mega	Delimično	282	Degradirana	97	100	93.95	29.96	8.53
20	Sečanj	58.66	70.29	0	Region. koridor	Nacionalni	Bez podataka	0	Kvalitetna	36	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
39	Senta	10	122.94	13.11	Region. koridor	Nacionalni	Potpuno	163	Ugrožena	102	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
11	Šid	31.85	88.67	67.32	Koridor 10	Nacionalni	Bez podataka	0	Ugrožena	60	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
41	Sombor	21.46	144.77	90.93	Koridor 7	Nacionalni	Potpuno	308.75	Ugrožena	152	54	95.34	95.34	3.1
29	Srbobran	32.96	92.6	13.58	Koridor 10	Medjunarodni	Delimično	61.48	Ugrožena	20	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
8	Sremska Mitrovica	8.81	64.1	52.95	Koridor 7	Nacionalni	Potpuno	520	Degradirana	109	63.8	71.28	37	6.5
12	Sremski Karlovci	13.57	49.81	2.24	Koridor 7	Medjunarodni	Bez podataka	0	Kvalitetna	164	100	bez podat.	bez podat.	bez podat.
5	Stara Pazova	27.43	20.79	45.65	Svi koridori	Mega	Delimično	374	Ugrožena	222	100	89.81	39.28	22.67
44	Subotica	38.9	144.5	132.16	Koridor 10	Nacionalni	Potpuno	86	Degradirana	595	7.523	97.29	59.25	bez podat.
21	Temerin	18.15	76.05	1.56	Koridor 10	Medjunarodni	Delimično	870	Ugrožena	20	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
18	Titel	29.1	48.65	36.3	Koridor 7	Medjunarodni	Bez podataka	0	Ugrožena	120	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
26	Vrbas	31.41	94.71	66.71	Koridor 10	Medjunarodni	Potpuno	488.375	Degradirana	105	bez podat.	bez podat.	bez podat.	bez podat.
14	Vršac	57	82	33.42	Region. koridor	Regionalni	Planirana	27	Veoma Kvalitetna	200	80	124.29	88.57	15.21
24	Žabalj	25.14	67.9	2.86	Region. koridor	Medjunarodni	Bez infra.	42	Ugrožena	0	50	101.51	bez podat.	bez podat.
28	Žitište	57.84	84.85	22.86	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	18	Ugrožena	0	72	58.4	58.4	4.61
25	Zrenjanin	47.24	59.85	103.94	Region. koridor	Nacionalni	Delimično	200	Degradirana	278	125	59	45	6.82

Prikupljeni atributski podaci nakon unosa u "excel" sačuvani su "xlsx" datoteke kao takvi pridruženi prostornim podacima opcijom "JOIN" u "ArcMapu", (Slika 145).

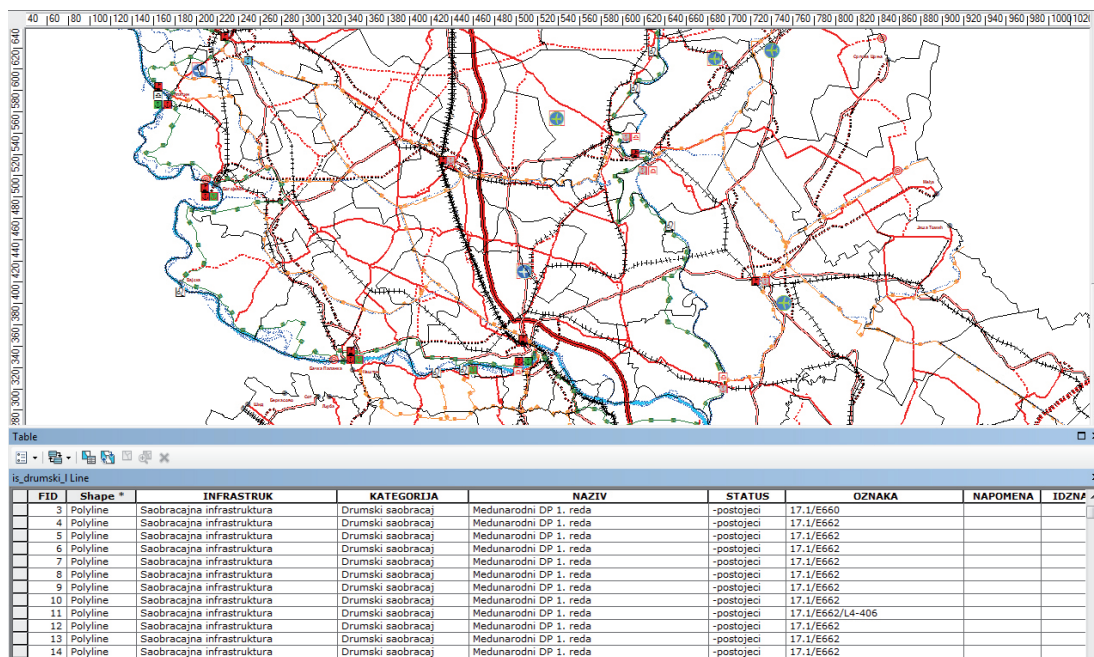


Slika 145. Prikaz prostorne baze podataka za AP Vojvodini

Prikupljeni geometrijski podaci odnose se na infrastrukturne podatke predstavljenih u obliku tačaka linija i poligona u različitim koordinatnim sistemima i različitim ekstenzijama. Glavni izvor prikupljenih infrastrukturnih prostornih podataka predstavlja Regionalni prostorni plan Vojvodine (Slika 146) i to:

- ◆ Drumski saobraćaj
- ◆ Železnički saobraćaj
- ◆ Vodni saobraćaj
- ◆ Vazdušni saobraćaj
- ◆ Telekomunikaciona infrastruktura
- ◆ Elektroenergetska infrastruktura
- ◆ Gasna infrastruktura

Prostorni podaci su analizirani i transformisani u svetski koordinatni sistem "WGS84". Nakon transformacije podaci su konvertovani u KML format koji je "Google EART" format pogodan za dalju analizu metodom skringa odnosno skeniranja terena.



Slika 146. Prikaz Infrastrukturnih podataka za AP Vojvodinu (RPP APV, 2011)

## 8.2.4 Skrininig šire lokacije

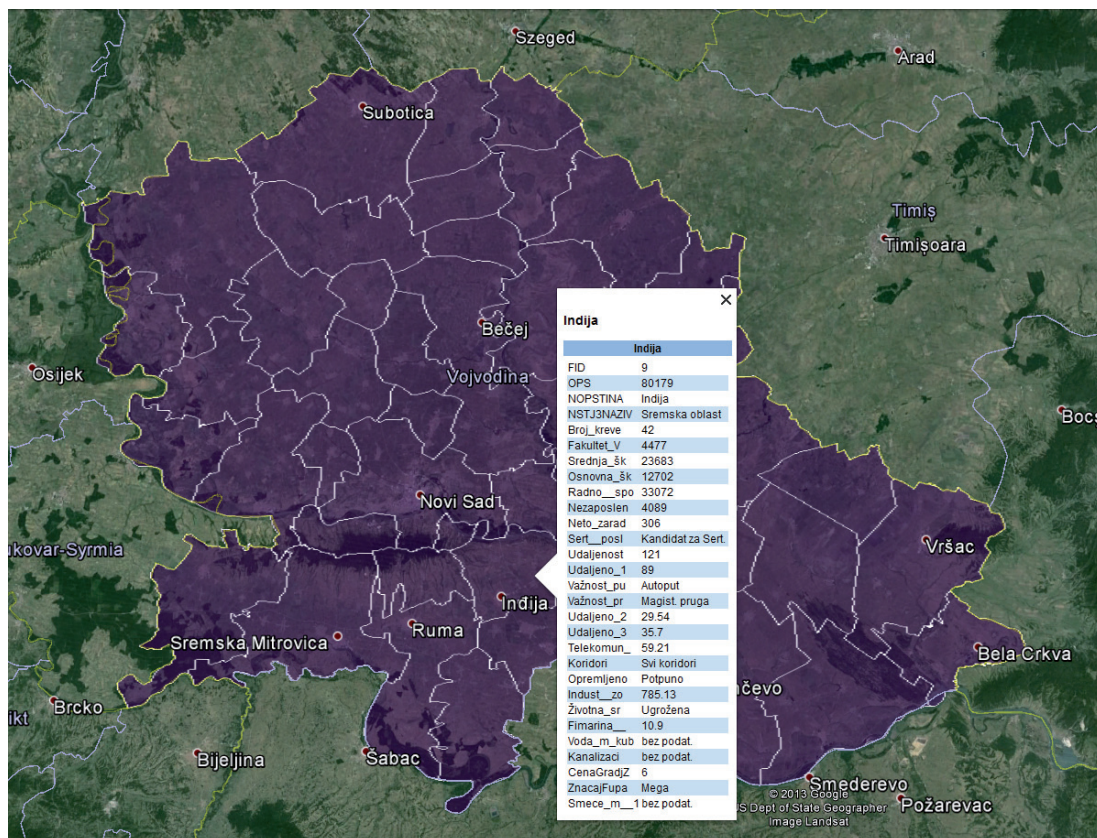
Skrining (skeniranje terena) AP Vojvodine urađen je pomoću razvijenog geografskog informacionog sistema za podršku u odlučivanju. Proces skrininga AP Vojvodine obavljen je u tri faze:

- ♦ Generisanje alternativa;
- ♦ Skrininig infrastrukture AP Vojvodine i
- ♦ Skrininig životne sredine AP Vojvodine.

### 8.2.4.1 Generisanje alternativa

Autonomna Pokrajina Vojvodina ima 45 opština koje predstavljaju potencijalne šire lokacije (alternative) za proizvodni sistem. U procesu generisanja alternativa analizirani su podaci o raspoloživoj radnoj snazi, geografskom položaju, građevinskom zemljištu, infrastrukturnoj opremljenosti, komunalnim troškovima itd (Slika 147).

Na osnovu detaljne analize zaključeno je da postoje velike razlike u razvijenosti opština naročito u pogledu infrastrukture, ali da sve opštine ispunjavaju osnovne uslove za razvoj proizvodnog sistema.



Slika 147. Generisanje alternativa u regionu AP Vojvodine

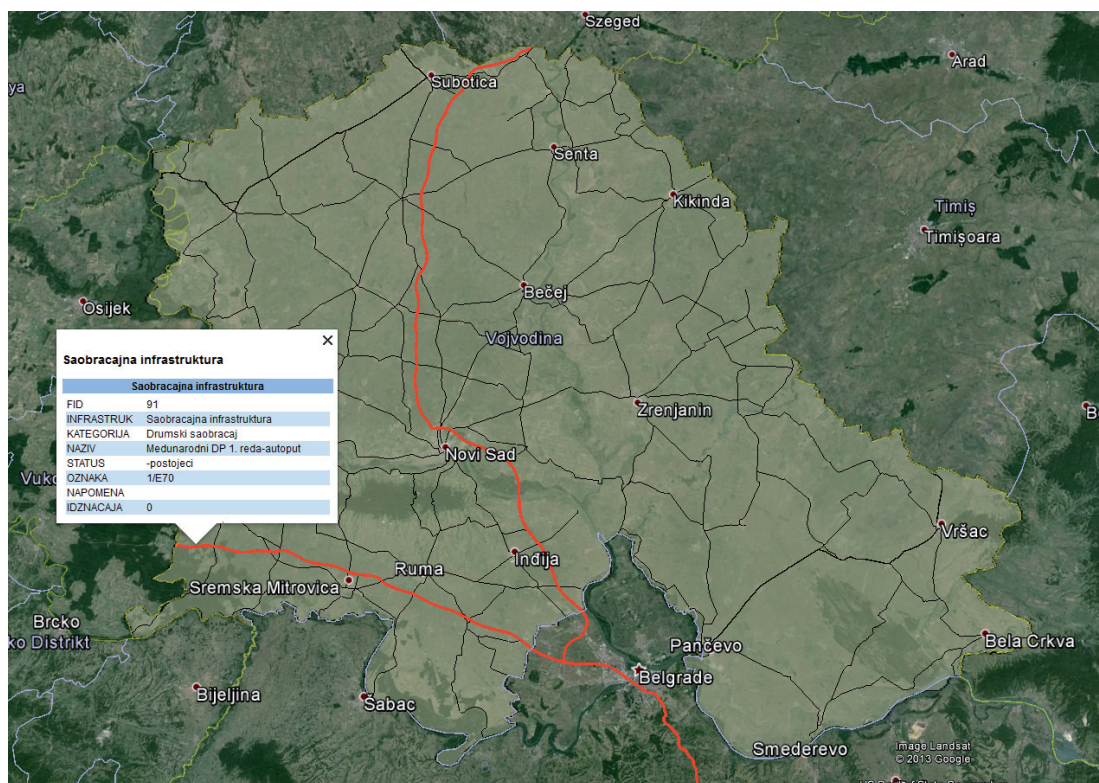
## 8.2.4.2 Skrining infrastrukture AP Vojvodine

AP Vojvodina ima povoljan saobraćajni položaj, s obzirom da se kroz njenu teritoriju prostiru evropski koridori 10 i koridor 7. Pored toga, kroz teritoriju AP Vojvodine prolazi i nekoliko međunarodnih putnih i železničkih pravaca. Preko reke Dunav kao međunarodnog plovnog puta, odnosno koridora 7, AP Vojvodina i Srbija imaju pristup otvorenom moru. AP Vojvodina ima dobru unutrašnju povezanost saobraćajnom mrežom drumskih, železničkih i plovnih puteva između gradova i naselja na njenoj teritoriji kao i sa gradovima i naseljima drugih regiona Republike Srbije i regionima susjednih država.

### 8.2.4.2.1 Drumski saobraćaj

Preko teritorije AP Vojvodine trasirana su dva puta međunarodnog značaja A klase, odnosno TEM putevi (“*Trans European Motorways*”) i to E-75 Vardo (Norveška) – Krit (Grčka) i E-70 La Korunja (Španija) – Poti (Gruzija), kao i put međunarodnog značaja B klase E662 Osijek – Sombor – Subotica. Ovi putevi spadaju u kategoriju državnih puteva prvog reda.

Dužina DP I reda br.2 (E-75) kroz Vojvodinu iznosi 191 km, DP I reda br. 1 (E-70) kroz Vojvodinu iznosi 168 km (87 km autoput), a međunarodni drumski pravac B klase kroz AP Vojvodinu je E-662 (DP I reda br.17.1) Subotica – Sombor – Osijek, u dužini od 100 km (Slika 148).



Slika 148. Drumski saobraćaj AP Vojvodine

Dužina putne mreže prema rangu puta prikazana je u tabeli 5. Ukupna dužina putne mreže u AP Vojvodini je 8771,31 km.

Tabela 49. Dužina putne mreže prema rangu puta ( RPP APV, 2011)

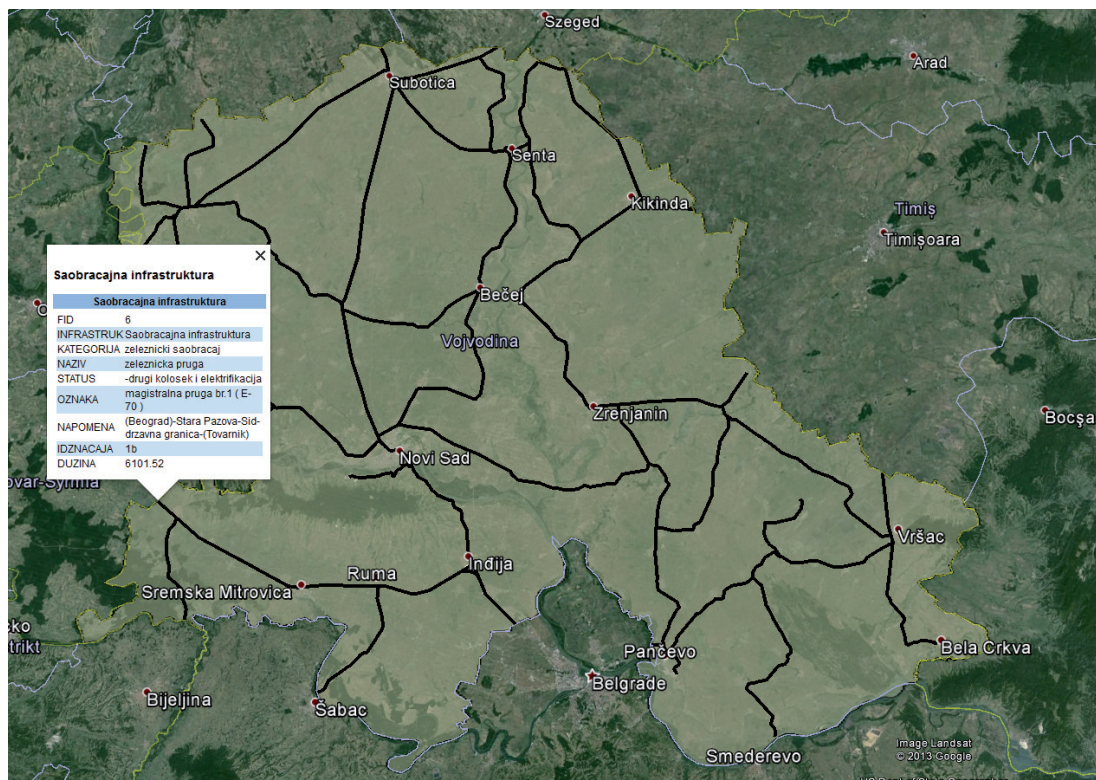
Rang puta	Međunar. magistralni	DP I reda	DP II reda	Opštinski - lokalni	Nekategorisani
Dužina u km	432,87	1135,58	1759,61	2268,20	3175,04

#### 8.2.4.2.2 Železnički saobraćaj

AP Vojvodinu presecaju se tri značajne magistralne evropske pruge: Budimpešta – Subotica – Novi Sad – Beograd – Niš, sa krakom Niš – Skoplje – Solun – Atina (E-85); Pariz – Torino – Milano – Trst – Ljubljana – Zagreb – Šid – Beograd – Niš – Sofija – Istanbul (E-70) i Beograd – Vršac – Temišvar (E-66) sa vezom za železničkim pravcem

E-51 prema Bukureštu i Odesi. Ukupna dužina pruga u AP Vojvodini iznosi 1.735,50 km (Slika 149).

U lošem tehničkom stanju je 283,40 km pruga, nosivosti od 12 i 14 t/osovini. Minimum tehničkih uslova za obavljanje saobraćaja ispunjava 739,80 km pruga čija je nosivost od 16 i 18 t/osovini. Zadovoljavajuće uslove za odvijanje putničkog i teretnog saobraćaja ima 712,3 km pruga nosivosti od 20 i 22,5 t/osovini. Jedna trećina pruga je elektrificirana, dok su sve ostale neelektrificirane. Pojedine pruge su van funkcije (obustavljen je saobraćaj), dok su pojedine pruge i industrijski koloseci demontirani.

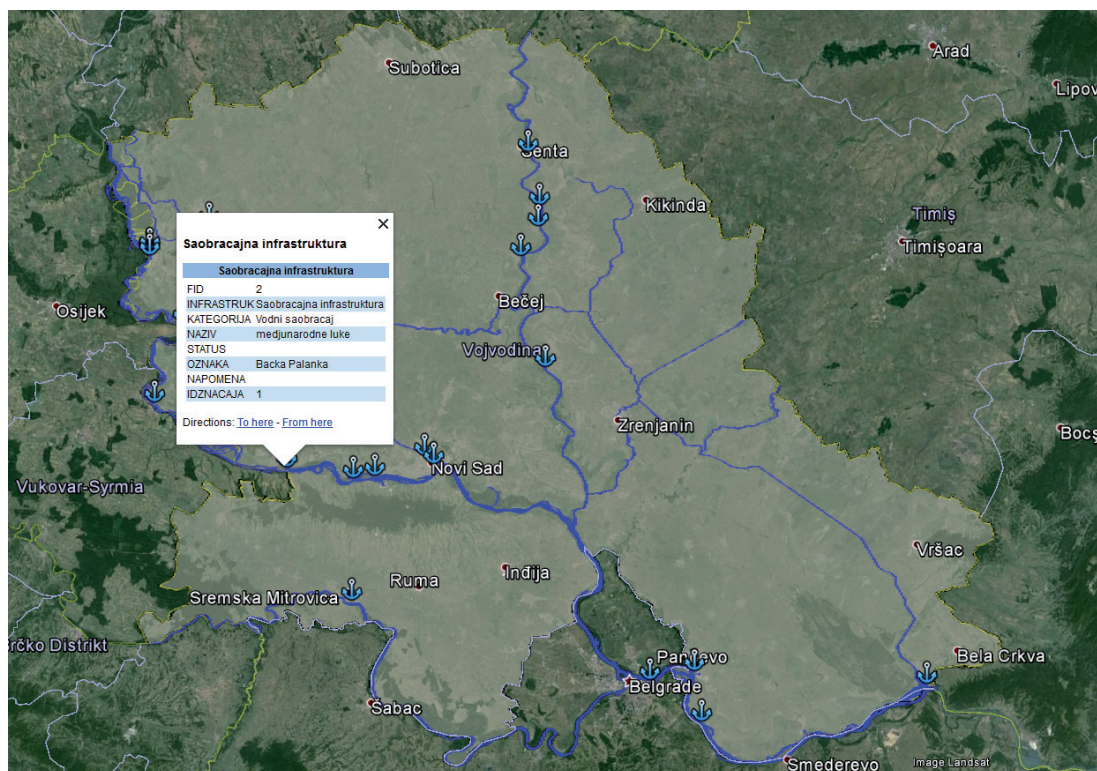


Slika 149. Železnički saobraćaj AP Vojvodine

#### 8.2.4.2.3 Vodni saobraćaj

Sistem vodnog saobraćaja na teritoriji AP Vojvodine čine reke Dunav, Sava i Tisa, kao i mreža plovnih kanala u okviru Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (DTD). Ukupna dužina plovnih puteva iznosi oko 1677 km, od čega je 1036 km visokokategorizovanog plovnog puta.

U Vojvodini se plovidba odvija na Dunavu (od 1433 km do 1071 km-na ušću Nere), Tisi (od km 0 do km 164), Savi (od km 0 do km 211), kao i po kanalima Hidrosistema DTD. Dunav na kompletnoj deonici kroz našu zemlju zadovoljava kategoriju VII međunarodne klasifikacije plovnih puteva. Tisa je kategorije Va, do brane kod Novog Bečeja, a uzvodno kategorije IV. Reka Sava je takođe kategorije IV (Slika 150).



Slika 150. Vodni saobraćaj AP Vojvodine

Mrežu plovnih puteva u AP Vojvodini, prema režimu plovidbe, čine:

- ◆ međunarodni vodni put, kojem pripada Dunav, a saglasno odredbama Dunavske komisije važi međunarodni režim plovidbe, što znači da Dunavom mogu ploviti brodovi svih zastava;
- ◆ međunarodni vodni put reke Save kao i reke Dunav otvoren je za međunarodnu plovidbu (slobodna za međunarodnu plovidbu svih zastava);
- ◆ međudržavni vodni put, kome pripadaju Tisa i Begej. Na ovim plovnim putevima prava plovidbe imaju samo dve zemlje koje te tokove povezuju - Srbija i Mađarska, odnosno, Srbija i Rumunija);
- ◆ Državni vodni put, koji obuhvataju plovne kanale i reke, u sastavu DTD.

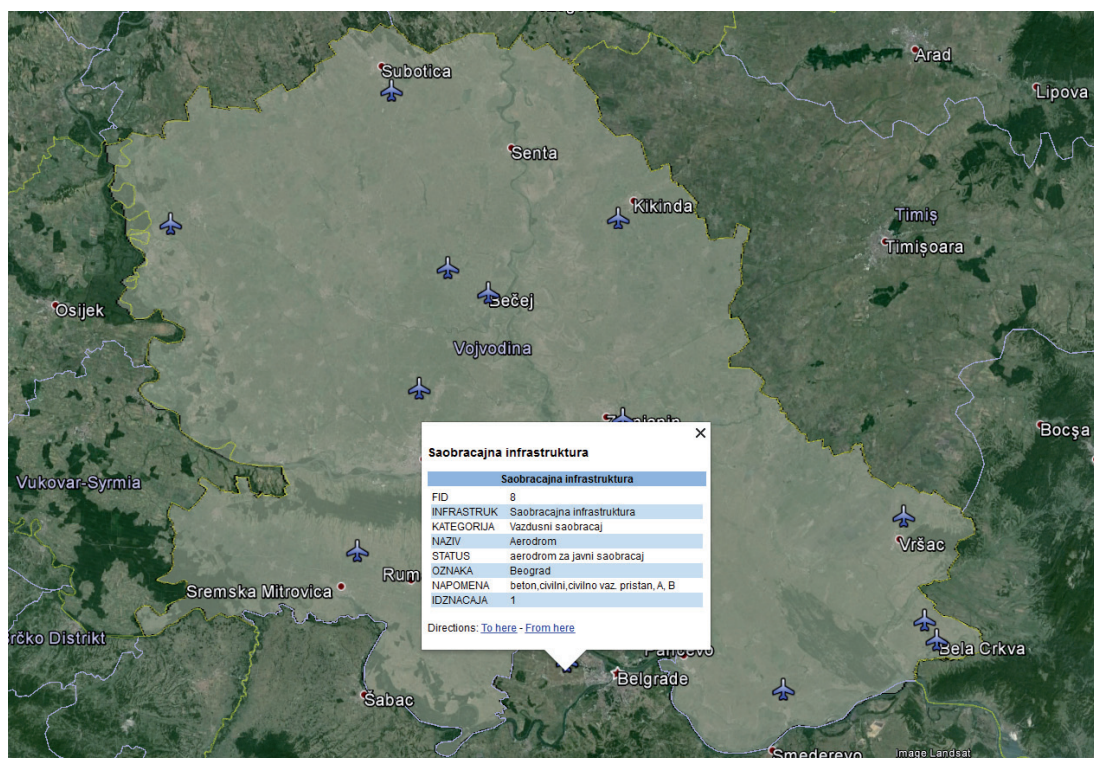
Izgradnja Hidrosistema ima posebno veliki značaj za plovidbu. Povezanost svih kanala sa Tisom i Dunavom, njihova dovoljna dubina i širina, omogućuju plovidbu i povezanost svih značajnijih centara u Bačkoj i Banatu sa mrežom plovnih puteva u Evropi. U okviru hidrosistema DTD ima ukupno 600 km plovnih kanala, od čega je oko 330 km plovno za teretnjake od 1000 t nosivosti.



#### 8.2.4.2.4 Vazdušni saobraćaj

U AP Vojvodini postoji civilni aerodrom u Vršcu sa asfaltnom pistom dužine 1000 m i širine 25 m, vazdušna pristaništa u: Sremskoj Mitrovici, Novom Sadu, Bečeju, Zrenjaninu, Beloj Crkvi, Kikindi i Subotici, kao i vojni aerodromi Sombor, Kovin i Bela Crkva.

Samo aerodrom u Vršcu ima određene mogućnosti za međunarodni vazdušni saobraćaj. Ostala letilišta koriste se za sportske i delimično za određene privredne aktivnosti. U većini slučajeva za potrebe vazdušnog transporta koristi se međunarodni aerodrom u Beogradu koju se nalaz i 80 km od Novog Sada (Slika 151).



Slika 151. Vazdušni saobraćaj AP Vojvodine

#### 8.2.4.2.5 Multimodalni saobraćaj

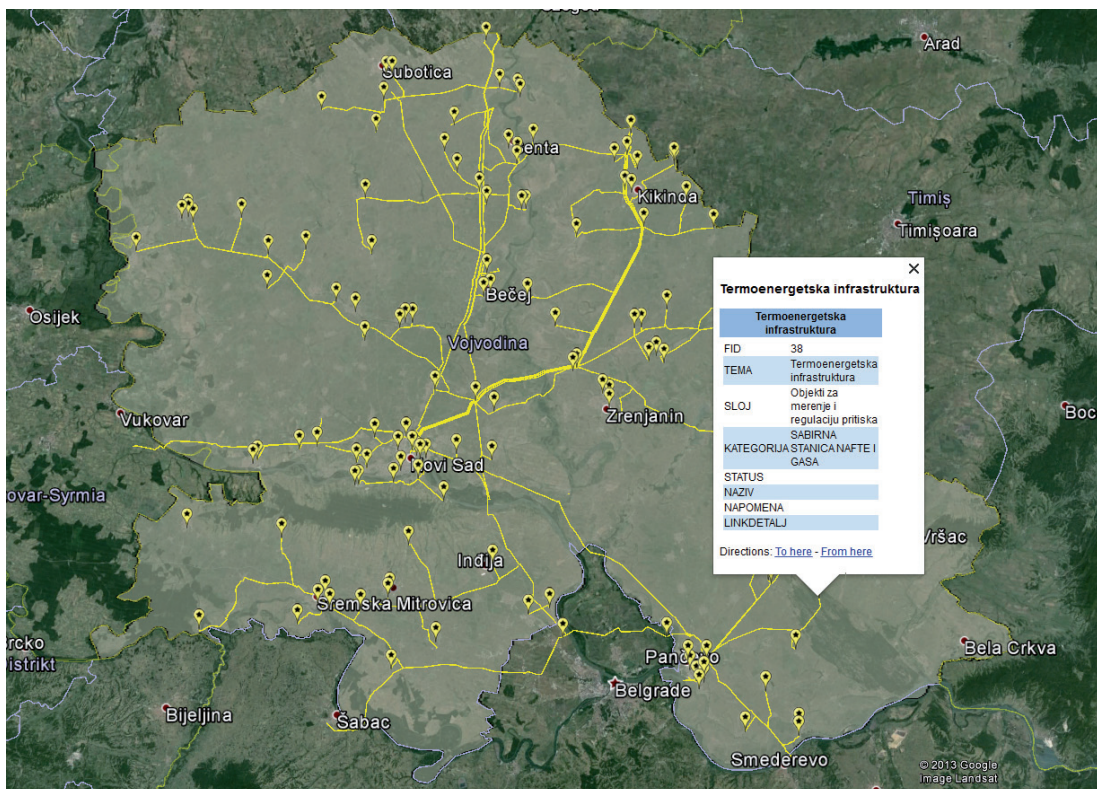
U AP Vojvodini postoje kontejnerski terminali u lukama Novi Sad, Pančevo i Senta. Kontejnerski terminal u luci Novi Sad je manjeg kapaciteta, sa skladišnim prostorom za 12 TEU/h. Saobracajna infrastruktura terminala omogućava pretovar kontejnera iz plovila, sa železničkih kola i sa drumskih vozila. Pretovarni podsistem obuhvata rešetkastu dizalicu nosivosti 50 t, i skladišni podsistem površine 4800 m<sup>2</sup>. Postoji i podsistem za tehničko održavanje i opravku kontejnera kao i prostor namenjen za punjenje i pražnjenje kontejnera.

Kontejnarski terminal u luci Pančevo je kapaciteta 50 TEU/h. Saobraćajna infrastruktura terminala omogućava pretovar kontejnera iz plovila, sa železničkih kola i sa drumskih vozila. Pretovarni podsistem obuhvata samohodnu mosnu dizalicu za pretovar kontejnera nosivosti 50 t i skladišni podsistem površine 21000 m<sup>2</sup>. Postoji i podsistem za tehničko održavanje i opravku kontejnera, kao i prostor za pakovanje (punjenje i pražnjenje) kontejnera.

Kontejnarski terminal u luci Senta ima kransku dizalicu nosivosti 25 t i skladišni prostor površine 18.000 m<sup>2</sup>.

#### 8.2.4.2.6 Gasna infrastruktura

Prirodni gas se obezbeđuje iz domaće proizvodnje i uvozom iz Rusije. Transportni sistem Srbije je jedinstven. Ukupna dužina distributivnog sistema srednjeg pritiska je oko 1217 km, a niskog pritiska je 9580 km. Gas se koristi u 38 jedinica lokalne samouprave (Slika 152).



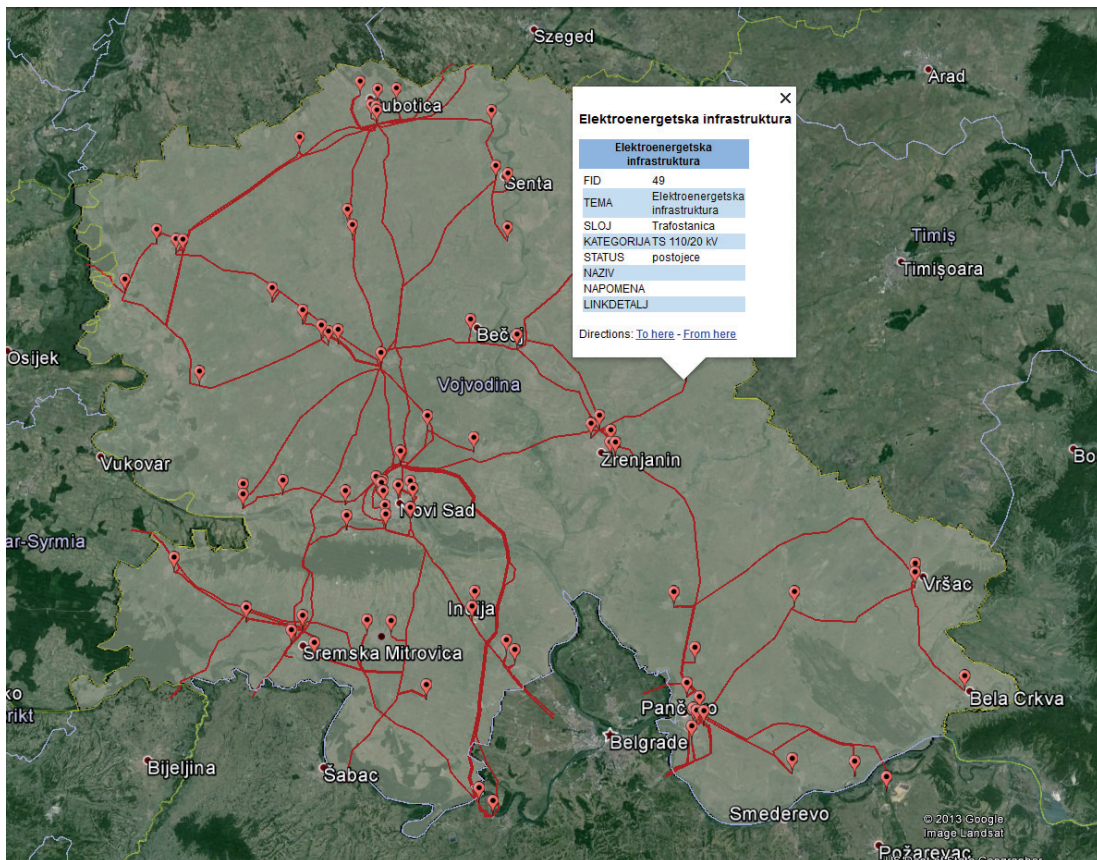
Slika 152. Gasna infrastruktura AP Vojvodine

### 8.2.4.2.7 Elektroenergetska infrastruktura

Elektroenergetski prenosni sistem AP Vojvodine čini prenosni sistem električne energije naponskog nivoa od 400 kV, 220 kV i 110 kV, kao i značajne prenosne interkonektivne veze (400 kV, odnosno 110 kV naponskog nivoa), prema Mađarskoj, Rumuniji, Hrvatskoj i BiH, energetske objekti za transformaciju napona (transformatori 400/H kV, 220/H kV, 110/H kV), telekomunikacioni sistem, informacioni sistem i druga infrastruktura neophodna za funkcionisanje elektroenergetskog sistema AP Vojvodine. Ukupna dužina dalekovoda 110-400 kV iznosi 2152,78km, a ukupna instalisana snaga u transformatorskim stanicama 110/h, 220/h i 400/h kV, 2970 MVA.

Distributivna mreža obuhvata elektroenergetsku mrežu naponskog nivoa do 110 kV, odnosno mrežu 1 kV, 10 kV, 20 kV i 35 kV i trafostanice 10(20)/0,4 kV, 35/h kV i 110/h kV.

Na području AP Vojvodine ima 67 postrojenja 110/h kV, od kojih su 59 u sastavu distributivne mreže, a ostalih 8 pripadaju Železnici, Elektromreži Srbije i direktnim potrošačima Rudnik Kovin, Azotara, Pančevo, LBFC Beočin. U distributivnoj mreži na području AP Vojvodine ima ukupno 14 transformatorskih stanica 110/35 kV sa 22 transformatora i 44 transformatorskih stanica sa 78 transformatora (Slika 153).



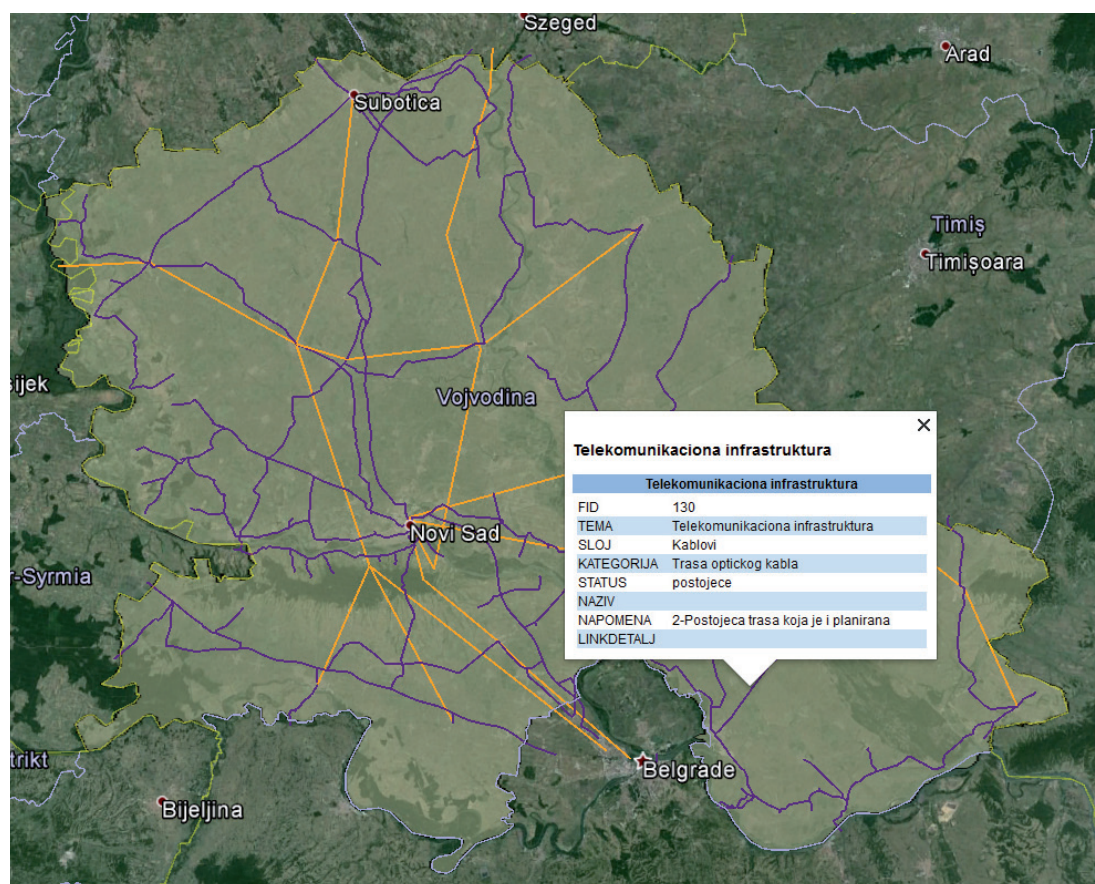
Slika 153. Elektroenergetska infrastruktura AP Vojvodine

### 8.2.4.2.8 Telekomunikaciona infrastruktura

Srbija se po razvijenosti telekomunikacione infrastrukture svrstava u prvih 50 zemalja u svetu (Slika 154). Na području AP Vojvodine postoji izgrađena mreža optičkih kablova za nadzor i upravljanje postojećim transportnim sistemima sirove nafte do rafinerija. Ovaj sistem je povezan sa optičkim kablom u Republici Hrvatskoj koji koristi hrvatski operater transportnog sistema za transport sirove nafte JANAF, što pruža mogućnost regionalnog povezivanja. Trasa kroz Hrvatsku ide od Omišlja na Krku, preko Siska do Virja na sever ka Mađarskoj i Austriji i od Siska na istok preko Slavenskog Broda i Sotina do Dunava, ispod koga se spaja sa sistemom JP Transnafta Pančevo.

U većim gradskim centrima, kao i u velikom broju manjih (sve do seoskih naselja), u proteklom periodu su obezbeđeni savremeni digitalni komunikacioni sistemi, čime je postignuto znatno povećanje kapaciteta mreže, obezbeđenje visokog kvaliteta, pouzdanosti i raspoloživosti, kao i uvođenje savremenih usluga elektronskih komunikacija (širokopoljasni servisi).

Na većem delu prostora AP Vojvodine putem radio prenosa, manjim delom optičkim kablovima, uvedene su usluge mobilne telekomunikacije, izgradnjom radio-relejnih i baznih radio-stanica.



Slika 154. Telekomunikaciona infrastruktura AP Vojvodine

### 8.2.4.3 Skrining životne sredine AP Vojvodine

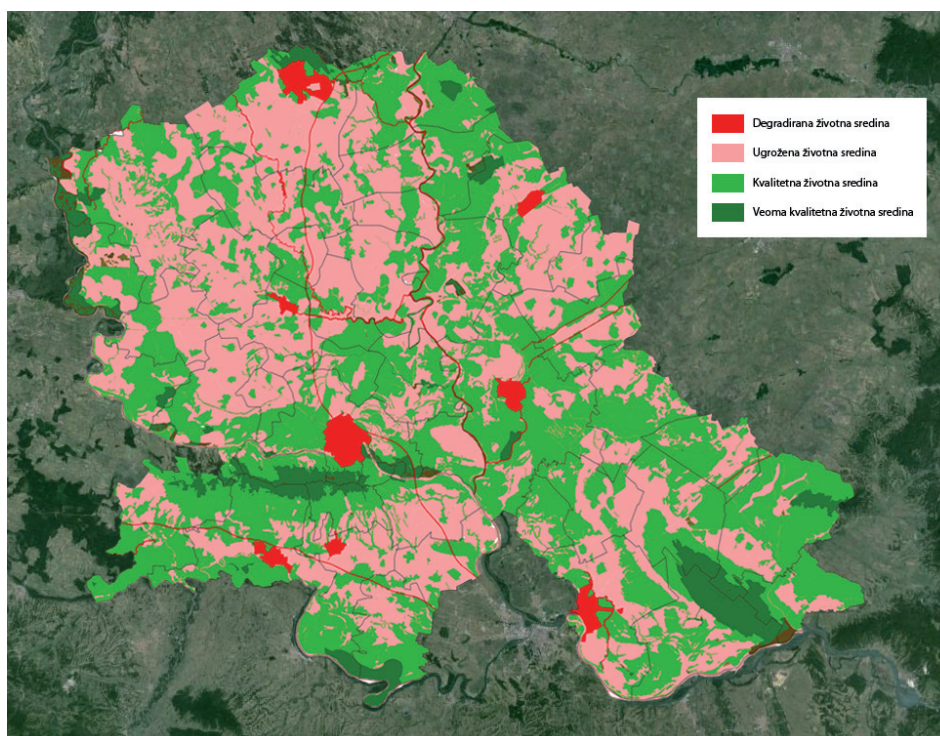
Teritorija AP Vojvodine je prostorno izdiferencirana je na četiri kategorije životne sredine ( RPP APV, 2011 ) (Slika 155):

**1. Područja sa lokalitetima degradirane životne sredine** (lokaliteti sa prekoračenjem graničnih vrednosti zagađivanja, urbana područja, područja otvorenih kopova lignita, jalovišta, regionalne deponije, termoelektrane, koridori autoputeva, vodotoci IV “van klase”) sa negativnim uticajima na čoveka, biljni i životinjski svet i kvalitet života.

**2. Područja ugrožene životne sredine** (lokaliteti sa povremenim prekoračenjem graničnih vrednosti, suburbane zone naselja najugroženijih područja iz I kategorije, seoska i vikend naselja, turističke zone sa prekomernim opterećenjem prostora, područja eksploatacije mineralnih sirovina, državni putevi I i II reda, železničke pruge, velike farme, zone intenzivne poljoprivrede, poljoprivredne voćarske i vinogardarske zone, aerodromi, rečna pristaništa, vodotoci III klase) sa manjim uticajima na čoveka, živi svet i kvalitet života.

**3. Područja kvalitetne životne sredine** (šumska područja, turističke zone kontrolisanog razvoja, područja sa prirodnom degradacijom, livade i pašnjaci, lovna i ribolovna područja, vodotoci II klase) sa preovlađujućim pozitivnim uticajima na čoveka, živi svet i kvalitet života.

**4. Područja veoma kvalitetne životne sredine** (područja zaštićenih prirodnih dobara, močvarna područja, područja zaštićena međunarodnim konvencijama, vodotoci I klase) u kojima dominiraju pozitivni uticaji na čoveka i živi svet.

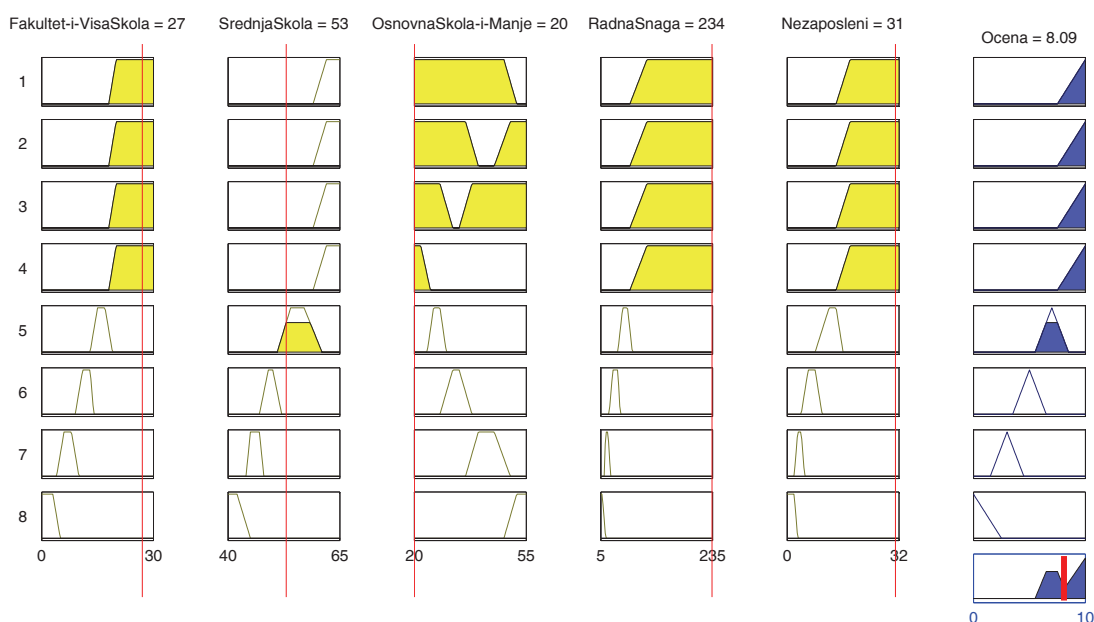


Slika 155. Životna sredina AP Vojvodine

## 8.2.5 Fazi analiza kriterijuma odlučivanja za izbor šire lokacije proizvodnih sistema

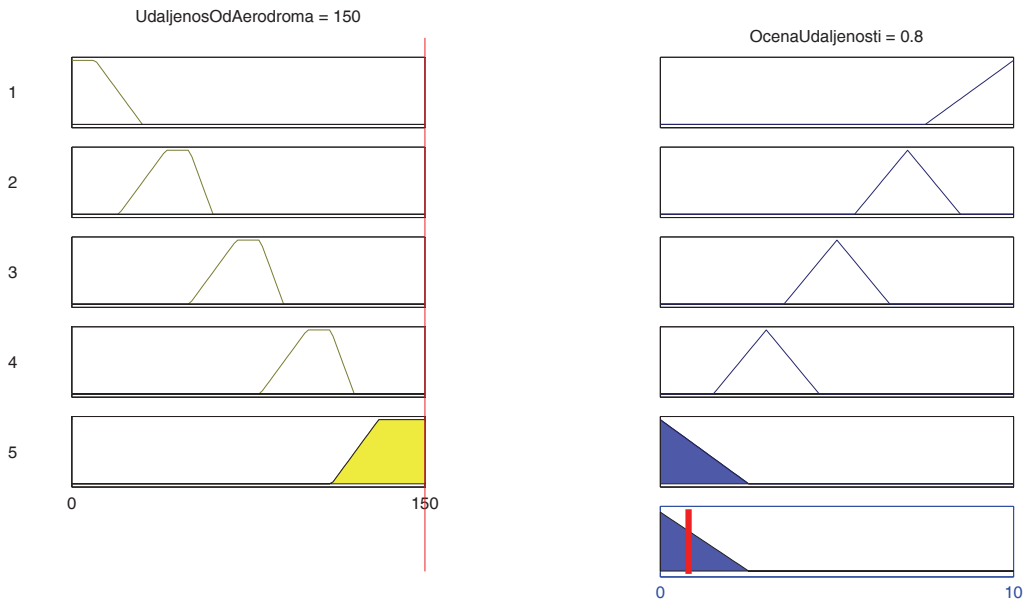
Na osnovu razvijenog ekspertnog sistema, za sve kriterijume odlučivanja u izboru šire lokacije proizvodnih sistema definisani su fazi sistemi zaključivanja na osnovu kojih su integrisani podaci u kriterijume. Dobijene vrednosti za petnaest kriterijuma odlučivanja standardizovane su u opsegu od 0 do 10 za svih četrdeset pet lokacija i prikazane u tabeli 50.

Za kriterijum **dostupnost kvalitetne radne snage** definisane su pripadajuće funkcije za pet promenljivih i osam pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 156).



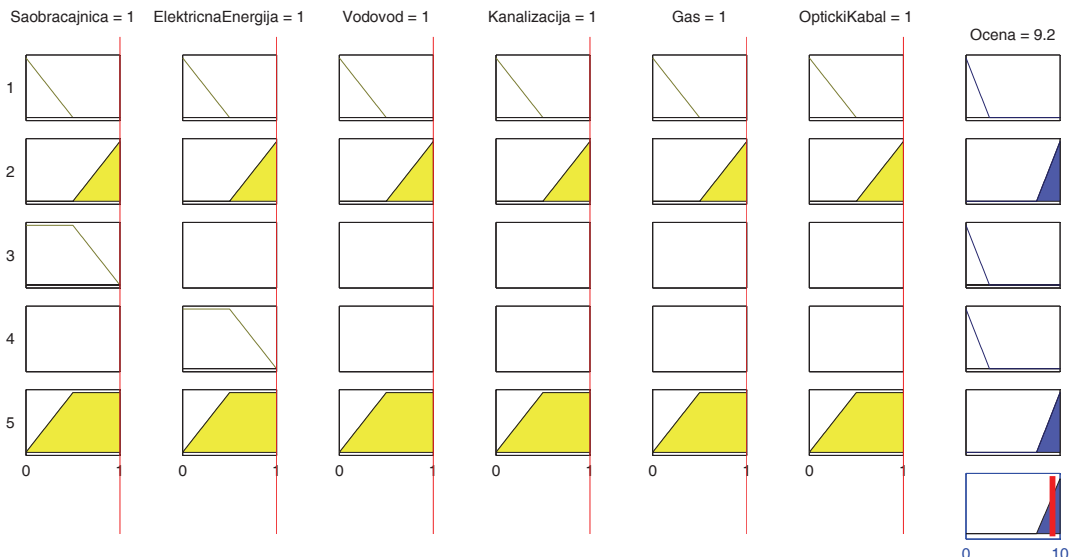
Slika 156. Primer rezultata fazi analize kriterijuma dostupnost kvalitetne radne za Novi Sad

Za kriterijum **cena radne snage** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 157).



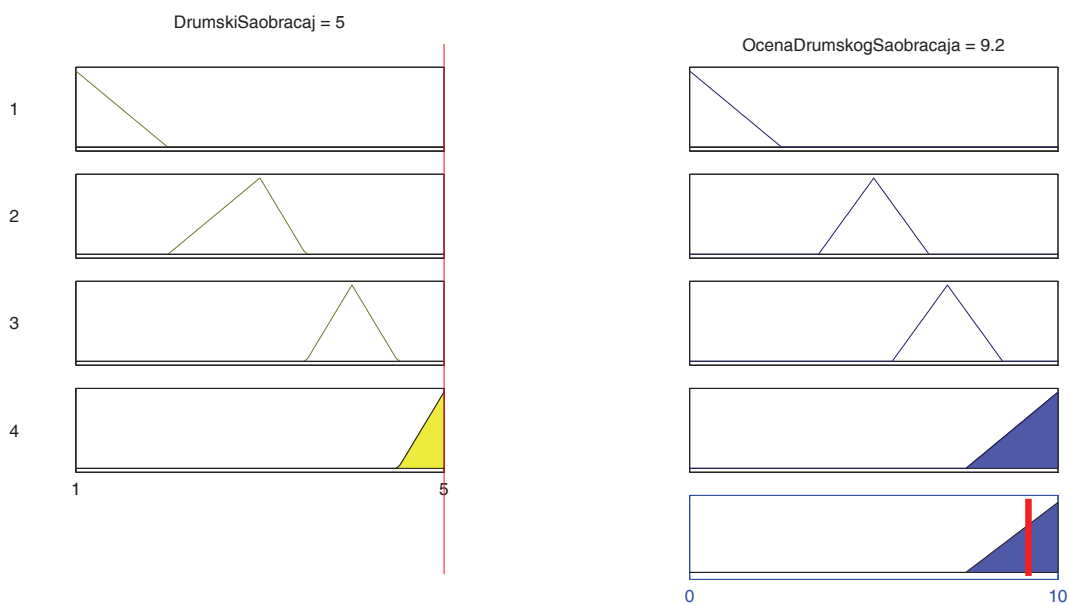
Slika 157. Primer rezultata fazi analize kriterijuma cena radne snage za Bački Petrovac

Za kriterijum **geografski položaj opštine** definisane su pripadajuće funkcije za dve promenljive i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 158).



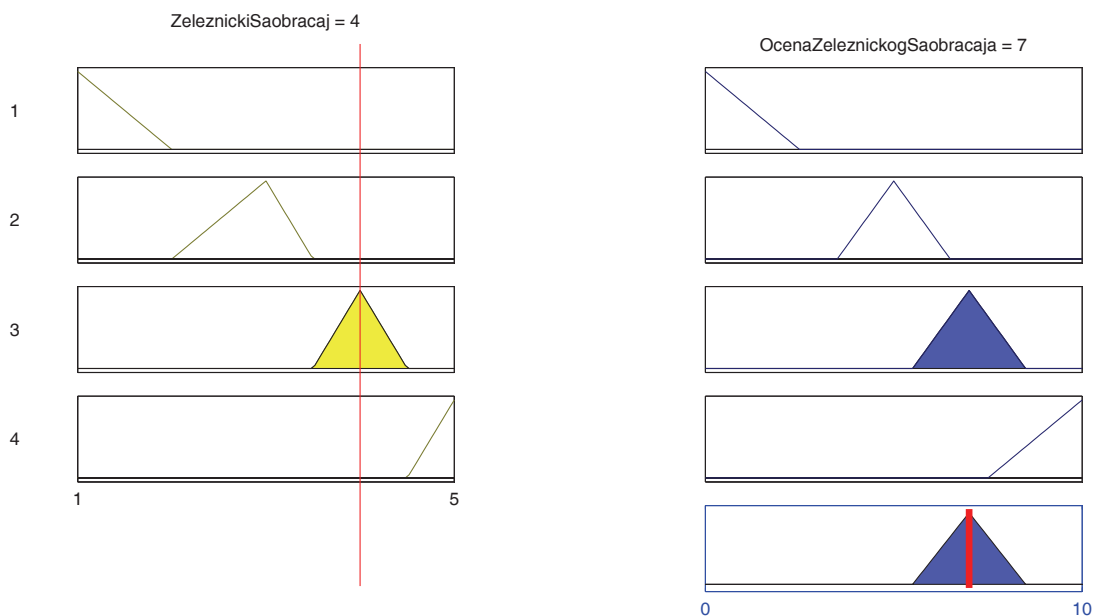
Slika 158. Primer rezultata fazi analize kriterijuma geografski položaj opštine za Rumu

Za kriterijum **drumski saobraćaj** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i četiri pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 159).



Slika 159: Primer rezultata fazi analize kriterijuma drumski saobraćaj za Suboticu

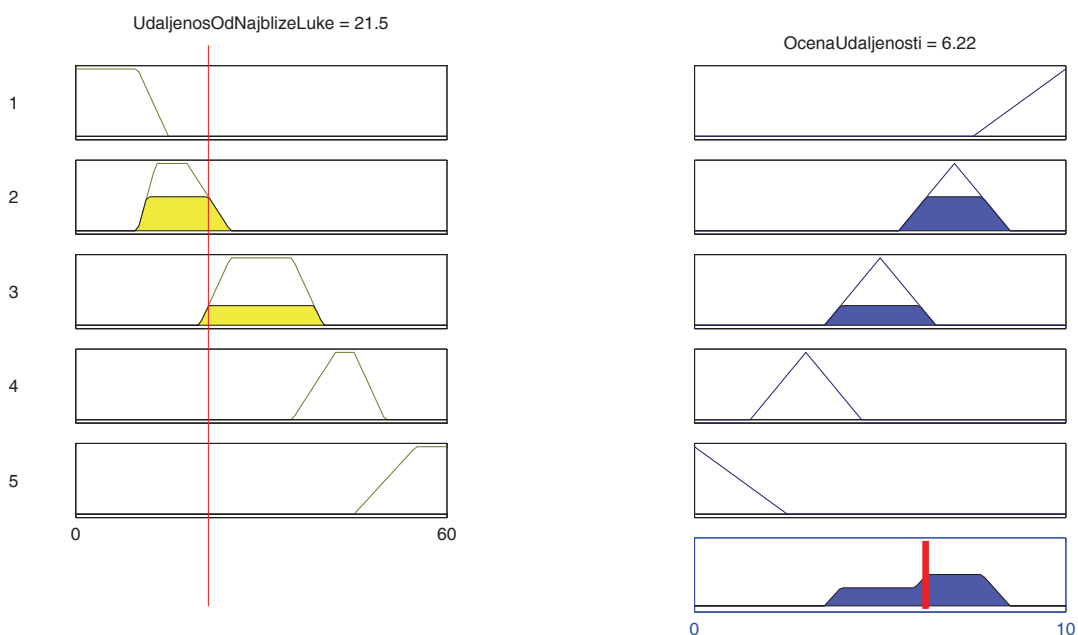
Za kriterijum **železnički saobraćaj** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i četiri pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 160).



Slika 160. Primer rezultata fazi analize kriterijuma železnički saobraćaj za Sentu

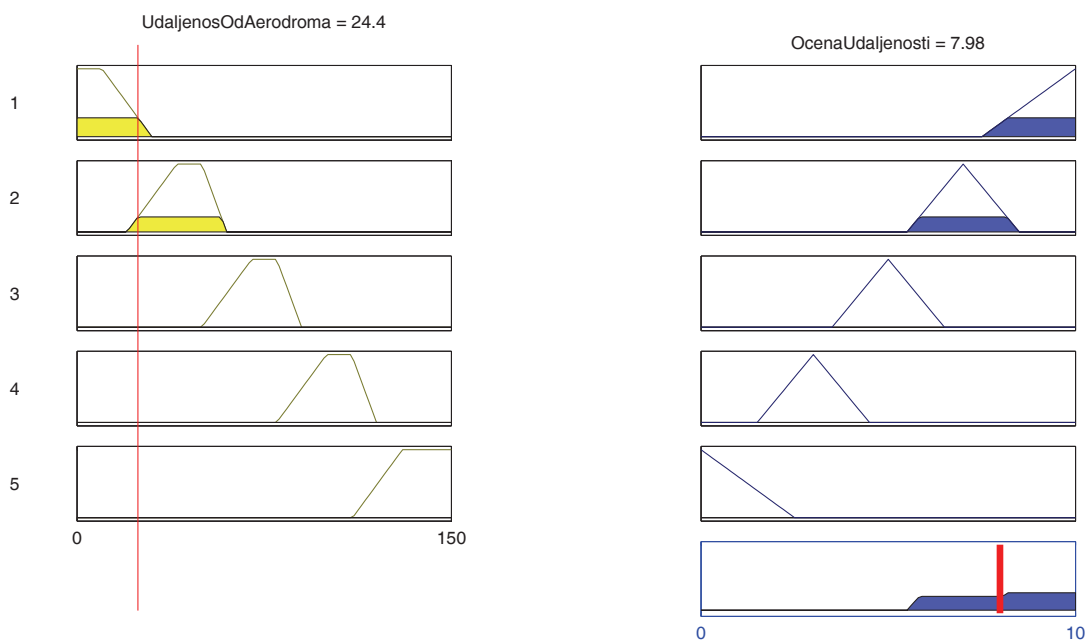
Za kriterijum **vodni saobraćaj** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 161).





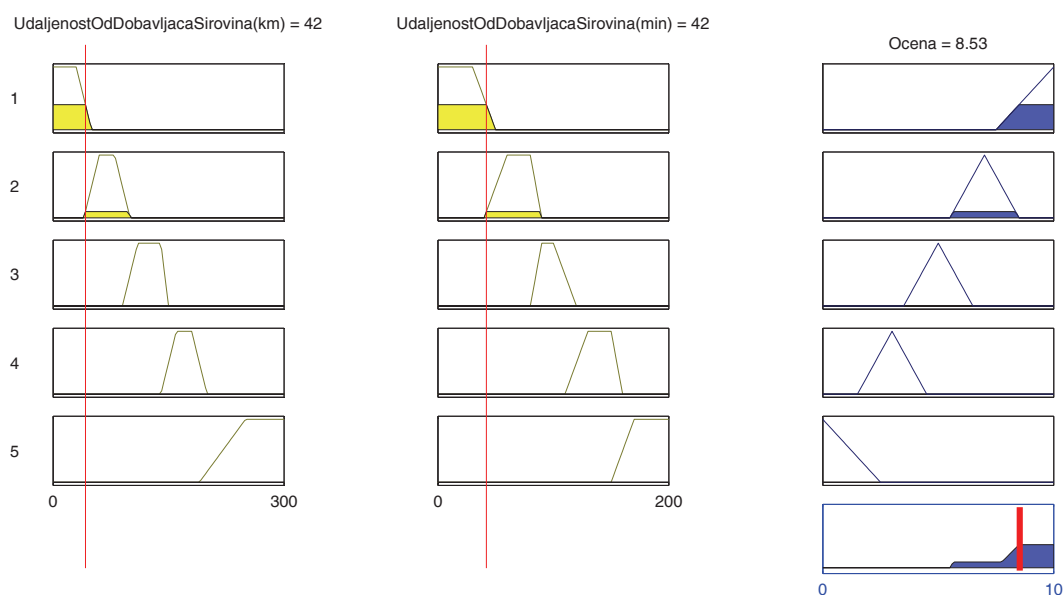
Slika 161. Primer rezultata fazi analize kriterijuma vodni saobraćaj za Sombor

Za kriterijum **vazdušni saobraćaj** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 162).



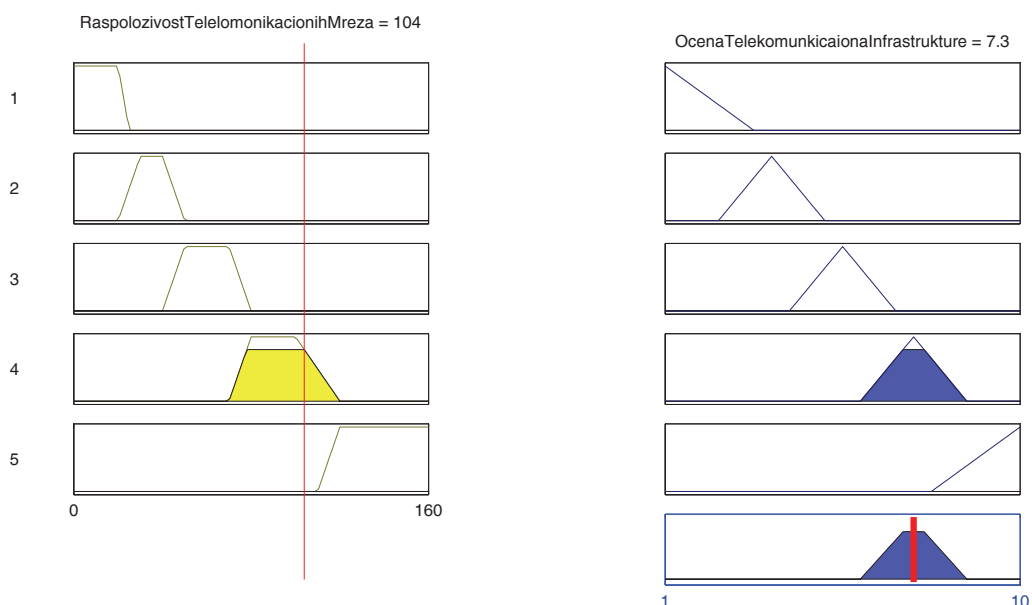
Slika 162. Primer rezultata fazi analize kriterijuma vazdušni saobraćaj za Pećince

Za kriterijum **dostupnost sirovina** definisane su pripadajuće funkcije za dve promenljive i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 163).



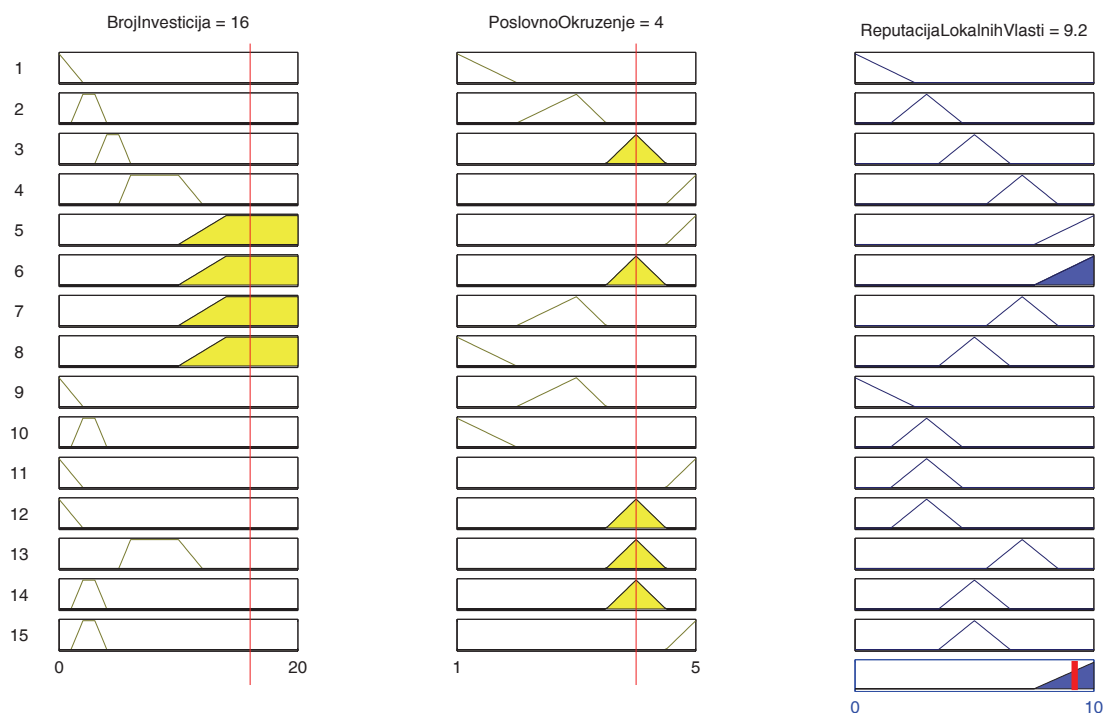
Slika 163. Primer rezultata fazi analize kriterijuma dostupnost sirovina za Pančevo

Za kriterijum **telekomunikaciona infrastruktura** definisane su pripadajuće funkcije za dve promenljivu i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 164).



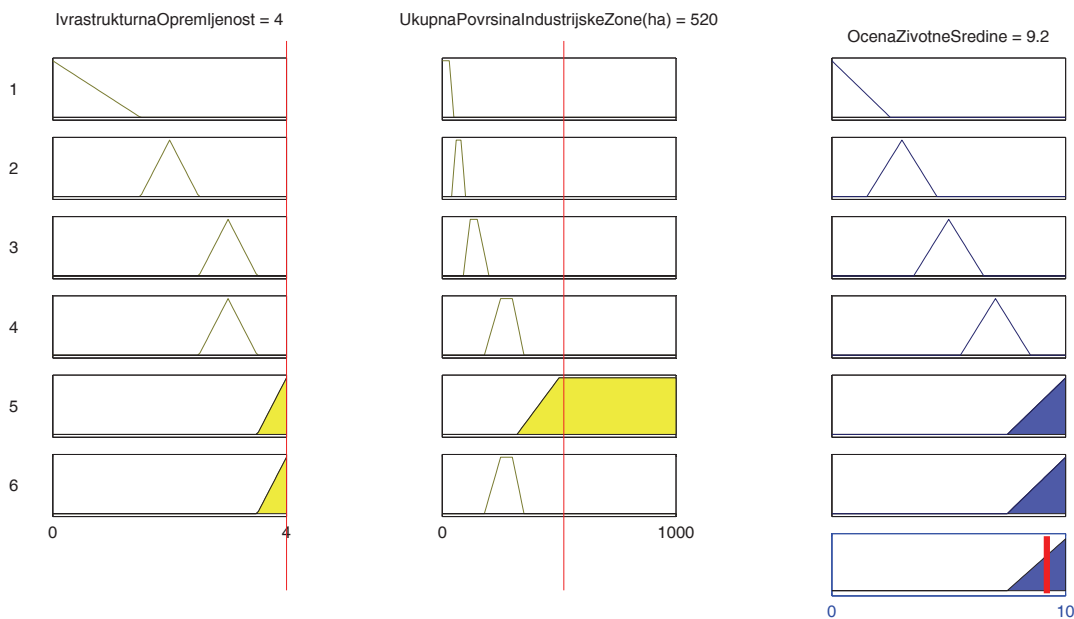
Slika 164. Primer rezultata fazi analize kriterijuma telekomunikaciona infrastruktura za Zrenjanin

Za kriterijum **reputacija i efikasnost lokalnih vlasti** definisane su pripadajuće funkcije za dve promenljive i petnaest pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 165).



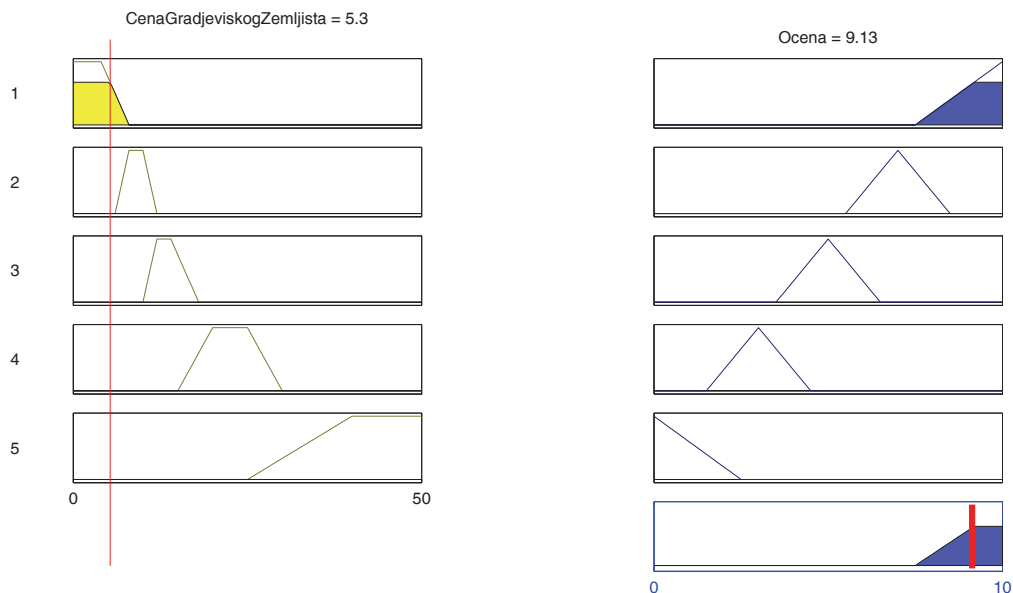
Slika 165. Primer rezultata fazi analize kriterijuma reputacija i efikasnost lokalnih vlasti za Indiju

Za kriterijum **raspoloživost građevinskog zemljišta** definisane su pripadajuće funkcije za dve promenljive i šest pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 166).



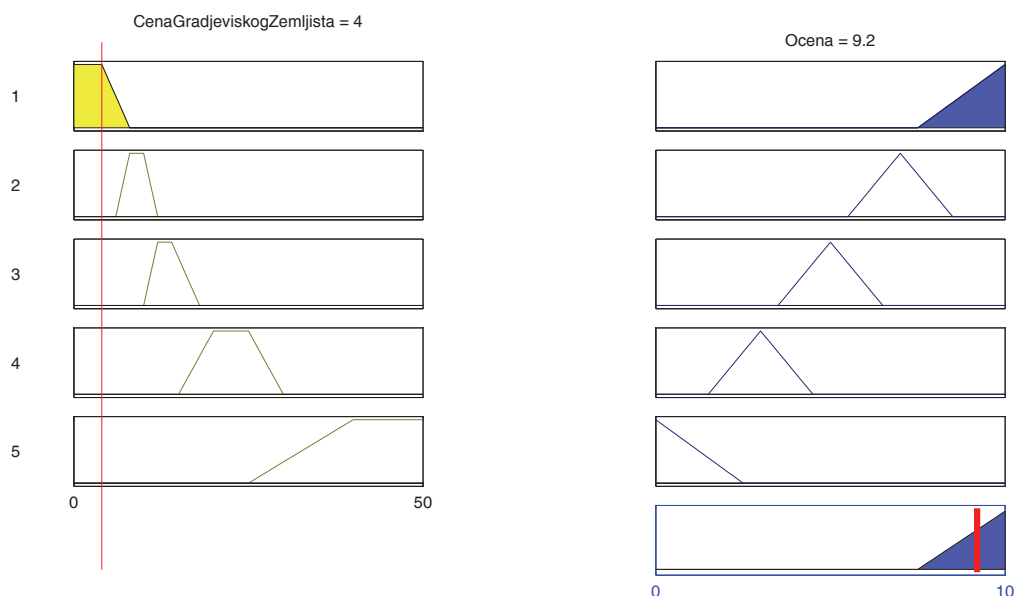
Slika 166. Primer rezultata fazi analize kriterijuma raspoloživost građevinskog zemljišta Sremska Mitrovica

Za kriterijum **cena građevinskog zemljišta** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 167).



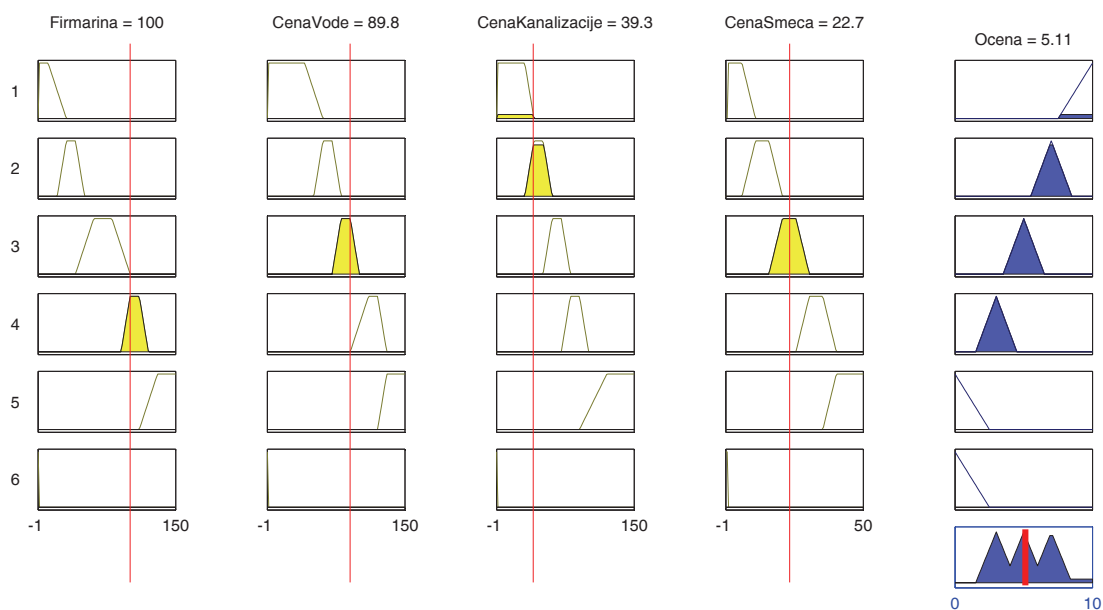
Slika 167. Primer rezultata fazi analize kriterijuma cena gređevinskog zemljišta za Odžake

Za kriterijum **životna sredina** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i pet pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 168).



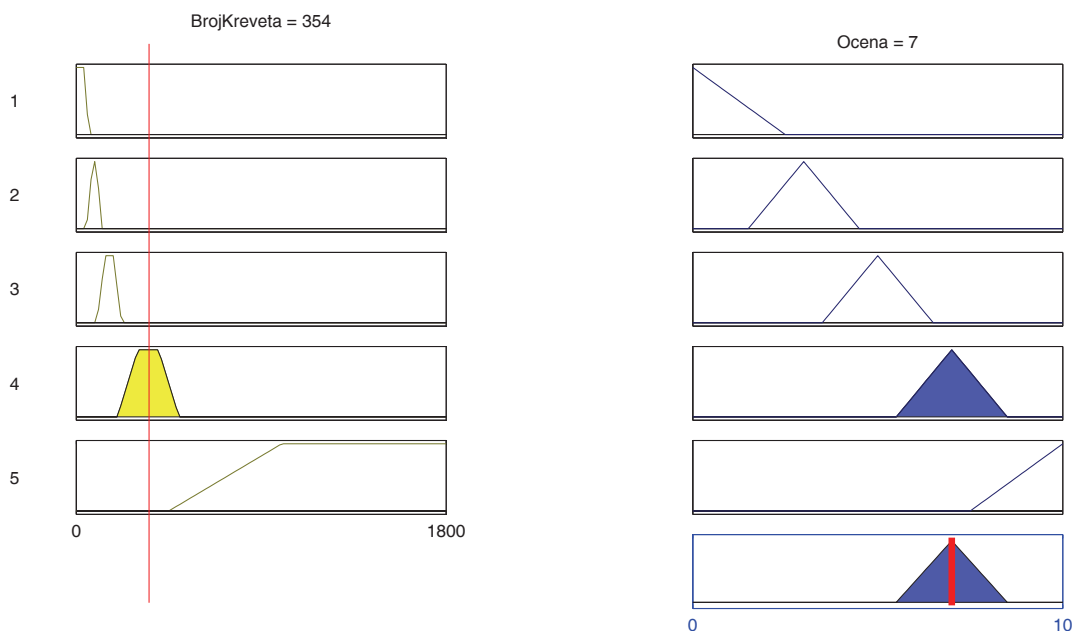
Slika 168. Primer rezultata fazi analize kriterijuma životna sredina za Irig

Za kriterijum **komunalni troškovi** definisane su pripadajuće funkcije za četiri promenljive i šest pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 169).



Slika 169. Primer rezultata fazi analize kriterijuma komunalni troškovi za Staru pazovu

Za kriterijum **smeštaj** definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljive i šest pravila na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma (Slika 170).



Slika 170. Primer rezultata fazi analize kriterijuma smeštaj za Kanjižu

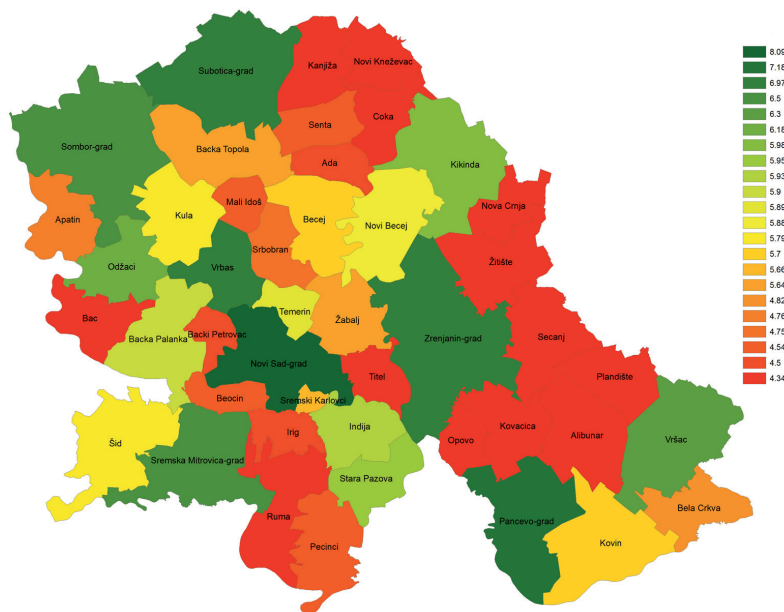
Sve dobijene vrednosti za petnaest kriterijuma odlučivanja standardizovane su u opsegu od 0 do 10 za svih četrdeset pet lokacija i prikazane u tabeli 50.

Tabela 50. Standardizovane vrednosti kriterijuma za izbor šire lokacije proizvodnog sistema

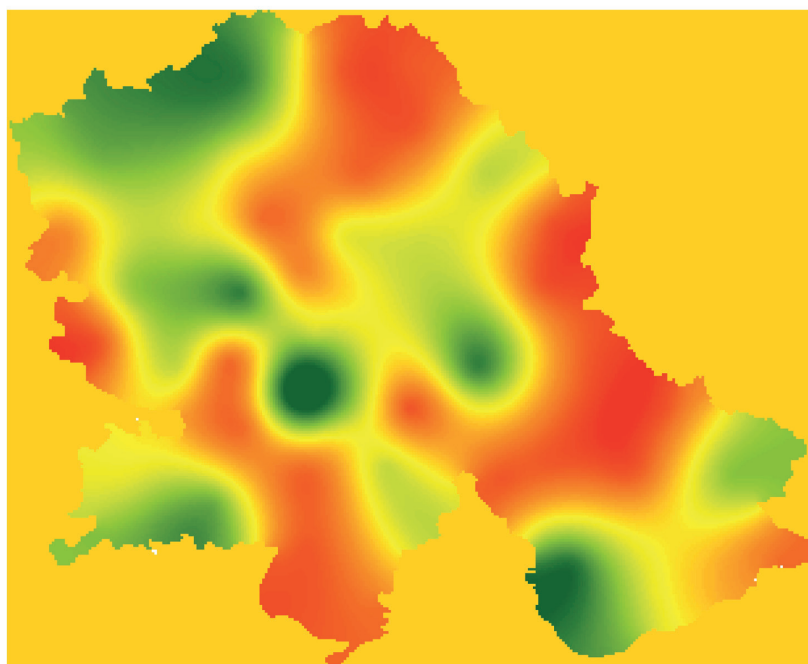
OBJECTID	OPŠTINA	Dostupnost radne snage	Cena radne snage	Geogr. položaj opštine	Drumski saobraćaj	Železnički saobraćaj	Vodni saobraćaj	Vazdušni saobraćaj	Dostupnost sirovina	Telekom. infrastrukt.	Reputacija efik. lok. vlasti	Raspoloživost građ. zemljišta	Cena građ. zemljišta	Zaštita život. sredine	Komunalni troškovi	Smestaj
36	Ada	4.5	6.83	0.8	0.8	5	7.86	2.94	0.8	1.72	0.8	6.95	9.2	3	0	0.8
15	Alibunar	4.34	1.72	3	7	9.2	4.48	5.4	7	3.7	0.8	5	9	7	0	5.3
32	Apatin	4.76	6.08	4	0.8	9.2	9.2	0.8	0.8	3.7	0.946	6	5	3	4.12	7
23	Bač	4.34	7.3	1.98	5	5	5	2.92	0.8	4.36	0.8	5	9	7	5.71	3
22	Bačka Palanka	5.9	1.72	6	5	7	9.2	3	2.77	7.3	0.8	6.24	7	3	0	2.57
37	Bačka Topola	5.64	6.08	5	9.2	9.2	3	0.835	2.21	5.11	0.8	6	7	3	0	3
19	Bački Petrovac	4.5	8.97	6	5	7	7	4.68	1.98	3.7	0.946	3	8.09	7	0	0.8
30	Bečej	5.7	5.78	5	5	5	5	3	3	3.7	0.946	5.12	9	3	2.75	3
3	Bela Crkva	4.82	7.3	5	5	5	0.8	4.63	7	3.7	0.8	4.36	9	9.2	0	5
16	Beočin	4.54	1.72	6	0.8	5	9.2	5	3	4.05	0.946	4.36	9.2	9.2	0	0.8
40	Čoka	4.34	7.3	3	5	7	9.2	0.898	0.8	3.7	0.8	4	9.1	3	0	0.8
10	Indija	5.93	6.46	9.2	9.2	9.2	5	7	5.28	5.5	9.2	9.2	9	3	4.99	7
7	Irig	4.5	6.61	3	5	0.8	7	7	5	1.72	0.8	6	7.97	9.2	0	7
43	Kaniža	4.34	7.3	5	9.2	7	7	0.8	0.8	5.5	0.946	4.91	7	3	3.52	7
38	Kikinda	5.98	6.22	3	5	7	5	3	1.98	5.2	3	6	7	0.8	4.39	5
13	Kovačica	4.34	8.43	3	5	7	5	7	7	3.7	3	6	9.2	7	0	3.71
2	Kovin	5.7	3.7	4	5	5	5	6.14	9.2	5.5	0.8	4.36	9.1	3	4.44	2.57
35	Kula	5.79	5.53	3	5	5	4.15	2.41	2.39	3.7	0.8	4.36	9.1	3	6.22	0.8
31	Mali Idoš	4.54	7.3	5	9.2	9.2	3	3	2.54	3.7	0.946	4.72	9.11	3	0	0.8
34	Nova Crnja	4.34	6.89	1.98	5	0.8	0.915	3	1.99	1.72	0.8	6.07	9.2	3	0	0.8
33	Novi Bečej	5.88	7.3	3	5	7	5	3	2.03	1.72	0.8	5.44	9	3	3.05	3
42	Novi Kneževac	4.34	5.5	1.98	0.8	5	7	0.8	0.8	1.72	3	0.8	9.19	3	0	0.8
45	Novi Sad	8.09	1.72	8.02	9.2	9.2	9.2	5	3.92	9.28	7	5.88	1.03	0.8	0	9.2
27	Ođžaci	6.18	5.5	5	5	9.2	9.2	2.5	0.832	3.7	3	6.94	9.13	3	0	0.863
9	Opovo	4.34	6.74	5	0.8	0.8	5	7	6	1.72	0.8	1.98	9.2	7	0	0.8
4	Pančevo-grad	7.18	1.72	4	7	5	9.2	7	8.53	7.3	0.946	6	1.03	0.8	3.05	7
1	Peđinci	4.54	1.72	8.02	9.2	0.8	5	7.98	5.98	1.72	0.8	6.97	2.56	7	0	0.8
17	Plandište	4.34	9.28	4	5	5	0.8	5	4.43	1.72	0.8	4.84	9.19	3	0	0.8
6	Ruma	4.34	5.78	8.02	9.2	9.2	7	7	5	5.5	5	6.97	9.1	0.8	5.97	3
20	Sečanj	4.34	7.3	3	5	5	0.8	5	4.07	1.72	0.946	0.8	9.1	7	0	0.8
39	Senta	4.54	3.7	3	5	7	9.2	0.891	0.8	1.72	3	7.02	9	3	0	3.15
11	Šid	5.79	3.7	5	9.2	9.2	6.22	3.5	3.49	5.5	0.8	0.8	5	3	0	3
41	Sombor-grad	6.5	6.08	4	7	9.2	6.22	0.8	0.8	7.3	5	8.04	7	3	5.57	5
29	Srbobran	4.75	6.42	7	9.2	5	5	3	3	1.72	0.8	5.88	8.09	3	0	0.8
8	Sremska Mitrovica	6.5	5.26	5	9.2	9.2	9.2	5	5	5.5	5	9.2	7	0.8	6.88	3.64
12	Sremski Karlovci	5.66	7.14	6	5	9.2	7.54	7	4.85	1.72	0.8	0.8	5	7	0	5
5	Stara Pazova	5.95	6.65	9.2	9.2	9.2	5	8.84	6.01	4.68	7	6.5	3	3	5.11	7
44	Subotica	6.97	4.97	5	9.2	9.2	3.62	0.8	0.8	9.28	0.8	6.03	0.8	0.8	4.78	8.93
21	Temerin	5.89	7.3	7	9.2	5	7	5	3	1.72	0.8	6.9	9	3	0	0.8
18	Titel	4.34	7.3	6	0.8	7	5	7	5	3.7	0.8	0.8	9.1	3	0	5
26	Vrbas	6.97	5.19	7	9.2	9.2	5	3	2.96	5.5	0.8	9.2	7	0.8	0	3.36
14	Vršac	6.3	1.72	4	7	9.2	0.8	4.71	5	1.98	7	1.98	7	9.2	4.37	5
24	Žabalj	5.64	5.5	5	5	5	5	5	3.81	1.72	0.8	1.47	9.1	3	2.81	0.8
28	Žitište	4.34	5.5	3	5	0.8	0.8	4.31	4	2.71	0.8	4.36	9.2	3	5.45	0.8
25	Zrenjanin	6.97	3.7	3	5	7	2.47	5.06	4.24	7.3	7	6.48	5	0.8	5.59	7

## 8.2.6 Izrada mapa pogodnosti za širu lokaciju

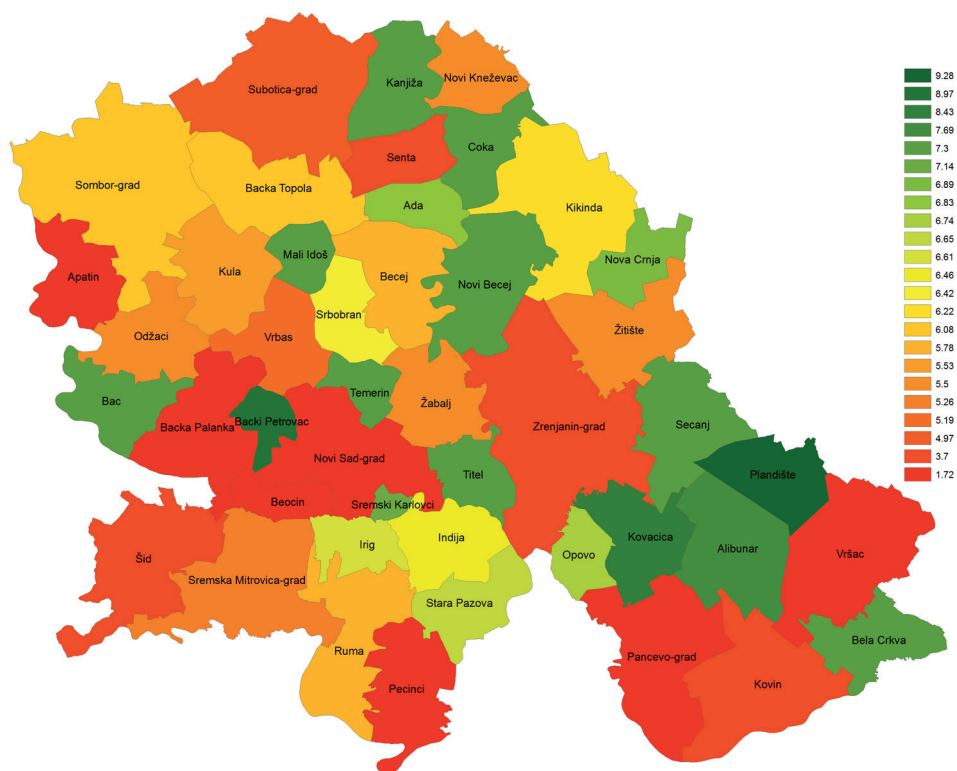
Nakon standardizacije kriterijuma upotrebom fazi-ekspertnog sistema i definisanja pogodnosti potencijalnih lokacija izrađene su mape pogodnosti za sve definisane kriterijume. Za petanest definisanih kriterijuma izrađene su rasterske i vektorske mape pogodnosti.



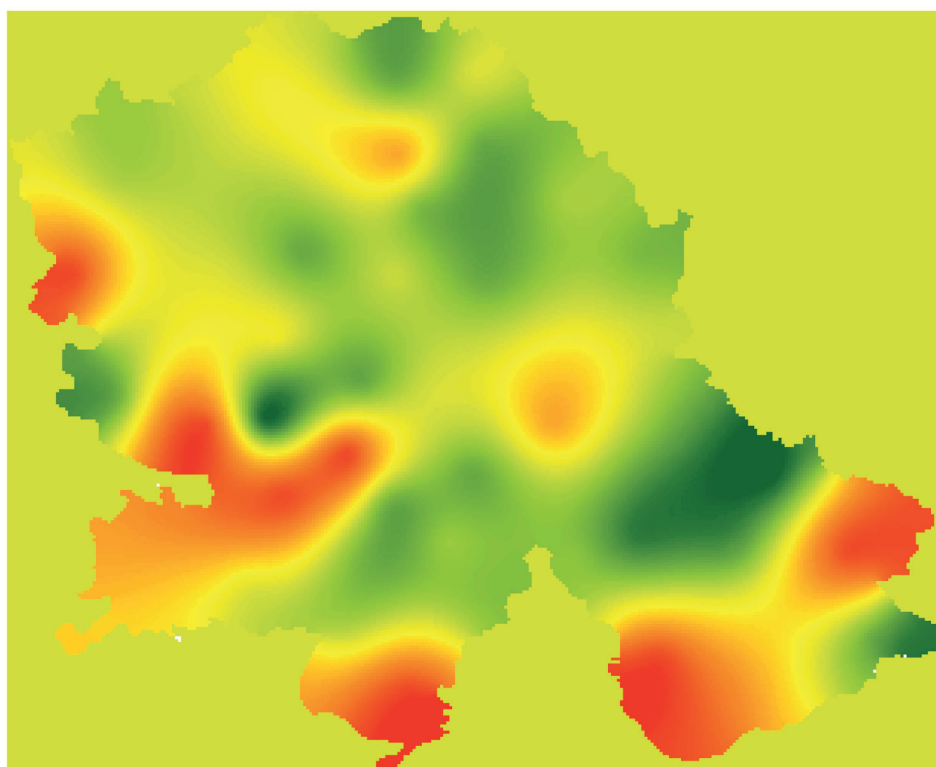
Slika 171. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage



Slika 172. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost kvalitetne radne snage

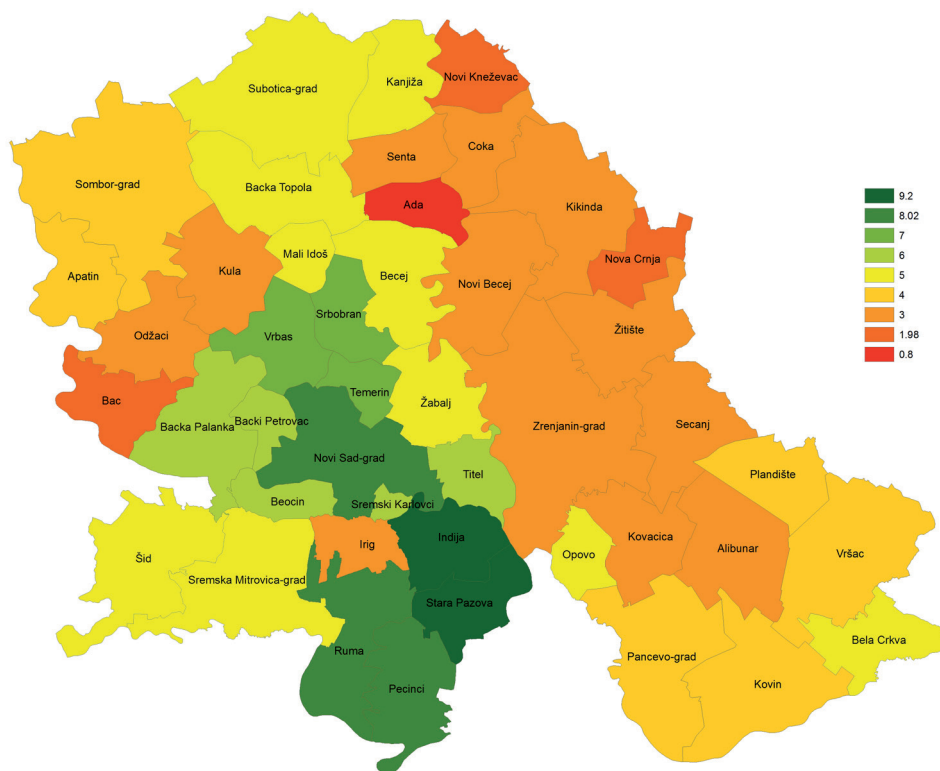


Slika 173. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena radne snage

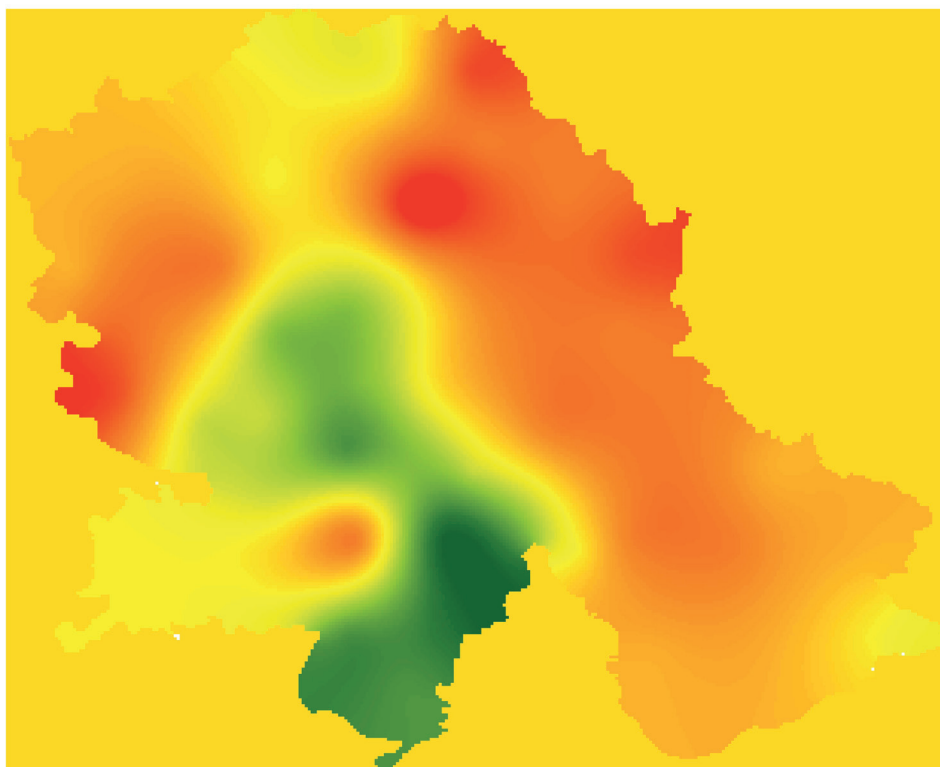


Slika 174. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena radne snage

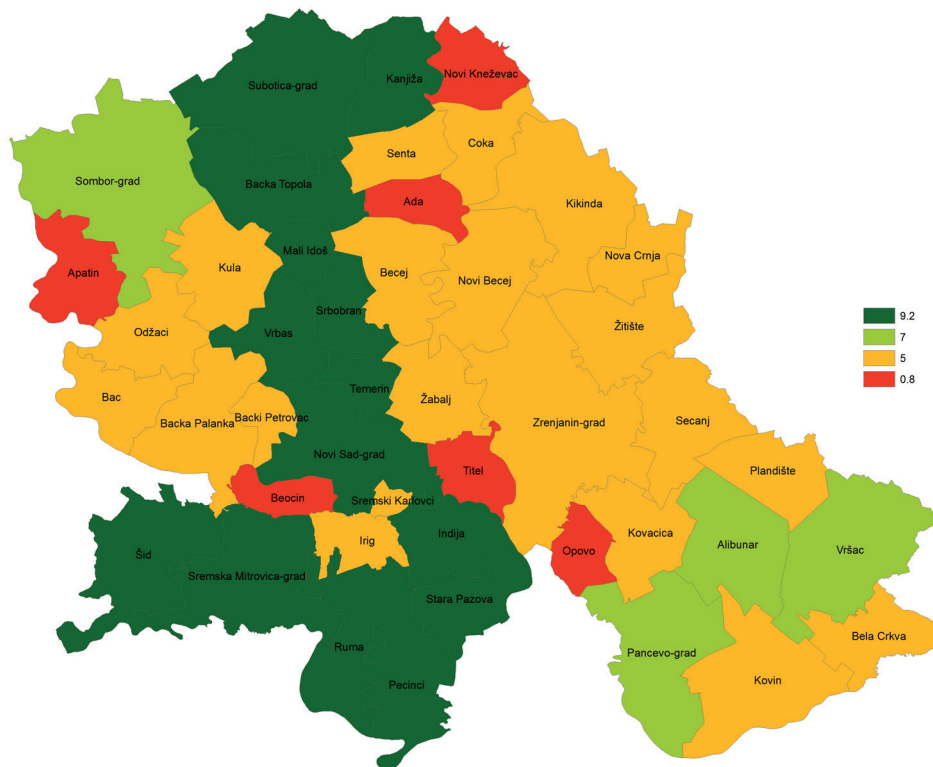




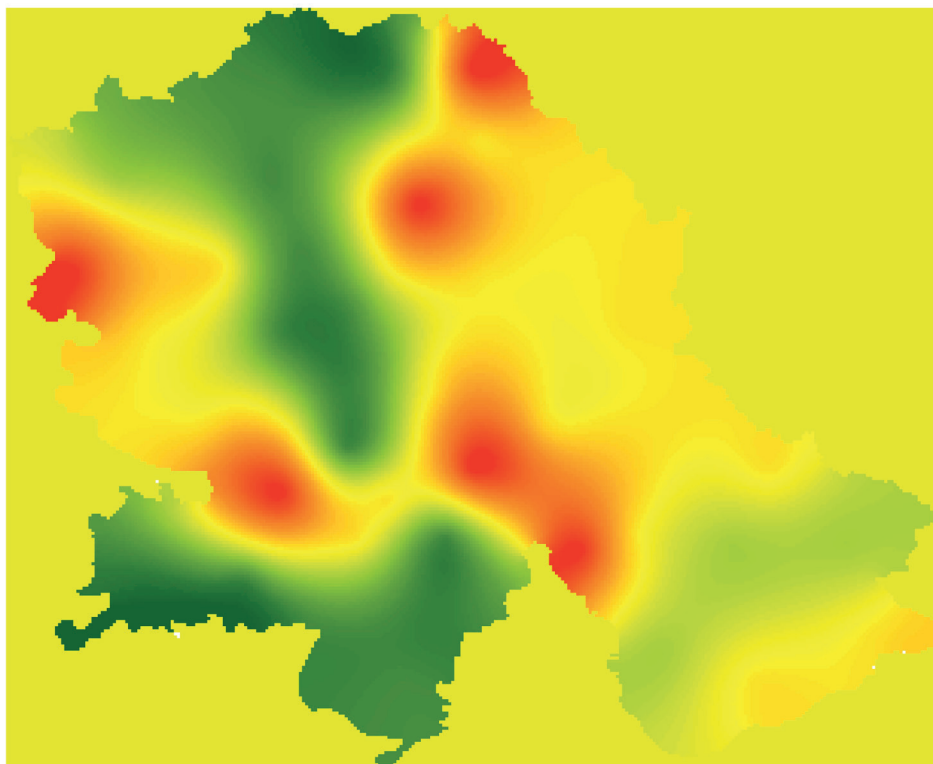
Slika 175. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum geografski položaj opštine



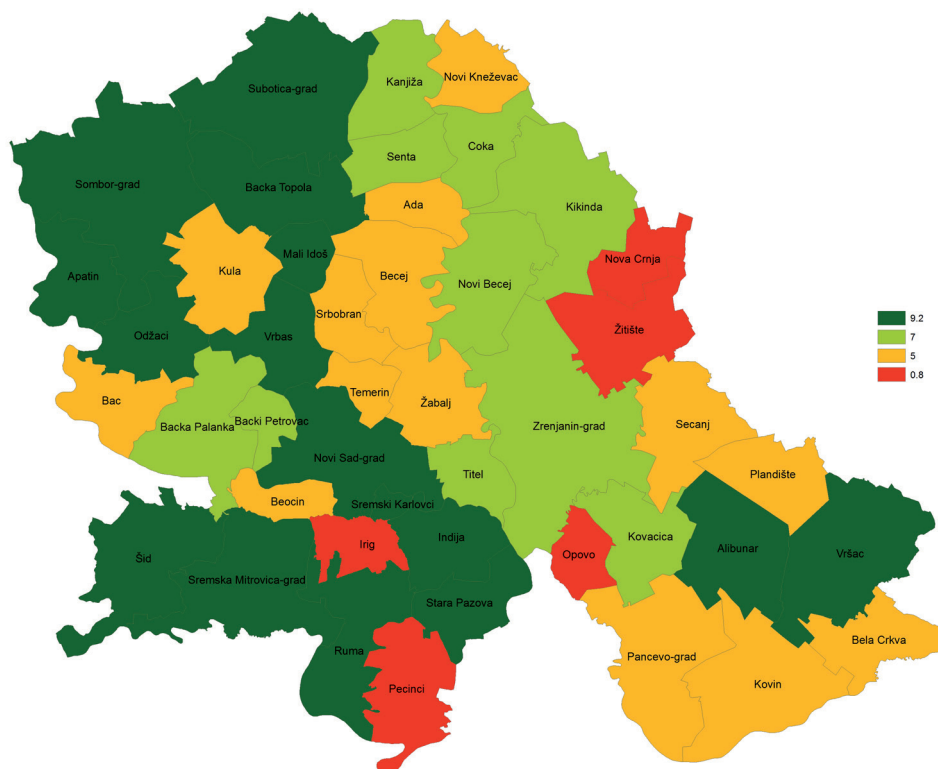
Slika 176. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum geografski položaj opštine



Slika 177. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum drumski saobraćaj



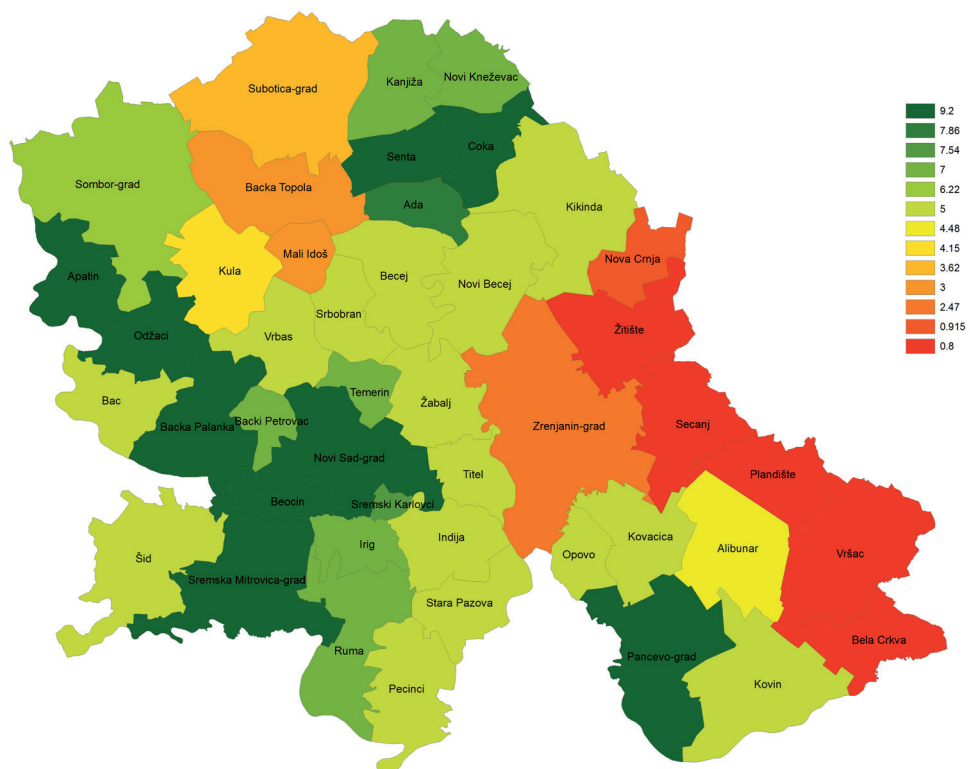
Slika 178. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum drumski saobraćaj



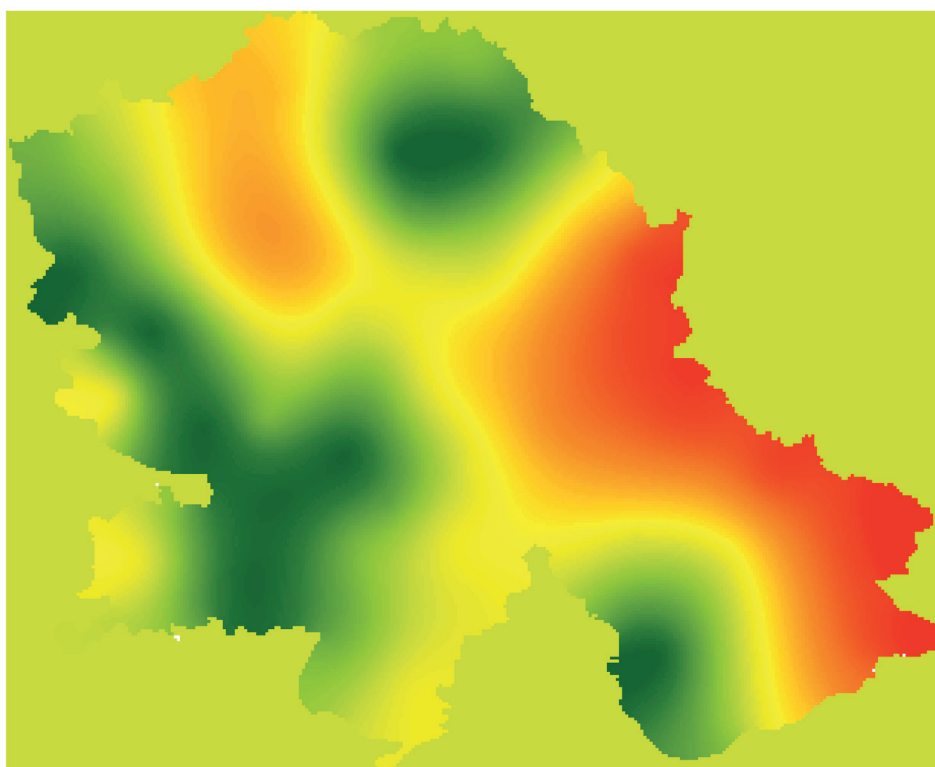
Slika 179. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum železnički saobraćaj



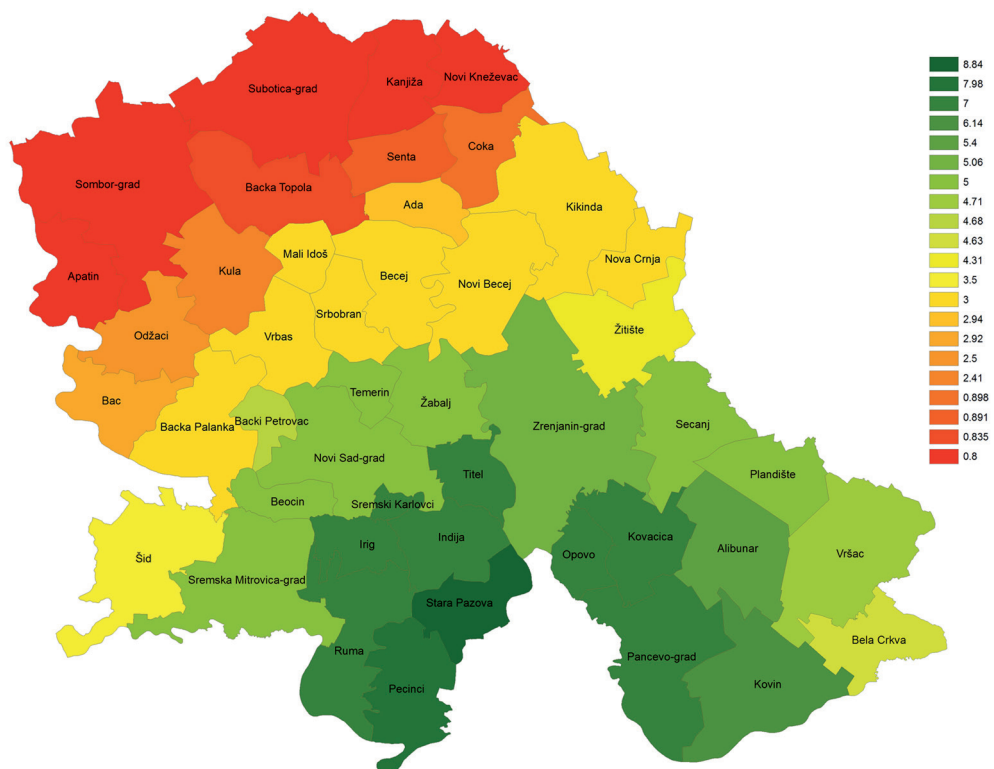
Slika 180. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum železnički saobraćaj



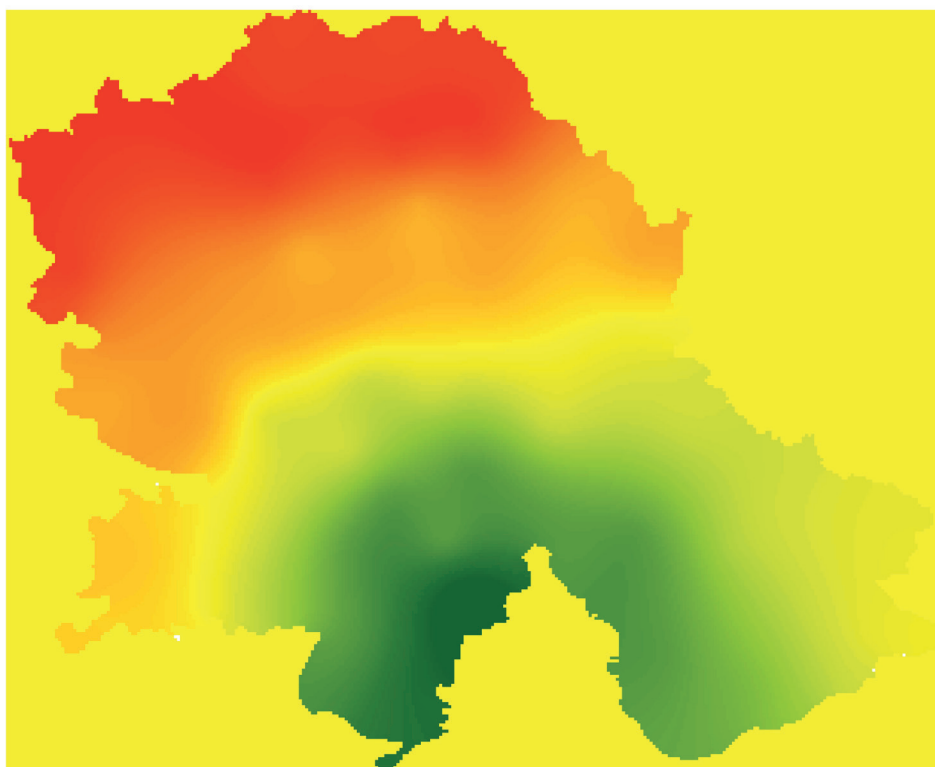
Slika 181. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vodni saobraćaj



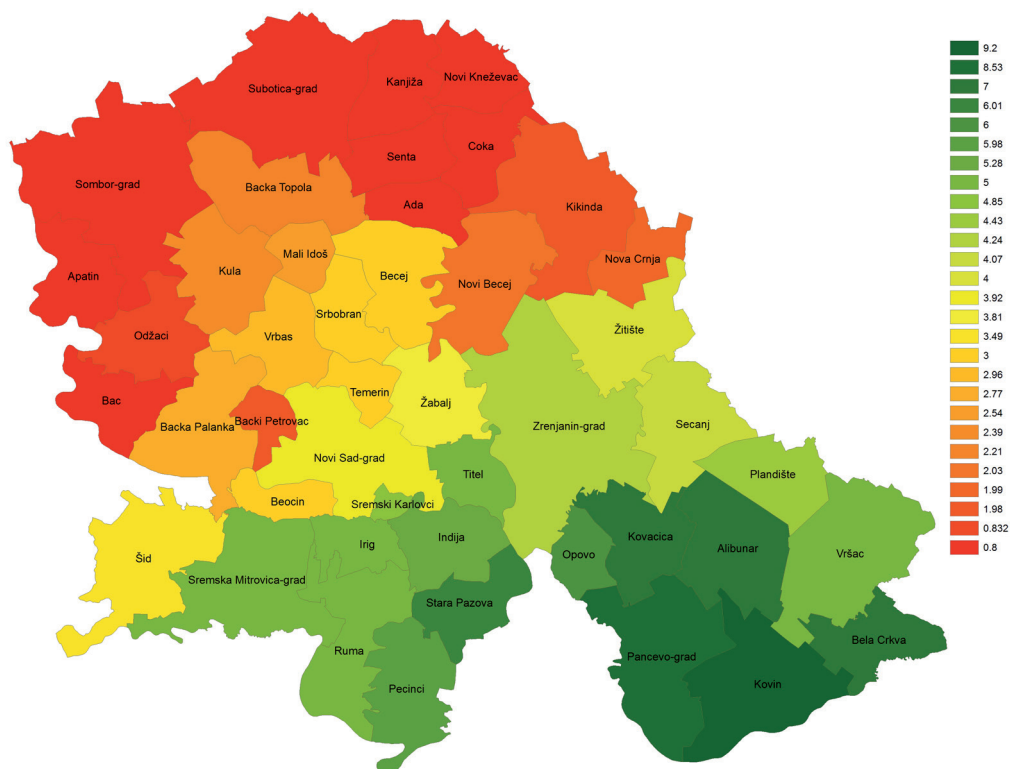
Slika 182. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vodni saobraćaj



Slika 183. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vazdušni saobraćaj



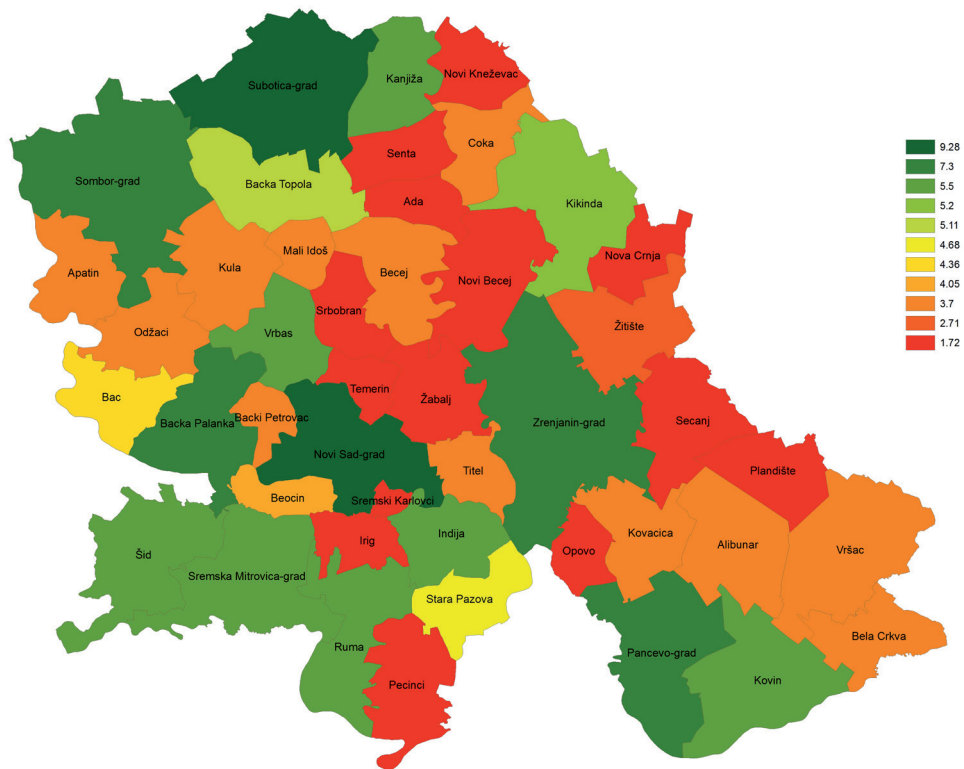
Slika 184. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum vazdušni saobraćaj



Slika 185. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost sirovina i repromateijala



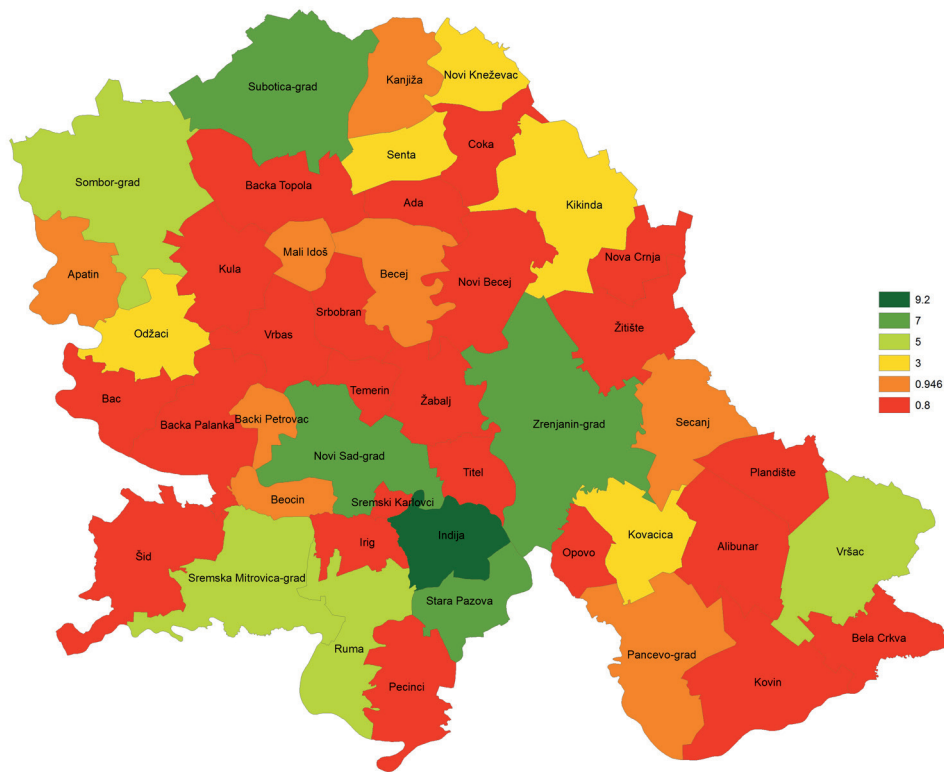
Slika 186. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum dostupnost sirovina i repromateijala



Slika 187. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura



Slika 188. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum telekomunikaciona infrastruktura

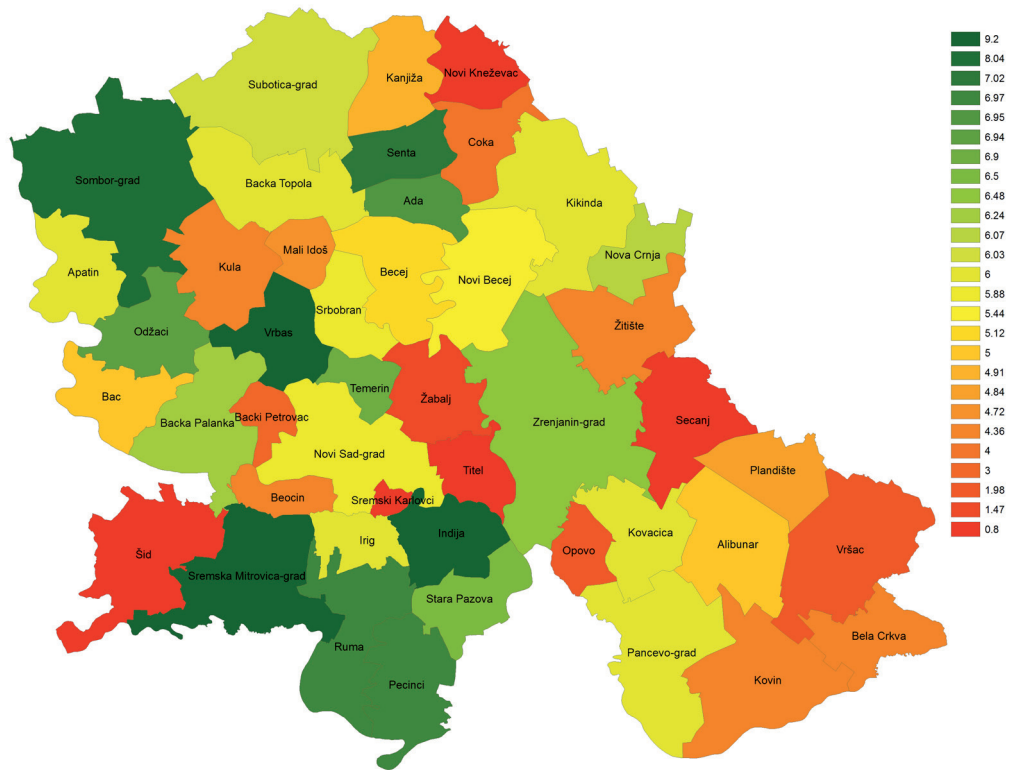


Slika 189. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum reputacija i efikasnost lokalnih vlasti

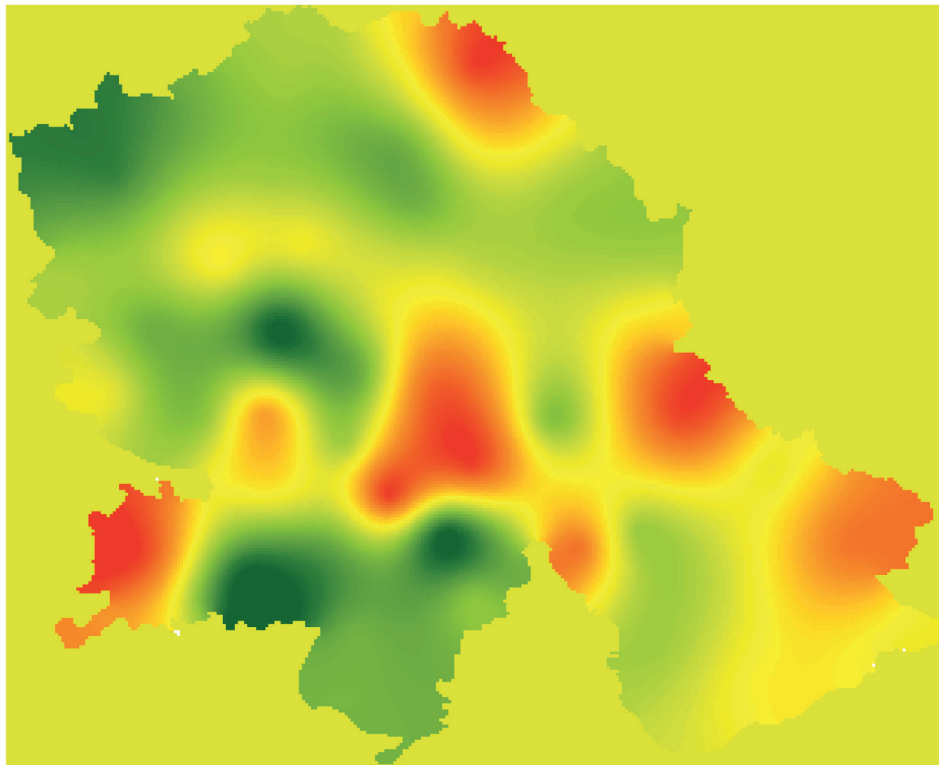


Slika 190. Rasteska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum reputacija i efikasnost lokalnih vlasti

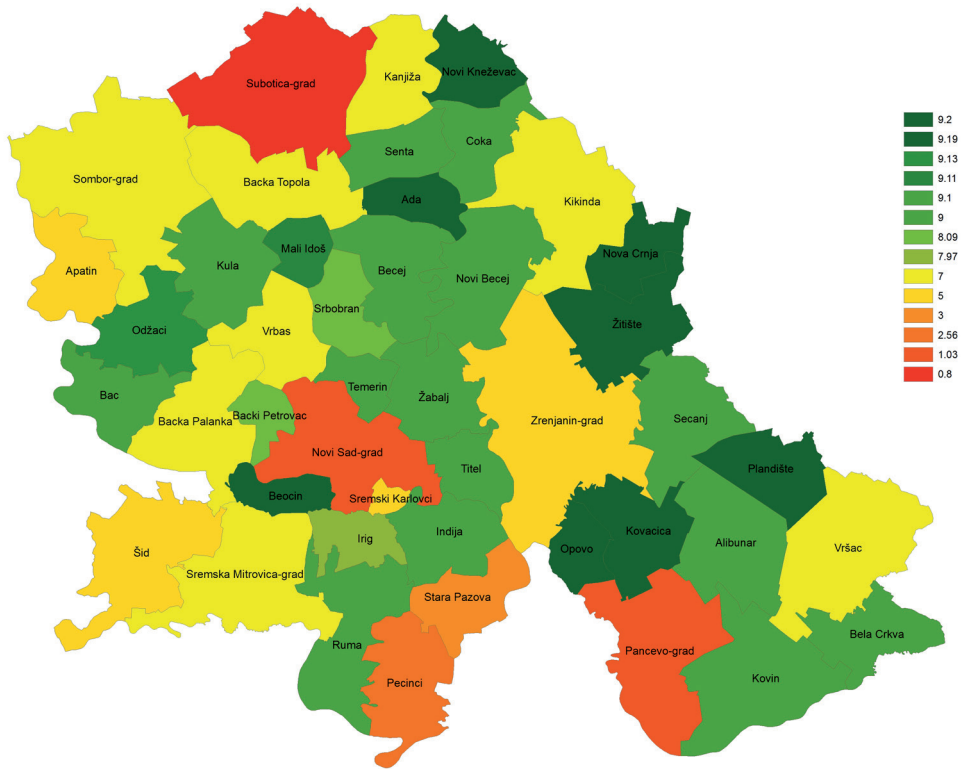




Slika 191. Vektorska mapa pogodnosti  
AP Vojvodine za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta



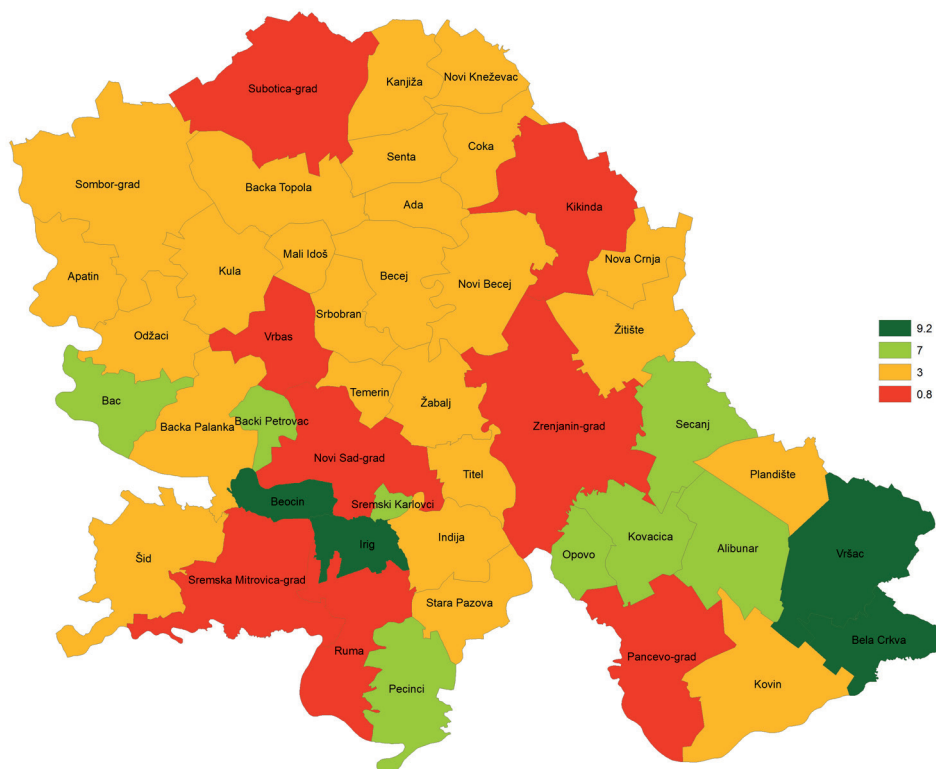
Slika 192. Rasterska mapa pogodnosti  
AP Vojvodine za kriterijum raspoloživost građevinskog zemljišta



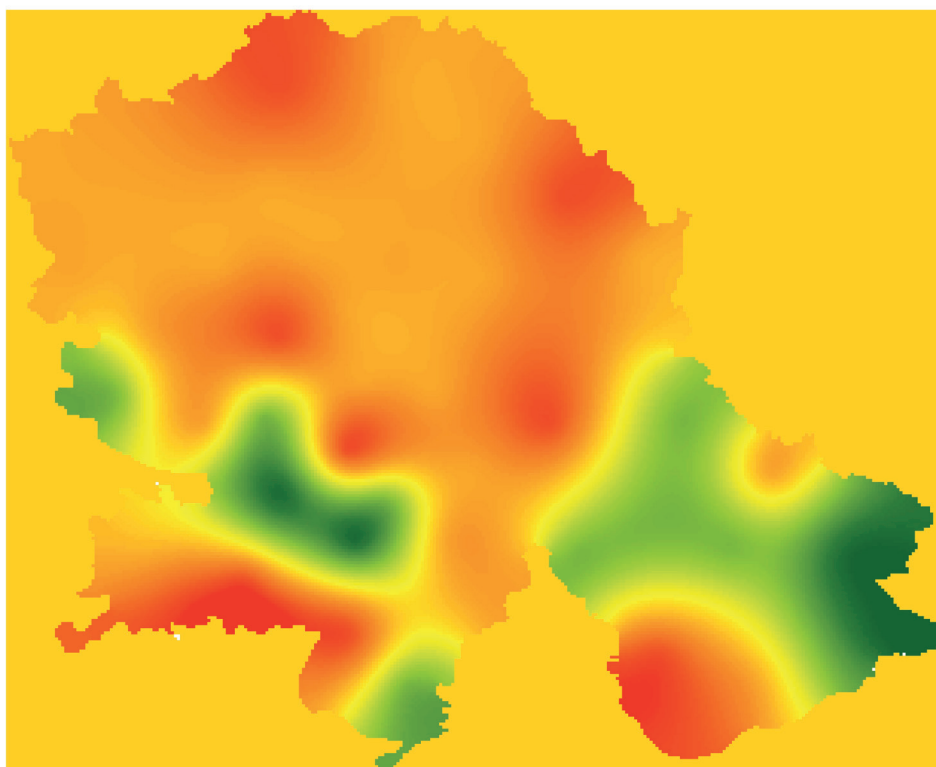
Slika 193. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena građevinskog zemljišta



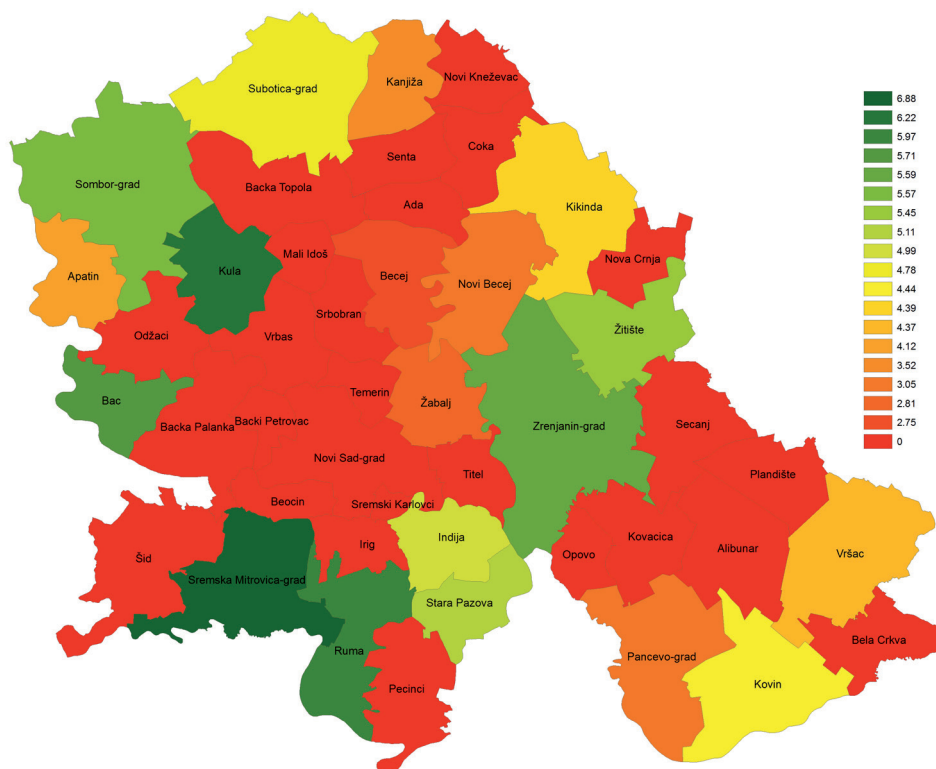
Slika 194. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum cena građevinskog zemljišta



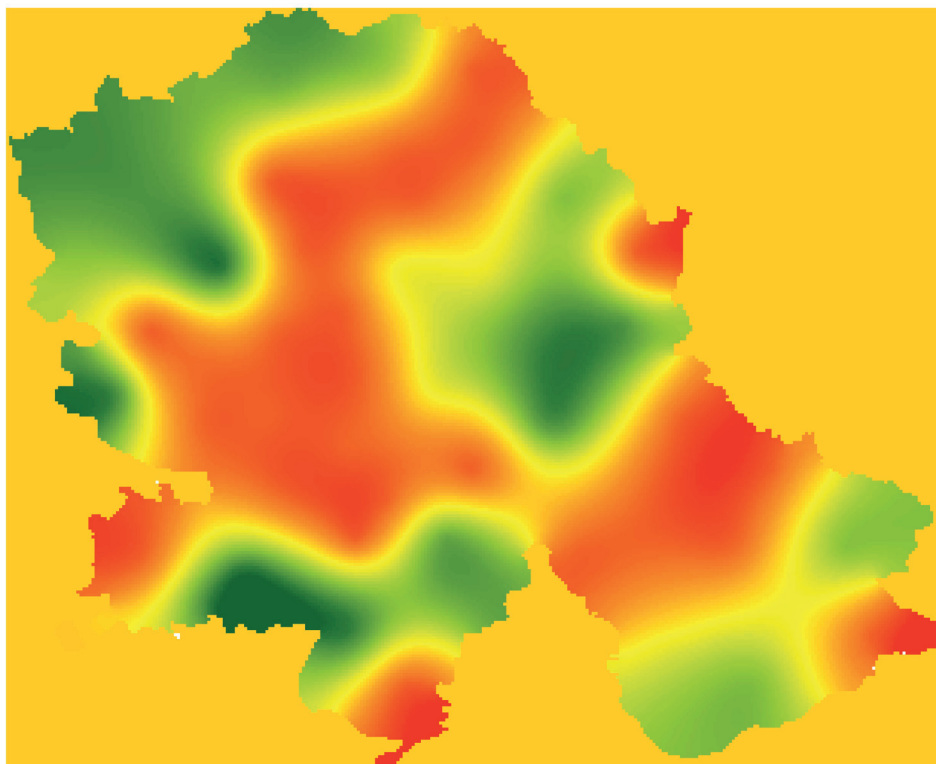
Slika 195. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum životna sredina



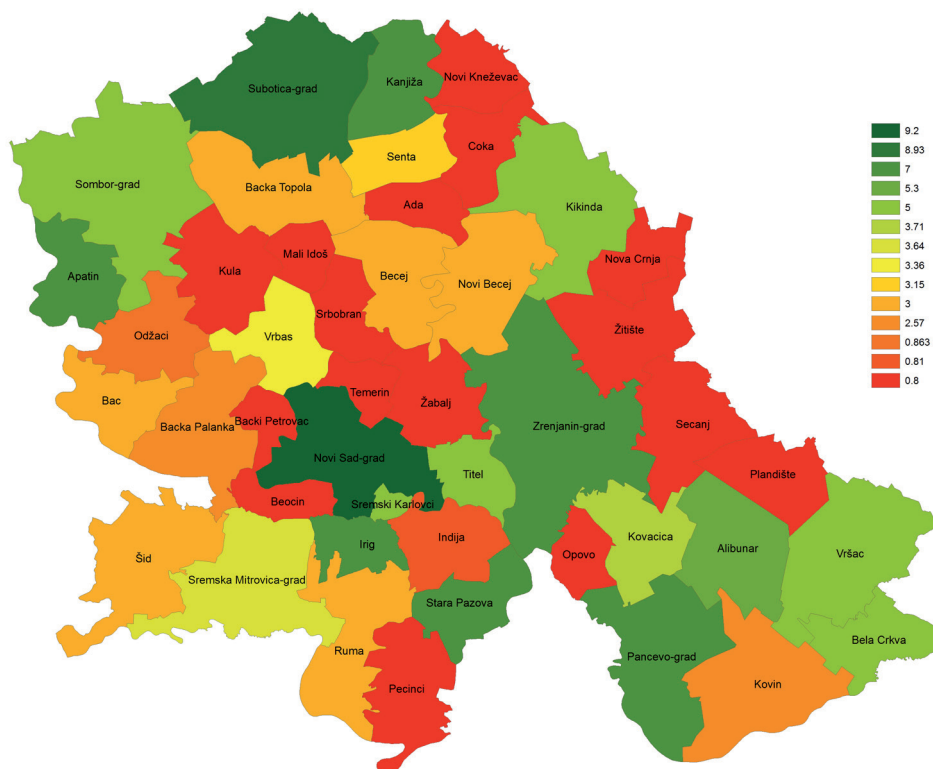
Slika 196. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum životna sredina



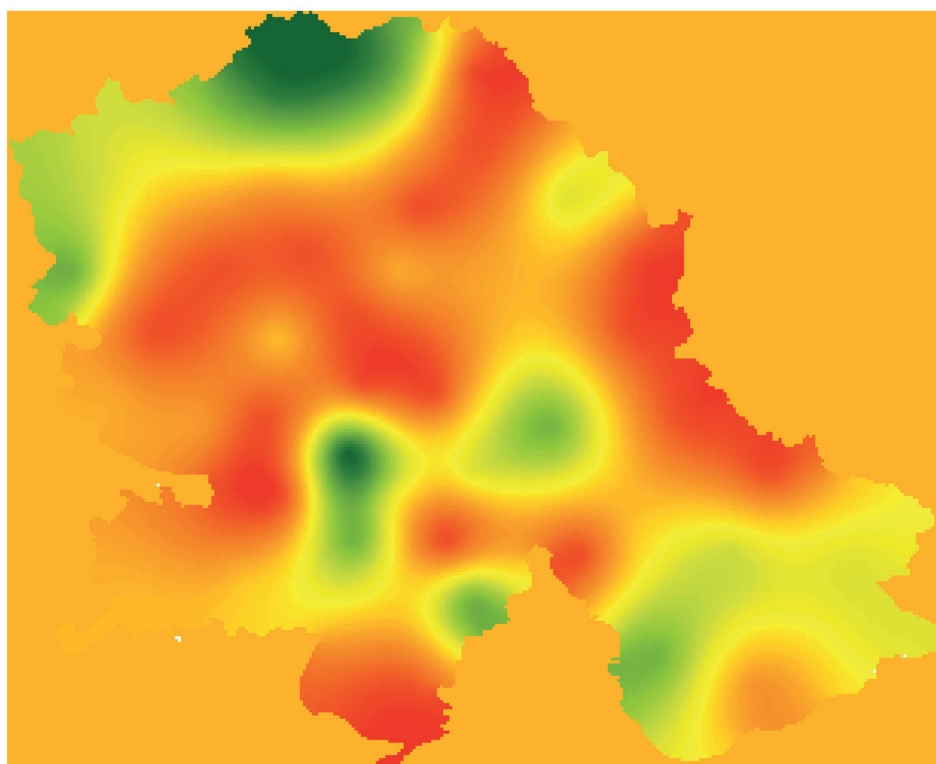
Slika 197. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum komunalni troškovi



Slika 198. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum komunalni troškovi



Slika 199. Vektorska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum smeštaj



Slika 200. Rasterska mapa pogodnosti AP Vojvodine za kriterijum smeštaj

## 8.2.7 Višekriterijumska analiza šire lokacije proizvodnog sistema

Prema razvijenom modelu i definisanim kriterijumima uređena je višekriterijumska analiza u četiri faze. U prvoj fazi na osnovu poređenja značaja kriterijuma od strane eksperta iz oblasti, određene su relativne težine kriterijuma uz pomoć "excela" (Tabela 51, 52):

Tabela 51. Međusobno poređenje značaja kriterijuma za širu lokaciju proizvodnog sistema, prema Satijevoj skali

Oznaka	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
K1	1	2	3	4	5	5	4	3	5	4	3	3	5	7	9
K2	0.5	1	3	4	5	5	4	2	5	4	3	3	5	7	9
K3	0.33	0.33	1	2	3	4	2	1	3	3	2	2	4	5	7
K4	0.25	0.25	0.5	1	2	3	2	1	2	3	3	2	5	5	7
K5	0.2	0.2	0.33	0.5	1	2	1	1	2	2	2	2	5	5	7
K6	0.2	0.2	0.25	0.33	0.5	1	0.5	0.33	1	0.5	0.5	0.5	3	3	5
K7	0.25	0.25	0.5	0.5	1	2	1	0.5	3	0.5	0.5	0.5	3	3	5
K8	0.33	0.5	1	1	1	3	2	1	5	4	4	3	4	4	5
K9	0.2	0.2	0.33	0.5	0.5	1	0.33	0.2	1	0.5	0.5	0.5	3	3	3
K10	0.25	0.25	0.33	0.33	0.5	2	2	0.25	2	1	3	3	5	4	5
K11	0.33	0.33	0.5	0.33	0.5	2	2	0.25	2	0.33	1	1	4	3	5
K12	0.33	0.33	0.5	0.5	0.5	2	2	0.33	2	0.33	1	1	3	3	4
K13	0.2	0.2	0.25	0.2	0.2	0.33	0.33	0.25	0.33	0.2	0.25	0.33	1	2	3
K14	0.14	0.14	0.2	0.2	0.2	0.33	0.33	0.25	0.33	0.25	0.33	0.33	0.5	1	2
K15	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.2	0.2	0.2	0.33	0.2	0.2	0.25	0.33	0.5	1
Ukupno	4.62	6.29	11.83	15.53	21	32.86	23.7	11.56	33.99	23.81	24.28	22.41	50.83	55.5	77

Tabela 52. Proračun relativnih težinskih kriterijuma za širu lokaciju proizvodnog sistema, AHP metodom

Oznaka	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	Ukupno	Težina kriterijuma
K1	0.216	0.318	0.254	0.258	0.238	0.152	0.169	0.260	0.147	0.168	0.124	0.134	0.098	0.126	0.117	2.778	0.185
K2	0.108	0.159	0.254	0.258	0.238	0.152	0.169	0.173	0.147	0.168	0.124	0.134	0.098	0.126	0.117	2.424	0.162
K3	0.071	0.052	0.085	0.129	0.143	0.122	0.084	0.087	0.088	0.126	0.082	0.089	0.079	0.090	0.091	1.418	0.095
K4	0.054	0.040	0.042	0.064	0.095	0.091	0.084	0.087	0.059	0.126	0.124	0.089	0.098	0.090	0.091	1.235	0.082
K5	0.043	0.032	0.028	0.032	0.048	0.061	0.042	0.087	0.059	0.084	0.082	0.089	0.098	0.090	0.091	0.966	0.064
K6	0.043	0.032	0.021	0.021	0.024	0.030	0.021	0.029	0.029	0.021	0.021	0.022	0.059	0.054	0.065	0.493	0.033
K7	0.054	0.040	0.042	0.032	0.048	0.061	0.042	0.043	0.088	0.021	0.021	0.022	0.059	0.054	0.065	0.692	0.046
K8	0.071	0.079	0.085	0.064	0.048	0.091	0.084	0.087	0.147	0.168	0.165	0.134	0.079	0.072	0.065	1.439	0.096
K9	0.043	0.032	0.028	0.032	0.024	0.030	0.014	0.017	0.029	0.021	0.021	0.022	0.059	0.054	0.039	0.466	0.031
K10	0.054	0.040	0.028	0.021	0.024	0.061	0.084	0.022	0.059	0.042	0.124	0.134	0.098	0.072	0.065	0.927	0.062
K11	0.071	0.052	0.042	0.021	0.024	0.061	0.084	0.022	0.059	0.014	0.041	0.045	0.079	0.054	0.065	0.734	0.049
K12	0.071	0.052	0.042	0.032	0.024	0.061	0.084	0.029	0.059	0.014	0.041	0.045	0.059	0.054	0.052	0.719	0.048
K13	0.043	0.032	0.021	0.013	0.010	0.010	0.014	0.022	0.010	0.008	0.010	0.015	0.020	0.036	0.039	0.302	0.020
K14	0.030	0.022	0.017	0.013	0.010	0.010	0.014	0.022	0.010	0.010	0.014	0.015	0.010	0.018	0.026	0.240	0.016
K15	0.024	0.017	0.012	0.009	0.007	0.006	0.008	0.017	0.010	0.008	0.008	0.011	0.006	0.009	0.013	0.167	0.011
Ukupno	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	15.000	1.000

U drugoj fazi ispitna je konzistentnost dobijenih relativnih težina kriterijuma. Izračunata je maksimalna *sopstvena vrednost matrice*  $\lambda_{\max}$  množenjem matrica u kojoj se nalaze rezultati poređenja sa dobijenim relativnim težinama kriterijuma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 5 & 4 & 3 & 5 & 4 & 3 & 3 & 5 & 7 & 9 \\ 0.5 & 1 & 3 & 4 & 5 & 5 & 4 & 2 & 5 & 4 & 3 & 3 & 5 & 7 & 9 \\ 0.33 & 0.33 & 1 & 2 & 3 & 4 & 2 & 1 & 3 & 3 & 2 & 2 & 4 & 5 & 7 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 1 & 2 & 3 & 2 & 1 & 2 & 3 & 3 & 2 & 5 & 5 & 7 \\ 0.2 & 0.2 & 0.33 & 0.5 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 5 & 5 & 7 \\ 0.2 & 0.2 & 0.25 & 0.33 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0.33 & 1 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 3 & 3 & 5 \\ 0.25 & 0.25 & 0.5 & 0.5 & 1 & 2 & 1 & 0.5 & 3 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 3 & 3 & 5 \\ 0.33 & 0.5 & 1 & 1 & 1 & 3 & 2 & 1 & 5 & 4 & 4 & 3 & 4 & 4 & 5 \\ 0.2 & 0.2 & 0.33 & 0.5 & 0.5 & 1 & 0.33 & 0.2 & 1 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 3 & 3 & 3 \\ 0.25 & 0.25 & 0.33 & 0.33 & 0.5 & 2 & 2 & 0.25 & 2 & 1 & 3 & 3 & 5 & 4 & 5 \\ 0.33 & 0.33 & 0.5 & 0.33 & 0.5 & 2 & 2 & 0.25 & 2 & 0.33 & 1 & 1 & 4 & 3 & 5 \\ 0.33 & 0.33 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 2 & 2 & 0.33 & 2 & 0.33 & 1 & 1 & 3 & 3 & 4 \\ 0.2 & 0.2 & 0.25 & 0.2 & 0.2 & 0.33 & 0.33 & 0.25 & 0.33 & 0.2 & 0.25 & 0.33 & 1 & 2 & 3 \\ 0.14 & 0.14 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.33 & 0.33 & 0.25 & 0.33 & 0.25 & 0.33 & 0.33 & 0.5 & 1 & 2 \\ 0.11 & 0.11 & 0.14 & 0.14 & 0.14 & 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.33 & 0.2 & 0.2 & 0.25 & 0.33 & 0.5 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0.185176 \\ 0.161595 \\ 0.094535 \\ 0.08232 \\ 0.064407 \\ 0.032843 \\ 0.046157 \\ 0.095934 \\ 0.031064 \\ 0.061822 \\ 0.048952 \\ 0.047966 \\ 0.020134 \\ 0.015987 \\ 0.011108 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.0858 \\ 2.7357 \\ 1.5972 \\ 1.3806 \\ 1.0519 \\ 0.5143 \\ 0.7358 \\ 1.6123 \\ 0.4933 \\ 0.9941 \\ 0.7665 \\ 0.757 \\ 0.3085 \\ 0.2528 \\ 0.1771 \end{bmatrix}$$

zatim, je podeljen prvi element izračunatog vektora sa prvim elementom vektora relativnih težina kriterijuma, drugi element sa drugim, itd:

$$\begin{bmatrix} 3.0858 / 0.185176 \\ 2.7357 / 0.161595 \\ 1.5972 / 0.094535 \\ 1.3806 / 0.08232 \\ 1.0519 / 0.064407 \\ 0.5143 / 0.032843 \\ 0.7358 / 0.046157 \\ 1.6123 / 0.095934 \\ 0.4933 / 0.031064 \\ 0.9941 / 0.061822 \\ 0.7665 / 0.048952 \\ 0.757 / 0.047966 \\ 0.3085 / 0.020134 \\ 0.2528 / 0.015987 \\ 0.1771 / 0.011108 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16.66 \\ 16.93 \\ 16.90 \\ 16.77 \\ 16.33 \\ 15.66 \\ 15.94 \\ 16.81 \\ 15.88 \\ 16.08 \\ 15.66 \\ 15.78 \\ 15.32 \\ 15.81 \\ 15.94 \end{bmatrix}$$

Određena je se sopstvena vrednost matrice  $\lambda_{max}$ ,

$$\lambda_{max} = \frac{16.66 + 16.93 + 16.90 + 16.77 + 16.33 + 15.66 + 15.94 + 16.81 + 15.88 + 16.08 + 15.66 + 15.78 + 15.32 + 15.81 + 15.94}{15}$$

$$\lambda_{max} = \frac{242.48}{15} = 16.16521$$

i zračunat indeks konzistentnosti:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{16.16521 - 15}{15 - 1} = 0.08323$$

Na kraju je izračunat stepen konzistentnosti (CR) korišćenjem relacije:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.08323}{1.59} = 0.052346$$

Stepen konzistentnosti zadovoljava kriterijum:  $CR < 0,10$ . Da je stepen bio veći, bila bi potrebna nova evaluacija značaja kriterijuma, odnosno trebalo bi se vratiti na fazu jedan. Proračun konzistentnosti je urađen pomoću "MATLAB-a".

Upotrebom metode linearnog dodeljivanja ("Weighted Linear Combination -WLC") urađeno je ocenjivanje i rangiranje lokacija (Tabela 53). Nakon obavljene analize utvrđeno je da je opština Inđija ima najveći rezultat i predstavlja najpogodniju lokaciju za proizvodni sistem.

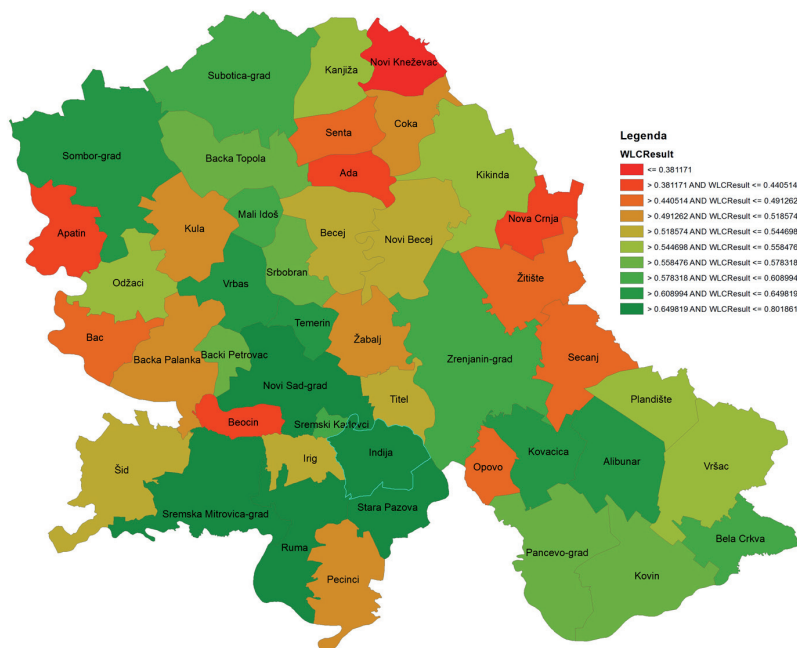
Tabela 53. Višekriterijumska analiza šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine metodom WLC

OBJECTID	OPŠTINA	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	WLC Rezultat
10	Indija	0.136	0.112	0.095	0.082	0.064	0.018	0.037	0.055	0.018	0.062	0.049	0.047	0.007	0.008	0.012	0.802
5	Stara Pazova	0.136	0.116	0.095	0.082	0.064	0.018	0.046	0.063	0.016	0.047	0.035	0.016	0.007	0.008	0.012	0.760
8	Sremska Mitrovica	0.149	0.092	0.051	0.082	0.064	0.033	0.026	0.052	0.018	0.034	0.049	0.036	0.002	0.011	0.006	0.706
6	Ruma	0.099	0.101	0.082	0.082	0.064	0.025	0.037	0.047	0.037	0.047	0.037	0.047	0.002	0.010	0.005	0.696
45	Novi Sad	0.185	0.030	0.082	0.082	0.064	0.033	0.026	0.041	0.031	0.047	0.031	0.005	0.002	0.000	0.016	0.677
26	Vrbas	0.160	0.090	0.072	0.082	0.064	0.018	0.016	0.031	0.018	0.005	0.049	0.036	0.002	0.000	0.006	0.650
21	Temerin	0.135	0.127	0.072	0.082	0.035	0.025	0.026	0.031	0.006	0.005	0.037	0.047	0.007	0.000	0.001	0.636
13	Kovačica	0.099	0.147	0.031	0.045	0.049	0.018	0.037	0.073	0.012	0.020	0.032	0.048	0.015	0.000	0.006	0.632
15	Alibunar	0.099	0.134	0.031	0.063	0.064	0.016	0.028	0.073	0.012	0.005	0.027	0.047	0.015	0.000	0.009	0.624
41	Sombor	0.149	0.106	0.041	0.063	0.064	0.022	0.004	0.008	0.024	0.034	0.043	0.036	0.007	0.009	0.009	0.619
44	Subotica	0.160	0.087	0.051	0.082	0.064	0.013	0.004	0.008	0.031	0.047	0.032	0.004	0.002	0.008	0.016	0.609
12	Sremski Karlovci	0.130	0.124	0.062	0.045	0.064	0.027	0.037	0.051	0.006	0.005	0.004	0.026	0.015	0.000	0.009	0.604
3	Bela Crkva	0.110	0.127	0.051	0.045	0.035	0.003	0.024	0.073	0.012	0.005	0.023	0.047	0.020	0.000	0.009	0.585
25	Zrenjanin	0.160	0.064	0.031	0.045	0.049	0.009	0.026	0.044	0.024	0.047	0.034	0.026	0.002	0.009	0.012	0.583
31	Mali Idoš	0.104	0.127	0.051	0.082	0.064	0.011	0.016	0.026	0.012	0.006	0.025	0.047	0.007	0.000	0.001	0.581
4	Pančevo	0.164	0.030	0.041	0.063	0.035	0.033	0.037	0.089	0.024	0.006	0.032	0.005	0.002	0.005	0.012	0.578
19	Bački Petrovac	0.103	0.156	0.062	0.045	0.049	0.025	0.024	0.021	0.012	0.006	0.016	0.042	0.015	0.000	0.001	0.578
2	Kovin	0.130	0.064	0.041	0.045	0.035	0.018	0.032	0.096	0.018	0.005	0.023	0.047	0.007	0.007	0.004	0.574
37	Bačka Topola	0.129	0.106	0.051	0.082	0.064	0.011	0.004	0.023	0.017	0.005	0.032	0.036	0.007	0.000	0.005	0.574
29	Srbobran	0.109	0.112	0.072	0.082	0.035	0.018	0.016	0.031	0.006	0.005	0.031	0.042	0.007	0.000	0.001	0.567
43	Kanjiža	0.099	0.127	0.051	0.082	0.049	0.025	0.004	0.008	0.018	0.006	0.026	0.036	0.007	0.006	0.012	0.558
27	Ođzaci	0.141	0.096	0.031	0.045	0.064	0.033	0.013	0.009	0.012	0.020	0.037	0.048	0.007	0.000	0.001	0.557
14	Vršac	0.144	0.030	0.041	0.063	0.064	0.003	0.025	0.052	0.012	0.034	0.011	0.036	0.020	0.007	0.009	0.551
17	Plandište	0.099	0.162	0.041	0.045	0.035	0.003	0.026	0.046	0.006	0.005	0.026	0.048	0.007	0.000	0.001	0.550
38	Kikinda	0.137	0.108	0.031	0.045	0.049	0.018	0.016	0.021	0.017	0.020	0.032	0.036	0.002	0.007	0.009	0.547
33	Novi Bečej	0.135	0.127	0.031	0.045	0.049	0.018	0.016	0.021	0.006	0.005	0.029	0.047	0.007	0.005	0.005	0.545
30	Bečej	0.130	0.101	0.051	0.045	0.035	0.018	0.016	0.031	0.012	0.006	0.027	0.047	0.007	0.004	0.005	0.536
18	Titel	0.099	0.127	0.062	0.007	0.049	0.018	0.037	0.052	0.012	0.005	0.004	0.047	0.007	0.000	0.009	0.536
11	Šid	0.133	0.064	0.051	0.082	0.064	0.018	0.018	0.036	0.018	0.005	0.004	0.026	0.007	0.000	0.005	0.533
7	Irig	0.103	0.115	0.031	0.045	0.006	0.025	0.037	0.052	0.006	0.005	0.032	0.042	0.020	0.000	0.012	0.530
24	Žabalj	0.129	0.096	0.051	0.045	0.035	0.018	0.026	0.040	0.006	0.005	0.008	0.047	0.007	0.005	0.001	0.519
22	Bačka Palanka	0.135	0.030	0.062	0.045	0.049	0.033	0.016	0.029	0.024	0.005	0.033	0.036	0.007	0.000	0.004	0.508
1	Pećinci	0.104	0.030	0.082	0.082	0.006	0.018	0.042	0.062	0.006	0.005	0.037	0.013	0.015	0.000	0.001	0.504
35	Kula	0.133	0.096	0.031	0.045	0.035	0.015	0.013	0.025	0.012	0.005	0.023	0.047	0.007	0.010	0.001	0.498
40	Čoka	0.099	0.127	0.031	0.045	0.049	0.033	0.005	0.008	0.012	0.005	0.021	0.047	0.007	0.000	0.001	0.491
23	Bač	0.099	0.127	0.020	0.045	0.035	0.018	0.015	0.008	0.015	0.005	0.027	0.047	0.015	0.009	0.005	0.491
20	Sečanj	0.099	0.127	0.031	0.045	0.035	0.003	0.026	0.042	0.006	0.006	0.004	0.047	0.015	0.000	0.001	0.489
9	Opovo	0.099	0.117	0.051	0.007	0.006	0.018	0.037	0.063	0.006	0.005	0.011	0.048	0.015	0.000	0.001	0.484
39	Senta	0.104	0.064	0.031	0.045	0.049	0.033	0.005	0.008	0.006	0.020	0.037	0.047	0.007	0.000	0.005	0.461
28	Žitište	0.099	0.096	0.031	0.045	0.006	0.003	0.023	0.042	0.009	0.005	0.023	0.048	0.007	0.009	0.001	0.446
16	Beočin	0.104	0.030	0.062	0.007	0.035	0.033	0.026	0.031	0.014	0.006	0.023	0.048	0.020	0.000	0.001	0.441
34	Nova Crnja	0.099	0.120	0.020	0.045	0.006	0.003	0.016	0.021	0.006	0.005	0.032	0.048	0.007	0.000	0.001	0.429
36	Ada	0.103	0.119	0.008	0.007	0.035	0.028	0.015	0.008	0.006	0.005	0.037	0.048	0.007	0.000	0.001	0.428
32	Apatin	0.109	0.030	0.041	0.007	0.064	0.033	0.004	0.008	0.012	0.006	0.032	0.026	0.007	0.007	0.012	0.399
42	Novi Kneževac	0.099	0.096	0.020	0.007	0.035	0.025	0.004	0.008	0.006	0.020	0.004	0.048	0.007	0.000	0.001	0.381

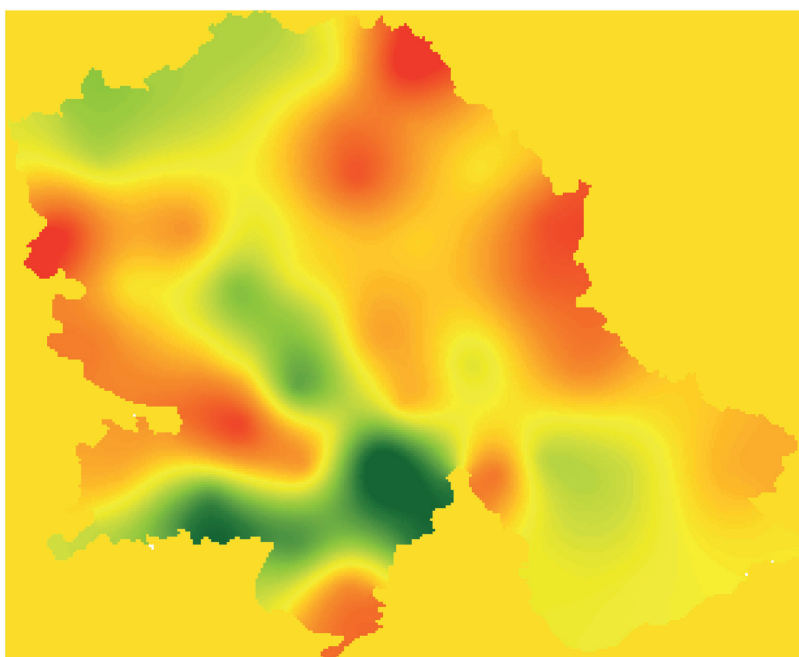


## 8.2.8 Finalna mapa pogodnosti za širu lokaciju proizvodnog sistema

Na osnovu rezultata iz višekriterijumske analize dobijenih metodom “WLC” urađena je finalna vektorska (Slika 201) i rasterska (Slika 202) mapa pogodnosti regiona AP Vojvodine.



Slika 201. Finalna vektorska mapa pogodnosti za region AP Vojvodine



Slika 202. Finalna rasterska mapa pogodnosti za region AP Vojvodine

## 8.2.9 Analiza osetljivosti rezultata višekriterijumske analize za širu lokaciju proizvodnog sistema

Na osnovu razvijenog modela i dobijenih vrednosti relativnih težina kriterijuma urađene su dve analize osetljivosti (Tabela 54 i 55) u kojim su testirane relativne težine kriterijuma na male promene.

Tabela 54. Analiza osetljivosti (1) relativnih težina kriterijuma šire lokacije za region AP Vojvodine

Oznaka	Naziv kriterijuma	Relativna težina kriterijuma	Analiza osetljivosti 1	Novo težine kriterijuma	Normalizovane težine kriterijuma
K1	Dostupnost kvalitetne radne snage	0.185176175	-5%	0.175917366	0.175944334
K2	Cena radne snage	0.161595321	5%	0.169675087	0.169701098
K3	Geografski položaj opštine	0.094534636	-5%	0.089807904	0.089821672
K4	Saobraćajna infrastruktura (drumski saobraćaj)	0.082320434	5%	0.086436456	0.086449707
K5	Saobraćajna infrastruktura (železnički saobraćaj)	0.0644074	-5%	0.06118703	0.06119641
K6	Saobraćajna infrastruktura (vodni saobraćaj)	0.03284343	5%	0.034485602	0.034490889
K7	Saobraćajna infrastruktura (vazdušni saobraćaj)	0.046156761	-5%	0.043848923	0.043855645
K8	Dostupnost sirovina i repromaterijala	0.095933941	5%	0.100730638	0.10074608
K9	Telekomunikaciona infrastruktura	0.031064316	-5%	0.0295111	0.029515624
K10	Reputacija i efikasnost lokalnih vlasti	0.061821515	5%	0.064912591	0.064922542
K11	Raspoloživost građevinskog zemljišta	0.048951901	-5%	0.046504306	0.046511435
K12	Cena građevinskog zemljišta	0.04796567	5%	0.050363954	0.050371675
K13	Zaštita životne sredine	0.020133551	-5%	0.019126873	0.019129805
K14	Komunalni troškovi	0.015986925	5%	0.016786271	0.016788844
K15	Smeštaj	0.011108024	-5%	0.010552623	0.010554241
	<b>Ukupno</b>	<b>1</b>		<b>0.999846724</b>	<b>1</b>

Tabela 55. Analiza osetljivosti (2) relativnih težina kriterijuma šire lokacije za region AP Vojvodine

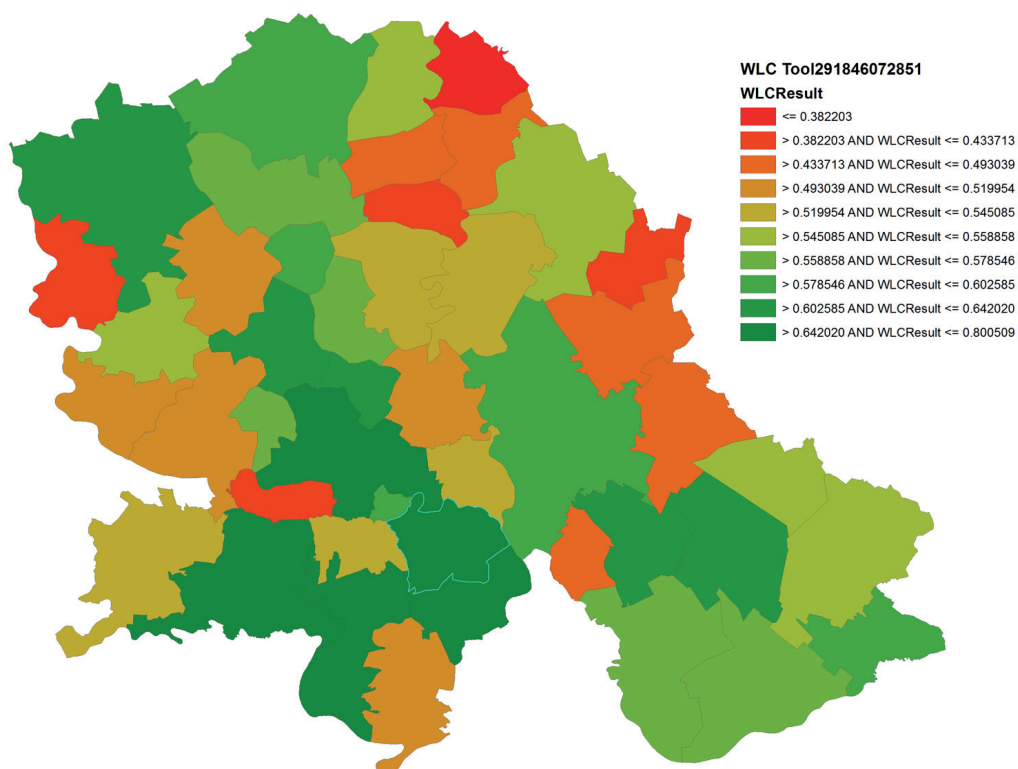
Oznaka	Naziv kriterijuma	Relativna težina kriterijuma	Analiza osetljivosti 2	Novo težine kriterijuma	Normalizovane težine kriterijuma
K1	Dostupnost kvalitetne radne snage	0.185176175	5%	0.194434984	0.194434984
K2	Cena radne snage	0.161595321	-5%	0.153515555	0.153515555
K3	Geografski položaj opštine	0.094534636	5%	0.099261368	0.099261368
K4	Saobraćajna infrastruktura (drumski saobraćaj)	0.082320434	-5%	0.078204412	0.078204412
K5	Saobraćajna infrastruktura (železnički saobraćaj)	0.0644074	5%	0.06762777	0.06762777
K6	Saobraćajna infrastruktura (vodni saobraćaj)	0.03284343	-5%	0.031201259	0.031201259
K7	Saobraćajna infrastruktura (vazdušni saobraćaj)	0.046156761	5%	0.048464599	0.048464599
K8	Dostupnost sirovina i repromaterijala	0.095933941	-5%	0.091137244	0.091137244
K9	Telekomunikaciona infrastruktura	0.031064316	5%	0.032617532	0.032617532
K10	Reputacija i efikasnost lokalnih vlasti	0.061821515	-5%	0.058730439	0.058730439
K11	Raspoloživost građevinskog zemljišta	0.048951901	5%	0.051399496	0.051399496
K12	Cena građevinskog zemljišta	0.04796567	-5%	0.045567387	0.045567387
K13	Zaštita životne sredine	0.020133551	5%	0.021140229	0.021140229
K14	Komunalni troškovi	0.015986925	-5%	0.015187579	0.015187579
K15	Smeštaj	0.011108024	5%	0.011663425	0.011663425
	<b>Ukupno</b>	<b>1</b>		<b>1.000153278</b>	<b>1.000153278</b>

Novo dobijene vrednosti težina kriterijuma potom su korišćene u novim višekriterijumskim analizama upotrebom metode linearnog dodeljivanja ("Weighted Linear Combination -WLC").

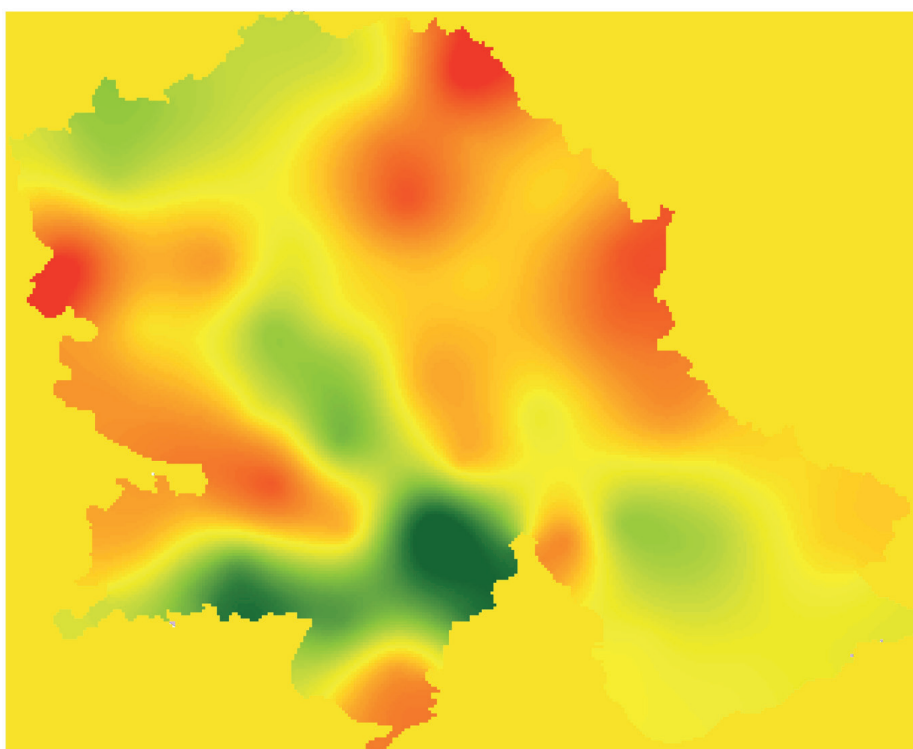
Rezultati analize osetljivosti nakon novih višekriterijumskih analiza pokazuju da je redosled najpogodnih alternativa nepromenjen (Tabela 56, Tabela 57) (Slika 203, Slika 204, Slika 205 i Slika 206). Na ovaj način dobijena je potvrda verodostojnosti rezultata višekriterijumske analize.

Tabela 56. Analiza osetljivosti (1) šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine

OBJECTID	OPŠTINA	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	WLC Rezultat
10	Indija	0.129	0.118	0.090	0.086	0.061	0.019	0.035	0.058	0.017	0.065	0.047	0.049	0.006	0.012	0.008	0.801
5	Stara Pazova	0.129	0.122	0.090	0.086	0.061	0.019	0.044	0.066	0.015	0.049	0.033	0.016	0.006	0.012	0.008	0.757
8	Sremska Mitrovica	0.141	0.096	0.049	0.086	0.061	0.034	0.025	0.055	0.017	0.035	0.047	0.038	0.002	0.017	0.004	0.708
6	Ruma	0.094	0.106	0.078	0.086	0.061	0.026	0.035	0.055	0.017	0.035	0.035	0.050	0.002	0.015	0.003	0.699
45	Novi Sad	0.176	0.031	0.078	0.086	0.061	0.034	0.025	0.043	0.030	0.049	0.030	0.006	0.002	0.000	0.011	0.662
26	Vrbas	0.152	0.095	0.068	0.086	0.061	0.019	0.015	0.032	0.017	0.006	0.047	0.038	0.002	0.000	0.004	0.642
21	Temerin	0.128	0.133	0.068	0.086	0.033	0.026	0.025	0.033	0.005	0.006	0.035	0.049	0.006	0.000	0.001	0.636
13	Kovadica	0.094	0.154	0.029	0.047	0.047	0.019	0.035	0.077	0.012	0.021	0.030	0.050	0.006	0.000	0.004	0.634
15	Alibunar	0.094	0.141	0.029	0.066	0.061	0.017	0.027	0.077	0.012	0.006	0.025	0.049	0.015	0.000	0.006	0.624
44	Subotica	0.152	0.091	0.039	0.066	0.061	0.023	0.004	0.009	0.023	0.035	0.041	0.038	0.006	0.014	0.006	0.618
12	Sremski Karlovci	0.123	0.131	0.049	0.086	0.061	0.014	0.004	0.009	0.030	0.049	0.030	0.004	0.002	0.012	0.010	0.603
3	Bela Crkva	0.105	0.133	0.049	0.047	0.033	0.003	0.023	0.077	0.012	0.006	0.022	0.049	0.019	0.000	0.006	0.584
25	Mali Idoš	0.099	0.133	0.049	0.086	0.061	0.011	0.015	0.028	0.012	0.007	0.024	0.050	0.006	0.000	0.001	0.582
31	Zrenjanin	0.152	0.068	0.029	0.047	0.047	0.009	0.025	0.046	0.023	0.049	0.033	0.027	0.002	0.014	0.008	0.579
19	Bački Petrovac	0.098	0.164	0.059	0.047	0.047	0.026	0.023	0.022	0.012	0.007	0.015	0.044	0.015	0.000	0.001	0.579
2	Kovin	0.124	0.068	0.039	0.047	0.033	0.019	0.030	0.101	0.017	0.006	0.022	0.050	0.006	0.011	0.003	0.576
4	Pančevo	0.156	0.031	0.039	0.066	0.033	0.034	0.035	0.093	0.023	0.007	0.030	0.006	0.002	0.007	0.008	0.571
37	Backa Topola	0.123	0.111	0.049	0.086	0.061	0.011	0.004	0.024	0.016	0.006	0.030	0.038	0.006	0.000	0.003	0.570
29	Srbobran	0.103	0.117	0.068	0.086	0.033	0.019	0.015	0.033	0.005	0.006	0.030	0.044	0.006	0.000	0.001	0.568
43	Kanjiža	0.094	0.133	0.049	0.086	0.047	0.026	0.004	0.009	0.017	0.007	0.025	0.038	0.006	0.009	0.008	0.559
27	Ožđaci	0.134	0.101	0.029	0.047	0.061	0.034	0.012	0.009	0.012	0.021	0.035	0.050	0.006	0.000	0.001	0.554
17	Plandište	0.094	0.170	0.039	0.047	0.033	0.003	0.025	0.049	0.005	0.006	0.024	0.050	0.006	0.000	0.001	0.553
14	Vršac	0.137	0.031	0.039	0.066	0.061	0.035	0.023	0.055	0.012	0.007	0.010	0.038	0.019	0.011	0.006	0.547
38	Kikinda	0.130	0.114	0.029	0.047	0.047	0.019	0.015	0.022	0.017	0.021	0.030	0.038	0.002	0.011	0.006	0.546
33	Novi Bečej	0.128	0.133	0.029	0.047	0.047	0.019	0.015	0.022	0.005	0.006	0.028	0.049	0.006	0.007	0.003	0.545
30	Bečej	0.124	0.106	0.049	0.047	0.033	0.019	0.015	0.033	0.012	0.007	0.026	0.049	0.006	0.007	0.003	0.535
18	Titel	0.094	0.133	0.059	0.008	0.047	0.019	0.035	0.055	0.012	0.006	0.004	0.050	0.006	0.000	0.006	0.532
11	Šid	0.126	0.068	0.049	0.086	0.061	0.019	0.017	0.038	0.017	0.006	0.004	0.027	0.006	0.000	0.003	0.529
7	Irig	0.098	0.121	0.029	0.047	0.005	0.026	0.035	0.055	0.005	0.006	0.030	0.044	0.019	0.000	0.008	0.528
24	Žabalj	0.123	0.101	0.049	0.047	0.033	0.019	0.025	0.042	0.005	0.006	0.007	0.050	0.006	0.007	0.001	0.520
35	Kula	0.126	0.101	0.029	0.047	0.033	0.016	0.012	0.026	0.012	0.006	0.022	0.050	0.006	0.015	0.001	0.502
1	Pečinci	0.099	0.031	0.078	0.086	0.005	0.019	0.040	0.065	0.005	0.006	0.035	0.014	0.015	0.000	0.001	0.500
22	Bačka Palanka	0.128	0.031	0.059	0.047	0.047	0.034	0.015	0.030	0.023	0.006	0.032	0.038	0.006	0.000	0.003	0.500
23	Bač	0.094	0.133	0.019	0.047	0.033	0.019	0.014	0.009	0.014	0.006	0.025	0.049	0.015	0.014	0.003	0.495
40	Čoka	0.094	0.133	0.029	0.047	0.047	0.034	0.004	0.009	0.012	0.006	0.020	0.050	0.006	0.000	0.001	0.493
20	Sečanj	0.094	0.133	0.029	0.047	0.033	0.003	0.025	0.045	0.005	0.007	0.004	0.050	0.015	0.000	0.001	0.491
9	Opovo	0.094	0.123	0.049	0.008	0.005	0.019	0.035	0.066	0.005	0.006	0.010	0.050	0.015	0.000	0.001	0.485
39	Senta	0.099	0.068	0.029	0.047	0.047	0.034	0.004	0.009	0.005	0.021	0.035	0.049	0.006	0.000	0.004	0.458
28	Žitište	0.094	0.101	0.029	0.047	0.005	0.003	0.021	0.044	0.009	0.006	0.022	0.050	0.006	0.013	0.001	0.452
16	Beočin	0.099	0.031	0.059	0.008	0.033	0.034	0.025	0.033	0.013	0.007	0.022	0.050	0.019	0.000	0.001	0.434
34	Nova Crnja	0.094	0.126	0.019	0.047	0.005	0.003	0.015	0.022	0.005	0.006	0.031	0.050	0.006	0.000	0.001	0.431
36	Ada	0.098	0.125	0.008	0.008	0.033	0.029	0.015	0.009	0.005	0.006	0.035	0.050	0.006	0.000	0.001	0.428
32	Apatin	0.104	0.031	0.039	0.008	0.061	0.034	0.004	0.009	0.012	0.007	0.030	0.027	0.006	0.010	0.008	0.390
42	Novi Kneževac	0.094	0.101	0.019	0.008	0.033	0.026	0.004	0.009	0.005	0.021	0.004	0.050	0.006	0.000	0.001	0.382



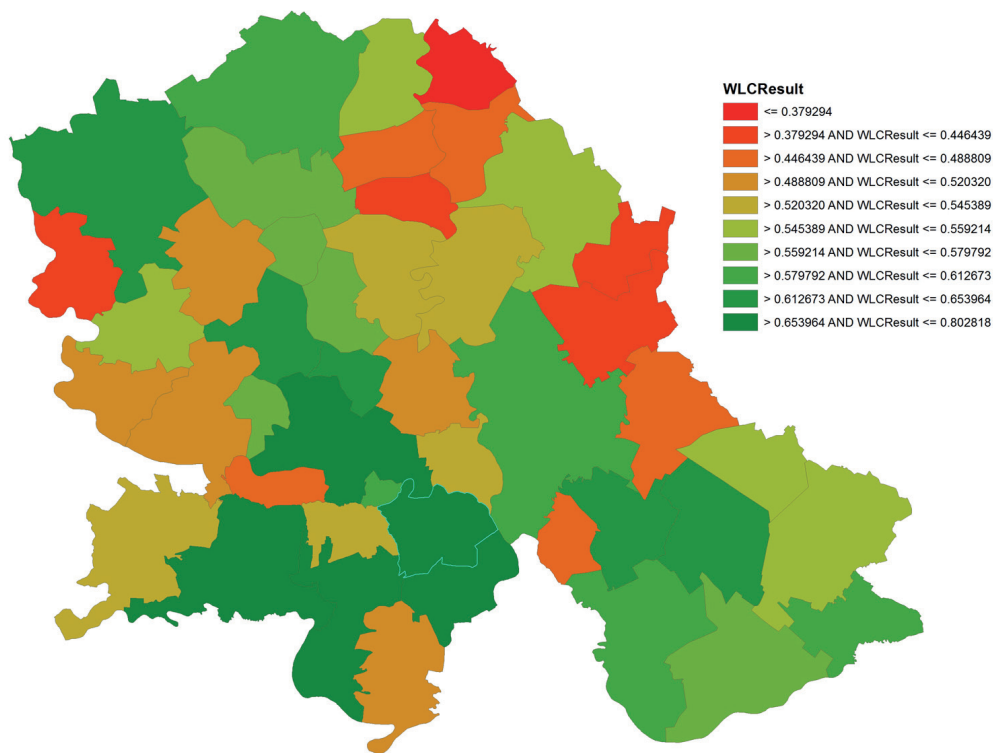
Slika 203. Analiza osetljivosti (1) za region AP Vojvodine-vektorska mapa



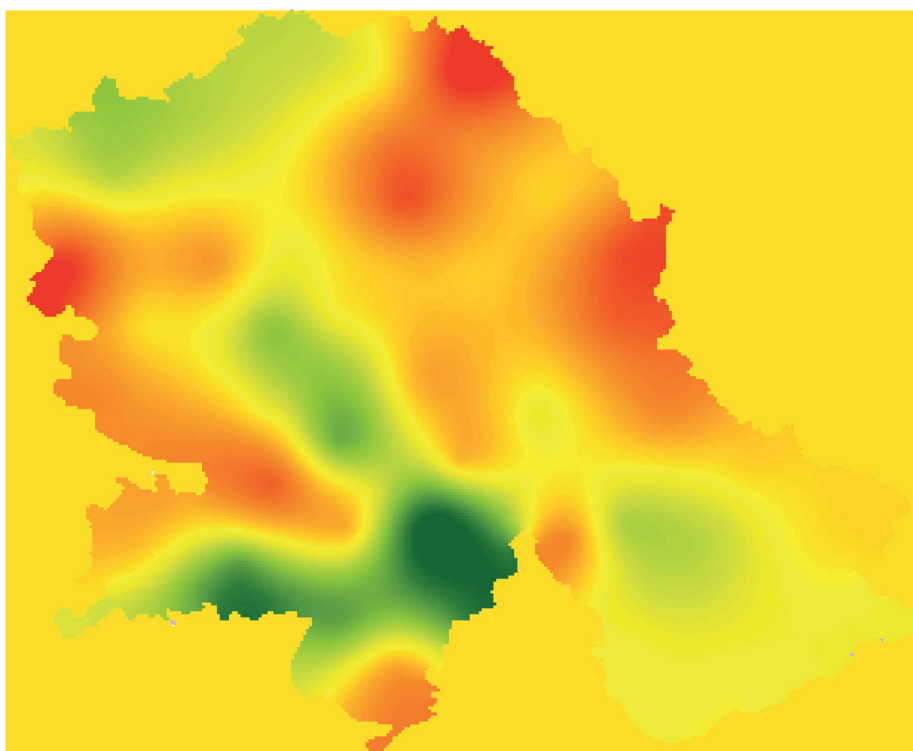
Slika 204. Analiza osetljivosti (1) za region AP Vojvodine-rasterska mapa

Tabela 57. Analiza osetljivosti (2) šire lokacije proizvodnog sistema za region AP Vojvodine

OBJEKTID	OPŠTINA	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	WLC Rezultat
10	Indija	0.142	0.107	0.099	0.078	0.068	0.017	0.038	0.052	0.019	0.059	0.051	0.045	0.007	0.011	0.009	0.803
5	Stara Pazova	0.143	0.110	0.099	0.078	0.068	0.017	0.048	0.060	0.016	0.045	0.036	0.015	0.007	0.011	0.009	0.762
8	Sremska Mitrovica	0.156	0.087	0.054	0.078	0.068	0.031	0.027	0.050	0.019	0.032	0.051	0.035	0.002	0.015	0.005	0.710
6	Ruma	0.104	0.096	0.087	0.078	0.068	0.024	0.038	0.050	0.019	0.032	0.039	0.045	0.002	0.013	0.004	0.698
45	Novi Sad	0.194	0.028	0.087	0.078	0.068	0.031	0.027	0.039	0.033	0.045	0.033	0.005	0.002	0.000	0.012	0.681
26	Vrbas	0.167	0.086	0.076	0.078	0.068	0.017	0.016	0.029	0.019	0.005	0.051	0.035	0.002	0.000	0.004	0.654
21	Temerin	0.142	0.121	0.076	0.078	0.037	0.024	0.027	0.030	0.006	0.005	0.039	0.045	0.007	0.000	0.001	0.636
13	Kovačica	0.104	0.139	0.032	0.042	0.051	0.017	0.038	0.069	0.013	0.019	0.034	0.046	0.016	0.000	0.005	0.627
41	Sombor	0.156	0.101	0.043	0.059	0.068	0.021	0.004	0.008	0.026	0.032	0.045	0.035	0.007	0.012	0.006	0.623
15	Alibunar	0.104	0.127	0.032	0.059	0.068	0.015	0.030	0.069	0.013	0.005	0.028	0.045	0.016	0.000	0.007	0.618
44	Subotica	0.167	0.082	0.054	0.078	0.068	0.012	0.004	0.008	0.033	0.045	0.034	0.004	0.002	0.011	0.011	0.613
12	Sremski Karlovci	0.136	0.118	0.065	0.042	0.068	0.026	0.038	0.048	0.006	0.005	0.004	0.025	0.016	0.000	0.006	0.604
25	Zrenjanin	0.167	0.061	0.032	0.042	0.051	0.008	0.028	0.042	0.026	0.045	0.036	0.025	0.002	0.012	0.009	0.587
4	Pančevo	0.173	0.028	0.043	0.059	0.037	0.031	0.038	0.084	0.026	0.006	0.034	0.005	0.002	0.007	0.009	0.582
3	Bela Crkva	0.116	0.121	0.054	0.042	0.037	0.003	0.025	0.069	0.013	0.005	0.024	0.045	0.021	0.000	0.006	0.582
31	Mali Idoš	0.109	0.121	0.054	0.078	0.068	0.010	0.016	0.025	0.033	0.006	0.026	0.045	0.007	0.000	0.001	0.580
19	Bački Petrovac	0.108	0.148	0.065	0.042	0.051	0.024	0.026	0.020	0.013	0.006	0.017	0.040	0.016	0.000	0.001	0.577
2	Kovin	0.137	0.061	0.043	0.042	0.037	0.017	0.034	0.091	0.019	0.005	0.024	0.035	0.007	0.010	0.003	0.576
37	Bačka Topola	0.136	0.101	0.054	0.078	0.068	0.010	0.005	0.022	0.018	0.005	0.034	0.035	0.007	0.000	0.004	0.574
29	Srbobran	0.114	0.106	0.076	0.078	0.037	0.017	0.016	0.030	0.006	0.005	0.033	0.040	0.007	0.000	0.004	0.566
27	Ođžaci	0.149	0.091	0.032	0.042	0.068	0.031	0.014	0.008	0.013	0.019	0.039	0.045	0.007	0.000	0.001	0.559
14	Vršac	0.151	0.028	0.043	0.059	0.068	0.003	0.026	0.050	0.013	0.032	0.011	0.035	0.021	0.010	0.006	0.556
43	Kanjiža	0.104	0.121	0.054	0.078	0.051	0.024	0.004	0.008	0.019	0.006	0.027	0.035	0.007	0.008	0.009	0.556
38	Kikinda	0.144	0.103	0.032	0.042	0.051	0.017	0.016	0.020	0.018	0.019	0.034	0.035	0.002	0.010	0.006	0.549
17	Plandište	0.104	0.153	0.043	0.042	0.037	0.003	0.027	0.044	0.006	0.005	0.027	0.046	0.007	0.000	0.001	0.546
33	Novi Bečej	0.141	0.121	0.032	0.042	0.051	0.017	0.016	0.020	0.006	0.005	0.030	0.045	0.007	0.007	0.004	0.545
30	Bečej	0.137	0.096	0.054	0.042	0.037	0.017	0.016	0.030	0.013	0.006	0.029	0.045	0.007	0.006	0.004	0.538
11	Šid	0.139	0.061	0.054	0.078	0.068	0.017	0.019	0.035	0.019	0.005	0.004	0.025	0.007	0.000	0.004	0.535
18	Titel	0.104	0.121	0.065	0.007	0.051	0.017	0.038	0.050	0.013	0.005	0.004	0.045	0.007	0.000	0.006	0.534
7	Irig	0.108	0.109	0.032	0.042	0.006	0.024	0.038	0.050	0.006	0.005	0.034	0.039	0.021	0.000	0.009	0.524
24	Žabalj	0.136	0.091	0.054	0.042	0.037	0.017	0.027	0.038	0.006	0.005	0.008	0.045	0.007	0.006	0.001	0.520
22	Bačka Palanka	0.142	0.028	0.065	0.042	0.051	0.031	0.016	0.027	0.026	0.005	0.035	0.035	0.007	0.000	0.003	0.514
1	Pećinci	0.109	0.028	0.087	0.078	0.006	0.017	0.044	0.059	0.006	0.005	0.039	0.013	0.016	0.000	0.001	0.508
35	Kula	0.139	0.091	0.032	0.042	0.037	0.014	0.013	0.024	0.013	0.005	0.024	0.045	0.007	0.014	0.001	0.502
23	Bač	0.104	0.121	0.021	0.042	0.037	0.017	0.016	0.008	0.015	0.005	0.028	0.045	0.007	0.013	0.004	0.492
40	Čoka	0.104	0.121	0.032	0.042	0.051	0.031	0.005	0.008	0.013	0.005	0.022	0.045	0.007	0.000	0.001	0.489
20	Sečanj	0.104	0.121	0.032	0.042	0.037	0.003	0.027	0.040	0.006	0.006	0.004	0.045	0.016	0.000	0.001	0.486
9	Opovo	0.104	0.111	0.054	0.007	0.006	0.017	0.038	0.059	0.006	0.005	0.011	0.046	0.016	0.000	0.001	0.482
39	Senta	0.109	0.061	0.032	0.042	0.051	0.031	0.005	0.008	0.006	0.019	0.039	0.045	0.007	0.000	0.004	0.460
16	Beočin	0.109	0.028	0.065	0.007	0.037	0.031	0.027	0.030	0.014	0.006	0.024	0.046	0.021	0.000	0.004	0.446
28	Žitište	0.104	0.091	0.032	0.042	0.006	0.003	0.024	0.040	0.010	0.005	0.024	0.046	0.007	0.012	0.001	0.446
36	Ada	0.108	0.113	0.009	0.007	0.037	0.027	0.016	0.008	0.006	0.005	0.034	0.046	0.007	0.000	0.001	0.427
34	Nova Crnja	0.104	0.114	0.021	0.042	0.006	0.003	0.016	0.020	0.006	0.005	0.034	0.046	0.007	0.000	0.001	0.426
32	Apatin	0.114	0.028	0.043	0.007	0.068	0.031	0.004	0.008	0.013	0.006	0.034	0.025	0.007	0.009	0.009	0.406
42	Novi Kneževac	0.104	0.091	0.021	0.007	0.037	0.024	0.004	0.008	0.006	0.019	0.004	0.046	0.007	0.000	0.001	0.379



Slika 205. Analiza osetljivosti (2) za region AP Vojvodine-vektorska mapa



Slika 206. Analiza osetljivosti (2) za region AP Vojvodine-rasterska mapa

## 8.2.10 Predlog najpogodnije šire lokacije

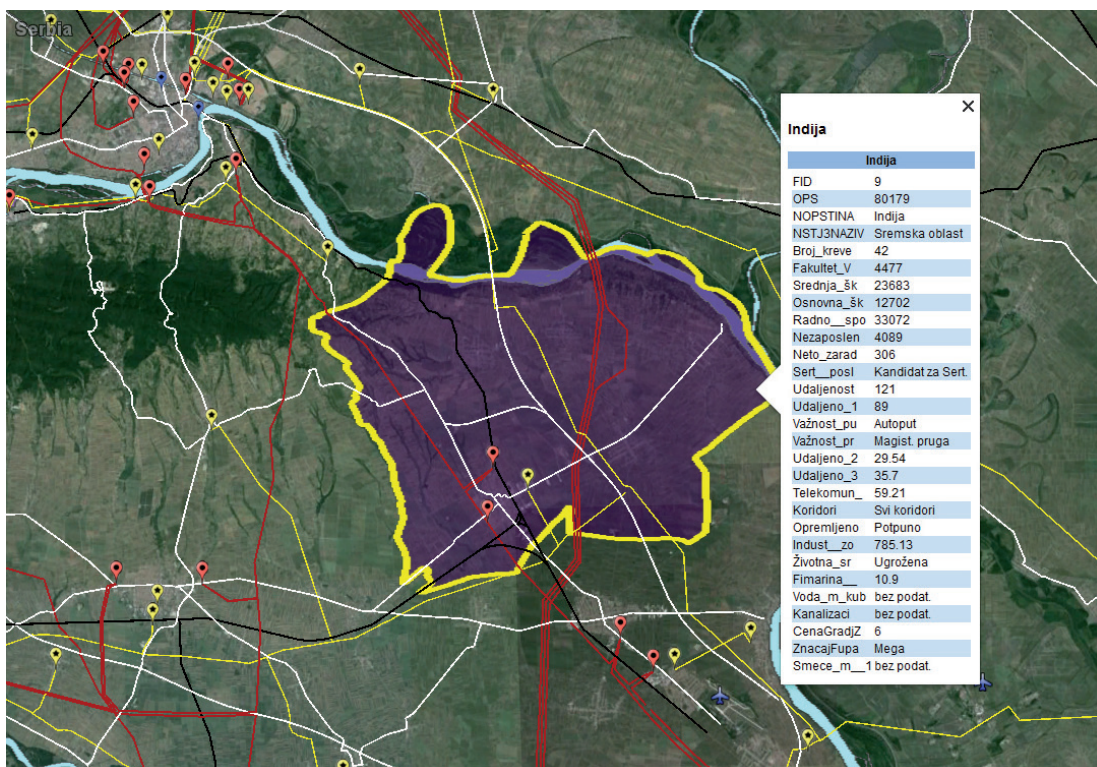
Na osnovu razvijenog modela, definisanog problema i kriterijuma, fazi analize kriterijuma, višekriterijumske analize i analize osetljivosti došli smo do najpogodnije šire lokacije za studiju slučaja izbora lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih koomponenti za automobilsku industriju.

Na osnovu definisanih ciljeva i postavljenih petnaest kriterijuma odlučivanja, urađena je fazi analiza kriterijuma gde su kvantitativne i kvalitativne promenljive ocenjene, standardizovane i integrisne u kriterijume odlučivanja.

Standardizovane vrednosti su potom upotrebljene u kreiranju mapa pogodnosti. Za svaki kriterijum urađena je mapa pogodnosti na osnovu kojih su analizirana pogodnost svih potencijalnih lokacija istovremeno.

U višekriterijumskoj analizi uz pomoć eksperta iz oblasti dobijene su relativne težine kriterijuma, urađeno je ocenjivanje i rangiranje dobijenih rezultata. Nakon izvršene višekriterijumske analize urađena je analiza osetljivosti gde je potvrđen redosled alternativa i verodostojnost analize.

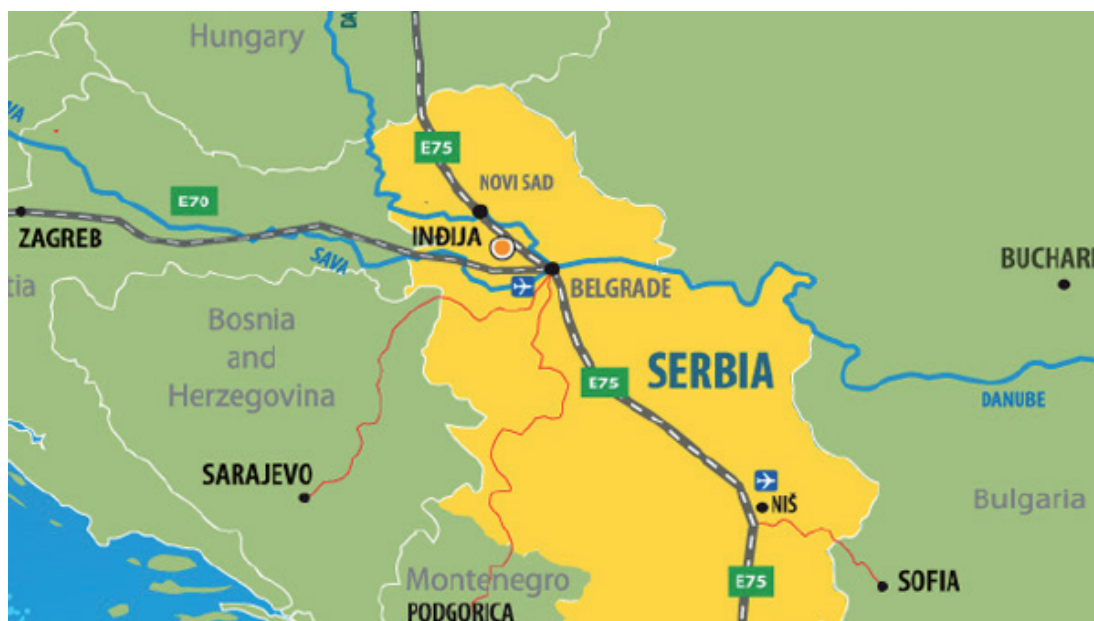
Na osnovu sveobuhvatne analize utvrđeno je da je opština Indija najpogodnija šira lokacija za proizvodnju čeličnih koomponenti za automobilsku industriju (Slika 207).



Slika 207. Najpogodnija šira lokacija - opština Indija

## 8.3 Izbor uže lokacije proizvodnog sistema

Indija je opština koji se nalazi u Srbiji u AP Vojvodini na 45.05° severne geografske širine, 20.09° istočne geografske dužine, na nadmorskoj visini od 113 m. Na osnovu popisa iz 2011 opština Indija imala je 47 204 stanovnika, površinu od 384 km<sup>2</sup> (38458ha 53a 85m<sup>2</sup>) i obuhvata 9 katastarskih opština sa 80.777 parcela. Opština Indija se nalazi u Sremu, na južnim obroncima Fruške gore. Smeštena na pola puta između Beograda i Novog Sada, na mestu gde se ukrštaju značajni evropski koridori – autoput E-75 i reka Dunav, pa je njen geografski položaj veoma povoljan (Slika 208).



Slika 208. Geografski položaj opštine Indija

Indija poseduje dve potpuno funkcionalne, komunalno opremljene radne zone, koje pri tom imaju izuzetan geografsko-saobraćajni položaj - blizina Beograda 42 km, Novog Sada 35 km, aerodroma 35 km, glavnih saobraćajnih pravaca u zemlji, Koridor 10, auto-put E-75: Beograd-Novi Sad, auto-put E-70: Beograd-Zagreb, magistralni put M22/1, regionalni put R109: Ruma-Stari Slankamen, železničkih pruga Beograd–Indija–Novi Sad–Subotica–Budimpešta i Beograd–Indija–Zagreb–Ljubljana, blizina reke Dunav, postavlja Indiju u sam vrh ponude u Srbiji u smislu potencijala i atraktivnosti za investiranje.

Osnovni nosioci razvoja privrede naselja Indija, uz poljoprivredu su industrija i mala privreda. U cilju obezbeđenja prostora za razvoj industrije i male privrede Generalnim urbanističkim planom naselja Indija rezervisane su dve urbanističke celine – zone u severoistočnom (Slika 209) i jugoistočnom (Slika 210) delu Indije. Formiranje radnih zona omogućilo je izgradnju novih kapaciteta kao i mogućnost trajnog dislociranja svih proizvodnih kapaciteta iz centralnog i stambenog dela naselja što se



pre svega odražava na kvalitet životne sredine u naselju, kao i na kvalitet uslova rada i proizvodnje.

U Indijsku opštinu uloženo je oko pola milijarde evra direktnih investicija. Najveće domaće i svetske kompanije izabrale su indiju kao što su: Henkel, Tisenkrup, Grundfos, “Terraproduction”, Metal Cinkara, Energozelena, IGB Automotiv, Embassy Group, Fešn Park Outlet centar, Izoterm Plama, Gombit, Tehnoeksport, Martini gradnja, Farmina pet fuds, Invej, Trejdjunik, Gas-teh, i mnoge druge.



Slika 209. Severoistočna radna zona

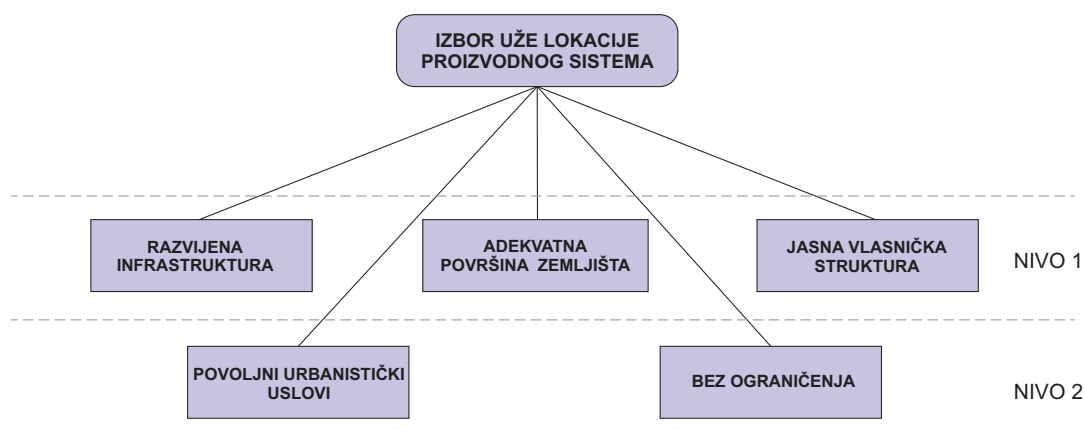


Slika 210. Jugoistočna radna zona

### 8.3.1 Definisane probleme izbora uže lokacije proizvodnog sistema

Na osnovu razvijenog modela u okviru studije slučaja definisan je problem izbora uže lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju. U uslovima individualnog odlučivanja definisani su glavni ciljevi izbora nove ("greenfield") lokacije.

Strukturiranje problema urađeno je dekomponovanjem problema odlučivanja u niz hijerarhija radi dostizanja sveukupnih ciljeva problema izbora uže lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju. Kao glavni cilj identifikovan je izbor najpogodnije uže lokacije (parcele) za proizvodni sistem. U prvoj hijerarhijskoj strukturi kao ciljevi definisani su: razvijena infrastruktura, adekvatna površina zemljišta i jasna vlasnička struktura. Gde je pod terminom adekvatna površina zemljišta definisan plac od najmanje 1 ha. U drugoj hijerarhijskoj strukturi definisani su povoljni urbanistički uslovi i parcele bez ograničenja (Slika 211).



Slika 211. Strukturiranje problema izbora uže lokacije proizvodnog sistema

Na osnovu definisanja i strukturiranja problema iniciran je proces izbora uže lokacije proizvodnog sistema.

### 8.3.2 Definisane kriterijuma odlučivanja za izbor uže lokacije proizvodnog sistema

U okviru studije slučaja kao kriterijumi odlučivanja korišćeni su kriterijumi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema, definisani prilikom razvoja modela (Tabela 18), koji odgovaraju postavljenim ciljevima.

### 8.3.3 Formiranje prostorne baze podataka za užu lokaciju

Za region opštine Indija formirana je baza podataka na osnovu definisanih kriterijuma odlučivanja. Kao potencijalne lokacije (alternative) uzete su u razmatranje sve slobodne površine u severostočnoj i jugoistočnoj radnoj zoni Indije. Svi prikupljeni podaci klasifikovani su na atributske (tabelarne) podatke i geometrijske podatke.

Atributi koji su prikupljeni za dalju analizu opisuju pojedinačne lokacije u kvantitativnom obliku definisani jasnim brojevima i u kvalitativnom obliku opisani lingvističkim formama. Svi dostavljeni atributski podaci uneti su u "excel" tabele i pripremljeni za sjedinjavanje sa prostornim podacima. Kao izvor prostornih podataka korišćeni su podaci urbanizama Vojvodine i direkcije za izgradnju opštine Indije. U baza podataka unošene su 103 potencijalne lokacije sa atributskim podacima prikazanim u Tabeli 58.

Tabela 58. Atributi za izbor uže lokacije proizvodnih sistema

	Atributski podaci
1.	Površina
2.	Vlasništvo
3.	Vrsta ograničenja
4.	Namena
5.	Indeks zauzetosti
6.	Indeks izgrađenosti
7.	Maksimalna spratnost
8.	Minimalna površina parcele
9.	Minimalna širina parcele
10.	Postojeća infrastruktura
11.	Uslov za dobijanje lokacijske dozvole

U tabelama 59, 60, 61, 62 dat je prikaz baze atributskih podataka za izbor uže lokacije proizvodnih sistema.

Tabela 59. Baza atributskih podataka za region opštine Indije (1)

OBJECTID	Naziv radne zone	Naziv lokacije	Broj bloka	Površina (ha)	Vlasništvo	Vrsta ograničenja	Namena	Indeks zauzetosti	Indeks izgrađenosti	Maksimalna spratnost
1	Severoistočna radna zona	Radna površina 48	36	10.44	Privatno	Zabranjena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
2	Severoistočna radna zona	Radna površina 49	36	10.93	Privatno	Zabranjena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
3	Severoistočna radna zona	Radna površina 67	93	11.08	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
4	Severoistočna radna zona	Radna površina 75	94	15.59	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
5	Severoistočna radna zona	Radna površina 69	94	13.61	Privatno	Ograničena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
6	Severoistočna radna zona	Radna površina 70	94	15.66	Privatno	Ograničena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
7	Severoistočna radna zona	Radna površina 78	95	23.11	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
8	Severoistočna radna zona	Radna površina 37	11	0.37	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
9	Severoistočna radna zona	Radna površina 59	94	0.58	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
10	Severoistočna radna zona	Radna površina 63	94	0.62	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
11	Severoistočna radna zona	Radna površina 64	94	0.66	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
13	Severoistočna radna zona	Radna površina 96	97	0.16	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
14	Severoistočna radna zona	Radna površina 2	11	0.71	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
15	Severoistočna radna zona	Radna površina 20	11	1.68	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
16	Severoistočna radna zona	Radna površina 51	94	4.39	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
17	Severoistočna radna zona	Radna površina 56	94	7.27	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
18	Severoistočna radna zona	Radna površina 66	94	3.28	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
19	Severoistočna radna zona	Radna površina 34	11	1.16	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
20	Severoistočna radna zona	Radna površina 40	11	2.84	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
21	Severoistočna radna zona	Radna površina 89	94	4.51	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
22	Severoistočna radna zona	Radna površina 86	94	0.76	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
23	Severoistočna radna zona	Radna površina 76	95	19.29	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
24	Severoistočna radna zona	Radna površina 30	11	9.06	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
25	Severoistočna radna zona	Radna površina 19	11	2.5	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
26	Severoistočna radna zona	Radna površina 68	93	23.25	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
27	Severoistočna radna zona	Radna površina 72	93	22.88	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
28	Severoistočna radna zona	Radna površina 83	95	10.25	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
29	Severoistočna radna zona	Radna površina 84	95	20.07	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
30	Severoistočna radna zona	Radna površina 6	11	0.36	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
31	Severoistočna radna zona	Radna površina 33	11	0.48	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
32	Severoistočna radna zona	Radna površina 39	11	0.28	Zadružno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
33	Severoistočna radna zona	Radna površina 81	95	0.18	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
34	Severoistočna radna zona	Radna površina 10	11	1.68	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
35	Severoistočna radna zona	Radna površina 47	36	11.04	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
36	Severoistočna radna zona	Radna površina 55	94	2.11	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
37	Severoistočna radna zona	Radna površina 58	94	2.71	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
38	Severoistočna radna zona	Radna površina 65	94	3.09	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
39	Severoistočna radna zona	Radna površina 35	11	1.25	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
40	Severoistočna radna zona	Radna površina 85	94	1.45	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
41	Severoistočna radna zona	Radna površina 82	95	23.83	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
42	Severoistočna radna zona	Radna površina 80	94	6.93	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
43	Severoistočna radna zona	Radna površina 77	94	13.03	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
44	Severoistočna radna zona	Radna površina 79	95	10.05	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
45	Severoistočna radna zona	Radna površina 12	11	0.28	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
46	Severoistočna radna zona	Radna površina 36	11	0.39	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
47	Severoistočna radna zona	Radna površina 32	11	0.45	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta
48	Severoistočna radna zona	Radna površina 60	94	0.62	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i si.	70	2.1	Od P do P+2+PK zavisno od vrste objekta

Tabela 60. Baza atributskih podataka za region opštine Indije (2)

OBJECTID	Naziv radne zone	Naziv lokacije	Minimalna površinska parcela (m2)	Minimalna širina parcele (m2)	Postojeća infrastruktura	Uslov za dobijanje lokacijske dozvole
1	Severoistočna radna zona	Radna površina 48	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
2	Severoistočna radna zona	Radna površina 49	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
3	Severoistočna radna zona	Radna površina 67	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
4	Severoistočna radna zona	Radna površina 75	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
5	Severoistočna radna zona	Radna površina 69	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
6	Severoistočna radna zona	Radna površina 70	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
7	Severoistočna radna zona	Radna površina 78	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
8	Severoistočna radna zona	Radna površina 37	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
9	Severoistočna radna zona	Radna površina 59	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
10	Severoistočna radna zona	Radna površina 63	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
11	Severoistočna radna zona	Radna površina 64	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
13	Severoistočna radna zona	Radna površina 96	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
14	Severoistočna radna zona	Radna površina 2	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
15	Severoistočna radna zona	Radna površina 20	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
16	Severoistočna radna zona	Radna površina 51	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
17	Severoistočna radna zona	Radna površina 56	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
18	Severoistočna radna zona	Radna površina 66	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
19	Severoistočna radna zona	Radna površina 34	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
20	Severoistočna radna zona	Radna površina 40	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
21	Severoistočna radna zona	Radna površina 89	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
22	Severoistočna radna zona	Radna površina 86	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
23	Severoistočna radna zona	Radna površina 76	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
24	Severoistočna radna zona	Radna površina 30	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
25	Severoistočna radna zona	Radna površina 19	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
26	Severoistočna radna zona	Radna površina 68	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
27	Severoistočna radna zona	Radna površina 72	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
28	Severoistočna radna zona	Radna površina 83	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
29	Severoistočna radna zona	Radna površina 84	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
30	Severoistočna radna zona	Radna površina 6	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
31	Severoistočna radna zona	Radna površina 33	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
32	Severoistočna radna zona	Radna površina 39	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
33	Severoistočna radna zona	Radna površina 81	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
34	Severoistočna radna zona	Radna površina 10	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
35	Severoistočna radna zona	Radna površina 47	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
36	Severoistočna radna zona	Radna površina 55	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
37	Severoistočna radna zona	Radna površina 58	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
38	Severoistočna radna zona	Radna površina 65	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
39	Severoistočna radna zona	Radna površina 35	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
40	Severoistočna radna zona	Radna površina 85	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
41	Severoistočna radna zona	Radna površina 82	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
42	Severoistočna radna zona	Radna površina 80	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
43	Severoistočna radna zona	Radna površina 79	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
44	Severoistočna radna zona	Radna površina 77	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
45	Severoistočna radna zona	Radna površina 12	1000	20	Saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas, EK infrastruktura	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
46	Severoistočna radna zona	Radna površina 36	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
47	Severoistočna radna zona	Radna površina 32	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat
48	Severoistočna radna zona	Radna površina 60	1000	20	Nema	Direktno iz PDR-a ili Urbanistički projekat





Prikupljeni atributski podaci nakon unosa u “excel” tabele sačuvani su “xlsx” datoteke i kao takvi pridruženi prostornim podacima opcijom “JOIN” u “ArcMapu”, koji predstavljaju potencijne parcele za izgradnju (Slika 212).


Potrebni prostorni (geometrijski) podaci za analizu uže lokacije na teritoriji opštine indija prikupljeni su na osnovu raspoloživih podataka iz regionalnog prostornog plana Vojvodine i generalnog plana opštine Indija. Svi prikupljeni prostorni podaci predhodno su standardizovani i analizirani metodama prostorne analize:

- ◆ Analiza nad atributivnim podacima i
- ◆ Preklapanje slojeva.

Na osnovu prostornih podataka iz generalnog plana opštine Indija, izdvojene su slobodne površine za izgradnju u okviru industrijskih (radnih) zona. Slobodne površine za izgradnju predstavljene su poligonima različitih oblika i površina (Slika 212).

Izvor prikupljenih infrastrukturnih prostornih podataka je regionalni prostorni plan Vojvodine i generalni plan opštine Indija. Na osnovu prostornih podataka iz generalnog plana opštine Indija izdvojene su slobodne površine za izgradnju u okviru radnih zona

Prostorni podaci su analizirani i transformisani u svetski koordinatni sistem “WGS84”. Nakon transformacije podaci su konvertovani u KML format koji je “Google EART” format pogodan za dalju analizu metodom skringa odnosno skeniranja terena.



OBJECTID	Shape	Layer	Naziv radne zone	Naziv	Broj bloka	Površina za izgradnju (ha)	Vlasništvo	Vrsta ogracenija	Namena	Indeks zauzetosti (%)
1	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 48	36	10.44	Privatno	Zabranjena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
2	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 49	36	10.93	Privatno	Zabranjena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
3	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 67	93	11.08	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
4	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 75	94	15.59	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
5	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 69	94	13.81	Privatno	Ograničena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
6	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 70	94	15.66	Privatno	Ograničena gradnja	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
7	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 78	95	23.11	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
8	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 37	11	0.37	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
9	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 59	94	0.58	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
10	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 63	94	0.62	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
11	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 64	94	0.66	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
13	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 96	97	0.16	Opština	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
14	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 2	11	0.71	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
15	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 20	11	1.68	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
16	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 51	94	4.39	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70
17	Polygon	neizgradjeno	Severistočna radna zona	Radna površina 56	94	7.27	Privatno	Nema	Proizvodnja, usluge, trgovina, skladišta i sl.	70

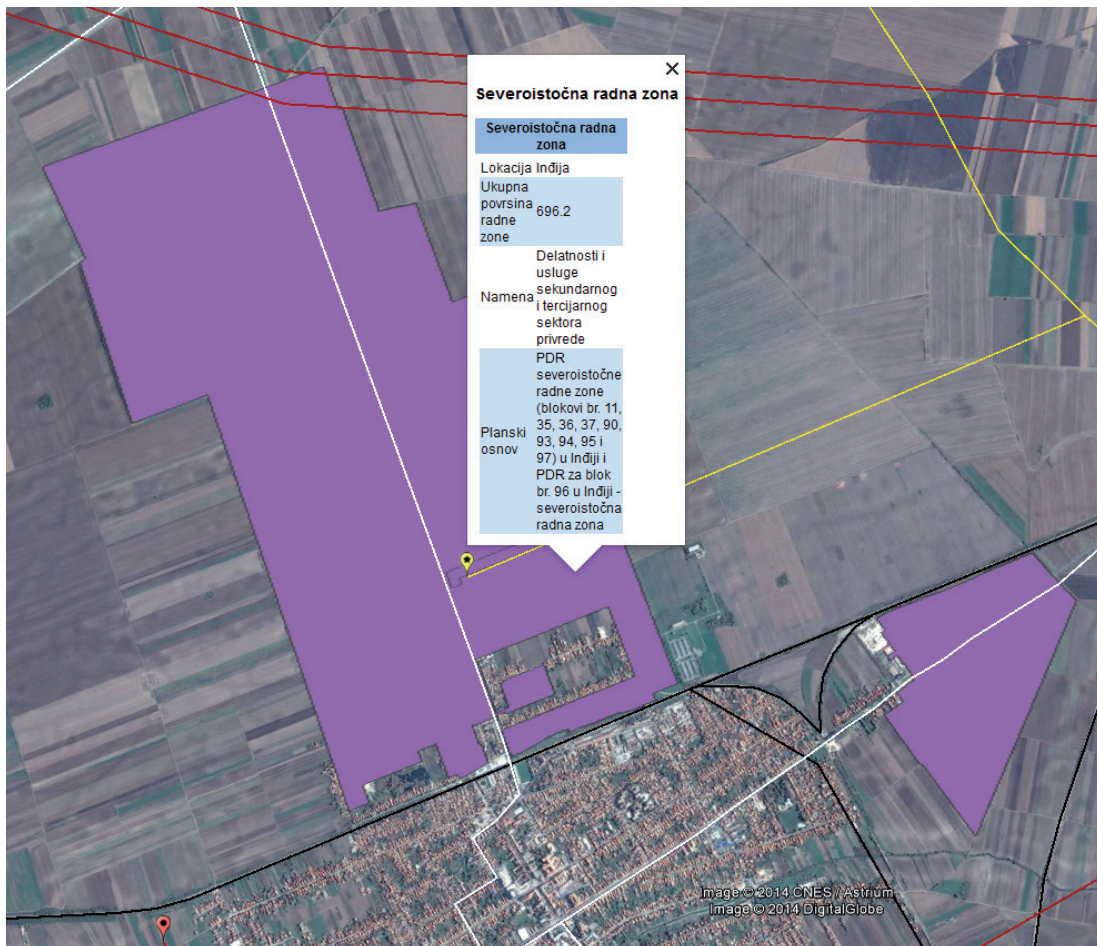
Slika 212. Prikaz prostorne baze podataka opštine Indija



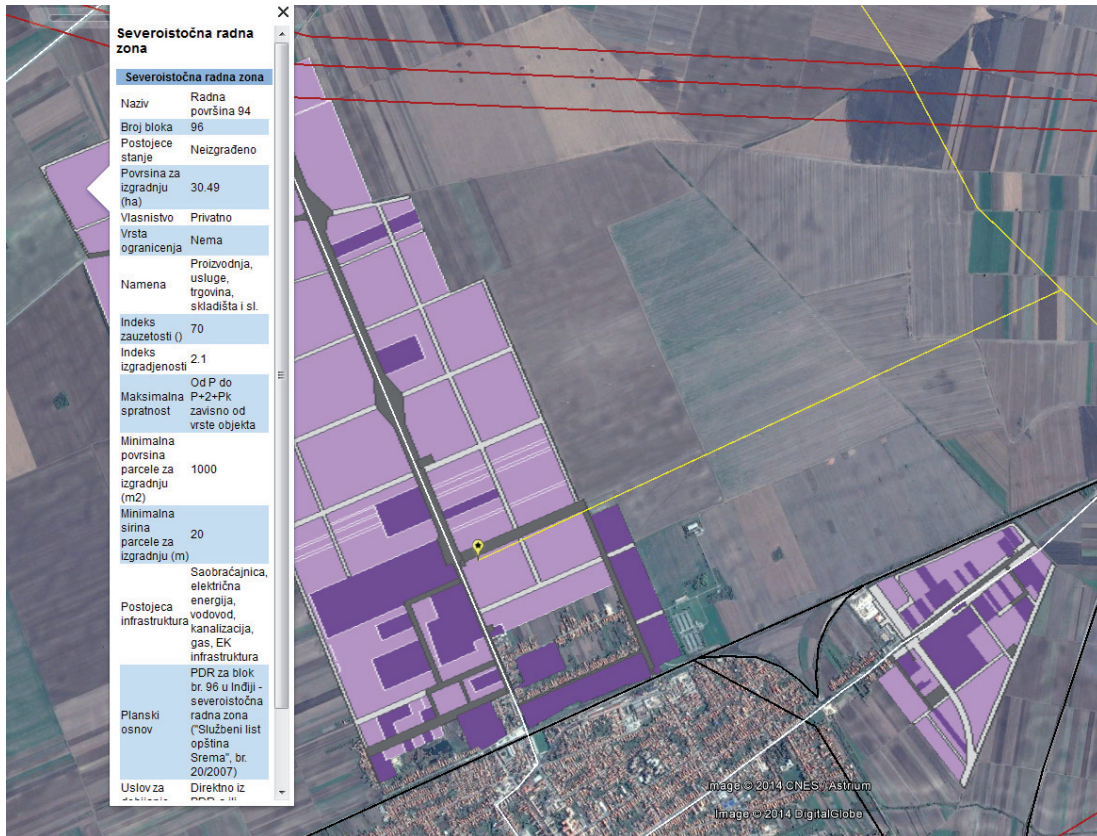
### 8.3.4 Skrining uže lokacije

Za potrebe skringinga opštine Indija razvijen je funkcionani geografski informacioni sistem za generisanje alternativa i skeniranje terena. Geografski informacioni sistem osmišljen je kao podrška u odlučivanju pri izboru lokacije proizvodnih sistema, za čiju izradu je korišćen "ArcMap", "GoogleEarth" i podaci iz prostorne baze podataka. Podaci su organizovni po slojevima i to:

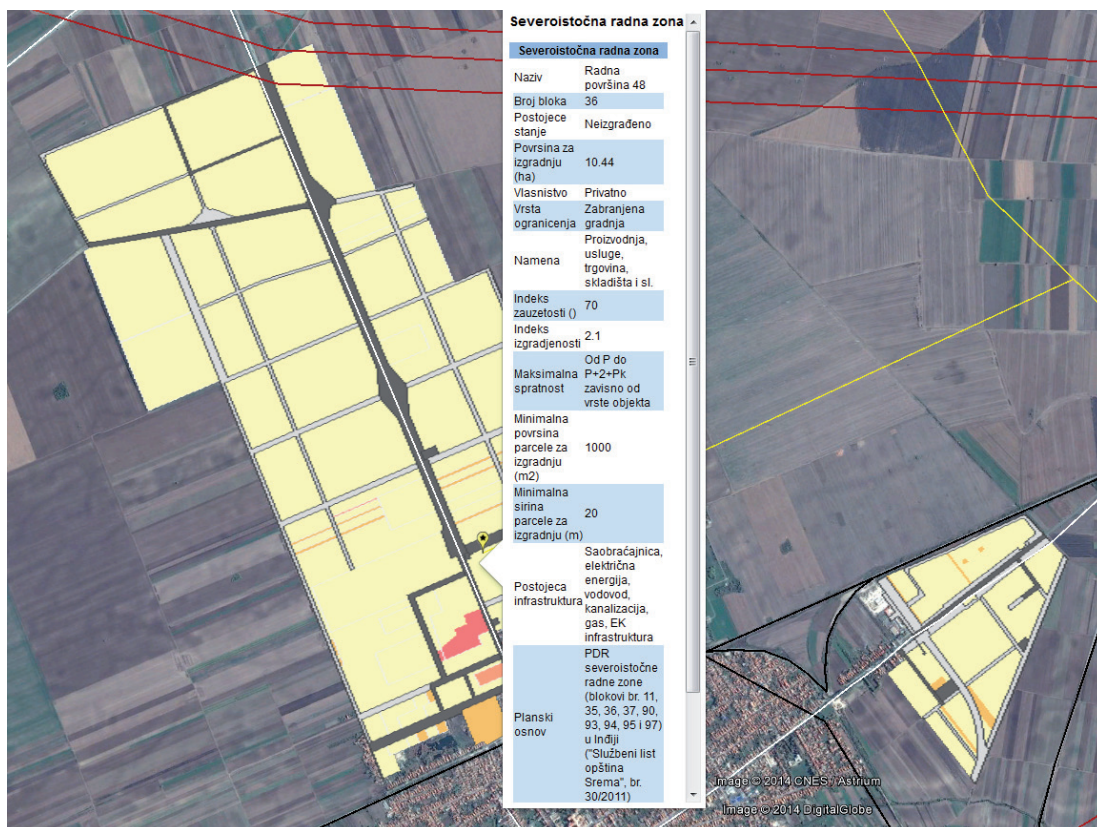
- ◆ Sloj radnih zona (Slika 213)
- ◆ Sloj izgrađenih površina (Slika 214)
- ◆ Sloj neizgrađenih površina (Slika 215)
- ◆ Sloj vlasništva nad zemljištem (Slika 216)
- ◆ Sloj infrastrukture (Slika 217)
- ◆ Sloj ograničenja (Slika 218)



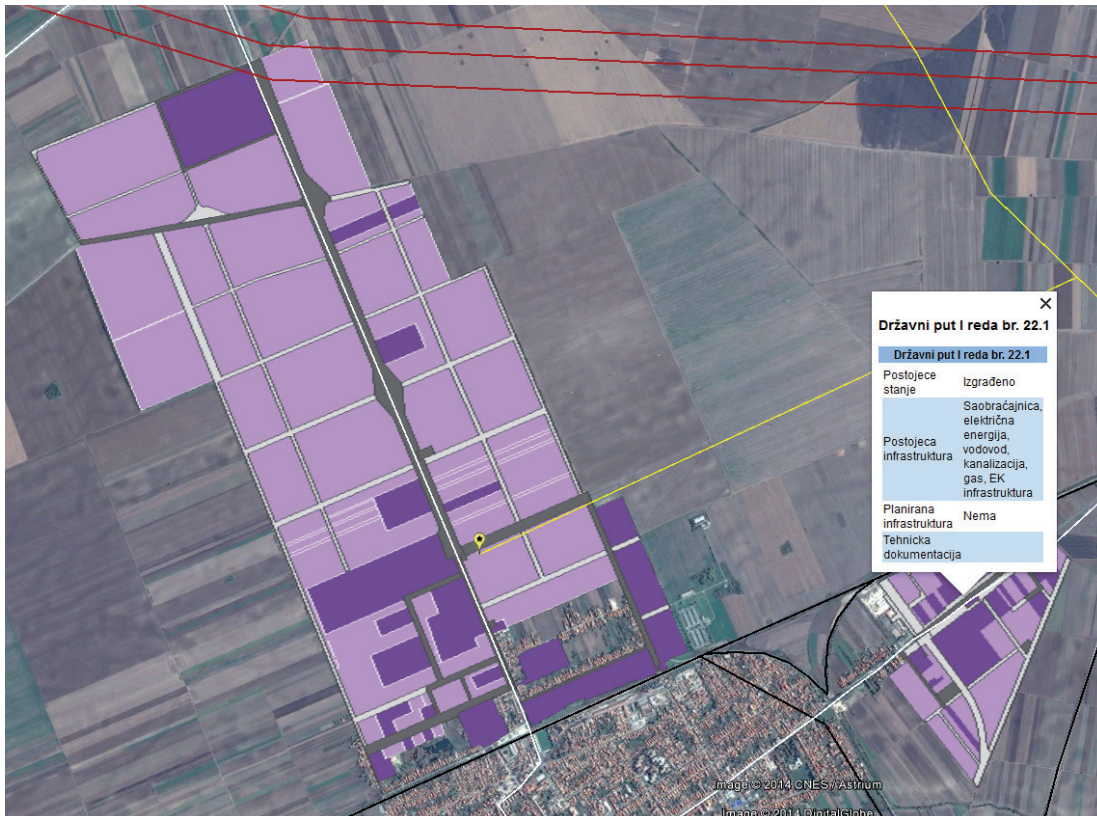
Slika 213. Skrining industrijskih (radnih) zona opštine Indija



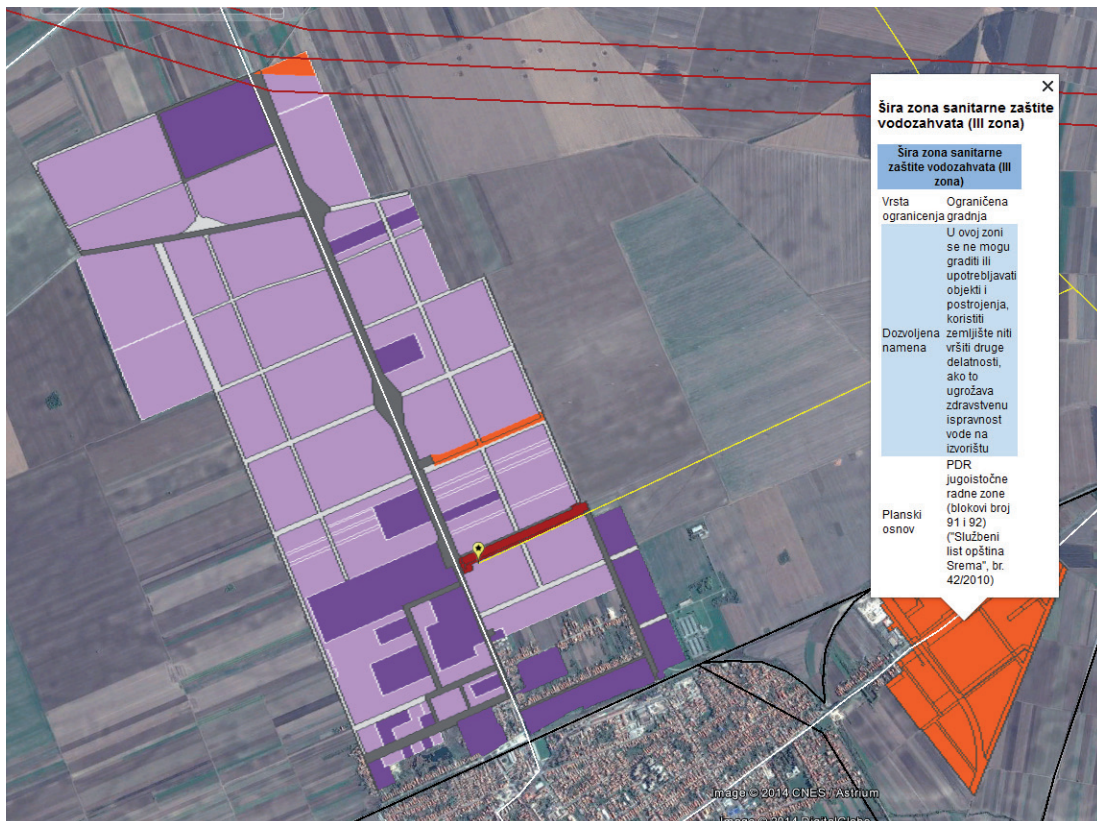
Slika 214. Skringing raspoloživih površina za izgradnju



Slika 215. Skringing vlasništva



Slika 216. Skringing infrastrukture



Slika 217. Skringing ograničenja

Skeniranjem terena pronađene su raspoložive površine za izgradnju koje su potom detaljno analizirane u svrhu generisanja alternativa. U procesu generisanja alternativa u obzir su uzete samo slobodne lokacije koje imaju definisanu proizvodnu namenu. Od 103 slobodne lokacije, 62 lokacije zadovoljavaju uslove o površini većoj od 1ha, dok na dve lokacije postoji zabrana gradnja. Kao rezultat procesa skrininga generisano je **šesdeset izvodljivih alternativa (lokacija)** koje će biti korišćene u višekriterijumskoj analizi (Slika 218).

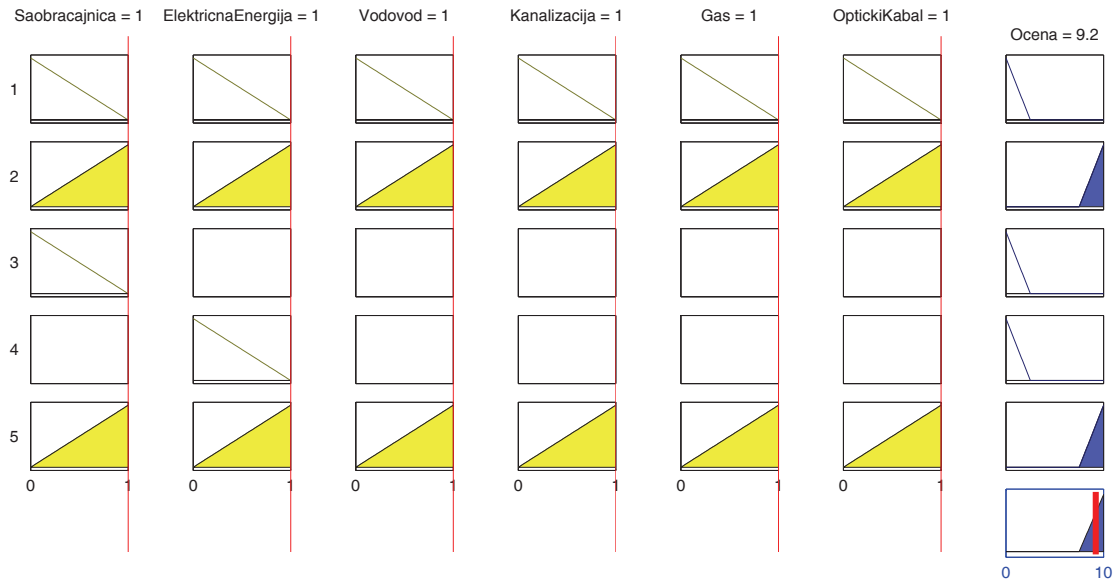


Slika 218. Alternantive-lokacije

### 8.3.5 Fazi analiza kriterijuma odlučivanja za izbor uže lokacije proizvodnih sistema

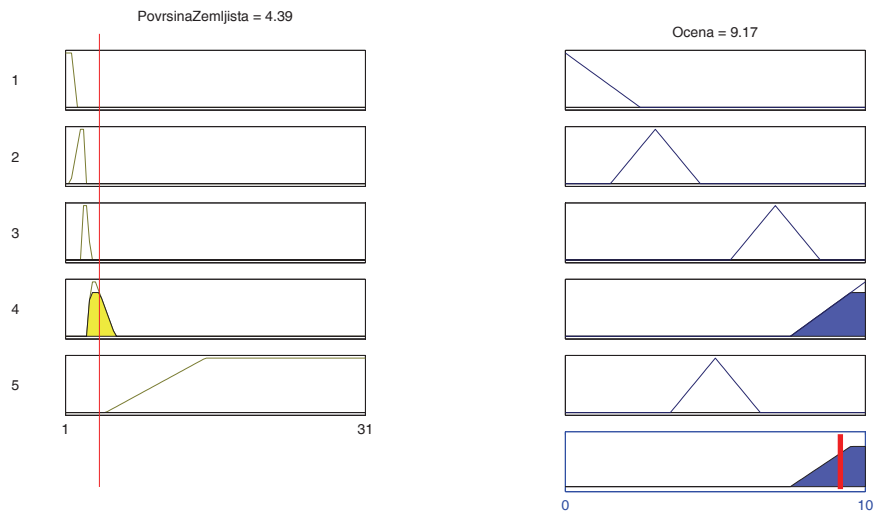
Na osnovu razvijenog ekspertskog sistema, za sve kriterijume odlučivanja u izboru uže lokacije proizvodnih sistema definisani su fazi sistemi zaključivanja na osnovu kojih su integrisani podaci u kriterijume. Dobijene vrednosti za pet kriterijuma odlučivanja standardizovane su u opsegu od 0 do 10 za šezdeset lokacija i prikazane u Tabeli 63.

Za kriterijum **infrastrukturna opremljenost** pri razvoju modela definisane su pripadajuće funkcije za šest promenljivih i pet pravila, na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma. Na Slici 219 dat je primer rezultata ekspertskog sistema za kriterijum površina zemljišta za radnu površinu 23.



Slika 219. Rezultat ekspertskog sistema za infrastrukturna opremljenost za radnu površinu 23

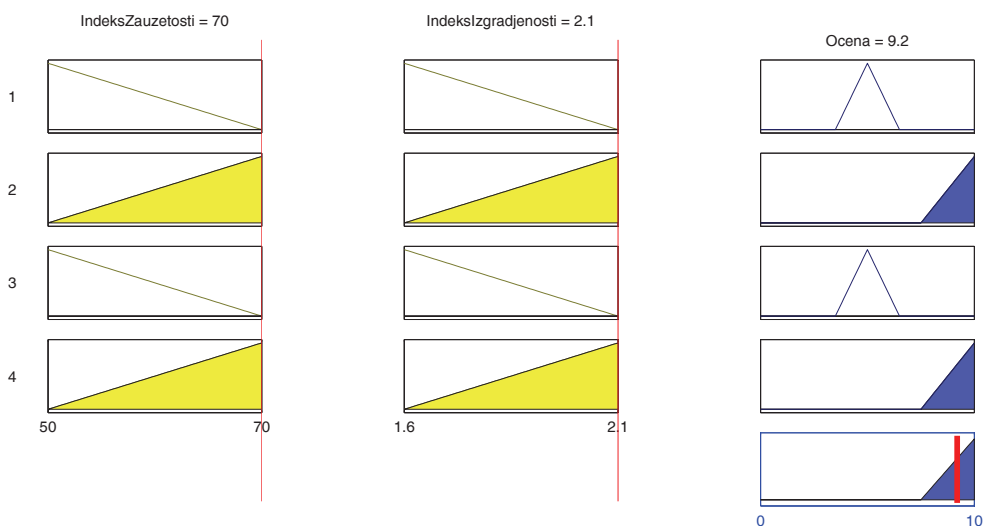
Za kriterijum **površina zemljišta** pri razvoju modela definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i pet pravila, na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma. Na Slici 220 dat je primer rezultata ekspertskog sistema za kriterijum površina zemljišta za radnu površinu 51.



Slika 220. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijum površina zemljišta za radnu površinu 51

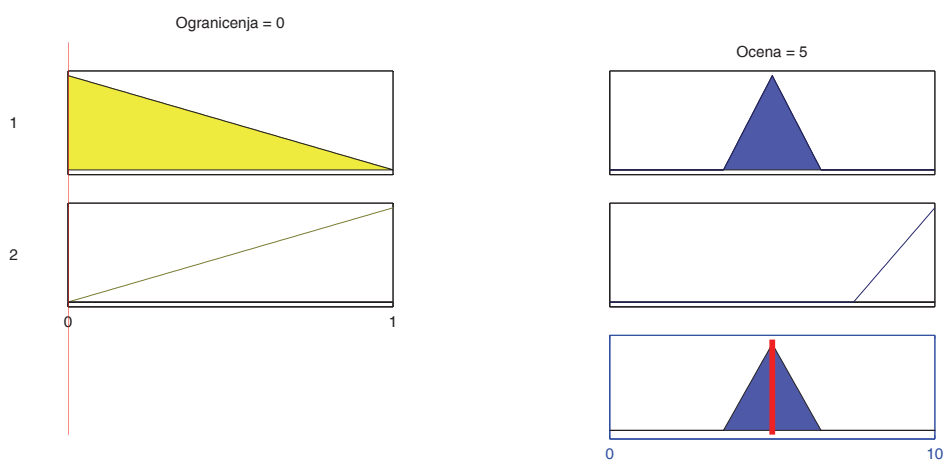
Za kriterijum **urbanistički uslovi** pri razvoju modela definisane su pripadajuće

funkcije za dve promenljive i četiri pravila, na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma. Na Slici 221 dat je primer rezultata ekspertskog sistema za kriterijum površina zemljišta za radnu površinu 5.



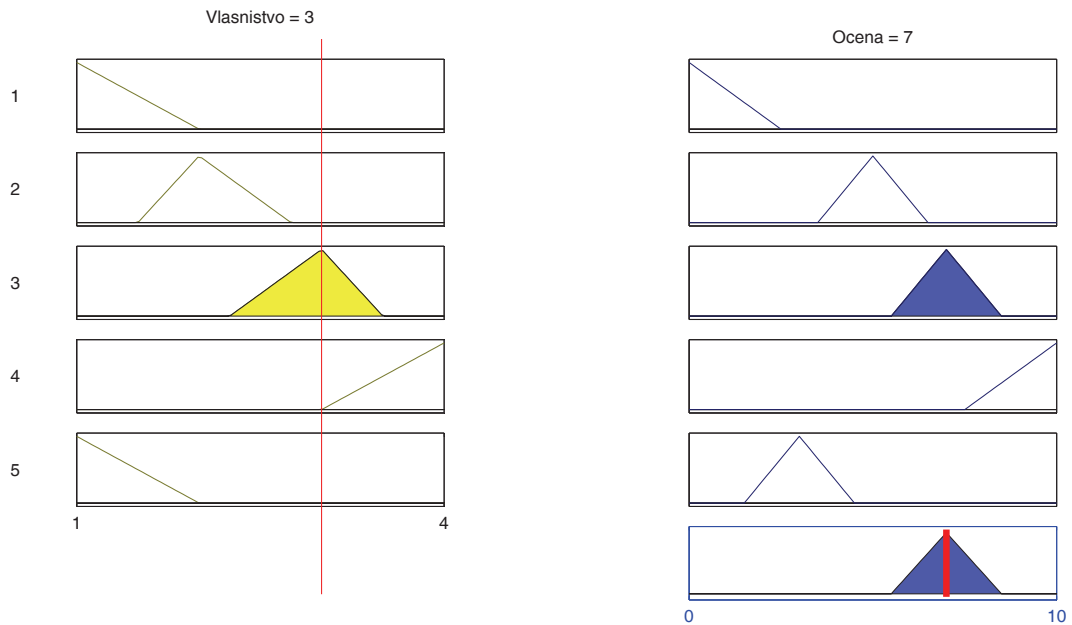
Slika 221. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijum urbanistički uslovi za radnu površinu 5

Za kriterijum **ograničenja** pri razvoju modela definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i tripravila, na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma. Na Slici 222 dat je primer rezultata ekspertskog sistema za kriterijum vrsta ograničenja za radnu površinu 44.



Slika 222. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijuma ograničenja za radnu površinu 44

Za kriterijum **vlasništvo** pri razvoju modela definisane su pripadajuće funkcije za jednu promenljivu i tripravila, na osnovu kojih su dobijene vrednosti kriterijuma. Na Slici 223 dat je primer rezultata ekspertskog sistema za kriterijum vrsta ograničenja za radnu površinu 60.



Slika 223. Rezultat ekspertskog sistema za kriterijum vlasništvo za radnu površinu 60

Sve dobijene vrednosti za pet kriterijuma odlučivanja standardizovane su u opsegu od 0 do 10 za svih šezdeset lokacija i prikazane u tabeli 50.

Tabela 63. Standardizovane vrednosti kriterijuma za izbor uže lokacije proizvodnog sistema

OBJECTID	Naziv radne zone	Naziv lokacije	Infrastrukturna opremljenost	Površina za izgradnju	Urbanistički uslovi	Ograničenja	Vlasništvo
1	Jugoistocna radna zona	Radna površina 1	0.8	7.36	5	5	9.2
2	Jugoistocna radna zona	Radna površina 2a	9.2	9.2	5	5	9.2
3	Jugoistocna radna zona	Radna površina 9	9.2	0.8	5	5	9.2
4	Jugoistocna radna zona	Radna površina 6	0.8	1.58	5	5	9.2
7	Jugoistocna radna zona	Radna površina 16a	0.8	7	5	5	9.2
12	Jugoistocna radna zona	Radna površina 26	9.2	0.8	5	5	9.2
14	Jugoistocna radna zona	Radna površina 29	9.2	7.86	5	5	9.2
15	Jugoistocna radna zona	Radna površina 37	9.2	3	5	5	9.2
17	Jugoistocna radna zona	Radna površina 44	0.8	1.34	5	5	9.2
18	Jugoistocna radna zona	Radna površina 13	0.8	8.4	5	5	9.2
19	Jugoistocna radna zona	Radna površina 15a	0.8	2.85	5	5	9.2
27	Jugoistocna radna zona	Radna površina 12	0.8	0.8	5	5	7
28	Jugoistocna radna zona	Radna površina 35	9.2	0.8	5	5	9.2
34	Severoistocna radna zona	Radna površina 67	0.8	5	9.2	9.2	9.2
35	Severoistocna radna zona	Radna površina 75	0.8	5	9.2	9.2	9.2
36	Severoistocna radna zona	Radna površina 69	9.2	5	9.2	5	9.2
37	Severoistocna radna zona	Radna površina 70	0.8	5	9.2	5	9.2
38	Severoistocna radna zona	Radna površina 78	0.8	5	9.2	9.2	9.2
45	Severoistocna radna zona	Radna površina 20	9.2	1.68	9.2	9.2	9.2
46	Severoistocna radna zona	Radna površina 51	9.2	9.17	9.2	9.2	9.2
47	Severoistocna radna zona	Radna površina 56	0.8	5	9.2	9.2	9.2
48	Severoistocna radna zona	Radna površina 66	0.8	7.54	9.2	9.2	9.2
49	Severoistocna radna zona	Radna površina 34	0.8	0.8	9.2	9.2	9.2
50	Severoistocna radna zona	Radna površina 40	0.8	5.04	9.2	9.2	9.2
51	Severoistocna radna zona	Radna površina 89	9.2	9.15	9.2	9.2	9.2
53	Severoistocna radna zona	Radna površina 76	0.8	5	9.2	9.2	9.2
54	Severoistocna radna zona	Radna površina 30	9.2	5	9.2	9.2	9.2
55	Severoistocna radna zona	Radna površina 19	9.2	3	9.2	9.2	9.2
56	Severoistocna radna zona	Radna površina 68	9.2	5	9.2	9.2	9.2
57	Severoistocna radna zona	Radna površina 72	9.2	5	9.2	9.2	9.2
58	Severoistocna radna zona	Radna površina 83	9.2	5	9.2	9.2	9.2
59	Severoistocna radna zona	Radna površina 84	9.2	5	9.2	9.2	9.2
64	Severoistocna radna zona	Radna površina 10	9.2	1.36	9.2	9.2	9.2
65	Severoistocna radna zona	Radna površina 47	9.2	5	9.2	9.2	9.2
66	Severoistocna radna zona	Radna površina 55	9.2	3	9.2	9.2	9.2
67	Severoistocna radna zona	Radna površina 58	9.2	4.9	9.2	9.2	9.2
68	Severoistocna radna zona	Radna površina 65	9.2	7	9.2	9.2	9.2
69	Severoistocna radna zona	Radna površina 35	0.8	0.8	9.2	9.2	9.2
70	Severoistocna radna zona	Radna površina 85	9.2	0.8	9.2	9.2	9.2
71	Severoistocna radna zona	Radna površina 82	9.2	5	9.2	9.2	9.2
72	Severoistocna radna zona	Radna površina 80	0.8	5	9.2	9.2	9.2
73	Severoistocna radna zona	Radna površina 79	9.2	5	9.2	9.2	9.2
74	Severoistocna radna zona	Radna površina 41	0.8	8.06	9.2	9.2	9.2
75	Severoistocna radna zona	Radna površina 73	9.2	5	9.2	9.2	7
84	Severoistocna radna zona	Radna površina 90	9.2	0.879	9.2	9.2	1.98
85	Severoistocna radna zona	Radna površina 93	9.2	5	9.2	9.2	9.2
86	Severoistocna radna zona	Radna površina 97	9.2	5	9.2	5	9.2
87	Severoistocna radna zona	Radna površina 91	9.2	5	9.2	9.2	9.2
88	Severoistocna radna zona	Radna površina 94	9.2	5	9.2	9.2	9.2
89	Severoistocna radna zona	Radna površina 92	9.2	5	9.2	9.2	9.2
90	Severoistocna radna zona	Radna površina 71	0.8	5	9.2	9.2	9.2
91	Severoistocna radna zona	Radna površina 13	0.8	5	9.2	9.2	9.2
92	Severoistocna radna zona	Radna površina 77	9.2	5	9.2	9.2	9.2
95	Severoistocna radna zona	Radna površina 8	9.2	0.917	9.2	9.2	9.2
96	Severoistocna radna zona	Radna površina 22	9.2	7	9.2	9.2	9.2
97	Severoistocna radna zona	Radna površina 29	9.2	3	9.2	9.2	9.2
98	Severoistocna radna zona	Radna površina 61	9.2	0.8	9.2	9.2	9.2
99	Severoistocna radna zona	Radna površina 52	9.2	9.14	9.2	9.2	9.2
100	Severoistocna radna zona	Radna površina 62	0.8	0.8	9.2	9.2	9.2
101	Severoistocna radna zona	Radna površina 38	9.2	0.8	9.2	9.2	9.2



### 8.3.6 Izrada finalne mape pogodnosti za užu lokaciju

Na osnovu dobijenih normalizovanih vrednosti izrađene su mape pogodnosti za kriterijume: infrastrukturna opremljenost (Slika 224), površina zemljišta, (Slika 225), urbanistički usovi (Slika 226), ograničenja (Slika 227) i vlasništvo (Slika 228).



Slika 224. Mapa pogodnosti za kriterijum infrastrukturna opremljenost



Slika 225. Mapa pogodnosti za kriterijum površina zemljišta



Slika 226. Mapa pogodnosti za kriterijum urbanistički uslovi



Slika 227. Mapa pogodnosti za kriterijum ograničenja



Slika 228. Mapa pogodnosti za kriterijum vlasništvo

### 8.3.7 Višekriterijumska analiza uže lokacije

Prema razvijenom modelu i definisanim kriterijumima uređena je višekriterijumska analiza u četiri faze. U prvoj fazi na osnovu poređenja značaja kriterijuma od strane eksperta iz oblasti, određene su relativne težine kriterijuma uz pomoć "excela" (Tabela 64 i Tabela 65):

Tabela 64. Međusobno poređenje značaja kriterijuma za šru lokaciju proizvodnog sistema, prema Satijevoj skali

Oznaka	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1	1	3	4	5
K2	1	1	3	3	4
K3	0.25	0.33	1	2	3
K4	0.25	0.33	0.5	1	2
K5	0.2	0.25	0.33	0.5	1
Ukupno	2.7	2.91	7.83	10.5	15

Tabela 65. Proračun relativnih težinskih kriterijuma za šru lokaciju proizvodnog sistema, AHP metodom

Oznaka	K1	K2	K3	K4	K5	Ukupno	Težine kriterijuma
K1	0.370	0.344	0.340	0.381	0.333	1.768	0.376
K2	0.370	0.344	0.340	0.286	0.267	1.606	0.321
K3	0.093	0.113	0.113	0.190	0.200	0.710	0.142
K4	0.093	0.113	0.057	0.095	0.133	0.491	0.098
K5	0.074	0.086	0.037	0.048	0.067	0.312	0.062
Ukupno	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	5.000	1.000

U drugoj fazi ispitana je konzistentnost dobijenih relativnih težina kriterijuma. Da bi se izračunala maksimalna sopstvena vrednost matrice  $\lambda_{max}$  pomnožena je matrica u kojoj se nalaze rezultati poređenja sa dobijenim relativnim težinama kriterijuma:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 0.5 & 1 & 3 & 3 & 4 \\ 0.33 & 0.33 & 1 & 2 & 3 \\ 0.25 & 0.33 & 0.5 & 1 & 2 \\ 0.2 & 0.25 & 0.33 & 0.5 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0.409507 \\ 0.282115 \\ 0.149465 \\ 0.097295 \\ 0.061618 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.119403 \\ 1.473621 \\ 0.757144 \\ 0.490738 \\ 0.312019 \end{bmatrix}$$

zatim, je podeljen prvi element izračunatog vektora sa prvim elementom vektora sredrelativnih težina kriterijuma, drugi element sa drugim, itd:

$$\begin{bmatrix} 2.119403 / 0.409507 \\ 1.473621 / 0.282115 \\ 0.757144 / 0.149465 \\ 0.490738 / 0.097295 \\ 0.312019 / 0.061618 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.175503 \\ 5.223475 \\ 5.065691 \\ 5.043802 \\ 5.063778 \end{bmatrix}$$

Nakon čega je određena sopstvena vrednost matrice  $\lambda_{max}$ ,

$$\lambda_{max} = \frac{5.175503 + 5.223475 + 5.065691 + 5.043802 + 5.063778}{5} = 5.11445$$

zatim je izračunat indeks konzistentnosti prema relaciji:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{5.11445 - 5}{5 - 1} = 0.028612$$

Na kraju je izračunat stepen konzistentnosti (CR) korišćenjem relacije :

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.028612}{0.58} = 0.049332$$

Stepen konzistentnosti zadovoljava kriterijum:  $CR < 0,10$ . Proračun konzistentnosti je urađen pomoću MATLAB-a.

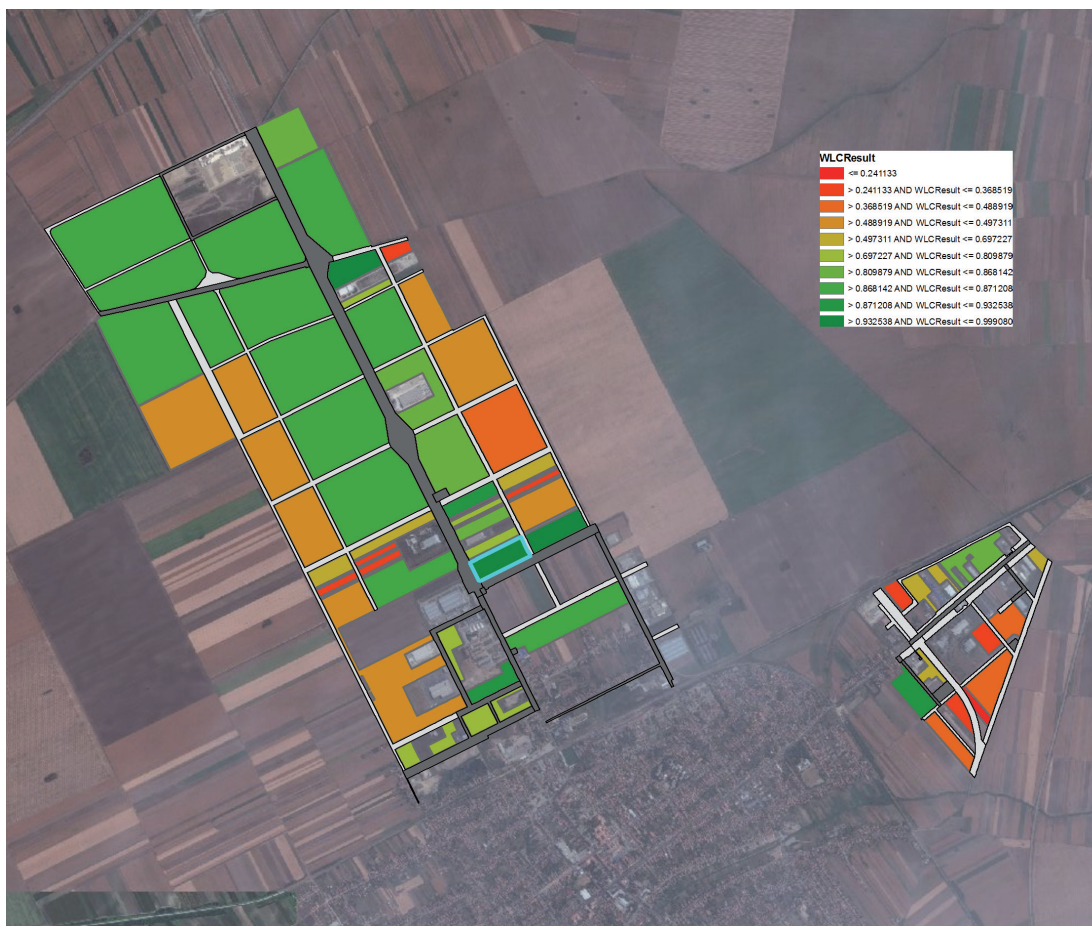
Upotrebom metode linearnog dodeljivanja ("Weighted Linear Combination -WLC") urađeno je ocenjivanje i rangiranje lokacija (Tabela 66). Nakon obavljene analize utvrđeno je da je "radna površina 51" ima najveći rezultat i predstavlja najpogodniju lokaciju za proizvodni sistem.

Tabela 66. Višekriterijumska analiza uže lokacije proizvodnog sistema za region opštine Indija metodom WLC

OBJECTID	Naziv radne zone	Naziv lokacije	K1	K2	K3	K4	K5	WLC Rezultat
46	Severoistocna radna zona	Radna površina 51	0.4095066	0.2811951	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.99908
51	Severoistocna radna zona	Radna površina 89	0.4095066	0.2805819	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.998467
99	Severoistocna radna zona	Radna površina 52	0.4095066	0.2802752	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.99816
96	Severoistocna radna zona	Radna površina 22	0.4095066	0.2146528	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.932538
68	Severoistocna radna zona	Radna površina 65	0.4095066	0.2146528	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.932538
2	Jugoistocna radna zona	Radna površina 2a	0.4095066	0.2821151	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.887348
58	Severoistocna radna zona	Radna površina 83	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
38	Severoistocna radna zona	Radna površina 78	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
54	Severoistocna radna zona	Radna površina 30	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
57	Severoistocna radna zona	Radna površina 72	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
59	Severoistocna radna zona	Radna površina 84	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
65	Severoistocna radna zona	Radna površina 47	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
71	Severoistocna radna zona	Radna površina 82	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
73	Severoistocna radna zona	Radna površina 79	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
89	Severoistocna radna zona	Radna površina 92	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
85	Severoistocna radna zona	Radna površina 93	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
87	Severoistocna radna zona	Radna površina 91	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
88	Severoistocna radna zona	Radna površina 94	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
56	Severoistocna radna zona	Radna površina 68	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.871208
67	Severoistocna radna zona	Radna površina 58	0.4095066	0.1502569	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.868142
75	Severoistocna radna zona	Radna površina 73	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0468831	0.856474
14	Jugoistocna radna zona	Radna površina 29	0.4095066	0.2410244	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.846258
86	Severoistocna radna zona	Radna površina 97	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0528779	0.0616178	0.826791
36	Severoistocna radna zona	Radna površina 69	0.4095066	0.1533234	0.1494652	0.0528779	0.0616178	0.826791
97	Severoistocna radna zona	Radna površina 29	0.4095066	0.0919941	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.809879
55	Severoistocna radna zona	Radna površina 19	0.4095066	0.0919941	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.809879
66	Severoistocna radna zona	Radna površina 55	0.4095066	0.0919941	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.809879
45	Severoistocna radna zona	Radna površina 20	0.4095066	0.0515167	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.769402
64	Severoistocna radna zona	Radna površina 10	0.4095066	0.041704	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.759589
95	Severoistocna radna zona	Radna površina 8	0.4095066	0.0281195	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.746004
70	Severoistocna radna zona	Radna površina 85	0.4095066	0.0245317	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.742417
98	Severoistocna radna zona	Radna površina 61	0.4095066	0.0245317	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.742417
15	Jugoistocna radna zona	Radna površina 37	0.4095066	0.0919941	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.697227
28	Jugoistocna radna zona	Radna površina 35	0.4095066	0.0245317	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.629765
12	Jugoistocna radna zona	Radna površina 26	0.4095066	0.0245317	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.629765
3	Jugoistocna radna zona	Radna površina 9	0.4095066	0.0245317	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.629765
74	Severoistocna radna zona	Radna površina 41	0.0356093	0.2471573	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.591145
48	Severoistocna radna zona	Radna površina 66	0.0356093	0.2312117	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.575199
50	Severoistocna radna zona	Radna površina 40	0.0356093	0.15455	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.498538
72	Severoistocna radna zona	Radna površina 80	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
90	Severoistocna radna zona	Radna površina 71	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
34	Severoistocna radna zona	Radna površina 67	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
35	Severoistocna radna zona	Radna površina 75	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
91	Severoistocna radna zona	Radna površina 13	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
92	Severoistocna radna zona	Radna površina 77	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
53	Severoistocna radna zona	Radna površina 76	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
47	Severoistocna radna zona	Radna površina 56	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.497311
18	Jugoistocna radna zona	Radna površina 13	0.0356093	0.2575833	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.488919
1	Jugoistocna radna zona	Radna površina 1	0.0356093	0.2256921	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.457028
37	Severoistocna radna zona	Radna površina 70	0.0356093	0.1533234	0.1494652	0.0528779	0.0616178	0.452894
7	Jugoistocna radna zona	Radna površina 16a	0.0356093	0.2146528	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.445989
100	Severoistocna radna zona	Radna površina 62	0.0356093	0.0245317	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.368519
49	Severoistocna radna zona	Radna površina 34	0.0356093	0.0245317	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.368519
69	Severoistocna radna zona	Radna površina 35	0.0356093	0.0245317	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.368519
101	Severoistocna radna zona	Radna površina 38	0.0356093	0.0245317	0.1494652	0.0972953	0.0616178	0.368519
84	Severoistocna radna zona	Radna površina 90	0.0356093	0.0269543	0.1494652	0.0972953	0.0132612	0.322585
19	Jugoistocna radna zona	Radna površina 15a	0.0356093	0.0873943	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.31873
4	Jugoistocna radna zona	Radna površina 6	0.0356093	0.0484502	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.279786
17	Jugoistocna radna zona	Radna površina 44	0.0356093	0.0410907	0.0812311	0.0528779	0.0616178	0.272427
27	Jugoistocna radna zona	Radna površina 12	0.0356093	0.0245317	0.0812311	0.0528779	0.0468831	0.241133

### 8.3.8 Finalna mapa pogodnosti za užu lokaciju proizvodnog sistema

Na osnovu rezultata iz višekriterijumske analize dobijenih metodom “WLC” urađena je finalna vektorska mapa pogodnosti opštine Indija (Slika 229).



Slika 229. Finalna vektorska mapa pogodnosti za region opštine Indija

### 8.3.9 Analiza osetljivosti rezultata višekriterijumske analize za užu lokaciju proizvodnog sistema

Na osnovu razvijenog modela i dobijenih vrednosti relativnih težina kriterijuma urađene su dve analize osetljivosti (Tabela 67 i Tabela 68) u kojim su testirane relativne težine kriterijuma na male promene.

Tabela 67. Analiza osetljivosti (1) relativnih težina kriterijuma uže lokacije za region opštine Indije

Oznaka	Naziv kriterijuma	Relativna težina kriterijuma	Analiza osetljivosti 1	Nove težine kriterijuma	Normalizovane težine kriterijuma
K1	Infrastrukturalna opremljenost	0.409506584	-5%	0.389031255	0.393779831
K2	Površine za izgradnju	0.282115087	5%	0.296220841	0.299836558
K3	Urbanistički uslovi	0.149465186	-5%	0.141991927	0.143725102
K4	Ogranicenja	0.097295298	5%	0.102160063	0.103407045
K5	Vlasništvo	0.061617845	-5%	0.058536953	0.059251464
	<b>Ukupno</b>	1		0.987941039	1

Tabela 68. Analiza osetljivosti (2) relativnih težina kriterijuma uže lokacije za region opštine Indije

Oznaka	Naziv kriterijuma	Relativna težina kriterijuma	Analiza osetljivosti 1	Nove težine kriterijuma	Normalizovane težine kriterijuma
K1	Infrastrukturalna opremljenost	0.409506584	-5%	0.389031255	0.393779831
K2	Površine za izgradnju	0.282115087	5%	0.296220841	0.299836558
K3	Urbanistički uslovi	0.149465186	-5%	0.141991927	0.143725102
K4	Ogranicenja	0.097295298	5%	0.102160063	0.103407045
K5	Vlasništvo	0.061617845	-5%	0.058536953	0.059251464
	<b>Ukupno</b>	1		0.987941039	1

Dobijene vrednosti težina kriterijuma potom su korišćene u novim višekriterijumskim analizama upotrebom metode linearnog dodeljivanja ("Weighted Linear Combination -WLC").

Rezultati analize osetljivosti nakon novih višekriterijumskih analiza pokazuju da je redosled najpogodnih alternativa nepromenjen (Tabela 69 i Tabela 70) (Slika 230 i Slika 231). Na ovaj način dobijena je potvrda verodostojnosti rezultata višekriterijumske analize.

Tabela 69. Analiza osetljivosti (1) uže lokacije proizvodnog sistema za region opštine Inđije

OBJECTID	Naziv radne zone	Naziv lokacije	K1	K2	K3	K4	K5	WLC Rezultat
46	Severoistocna radna zona	Radna površina 51	0.3937798	0.2988588	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.999022
51	Severoistocna radna zona	Radna površina 89	0.3937798	0.2982070	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.99837
99	Severoistocna radna zona	Radna površina 52	0.3937798	0.2978811	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.998045
96	Severoistocna radna zona	Radna površina 22	0.3937798	0.2281365	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.9283
68	Severoistocna radna zona	Radna površina 65	0.3937798	0.2281365	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.9283
2	Jugoistocna radna zona	Radna površina 2a	0.3937798	0.2998366	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.887179
58	Severoistocna radna zona	Radna površina 83	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
38	Severoistocna radna zona	Radna površina 78	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
54	Severoistocna radna zona	Radna površina 30	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
57	Severoistocna radna zona	Radna površina 72	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
59	Severoistocna radna zona	Radna površina 84	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
65	Severoistocna radna zona	Radna površina 47	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
71	Severoistocna radna zona	Radna površina 82	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
73	Severoistocna radna zona	Radna površina 79	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
89	Severoistocna radna zona	Radna površina 92	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
85	Severoistocna radna zona	Radna površina 93	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
87	Severoistocna radna zona	Radna površina 91	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
88	Severoistocna radna zona	Radna površina 94	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
56	Severoistocna radna zona	Radna površina 68	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.863118
67	Severoistocna radna zona	Radna površina 58	0.3937798	0.1596956	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.859859
75	Severoistocna radna zona	Radna površina 73	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0450826	0.848949
14	Jugoistocna radna zona	Radna površina 29	0.3937798	0.2561647	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.843507
86	Severoistocna radna zona	Radna površina 97	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.0561995	0.0592515	0.815911
36	Severoistocna radna zona	Radna površina 69	0.3937798	0.1629547	0.1437251	0.0561995	0.0592515	0.815911
97	Severoistocna radna zona	Radna površina 29	0.3937798	0.0977728	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.797936
55	Severoistocna radna zona	Radna površina 19	0.3937798	0.0977728	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.797936
66	Severoistocna radna zona	Radna površina 55	0.3937798	0.0977728	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.797936
45	Severoistocna radna zona	Radna površina 20	0.3937798	0.0547528	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.754916
64	Severoistocna radna zona	Radna površina 10	0.3937798	0.0443237	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.744487
95	Severoistocna radna zona	Radna površina 8	0.3937798	0.0298859	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.730049
70	Severoistocna radna zona	Radna površina 85	0.3937798	0.0260727	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.726236
98	Severoistocna radna zona	Radna površina 61	0.3937798	0.0260727	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.726236
15	Jugoistocna radna zona	Radna površina 37	0.3937798	0.0977728	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.685115
28	Jugoistocna radna zona	Radna površina 35	0.3937798	0.0260727	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.613415
12	Jugoistocna radna zona	Radna površina 26	0.3937798	0.0260727	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.613415
3	Jugoistocna radna zona	Radna površina 9	0.3937798	0.0260727	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.613415
74	Severoistocna radna zona	Radna površina 41	0.0342417	0.2626829	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.603308
48	Severoistocna radna zona	Radna površina 66	0.0342417	0.2457356	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.586361
50	Severoistocna radna zona	Radna površina 40	0.0342417	0.1642583	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.504884
72	Severoistocna radna zona	Radna površina 80	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
90	Severoistocna radna zona	Radna površina 71	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
34	Severoistocna radna zona	Radna površina 67	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
35	Severoistocna radna zona	Radna površina 75	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
91	Severoistocna radna zona	Radna površina 13	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
92	Severoistocna radna zona	Radna površina 77	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
53	Severoistocna radna zona	Radna površina 76	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
47	Severoistocna radna zona	Radna površina 56	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.50358
18	Jugoistocna radna zona	Radna površina 13	0.0342417	0.2737638	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.501568
1	Jugoistocna radna zona	Radna površina 1	0.0342417	0.2398692	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.467673
37	Severoistocna radna zona	Radna površina 70	0.0342417	0.1629547	0.1437251	0.0561995	0.0592515	0.456372
7	Jugoistocna radna zona	Radna površina 16a	0.0342417	0.2281365	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.455941
100	Severoistocna radna zona	Radna površina 62	0.0342417	0.0260727	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.366698
49	Severoistocna radna zona	Radna površina 34	0.0342417	0.0260727	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.366698
69	Severoistocna radna zona	Radna površina 35	0.0342417	0.0260727	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.366698
101	Severoistocna radna zona	Radna površina 38	0.0342417	0.0260727	0.1437251	0.1034070	0.0592515	0.366698
84	Severoistocna radna zona	Radna površina 90	0.0342417	0.0286474	0.1437251	0.1034070	0.0127519	0.322773
19	Jugoistocna radna zona	Radna površina 15a	0.0342417	0.0928842	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.320688
4	Jugoistocna radna zona	Radna površina 6	0.0342417	0.0514937	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.279298
17	Jugoistocna radna zona	Radna površina 44	0.0342417	0.0436718	0.0781115	0.0561995	0.0592515	0.271476
27	Jugoistocna radna zona	Radna površina 12	0.0342417	0.0260727	0.0781115	0.0561995	0.0450826	0.239708

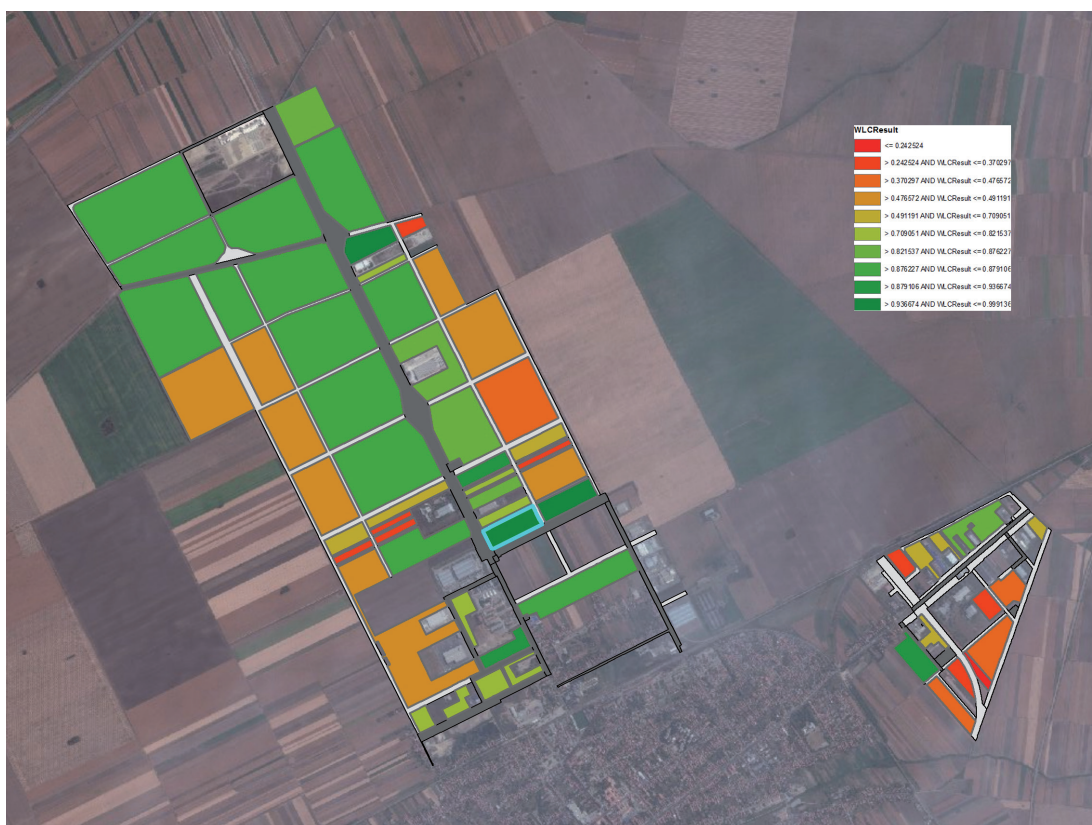


Tabela 70. Analiza osetljivosti (2) uže lokacije proizvodnog sistema za region opštine Indije

OBJECTID	Naziv radne zone	Naziv lokacije	K1	K2	K3	K4	K5	WLC Rezultat
46	Severoistocna radna zona	Radna površina 51	0.4248586	0.2639524	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.999136
51	Severoistocna radna zona	Radna površina 89	0.4248586	0.2633767	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.998561
99	Severoistocna radna zona	Radna površina 52	0.4248586	0.2630889	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.998273
96	Severoistocna radna zona	Radna površina 22	0.4248586	0.2014904	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.936674
68	Severoistocna radna zona	Radna površina 65	0.4248586	0.2014904	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.936674
2	Jugoistocna radna zona	Radna površina 2a	0.4248586	0.2648159	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.887514
58	Severoistocna radna zona	Radna površina 83	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
38	Severoistocna radna zona	Radna površina 78	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
54	Severoistocna radna zona	Radna površina 30	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
57	Severoistocna radna zona	Radna površina 72	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
59	Severoistocna radna zona	Radna površina 84	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
65	Severoistocna radna zona	Radna površina 47	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
71	Severoistocna radna zona	Radna površina 82	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
73	Severoistocna radna zona	Radna površina 79	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
89	Severoistocna radna zona	Radna površina 92	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
85	Severoistocna radna zona	Radna površina 93	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
87	Severoistocna radna zona	Radna površina 91	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
88	Severoistocna radna zona	Radna površina 94	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
56	Severoistocna radna zona	Radna površina 68	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.879106
67	Severoistocna radna zona	Radna površina 58	0.4248586	0.1410433	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.876227
75	Severoistocna radna zona	Radna površina 73	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0486407	0.863819
14	Jugoistocna radna zona	Radna površina 29	0.4248586	0.2262449	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.848943
86	Severoistocna radna zona	Radna površina 97	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0496354	0.0639278	0.837412
36	Severoistocna radna zona	Radna površina 69	0.4248586	0.1439217	0.1550685	0.0496354	0.0639278	0.837412
97	Severoistocna radna zona	Radna površina 29	0.4248586	0.0863530	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.821537
55	Severoistocna radna zona	Radna površina 19	0.4248586	0.0863530	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.821537
66	Severoistocna radna zona	Radna površina 55	0.4248586	0.0863530	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.821537
45	Severoistocna radna zona	Radna površina 20	0.4248586	0.0483577	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.783542
64	Severoistocna radna zona	Radna površina 10	0.4248586	0.0391467	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.774331
95	Severoistocna radna zona	Radna površina 8	0.4248586	0.0263952	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.761579
70	Severoistocna radna zona	Radna površina 85	0.4248586	0.0230275	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.758212
98	Severoistocna radna zona	Radna površina 61	0.4248586	0.0230275	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.758212
15	Jugoistocna radna zona	Radna površina 37	0.4248586	0.0863530	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.709051
28	Jugoistocna radna zona	Radna površina 35	0.4248586	0.0230275	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.645726
12	Jugoistocna radna zona	Radna površina 26	0.4248586	0.0230275	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.645726
3	Jugoistocna radna zona	Radna površina 9	0.4248586	0.0230275	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.645726
74	Severoistocna radna zona	Radna površina 41	0.0369442	0.2320018	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.579272
48	Severoistocna radna zona	Radna površina 66	0.0369442	0.2170339	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.564304
50	Severoistocna radna zona	Radna površina 40	0.0369442	0.1450731	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.492343
72	Severoistocna radna zona	Radna površina 80	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
90	Severoistocna radna zona	Radna površina 71	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
34	Severoistocna radna zona	Radna površina 67	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
35	Severoistocna radna zona	Radna površina 75	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
91	Severoistocna radna zona	Radna površina 13	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
92	Severoistocna radna zona	Radna površina 77	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
53	Severoistocna radna zona	Radna površina 76	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
47	Severoistocna radna zona	Radna površina 56	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.491191
18	Jugoistocna radna zona	Radna površina 13	0.0369442	0.2417885	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.476572
37	Severoistocna radna zona	Radna površina 70	0.0369442	0.1439217	0.1550685	0.0496354	0.0639278	0.449498
1	Jugoistocna radna zona	Radna površina 1	0.0369442	0.2118527	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.446637
7	Jugoistocna radna zona	Radna površina 16a	0.0369442	0.2014904	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.436274
100	Severoistocna radna zona	Radna površina 62	0.0369442	0.0230275	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.370297
49	Severoistocna radna zona	Radna površina 34	0.0369442	0.0230275	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.370297
69	Severoistocna radna zona	Radna površina 35	0.0369442	0.0230275	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.370297
101	Severoistocna radna zona	Radna površina 38	0.0369442	0.0230275	0.1550685	0.0913292	0.0639278	0.370297
84	Severoistocna radna zona	Radna površina 90	0.0369442	0.0253014	0.1550685	0.0913292	0.0137584	0.322402
19	Jugoistocna radna zona	Radna površina 15a	0.0369442	0.0820354	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.316819
4	Jugoistocna radna zona	Radna površina 6	0.0369442	0.0454793	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.280263
17	Jugoistocna radna zona	Radna površina 44	0.0369442	0.0385710	0.0842763	0.0496354	0.0639278	0.273355
27	Jugoistocna radna zona	Radna površina 12	0.0369442	0.0230275	0.0842763	0.0496354	0.0486407	0.242524



Slika 230. Analiza osetljivosti (1) za region opštine Indije



Slika 231. Analiza osetljivosti (2) za region opštine Indije

### 8.3.10 Predlog najpogodnije uže lokacije

Na osnovu definisanih ciljeva i postavljenih pet kriterijuma odlučivanja, urađena je fazi analiza kriterijuma gde su kvantitativne i kvalitativne promenljive ocenjene, standardizovane i integrisne u kriterijume odlučivanja.

Standardizovane vrednosti su potom upotrebljene u kreiranju mapa pogodnosti. Za svaki kriterijum urađena je mapa pogodnosti na osnovu kojih su analizirana pogodnost svih potencijalnih lokacija istovremeno

U višekriterijumskoj analizi uz pomoć eksperta iz oblasti dobijene su relativne težine kriterijuma, urađeno je ocenjivanje i rangiranje dobijenih rezultata. Nakon izvršene višekriterijumske analize urađena je analiza osetljivosti gde je potvrđen redosled alternativa i verodostojnost analize.

Na osnovu sveobuhvatne analize utvrđeno je da je lokacija “*radna površina 51*” najpogodnija uža lokacija za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju. Na slici 232 prikazan je situacioni plan proizvodnog sistema sa planom proširenja.



Slika 232. Situacioni plan proizvodnog sistema (lokacija “*radna površina 51*”)

## 8.4 Diskusija rezultata

Za verifikaciju modela korišćena je studija slučaja: Izbor lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju. Studija slučaja urađena je u regionu AP Vojvodine u Republici Srbiji koja je u neposrednoj blizina najvećih proizvođača automobila, poput fabrika “Daimler” u Kečkemetu, “Audi” u mađarskom Đoru, “FIAT” u Kragujevcu, “Volkswagen” u Slovačkoj itd. Takođe, veliki broj vodećih automobilskih kompanija već su investirale u Vojvodinu: “Bosch”, “Continental”, “Magna”, “Norma Grupa”, “Draexlmaier” i drugi. AP Vojvodina je, prema proceni “Financial Times”, prva od 54 regiona srednje veličine po efektivnosti stranih ulaganja a četvrta među svim evropskim regionima i gradovima po istom kriterijumu.

Navedene činjenice upućuju da je izbor AP Vojvodine kao regiona od interesa za izbor lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju opravdan.

Na osnovu razvijenog modela urađena je njegova verifikacija u dva koraka: izbor šire lokacije (opštine) a zatim izbor uže lokacije (parcele) upotrebom iste metodologije. U prvom koraku urađen je izbor šire lokacije (opštine) proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti u automobilskoj industriji. Region od interesa detaljno je analiziran u pogledu geografskog položaja i poslovnog ambijenta. Problem je definisan i struktuiran, gde je poseban akcenat stavljen na niske operativne troškove povoljan geografski položaj razvijenu infrastrukturu i povoljan poslovni ambijent. Za definisanih 15 kriterijuma odlučivanja formirana je prostorna baza podataka sa 25 različitih atributskih podataka. Upotrebom razvijenog geografskog informacionog sistema urađen je skrinig infrastrukture AP Vojvodine i generisano je 45 potencijlnih lokacija. Uz pomoć fazi ekspertnog sistema urađena je sveobuhvatna analiza kriterijuma odlučivanja i njihova standardizacija u opsegu od 0 do 10. Standardizovani kriterijumi prezentovani su u obliku petnaest vektorskih i rasterskih mapa pogodnosti koje su omogućile prostorno sagledavanje svih potencijlnih lokacija istovremeno. Višekriterijumska analiza urađena je uz pomoć eksperata iz oblasti prema predloženom modelu. U GIS-u je predstavljena finalna mapa pogodnosti na osnovu rezultata višekriterijumske analize. Analiza osetljivosti je potvrdila rezultate višekriterijumske analize, tako da je kao šira lokacija za proizvodni sistem za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju predložena opština Indija.

Opština Indija nalazi na pola puta između Beograda i Novog Sada, na mestu gde se ukrštaju značajni evropski koridori – autoput E-75 i reka Dunav, pa je njen geografski položaj veoma povoljan. Indija poseduje dve potpuno funkcionalne, komunalno opremljene radne zone ukupne površine 785,13 ha. U Indijsku opštinu uloženo je oko pola milijarde evra direktnih investicija. Najveće domaće i svetske kompanije izabrale su Indiju kao što su: “Henkel”, “Tisenkrup”, “Grundfos”, “IGB Automotiv”, “Embassy-Group” i drugi. Sve navedene činjenice ukazuju da se rezultat urađene sveobuhvatne analize šire lokacije može smatrati izrazito povoljnim za automobilsku industriju.

U drugom koraku urađen je izbor uže lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti u automobilskoj industriji, na teritoriji šire lokacije (opštine Indija). Problem je definisan i strukturiran, gde je poseban akcenat stavljen na niske operativne troškove, razvijenu infrastrukturu i adekvatnu površinu zemljišta. Za definisanih 5 kriterijuma odlučivanja formirana je prostorna baza podataka sa 11 različitih vrsta atributskih podataka. Upotrebom razvijenog geografskog informacionog sistema u procesu generisanja alternativa u obzir su uzete 103 slobodne lokacije od kojih je nakon procesa skrininga izdvojeno 60 izvodljivih alternativa (lokacija). Sveobuhvatna analiza kriterijuma odlučivanja i njihova standardizacija u opsegu od 0 do 10 urađena je uz pomoć razvijenog fazi ekspertnog sistema. Standardizovani kriterijumi prezentovani su u obliku pet vektorskih mapa pogodnosti koje su omogućile prostorno sagledavanje podobnosti svih potencijalnih lokacija. Višekriterijumska analiza urađena je uz pomoć eksperata iz oblasti prema predloženom modelu. U GIS-u je predstavljena finalna mapa pogodnosti na osnovu rezultata višekriterijumske analize. Analiza osetljivosti je potvrdila rezultate višekriterijumske analize, tako da je kao uža lokacija za proizvodni sistem za proizvodnju čeličnih komponenti u automobilskoj industriji predložena "Radna površina 51" u Severoistočnoj radnoj zoni opštine Indija.

Radna površina 51 predstavlja parcelu od 4.39 ha u privatnom vlasništvu i dovoljna je za izgradnju proizvodnog sistema i za njegovo potencijano proširenje. Definisani urbanistički uslovi: Indeks zauzetosti 70 %, indeks izgradjenosti 2.1, maksimalna spratnost od P do P+2+Pk zadovoljavaju uslove za izgradnju proizvodnih hala. Parcela poseduje svu neophodnu infrastrukturu (saobraćajnica, električna energija, vodovod, kanalizacija, gas i optički kabal) što je čini pogodnom za izgradnju proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti u automobilskoj industriji.

Na osnovu dobijenih rezultata u izboru šire i uže lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti u automobilskoj industriji, može se zaključiti da razvijeni model predstavlja efikasan alat za izbor lokacije koji omogućava sveobuhvatnu analizu lokacija i izbor najpogodnije lokacije za proizvodnju. Verifikacijom razvijenog modela **hipoteza 1:**

**M**oguće je razviti model za izbor lokacije proizvodnih sistema na osnovu identifikovanih uticajnih faktora i primenom geografskih informacionih sistema, fazi ekspertnih sistema i metoda višekriterijumskog odlučivanja, je **potvrđena.**

Uticajni faktori za izbor lokacije proizvodnih sistema identifikovani su na osnovu detaljnog pregleda i analize literature. Na osnovu studije "Investiciona klima u Srbiji iz perspektive investitora" definisano je petnaest uticajnih faktora (kriterijuma odlučivanja) za izbor šire lokacije proizvodnih sistema. Dok je na osnovu "Studije razmeštaja radnih zona na teritoriji AP Vojvodine" definisano pet kriterijuma odlučivanja za izbor uže lokacije proizvodnih sistema. Za date kriterijume razvijen je fazi ekspertni sistem koji je omogućio definisanje svih kriterijuma odlučivanja pomoću kvantitativnih i kvalitativnih vrednosti čime je **hipoteza 2:**

Lokacija proizvodnog sistema je uslovljena faktorima šire i faktorima uže lokacije, pri čemu je obe grupe faktora moguće definisati kvantitativnim i kvalitativnim vrednostima, **potvrđena**.

Predloženi ekspertni sistem za sveobuhvatnu analizu kriterijuma odlučivanja koristi skup fazi sistema zaključivanja za interpretaciju i integraciju kvantitativnih i kvalitativnih vrednosti promenljivih u standardizovane vrednosti kriterijuma odlučivanja. Za svaki kriterijum odlučivanja, dizajniran je "Mamdani" fazi sistem zaključivanja u okviru koga su definisane ulazne i izlazne promenljive, IF-THEN pravila i metode defazifikacije. Ulazne promenljive su predstavljene u obliku kvantitativnih i kvalitativnih indikatora dok su izlazne promenljive predstavljene u vidu standardizovanih kriterijuma odlučivanja.

Interpretacija ulaznih kvantitativnih i kvalitativnih vrednosti promenljivih urađena je fazifikacijom, gde je trapezoidna funkcija korišćena u definisanju kvantitativnih vrednosti, a trougana funkcija u definisanju kvalitativnih vrednosti. Vrednosti promenljivih su integrisane u standardizovane kriterijume pomoću baze znanja i modula defazifikacije zasnovanog na trougaonoj pripadajućoj funkciji izlazne promenljive u obliku ocena : veoma loša, loša, dobra, vrlo dobra i odlična. Baza znanja dizajnirana je u saradnji sa ekspertima iz oblasti i obezbeđuje potrebna znanja za fazi analizu kriterijuma odlučivanja.

Verifikacijom razvijenog fazi ekspertnog sistema ukupno 20 kriterijuma odlučivanja (15 kriterijuma šire lokacije i 5 kriterijuma uže lokacije) standardizovano je u opsegu od 0 do 10 za ukupno 105 lokacija (45 opština i 60 parcela) čime je **hipoteza 3:**

**M**oguće je razviti fazi ekspertni sistem za interpretaciju i integraciju kvantitativnih i kvalitativnih vrednosti promenljivih u standardizovane vrednosti kriterijuma odlučivanja, **potvrđena**.

## 9 ZAKLJUČAK

**P**roblem izbora lokacije proizvodnih sistema okarakterisan je sa višekriterijumskim ciljevima i velikim brojem uticaja. Identifikovati najbolju lokaciju za proizvodnju nije jednostavan zadatak, naprotiv zahteva sveobuhvatnu analizu, multidisciplinarni prilaz i upotrebu najsavremenije tehnologije.

Prilaz koji je korišćen u razvoju modela za izbor lokacije proizvodnih sistema zasnovan je na prepoznavanju i rešavanju problema koji donosioci odluka imaju pri izboru lokacije za proizvodnju u okviru jedne teritorijalne celine (države, regiona). Od velikog broja problema koji su karakteristični za izbor lokacije izdvojeni su:

- ◆ Veliki broj potencijalnih lokacija;
- ◆ Veliki broj faktora koji utiču na izbor lokacije proizvodnih sistema;
- ◆ Različite dimenzije faktora;
- ◆ Dugotrajan proces odlučivanja i
- ◆ Izbor adekvatnih alata za podršku odlučivanju.

Kao rešenje identifikovanih problema razvijen je model koji se bazira na upotrebi geografskih informacionih sistema, fazi ekspertnih sistema i metoda višekriterijumskih analiza.

Zbog kompleksnosti problema sa kojima se investitori suočavaju u potrazi za odgovarajućim geografskim područjem i specifičnoj lokaciji, predložen je pristup izbora lokacije proizvodnih sistema u dva koraka: koji podrazumeva izbor šire lokacije praćen izborom uže lokacije proizvodnog sistema upotrebom iste metodologije. Proces izbora lokacije podeljen je u pet glavnih faza:

1. Definisane problema;
2. Definisane kriterijuma;
3. Generisanje alternativa;
4. Analiza kriterijuma;
5. Ocenjivanje i rangiranje alternativa.

Kvalitet postupka izbora lokacije proizvodnog sistema je, u najvećoj meri, uslovljen određenosti problema. U predloženom modelu definisanje i strukturiranje problema izbora lokacije proizvodnih sistema urađeno je dekomponovanjem problema odlučivanja u seriju hijerarhija. Definisanjem problema identifikovani su donosioci odluka kao i deletnost preduzeća.

Na osnovu analize potreba investitora identifikovani su faktori koji imaju

značajan uticaj u izboru lokacije proizvodnih sistema. Na ovaj način identifikovani faktori korišćeni su u razvoju modela za definisanje kriterijuma odlučivanja u izboru šire i uže lokacije proizvodnih sistema.

Za razliku od višeciljnog pristupa u izboru lokacije koji podrazumeva beskonačan broj alternativa, predloženi višekriterijumski pristup zasnovan je na konačnom broju alternativa (lokacija). Gde su kao potencijalne lokacije proizvodnog sistema uzete su samo one lokacije koje ispunjavaju osnovne uslove za izgradnju proizvodnog sistema. Da bi se došlo do potencijalnih alternativa (lokacija) razvijen je geografski informacioni sistem za skrining i generisanje alternativa koji omogućava prostornu analizu podataka i rešava problem velikog broja potencijalnih lokacija.

Razvijeni fazi ekspertni sistem za sveobuhvatnu analizu kriterijuma odlučivanja dizajniran je za potrebe interpretacije i integracije kvantitativnih i kvalitativnih indikatora u standardizovane vrednosti kriterijuma, upotrebom fazi logike. Fazi logika i fazi skupovi pokazali su se kao prirodno rešenje za modeliranje neodređenosti i nesigurnosti u ljudskom načinu rasuđivanja. Za razliku od drugih sličnih istraživanja vrednosti kriterijuma odlučivanja su pre poređenja detaljno analizirani i standardizovani opsegu od 0 do 10, kako bi se obezbedilo ravnopravno poređenje kriterijuma i ostavili uslovi za višekriterijumsku analizu.

Nakon standardizacije kriterijuma odlučivanja upotrebom fazi logike i definisanja pogodnosti potencijalnih lokacija razvijene su mape pogodnosti za sve definisane kriterijume. Na osnovu proizvedenih mapa omogućeno je sagledavanje pogodnosti svih potencijalnih lokacija istovremeno, kao i poređenje pogodnosti lokacija po različitim kriterijumima. Korišćenjem metode vizuelne analize uz pomoć proizvedenih mapa pogodnosti predstavljen je još jedan način analize kriterijuma odlučivanja.

Predložena arhitektura prostornog sistema za podršku u odlučivanju zasnovana je na upotrebi geografskih informacionih sistema i metoda višekriterijumskih analiza. Vrednovanje kriterijuma urađeno je uz pomoć eksperata iz oblasti upotrebom analitičkih hijerarhijskih procesa (AHP), dok je ocenjivanje i rangiranje lokacija urađeno pomoću metode linearnog dodeljivanja ("WLC") u GIS okruženju upotrebom komponente "MCDA4ArcMap". Za testiranje rezultata višekriterijumske analize predložena je analiza osetljivosti relativnih težina kriterijuma.

Verifikacija modela urađena je u studiji slučaja izbora lokacije proizvodnog sistema za proizvodnju čeličnih komponenti za automobilsku industriju, na teritoriji AP Vojvodine u Republici Srbiji. Na osnovu dobijenih rezultata u analizi šire i uže lokacije može se zaključiti da razvijeni model predstavlja efikasan alat za izbor lokacije koji omogućava sveobuhvatnu analizu lokacija i izbor najpogodnije lokacije za proizvodnju. Upotrebom razvijenog modela omogućena je složena analiza problema lokacije i smanjeno vreme potrebno za analizu, tako što se svo vreme model koncentriše samo na bitne karakteristike problema.

Predloženi model predstavlja originalni naučni doprinos koji je po prvi put realizovan na teritoriji republike Srbije. Urađenim istraživanjem kroz razvoj modela za izbor lokacije proizvodnog sistema dat je značajan naučni doprinos projektovanju proi-



zvodnih sistema i nauci o lokaciji. U okviru predloženog modela razvijeni su sofisticirani sistemi za podršku u odlučivanju i izboru lokacije proizvodnih sistema:

- ♦ fazi ekspertni sistem za analizu kriterijuma odlučivanja,
- ♦ geografski informacioni sistem za skrining i generisanje alternativa i
- ♦ prostorni sistem za podršku u odlučivanju.

Razvijeni sistemi predstavljaju efikasne alate koje donosioci odluka (investitoru) mogu koristiti samostalno ili zajedno u analizama problema izbora lokacije, sa naglaskom da se najbolji rezultati postižu upotrebom razvijenog modela koji omogućava sveobuhvatnu analizu i izbor najpogodnije lokacije za proizvodnju.

Model za izbor lokacije proizvodnih sistema ima izraženu fleksibnost, koja omogućava njegovu široku upotrebu u izboru lokacije proizvodnih sistema u prerađivačkoj industriji. Predloženi model u zavisnosti od vrste proizvodnog sistema omogućava donosiocu odluka da na osnovu svog rasuđivanja i iskustva definiše pravila, relacije i značaj pojedinih uticaja na odluku. Razvijena metodologija može se koristiti u sličnim procesima odlučivanja kao što je izbor lokacije u uslužnim delatnostima (tržnih centra, hotela, pumpi...)

Pravci daljeg istraživanja u oblasti lokacije proizvodnih sistema biće usmereni ka razvoju prostornih sistema za podršku u odlučivanju upotrebom fazi logike i neuronskih mreža. Takođe, razvijeni model biće testiran u izboru lokacije uslužnih delatnosti, gde lokacija predstavlja jedan od najvažnijih segmenta poslovanja.

## 10 LITERATURA

1. Abraham R., See L., and Solomatine D., *Building decision support systems based on fuzzy inference*, Practical Hydroinformatics, ser. Water Science and Technology Library, Eds., vol. 68, pp. 215 – 228, 2008.
2. Aerts, J.C.J.H, Eisinger E., Heuvelink G.B.M. and Stewart, T.J., *Using linear integer programming for multi-site land-use allocation*, Geographical Analysis, vol. 35, pp. 148–169. 2003.
3. Anil S. Kumar and Suresh N., *Production and operations management*, New Age International, New Delhi, 2008.
4. Albrecht J. *Key Concepts & Techniques in GIS*, London: SAGE Publications, 2007.
5. Albright S. C., Winston W.L., Zappe C.J., *Data Analzsis and Decision Making*. 4th, Ed., South-Western, Cengage Learning, 2011.
6. Alp Osman, Erkut Erhan, Drezner Zvi, *An Efficient Genetic Algorithm for the p-Median*. Annals of Operations Research vol. 122, pp. 21–42, 2003.
7. Altrok C., *Fuzzy Logic I*. Munchen, 1993.
8. Annett, A. “*Social fractionalization, political instability, and the size of government*”, IMF Staff Papers, Vol. 48 No.3. 2001.
9. Autschbach J, *Internationale Standortwahl*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, pp. 193-222, 1997.
10. Arentz, T., Borgers, A., and Timmermans, H., *A Knowledge-based system for developing retail location strategies*. Computers, Environment and Urban Systems, vol. 24, pp. 489-508, 2000.
11. Audretsch, D. & Stephan, P., *Company-scientist location links: the case of biotechnology*. American Economic Review. vol. 86, pp. 641-652, 2000.
12. Ayalew, L., Yamagishi H., and Ugawa N., *Landslide susceptibility mapping using GIS-based weighted linear combination, the case in Tsugawa area of Agano River, Niigata Prefecture, Japan*. Landslides, 1, pp. 73–81., 2004
13. Azvine, B., Wobcke, W., *Human-centred intelligent systems and soft computing*. BT Technology Journal, 16 (3), 125-133, 1998.
14. Banai R., *Fuzziness in geographic information systems: contributions from the analytic hierarchy process*. International Journal of Geographical Information Systems, 7(4), pp. 315– 329, 1993.

15. Bass B.M., *Organisational Decison Making*. New York: Irwin.1983
16. Badri M. A., “*Dimensions of Industrial Location Factors: Review and Explora tion,*” *Jornal of Business and public affairs* Volume 1, Issue 2, 2007.
17. Badri, M.A., *Combining the Analytic Hierarchy Process and Goal Pro gramming for Global Facility Location- Allocation Problem*. *Int.J. Production Economics*, vol.62, pp. 237-248, 1999.
18. Bankhofer U. , *Industrielles Standortmanagement*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, pp. 116-118, 2001.
19. Boroushaki S. and J. Malczewski, *Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS*, *Computers & Geosciences*, (34), pp. 399–410, 2008.
20. Byrd T.A. and Hauser R.D., “*Expert systems in production and operations management: research directions in assessing overall impact,*” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 29, pp. 2471-2482, 1991.
21. Bishop C.M., *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford university press, 2000.
22. Blagojević, D.: *Satelitska Geodezija*. Naučna knjiga, Beograd, 1994.
23. Boffey T.B., Narula S.C., “*Multiobjective covering and routing problems*”, In: Karwan MH, Spronk J, Wallenius J, editors. *Essays in decision making: a vol ume in honor of Stanley Zionts*. Berlin: Springer 1997.
24. Borough P. A., McDonnell R. A. *Principi geografskih informacionih sistema*, Prevod sa Engleskog jezika (Bajat B., Blagojević D.), Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2006.,
25. Bridgeman P. W., *Dimensional Analysis*, New Haven, Connecticut, Yale University Press, 1963.
26. Burrough, P. A., *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Oxford University Press, 1986. pp.321- 339, 1991.
27. Carod, J. (2005). *Determinants of industrial location: an application for Cata lan municipalities*. *Papers in Regional Science*, 84(1), 105-119, 2005.
28. Carver, S., *Integrating multi-criteria evaluation with geographical infor mation systems*. *Int. J. Geographical Information Systems*, Vol.5, No.3,
29. Chan, R., *Does the natural-resource-based view of the firm apply in an emerging economy? A survey of foreign invested enterprises in China*. *Journal of Management Studies*, 42 (3), 625-672, 2005.
30. Chang N.B, Parvathinathan G. , Breeden J.B “*Combining GIS with fuzzy mul ticriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region,*” *Journal of Environmental Management* Vol. 87, pp.139–153, 2008.
31. Chakhar, S. and Martel, J-M., *Enhancing geographical information systems ca pabilities with multi-criteria evaluation functions*. *Journal of Geographic In formation and Decision Analysis*, 7, pp. 47–71, 2003.

32. Charunthanakij S. and Sarapirome S., *Land suitability assessment for industrial location development using MCDA*. The 31st Asian Conference on Remote Sensing. pp. 1–5, 2010.
33. Chen G., *Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*. Hoboken, NJ: CRC Press, 2000.
34. Church R.L., ReVelle C.S., “*The maximal covering location problem*”, *Papers of the Regional Science Association* 32, pp. 101–18 (1974).
35. Church, R.L., Gerrard R.A., Gilpin M. and Stine P., *Constructing cell-based habitat patches useful in conservation planning*. *Annals of the Association of American Geographers*, 93, pp. 814–827, 2003.
36. Church R. L., Murray T. Alan, *Business Site Selection, Location Analysis and GIS*, Wiley, 2008.
37. Cowen D.J., *GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), pp.1551-1554, 1988.
38. Czogala E. and Leski J., *Fuzzy and Neuro-Fuzzy Intelligent Systems*, ser. *Studies in Fuzziness and Soft Computing*. Springer, vol. 47, 2000.
39. Čupić M., V. M. R. Tummala, “*Savremeno odlučivanje*”, *Fakultet organizacionih nauka*, Beograd, 1997.
40. Čupić M., V.M.R Tummala, M. Suknović, *Odlučivanje: Formalni pristup*. FON, Beograd, 2001.
41. DeMers, M. N., *GIS For Dummies*: Wiley Publishing, 2009.
42. Drezner, T. & Drezner, Z., *Competitive facilities: market share and location with random utility*. *Journal of Regional Science*, 36, 1-15, 1996.
43. Drobne S., Lisec A., *Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging*, *Informatica* 33, pp. 459–474, 2009.
44. Eastman J.R., Jin W., Kyem P.A.K. and Toledano J., *Raster procedures for multicriteria/multi-objective decisions*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61, pp. 539–547, 1995.
45. Engelstoft, S., Jensen-Butler, C., Smith, I. & Winther, L., *Industrial clusters in Denmark: theory and empirical evidence*. *Papers in Regional Science*, 85(1), 73-97, 2006.
46. Eom, S., S. Lee, and J.Kim *The intellectual structure of decision support systems*. *Decision support systems* 10(1); 19-35, 1993.
47. Eldrandaly K., Eldin N., Sui D., Shouman M., & Nawara G., *Integrating GIS and MCDM Using COM Technology*. *The International Arab Journal of Information Technology*, 2(2), 2005.
48. Elon Santos Correa, Maria Teresinha A. Steiner, Alex A. Freitas and Celso Carnieri, *A genetic algorithm for solving a capacitated p-median problem*, *Numerical Algorithms* 35: 373–388, 2004.
49. Esri. Preuzeto sa: <http://www.esri.com/news/arcnews/fall07/articles/gis-the-geographic-approach.html>

50. Esri, ArcGis. Preuzeto sa: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=What\\_is\\_raster\\_data%3F](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=What_is_raster_data%3F)
51. Esri, ArcGis. Preuzeto sa: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>
52. Feick, R.D. and Hall, B.G., *A method for examining the spatial dimension of multicriteriaweight sensitivity*. International Journal of Geographical Information Science, 18, pp. 815–840, 2004.
53. Figueiredo, O., Guimaraes, P. & Woodward, D., *Home-field advantage: location decisions of Portuguese entrepreneurs*. Journal of Urban Economics, 52, 341-361, 2002.
54. Goette T., *Standortpolitik internationaler Unternehmen*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, pp. 254-319, 1994.
55. Gođevac J., “*A Method for Design on Neuro-Fuzzy Controlers; An Application in Robot Learning*” These No. 1602 Ecole Polytechnique Federale Lausana, Switzerland, 1997.
56. Greenhut, M., *Theory of the Firm in Economic Space*. Austin, Tx.: University of Texas Press, 1974.
57. Groothuis, P. & Miller, G., *Locating hazardous waste facilities*. American Journal of Economics & Sociology, 53, 335-346, 1994.
58. Han, S.Y, and Kim, T.J: *The Expert System for Site Analysis and Selection. Expert Systems: Applications to Urban Planning*, pp.145-158. Berlin: Springer-Verlag, 1990.
59. Hansen P., Brimberg J., Urošević D., Mladenović N., “*Primal-Dual Variable Neighborhood Search for the Simple Plant-Location Problem*”, IN FORMS Journal on Computing 19, pp. 552-564, 2007.
60. Hansen, P. & Roberts, F., *An impossibility result in axiomatic location theory*. Mathematics of Operations Research, 11, 121-36, 1998.
61. Heizer J. and Render B., *Operations Management*. 10th ed., Prentice Hall.1, 2011.
62. Huang, S.H and Zhang, H.C, *Neural-expert hybrid approach for intelligent manufacturing: A Survey*. Computers in Industry, 26, pp.107-126, 1995.
63. Huerta E., Navarrette C., Ryan T.: *GIS and Decision-making in Business: Literature Review*. u knjizi Pick B.J. „Geographic Information Systems in Business“, Idea Group Publishing, Hershey, 2005.
64. Hübner Reinhard, “*Production Network Design and Specialty Chemicals*,” in Strategic Supply Chain Management in Process Industries An Application to Specialty Chemicals Production Network Design. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2007.
65. Hwang C.L. and Yoon K., *Multiple Attribute Decison Making. Methods and Applications*. A State of the Art Survey, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Springer-Verlag, Berlin, 1981.
66. Hywood I., S. Cornelius and S. Carver, *An Introduction to Geographical Infor*

- mation Systems*. Third Edition. Pearson Education Limited, Harlow, Essex, 2006.
67. Isard N., *Location and Space Economy*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1956.
  68. Jankowski P., *Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods*. International Journal of Geographical Information Systems, 9, pp. 251–273, 1995.
  69. Jia, X., *INTELLIGIS: Tool for representing and reasoning spatial knowledge*. Journal of computing in civil engineering, 14,51-59.,2000.
  70. Jiang, H. and Eastman, J.R., *Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS*. International Journal of Geographical Information Systems, 14, pp. 173–184. 2000.
  71. Jha, M.K., Mccall C. and Schonfeld P., *Using GIS, genetic algorithms, and visualization in highway development*. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 16, pp. 399–414, 2001.
  72. Keen, P.G.W., *Decision support systems: the next decade*. Decision support systems 3(3); 253-265, 1987.
  73. Keenan P., *Concepts and Theories of GIS in Business*. u knjizi Pick B.J. „*Geographic Information Systems in Business*“, Idea Group Publishing, Hershey, 2005.
  74. Keeney, R.L., *Siting Energy Facilities*. New York: Academic Press, 1980.
  75. Keeney R. L., *Value-focused thinking: a path to creative decision making*. MA: Harvard University Press, Cambridge, 1992.
  76. Khalid Eldrandaly, Neil Eldin, Dan Sui: *A COM-based Spatial Decision Support System for Industrial Site Selection*. Journal of Geographic Information and Decision Analysis 2003, Vol. 7, No. 2, pp. 72 - 92.
  77. Korpela, J. and Tuominen, M., *A Decision Aid in Warehouse Site Selection*. Int.J. Production Economics, vol.45,pp.169-180, 1996.
  78. Kotler P.J., Haider D.H., Rein I., *Marketing places: Attracting investment, in industry and tourism to cities, states and nations*, New York, itd: Free Press, 1993.
  79. Kratica J., Tošić D., Filipović V., Ljubić I., “*Solving the Simple Plant Location Problem by Genetic Algorithm*”, RAIRO Operations Research, Vol. 73, No. 1, pp.127-142, 2001.
  80. Krishnakumar K. , “*Intelligent systems for aerospace engineering – an overview*,” NASA Technical Report, Document ID: 20030105746, 2003.
  81. Kukrika, M., *Geografski informacioni sistemi*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Geografski fakultet, 2000.
  82. Kyem P.A.K., *On intractable conflicts and participatory GIS applications: the search for consensus amidst competing claims and institutional demands*. Annals of the Association of American Geographers, 94, pp. 37–57, 2004.
  83. Lai Y. J. , Hwang C. L., *Fuzzy multiple objective decision making methods and*

- applications*, New York: Springer-Verlag, 1994
84. Ladda P., Taylor M. A P, *Grouping genetic alogirhtm in gis: a facility location modelling*, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 2908 - 2920, 2005.
  85. Lamelas M. T., Marinoni O., Riva J. De, & Hoppe A., *Comparison of Multicriteria Analysis Techniques for Environmental Decision Making on Industrial Location*. Book Decision Support Systems, Chapter 9 (Comparison of Multicriteria Analysis Techniques for Environmental Decision Making on Industrial Location), 2012.
  86. Lapko A., and Provotar A., "Fuzzy inference systems and their applications," Cybernetics and Systems Analysis, vol. 49, no. 4, pp. 517 – 525, 2013.
  87. Lea O, S., Bishop I. and Evans D., *Spatial-temporal model for demand and allocation of waste landfills in growing urban regions*. Computers, Environment and Urban Systems, 28, pp. 353–385, 2004
  88. Leitham, S., McQuaid, R. & Nelson, J., *The influence of transport on industrial location choice: a stated preference experiment*. Transportation Research, 34, 515-535, 2000.
  89. Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D., *Geographical information systems and science*. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.
  90. Lovrić J., Ignatić J., Jović J., Bošnjajić M., Morača D. i Rikalović, A. "Studija razmeštaja radnih zona na teritoriji AP Vojvodine", Pokrajinski sekretarijat za urbanizam, graditeljstvo i zaštitu životne sredine, 2013.
  91. Ma, A. *Geographical location of foreign direct investment and wage inequality in China*. The World Economy, 1031-1055, 2006.
  92. Ma X., Munchun L., Y. Wang, S. Yan, Jiang X., & F. Li, *Study on industrial land consolidation based on GIS*. 2012 20th International Conference on Geoinformatics, 1–4. doi:10.1109/Geoinformatics.2012.6270265, 2012.
  93. Malczewski J., *A GIS-based approach to multiple criteria group decision making*. International Journal of Geographical Information Systems 10, 955-971 1996.
  94. Malczewski J., 1999, *GIS and Multicriteria Decision Analysis* (New York: Wiley), 1999.
  95. Malczewski J., *On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches*, Transactions in GIS, 4(1): 5-22, 2000.
  96. Malczewski J., "GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview," Progress in Planning, Vol.62(1), pp. 3–65, 2004.
  97. Malczewski J., "GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature". International Journal of Geographical Information Science, Vol. 20, No. 7, 703–726, August 2006.
  98. Malczewski J., *GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature*, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 20, No.

- 7, 703–726, August 2006.
99. Malczewski J., “*Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis*”. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 8, 270–277, 2006.
  100. Malczewski J., *Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: the ordered weighted averaging (OWA) approach*, *Int. J. Environmental Technology and Management*, Vol. 6, Nos. 1/2, 2006.
  101. Marković, D., *Prostorni informacioni sistemi*. Beograd, Vojnotehnička akademija vojske Jugoslavije. 1999.
  102. Martin N.J., Stonge B. and Waub, J.P., *An integrated decision aid system for the development of Saint Charles River alluvial plain, Quebec, Canada*. *International Journal of Environment and Pollution*, 12, pp. 264–279, 2003.
  103. Masood A. Badri, *Dimensions of Industrial Location Factors: Review and Exploration*, *Journal of Business and Public Affairs*, Volume 1, Issue 2, 2007.
  104. Massam B. H., *Multi-criteria decision making (MCDM) techniques in planning*. *Progress in Planning* 30: 1-84, 1988.
  105. Mathworks, Matlab. Preuzeto sa: <http://www.mathworks.com/discovery/genetic-algorithm.html>, 2014.
  106. Mathworks, Matlab. Preuzeto sa: <http://www.mathworks.com/help/gads/how-the-genetic-algorithm-works.html#f6192>, 2014
  107. Mazzarol, T & Choo, S. . *A study of the factors influencing the operating location decisions of small firms*. *Property Management*, 21(2), 190-208, 2003.
  108. Mith-Hamilton, A. & Omar, M. *FDI, international business and regulation - The behaviour of UK multinational corporations*, *European Business Review*, 17 (1), 69-82, 2005.
  109. Monks, J.G. *Operations Management- Theory and Problems*. McGraw-Hill Book Co., New York, 1982.
  110. Mora A. *Inženjersko odlučivanje*. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1980.
  111. Nacionalna alijansa za lokalni ekonomski razvoj. Preuzeto sa: <http://www.naled-serbia.org/>
  112. Narodna Banka Srbije-NBS. Preuzeto sa: <http://www.nbs.rs>
  113. Neteler, M., Mitasova, H.: *A GRASS GIS Approach*. Springer, New York, 2008.
  114. Pavličić D., “*Normalisation Affectes the Results of MADM Methods*”, *YJOR*, 11, No 2, 251-265. 2001.
  115. Poliščuk E. J. , *Ekspertni sistemi*, ETF Podgorica, 2004.
  116. Power D., *Decision Support Systems: Concepts and Resources for Manager*, Quorum Books, division Greenwood Publishing, 2002.
  117. Pettit C. and Pullar, D., *An integrated planning tool based upon multiple criteria evaluation of spatial information*. *Computers, Environment and Urban Systems*, 23, pp. 339–357, 1999.
  118. Pereira JMC and Duckstein L A *multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation*. *International Journal of Geographical*



- Information Systems 7: 407-424, 1993.
119. Pokrajinski sekretarijat za urbanizam, graditeljstvo i zaštitu životne sredine, APV, 2014. Preuzeto sa: <http://www.eko.vojvodina.gov.rs/?q=node/12>
  120. Rashed, T. and Weeks, J., *Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas*. International Journal of Geographical Information Science, 17, pp. 547–576. 2003.
  121. Regionalni prostorni plan APV 2011, Preuzeto sa: <http://www.zavurbvo.co.rs/prostorni.php>
  122. Reisi, M., Aye, L., & Soffianian, A., *Industrial site selection by GIS in Isfahan, Iran*. 2011 19th International Conference on Geoinformatics, 1–4. doi:10.1109/GeoInformatics, 2011.
  123. Rikalović A., Ćosić I., Dj. Lazarević, *GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection*, 24th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, Procedia Engineering 69 pp.1054 – 1063, 2014.
  124. Rinner, C. and Malczewski, J., *Web-enabled spatial decision analysis using ordered weighted averaging*. Journal of Geographical Systems, 4, pp. 385–403, 2002.
  125. Russell S. and Norvig P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey, 1995.
  126. Ross T. J., *Fuzzy logic with engineering applications*, 2nd ed. Chichester: Wiley, 2004.
  127. Saaty, T., *An Eigenvalue Allocation Model for Proritization and Planing En ergy Management and Policy Centar*, University of Pelsivania, 1972.
  128. Saaty T., Joyce A., *Conflict Resolution: The Analytic Hierarchy Process*. New York, New York: Praeger, 1989.
  129. Siebert, H., *Locational competition: a neglected paradigm in the international division of labor*. The World Economy, 29(2), 137-159, 2006.
  130. Simon, H.A. *THE NEW SCIENCE OF MANAGEMENT DECISION*. New York, NY: Harper and Row, 1960.
  131. Smith, D., *A theoretical framework for geographical studies in industrial location*. Economic Geography, 42, 95-113, 1966.
  132. Smith, T. R., Mannon, S., Starr, I. L. & Estes, J. E. *Requirements and Principles for the Implementation and Construction of Largscale Geographic Information Systems*. International Journal of Geographical Information Systems,1,13-31, 1987.
  133. Stalna konferencija gradova i opština Srbije, 2011”Ekonomski kapacitet loka lnih samouprava za privlačenje investicija” preuzeto sa: [http://euintegracije.skgo.org/upload/Document/Doc/2012\\_12/Biznis\\_komp\\_Studija\\_poslovne\\_klime\\_na\\_lokalnom\\_nivou.pdf](http://euintegracije.skgo.org/upload/Document/Doc/2012_12/Biznis_komp_Studija_poslovne_klime_na_lokalnom_nivou.pdf)
  134. Strategic Marketing Research, USAID, Municipal Economic Growth Activity, “Investment climate in Serbia- Investors’ Perspective,” 2008.

- 136 Steiniger, S., & Weibel, R. (2009). *GIS Software - A description in 1000 words*.
137. Sumathi V.R., Natesan U., Sarkar Ch., "GIS based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill," *Waste Management*, Vol. 28, pp. 2146-2160, 2008.
138. Thill, J-C., *Multicriteria Decision-making and Analysis: A Geographic Information Sciences Approach* (New York: Ashgate), 1999.
139. Tobler, W., *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. *Ekonomc Geography* 46: 234-240, 1970.
140. Tomback, M. *Multinational plant location as a game of timing*. *European Journal of Operational Research*, 86, 434-451., 1995.
141. Turban E., Aronson J.E, Liang T., Sharda R., *Decision Support and Business Intelligence Systems*, )th ed, Person Eductaion, Inc, 2010.
142. Usama Fayyad, Gregory Piatetsky-Shapiro, Padhraic Smyth, and Ramasamy Uthurasamy, "Advances in Knowledge Discovery and Data Mining", AAAI Press/ The MIT Press, 1996.
143. Vanicek, P.: *An online tutorial in Geodesy*. <http://www.scribd.com/doc/60296165/Vanicek-Tutorial-in-Geodesy-2001-University-of-New-Brunswick>, University of New Brunswick, 2001.
144. Vlachopoulou M., Silleos G. and Manthou V., *Geographic information systems in warehouse site selection decisions*. *International Journal of Production Economics*, 71, pp. 205–212, 2001.
145. Vojvodina Investment Promotion - VIP. Preuzeto sa: [www.vip.org.rs](http://www.vip.org.rs)
146. Ward, D.P, Murray, A.T. and Phinn, S.R., *Integrating spatial optimization and cellular automata for evaluating urban change*. *The Annals of Regional Science*, 37, pp. 131–148, 2003.
147. Weber, A. (translated by Carl J. Friedrich from Weber's 1909 book). *Theory of the Location of Industries*. Chicago: The University of Chicago Press, 1929.
148. Williams, E.A. and Massa, A.K.(1983) *Siting of Major Facilities: A Practical Approach* . New York: McGraw- Hill Inc.
149. Witlox, F. and Timmermans, H., *MATISSES: A Knowledge –Based System for Industrial Site Selection and Evaluation*. *Computers, Environment, and Urban Systems*, 24, 23-43, 2000.
150. Wojan, T. & Pulver, G. *Location pattern of high growth industries in rural countries*. *Growth and Change*, 26, 3-22, 1995.
151. Worral L., *Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems*. London: Belhaven Press, 1991.
152. Wu, Q., Ye, S., Wu, X. and Chen, P., *Risk assessment of earth fractures by constructing an intrinsic vulnerability map, a specific vulnerability map, and a hazard map, using Yuci City, Shanxi, China as an example*. *Environmental Geology*, 46, pp. 104–112, 2004.
153. Yager R. R., *On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-cri*

- teria decision making*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 18 (1), pp. 183–190, 1988.
154. Yoon K. P. , Wang, Hwang C.L. , *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*, Sage University Papers, 1995.
155. Yoon B. L., *Darpa artificial neural network technology program*, VLSI Technology, Systems, and Applications, Proceedings of Technical Papers, International Symposium on VLSI Technology, Systems, and Applications. Proceedings of Technical Papers (Cat. No. 91TH0368-1), 1991.
156. Yurimoto, S. & Masui, *Design of a decision support system for oversea location in the EC*. International Journal of Production Economics, 41, 411-418, 1991.
157. Zadeh L. A., “Fuzzy sets,” Information Control, vol. 8, pp. 338 – 353, 1965
158. Zadeh L. A. , “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning - I,” Information Sciences, vol. 8, no. 3, pp. 199-249, 1975.
159. Zadeh L. A., “Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic,” Fuzzy Sets and Systems, vol. 90, no. 2, pp. 111 – 127, 1997199-249, July 1975.
160. Ziaei M. , Hajizadeh F., Ahmadizadeh S. S. R., Jahanifar K., *A Combined Model of GIS and Fuzzy Multi Criteria Decision Analysis ( FMCDA ) for Suitable Evaluation / Selection of Industrial Areas , ( Birjand , Iran )*, 174–179. 2011.
161. Zelenović D., *Projektovanje proizvodnih sistema*: Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.
162. Zhu X. and Healy R., *Towards Intelligent Spatial Decision Support: Integrating Geographic Information Systems and Expert Systems*. GIS/LIS'92, 2, pp.877-885, 1992.