

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Geodezija,
Smer za prostorsko informatiko

Kandidat:

Matej Cemič

**Preizkus postopkov večkritarijalnega
vrednotenja v prostorskem načrtovanju -
Primer občine IG**

Diplomska naloga št.: 255

Mentor:

viš. pred. mag. Samo Drobne

Somentor:

asist. Tadej Žaucer

Ljubljana, 27. 3. 2008

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **MATEJ CEMIČ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»PREIZKUS METOD VEČKRITERIJSKEGA VREDNOTENJA V PROSTORSKEM
NAČRTOVANJU – PRIMER OBČINE IG«.**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske
separatoteke FGG.

Ljubljana, 7.4.2011

(podpis)

IZJAVE O PREGLEDU NALOGE

Nalogo so si ogledali učitelji prostorske smeri:

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.6:528.9:659.2:711:91
Avtor:	Matej Cemič
Mentor:	viš. pred. mag. Samo Drobne
Somentor:	asist. Tadej Žaucer
Naslov:	Preizkus metod večkriterijskega vrednotenja v prostorskem načrtovanju – primer občine Ig
Obseg in oprema:	98 str., 23 pregl., 62 sl..
Ključne besede:	GIS, prostorsko planiranje, večkriterijsko vrednotenje, kartografsko modeliranje, kartografska algebra

Izvleček

V diplomskem delu želimo prikazati geografski informacijski sistem (GIS) kot pomemben element v podpori pri sprejemanju prostorskih odločitev. Vsebinski poudarek je na praktičnem delu, v katerem smo želeli s kvalitetnimi in ažurnimi podatki izpeljati kar se da verodostojne analize ustreznosti za naš odločitveni cilj – poselitev.

Metodološko smo se oprli na postopek večkriterijskega vrednotenja (VKV), katerega podpira tudi GIS rastrsko orodje Idrisi Andes. Uporabljene metode (utežene linearne kombinacije in razvrstilnega uteženega povprečja) smo predstavili v sliki in besedi.

Poseben poudarek je dan pripravi posameznih podatkovnih slojev. Njihova priprava je upodobljena na priloženih kartografskih modelih, katerim smo dodali tudi vsebinska dopolnila.

Naredili smo štiri različice postopka VKV-ja, pri čemer so le-te izbrane z namenom prikazati metodološke in vsebinske zagate posameznih postopkov.

Pri ovrednotenju dobljenih rezultatov smo si pomagali z deduktivnim pristopom, katerega nam je omogočal predhodno izdelan predlog prostorskega načrta občine Ig.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 004.6:528.9:659.2:711:91
Author: Matej Cemič
Supervisor: Sen. Lect. Samo Drobne, MSc
Coadvisor: Assist. Tadej Žaucer
Title: The use of multicriterial evaluation methods in spatial planning – case study of the municipality Ig
Notes: 98 p., 23 tab., 62 fig..
Key words: GIS, spatial planning, multicriteria evaluation (MCE), cartographic modelling, cartographic algebra

Abstract

Our diploma tries to represent the Geographical Information Systems (GIS) as an important element in the process of spatial decision making. The emphasis of our study is placed upon practical work with which we wanted to conduct the most reliable analysis as possible (using quality and up-to-date data) in order to achieve our goal – settlement.

We systematically relied on the method of Multicriterial evaluation (MCE), which is also supported by the integrated GIS Processing software Idrisi Andes. The methods used - weighted linear combination and simple additive weighting method – are represented in picture and text. Special emphasis is on the preparing of data layers. The preparation itself is represented on the cartographic models with content supplements.

We prepared four different variants of the Multicriterial evaluation method in order to show the systematical and content difficulties of each separate variant. Deductive approach was chosen to evaluate gained results. The approach was made possible by using the previously developed spatial plan of the Ig municipality.

ZAHVALA

Pri ustvarjanju diplomskega dela se v prvi vrsti zahvaljujem profesorju mag. Samu Drobnetu, ki mi je z izbrano tematiko postavil pravi izziv. V duetu z asistentom Tadejem Žaucerjem sta me na številnih konzultacijah s tehničnimi in vsebinskimi napotki vseskozi usmerjala po pravi poti. Za ustrežljivo pomoč pri pridobitvi geodetskih podlag se zahvaljujem laborantki Barbari Trobec, za matematični »vložek« profesorju dr. Mitji Laknerju, za prevod izvlečka vsebine v angleški jezik pa bratrancu Jakatu Darovcu.

Hvala vsem domačim, ki so znanli poskrbeti, da mi pisanje diplomskega dela ni postalo duhamorno opravilo.

KAZALO:

UVOD	1
1. SPLOŠNO O GIS-IH.....	2
2. GIS IN PROSTORSKO PLANIRANJE.....	4
2.1. Informacije kot ključ do dobrih odločitev	4
2.2. GIS le kot pika na i prostorskega planiranja	5
2.3. Pridobivanje informacij z GIS analizami	5
2.4. SWOT analiza GIS-ov v prostorskem planiranju.....	6
2.4.1. Prednosti GIS-ov v prostorskem planiranju	6
2.4.2. Priložnosti GIS-ov v prostorskem planiranju	6
2.4.3. Pomanjkljivosti GIS-ov v prostorskem planiranju.....	6
2.4.4. Nevarnosti GIS-ov v prostorskem planiranju	7
3. GIS = PODPORA ODLOČITVAM V PROSTORU.....	8
3.1. Definiranje prostorskega problema in identifikacija cilja(ev).....	8
3.2. Definiranje odločitvenih faktorjev in omejitev.....	8
3.2.1. Odločitveni faktorji.....	9
3.2.2. Omejitve oz. Boolove podobe	9
3.3. Sestavitev odločitvenega pravila	9
3.4. Postopek kriterijskega vrednotenja	11
4. UTEŽENA LINEARNA KOMBINACIJA	12
4.1. Matematična osnova ULK-ja.....	12
4.2. Standardizacija (normalizacija) odločitvenih faktorjev	14
4.2.1. Vrste standardizacij.....	14
4.2.1.1. Zvezni prehod z uporabo funkcije s	15
4.2.1.2. Zvezni prehod z uporabo funkcije j	16
4.2.1.3. Zvezni prehod z uporabo linearne funkcije.....	16
4.2.2. Pasti prevrednotenja faktorjev	19

4.3. Določitev uteži.....	19
4.3.1. Analitično-hierarhični postopek določanja uteži	20
4.3.1.1. Matrika razmerij	20
4.3.1.2. Izračun uteži	21
4.3.1.3. Koeficient doslednosti	21
4.3.1.4. Zakaj ravno metoda AHP?	22
4.4. Vrednotenje metode utežene linearne kombinacije.....	22
5. RAZVRSTILNO UTEŽENO POVPREČJE	23
5.1. Zakaj RUP?.....	23
5.2. Primer uporabe razvrstilnih uteži v praksi.....	24
5.3. Stopnja tveganja vs. stopnja uravnoteženja.....	25
5.3.1. Srednja stopnja tveganja in popolno uravnoteženje	26
5.3.2. Majhna stopnja tveganja in nič uravnoteženja	26
5.3.3. Velika stopnja tveganja in nič uravnoteženja	27
5.3.4. Majhna stopnja tveganja in nekaj uravnoteženja	27
5.3.5. Velika stopnja tveganja in nekaj uravnoteženja	27
5.3.6. Srednja stopnja tveganja in nič uravnoteženja	28
6. UPRAVLJANJE Z NEGOTOVOSTJO V GIS-U.....	29
6.1. Negotovost zaradi podatkov	29
6.1.1. Geometrični podatki.....	30
6.1.2. Opisni podatki (atributi).....	30
6.2. Negotovost zaradi odločitvenega pravila.....	31
6.3. Prenos napak.....	31
7. PRAKTIČNI DEL NALOGE	33
7.1. Območje proučevanja	33
7.2. Rastrska ločljivost uporabljenih podatkovnih slojev	35
7.3. Priprava podob faktorjev za postopek VKV.....	35
7.3.1. Omejitve = Boolove podobe	36
7.3.1.1. RABA_OMEJITEV	36
7.3.1.2. ELEK_VODI_OMEJITEV	38
7.3.1.3. VODA_OMEJITEV	39

7.3.2. Odločitveni faktorji.....	43
7.3.2.1. AVTOB_P_FUZZ	43
7.3.2.2. CESTE_FUZZ.....	45
7.3.2.3. DMV_NAKLON_FUZZ.....	48
7.3.2.4. DMV_EKSP_R	49
7.3.2.5. VODOTOKI_FUZZ	51
7.3.2.6. RABA_3000_FUZZ	53
7.3.2.7. GOZD_FUZZ	55
7.3.3. Delne omejitve	56
7.4. Postopek VKV v GIS orodju Idrisi Andes	60
8. REZULTATI.....	65
8.1. Prva različica – enake uteži.....	65
8.1.1. Ocena pristopa	68
8.2. Druga različica – uporaba faktorskih uteži.....	68
8.3. Tretja različica – uporaba faktorskih in razvrstilnih uteži.....	71
8.4. Četrta različica – zamenjava v naboru odločitvenih kriterijev	76
8.5. Primerjava različic postopkov VKV	79
8.5.1. Mikrolokacijska primerjava	81
9. VREDNOTENJE REZULTATOV VKV.....	84
10. ZAKLJUČEK	90
VIRI.....	92
PRILOGA A.....	95
PRILOGA B	97
PRILOGA C	97

Kazalo slik:

<i>Slika 1: Ciklični proces odločanja (Schwarz, 1998)</i>	10
<i>Slika 2: Grafični prikaz prekrivanja podatkovnih slojev z upoštevanjem uteži in omejitev</i>	13
<i>Slika 3: Primeri prevrednotenja z uporabo funkcije s</i>	15
<i>Slika 4: Primeri prevrednotenja z uporabo funkcije j</i>	16
<i>Slika 5: Primeri prevrednotenja z uporabo linearne funkcije</i>	17
<i>Slika 6: Prevrednotenje podobe "avtob_p_dist" v podobo "avtob_p_fuzz" z uporabo linearne funkcije in kontrolnih točk $c=0$ in $d=1500$</i>	18
<i>Slika 7: Prevrednotenje podobe "avtob_p_dist" v podobo "avtob_p_fuzz1" z uporabo funkcije v obliki črke j in kontrolnih točk $c=0$ in $d=1500$</i>	18
<i>Slika 8: Utežena linearna kombinacija: stopnja tveganja vs. stopnja uravnoteženja</i>	22
<i>Slika 9: Območje strateškega odločanja in lega posameznih kombinacij stopenj uravnoteženja in tveganja</i>	28
<i>Slika 10: 3D prikaz reliefa proučevanega območja.</i>	33
<i>Slika 11: Okvir proučevanja (tekstovne oznake ponazarjajo nomenklaturu listov v merilu 1:5000)</i>	34
<i>Slika 12: Boolova podoba omejitve rabe tal (raba_omejitev)</i>	36
<i>Slika 13: Kartografski model priprave podatkovnega sloja raba_omejitev</i>	37
<i>Slika 14: Boolova podoba omejitve električnih vodov (elek_vodi_omejitev)</i>	38
<i>Slika 15: Kartografski model priprave podatkovnega sloja elek_vodi_omejitev</i>	38
<i>Slika 16: Boolova podoba omejitve vodnih teles (voda_omejitev)</i>	39
<i>Slika 17: Kartografski model priprave podatkovnega sloja voda_omejitev</i>	40
<i>Slika 18: Kartografski model priprave podatkovnega sloja vvo_izjeme</i>	41
<i>Slika 19: Odločitveni faktor oddaljenosti od avtobusnih postaj (avtob_p_fuzz)</i>	43
<i>Slika 20: Kartografski model priprave podatkovnega sloja avtob_p_fuzz</i>	44
<i>Slika 21: Odločitveni faktor oddaljenosti od obravnavanih cest (ceste_fuzz)</i>	45
<i>Slika 22: Kartografski model priprave podatkovnega sloja ceste_fuzz</i>	45
<i>Slika 23: Odločitveni faktor naklon reliefa (dmv_naklon_fuzz)</i>	48
<i>Slika 24: Kartografski model priprave podatkovnega sloja dmv_naklon_fuzz</i>	48
<i>Slika 26: Kartografski model priprave podatkovnega sloja dmv_eksp_r</i>	50
<i>Slika 27: Odločitveni faktor oddaljenosti od vodotokov (vodotoki_fuzz)</i>	51
<i>Slika 28: Kartografski model priprave podatkovnega sloja vodotoki_fuzz</i>	52
<i>Slika 29: Odločitveni faktor oddaljenosti od pozidanih površin (raba_3000_fuzz)</i>	53
<i>Slika 30: Kartografski model priprave podatkovnega sloja vodotoki_fuzz</i>	54
<i>Slika 31: Odločitveni faktor oddaljenosti od gozdnih površin (gozd_fuzz)</i>	55
<i>Slika 32: Kartografski model priprave podatkovnega sloja gozd_fuzz</i>	55
<i>Slika 33: Podoba delnih omejitev (delne_omejitve)</i>	57
<i>Slika 34: Kartografski model priprave podatkovnega sloja delne_omejitve</i>	59
<i>Slika 35: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 1</i>	60

<i>Slika 36: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 2</i>	61
<i>Slika 37: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 3</i>	61
<i>Slika 38: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 4</i>	62
<i>Slika 39: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 5</i>	62
<i>Slika 40: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 6</i>	63
<i>Slika 41: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 7</i>	63
<i>Slika 42: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 8</i>	64
<i>Slika 43: Končna podoba večkriterijskega vrednotenja pridobljena z uporabo enakih uteži (poselitev1_do)</i>	66
<i>Slika 44: Kartografski model izračuna podatkovnega sloja poselitev1_naj20_k</i>	66
<i>Slika 45: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljenih po metodi VKV – enakih uteži (poselitev1_naj20_k)</i>	67
<i>Slika 46: Končna podoba večkriterijskega vrednotenja pridobljena z uporabo faktorskih uteži (poselitev2_do)</i>	70
<i>Slika 47: Kartografski model izračuna podatkovnega sloja</i>	70
<i>Slika 48: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljenih z uporabo faktorskih uteži (poselitev2_naj20_k)</i>	71
<i>Slika 49: Prva podoba VKV pridobljena s prevrednotenjem stroškovnih faktorjev (poselitev3_strosek)</i>	72
<i>Slika 50: Druga podoba VKV pridobljena s prevrednotenjem okoljskih faktorjev (poselitev3_okolje)</i>	73
<i>Slika 51: Končna podoba večkriterijskega vrednotenja pridobljena z uporabo faktorskih in razvrstilnih uteži (poselitev3_zdr)</i>	74
<i>Slika 52: Kartografski model izračuna najboljših 20 hektarjev površin za poselitev (poselitev3_naj20_k)</i>	75
<i>Slika 53: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljenih z uporabo faktorskih in razvrstilnih uteži (poselitev3_naj20_k)</i>	75
<i>Slika 54: Končni podobi večkriterijskega vrednotenja pridobljeni z uporabo faktorskih uteži (poselitev4_do) in z uporabo spremenjenih faktorskih uteži (poselitev 4_2_do, desno)</i>	76
<i>Slika 55: Kartografski model izračuna podatkovnega sloja poselitev4_2_naj20_k</i>	77
<i>Slika 56: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljeni z uporabo faktorskih uteži (poselitev4_naj20_k) in z uporabo spremenjenih faktorskih uteži (poselitev 4_2_naj20_k, desno)</i>	77
<i>Slika 57: Karte razredov primernosti za vse 4 različice</i>	80
<i>Slika 58: Prikaz izbranega območja naselja Ig (Vir: www.piso.si, citirano 14.12.2007)</i>	81
<i>Slika 59: Digitalni ortofoto (list E2234) izbranega območja naselja Ig (dof_mikro)</i>	82
<i>Slika 60: Primernost izbranega območja naselja Ig za poselitev pri vseh štirih različicah</i>	83
<i>Slika 61: Navzkrižna primerjava načrtovanih območij poselitve v novem prostorskem načrtu in območij izračunanih po metodah VKV</i>	85
<i>Slika 62: Histogram podobe raba_nrp_nova_r</i>	86

Kazalo preglednic:

<i>Preglednica 1: Devetstopenjska lestvica za primerjavo parov faktorjev (Saaty, 1977)</i>	<i>20</i>
<i>Preglednica 2: Osemnajststopenjska lestvica za primerjavo parov faktorjev</i>	<i>21</i>
<i>Preglednica 3: Vpliv različnega nabora razvrstilnih uteži na končni rezultat</i>	<i>25</i>
<i>Preglednica 4: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo srednje stopnje tveganja in popolnega uravnoveženja</i>	<i>26</i>
<i>Preglednica 5: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo majhne stopnje tveganja in nič uravnoveženja</i>	<i>26</i>
<i>Preglednica 6: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo velike stopnje tveganja in nič uravnoveženja</i>	<i>27</i>
<i>Preglednica 7: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo majhne stopnje tveganja in nekaj uravnoveženja</i>	<i>27</i>
<i>Preglednica 8: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo velike stopnje tveganja in nekaj uravnoveženja</i>	<i>27</i>
<i>Preglednica 9: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo srednje stopnje tveganja in nekaj uravnoveženja</i>	<i>28</i>
<i>Preglednica 10: Prenos napak pri osnovnih GIS operacijah (Jimenez, 1995)</i>	<i>32</i>
<i>Preglednica 11: Koordinatni okvir proučevanja</i>	<i>34</i>
<i>Preglednica 12: Razporeditev energije kvaziglobalnega sevanja v odvisnosti od ekspozicije terena</i>	<i>50</i>
<i>Preglednica 13: Šifrant – tip_vodotokov</i>	<i>53</i>
<i>Preglednica 14: Matrika razmerij</i>	<i>68</i>
<i>Preglednica 15: Vrednost faktorskih uteži</i>	<i>69</i>
<i>Preglednica 16: Vrednost prevrednotenih faktorskih uteži – prvi sklop</i>	<i>72</i>
<i>Preglednica 17: Vrednost prevrednotenih faktorskih uteži – drugi sklop</i>	<i>73</i>
<i>Preglednica 18: Spremenjena matrika razmerij (obstoječa raba ima večjo utež)</i>	<i>78</i>
<i>Preglednica 19: Spremenjene vrednosti faktorskih uteži</i>	<i>78</i>
<i>Preglednica 20: Meje razredov primernosti območij</i>	<i>79</i>
<i>Preglednica 21: Koordinatni okvir izbranega območja naselja Ig</i>	<i>81</i>
<i>Preglednica 22: Frekvenčna porazdelitev podob navzkrižne klasifikacije</i>	<i>87</i>
<i>Preglednica 23: Delna frekvenčna porazdelitev podob navzkrižne klasifikacije</i>	<i>89</i>

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AHP	Analitično-hierarhični postopek
DMR	Digitalni model reliefa
DMV	Digitalni model višin
DOF5	Digitalni orto foto 1:5000
GIS	Geografski informacijski sistem
PP	Prostorsko planiranje
PRO	Prostorski red občine
PSS	Planning Support System
RUP	Razvrstilno uteženo povprečje
SPRO	Strategija prostorskega razvoja občine
SPRS	Strategija prostorskega razvoja Slovenije
SQL	Standard Query Language – standardni poizvedovalni jezik
ULK	Utežena linearna kombinacija
VKV	Večkriterijsko vrednotenje

UVOD

Namen tega diplomskega dela je na konkretnem primeru preizkusiti metode večkriterijskega vrednotenja. Naše delovno okolje je bilo rastrsko GIS orodje Idrisi Andes, ki velja za učinkovit in uporabniško prijazen računalniški program. Na proučevanem območju občine Ig smo s pomočjo dostopnih prostorskih podatkov izpeljali analizo primernosti za potencialno nova območja poselitve.

Ciljna (poselitvena) območja smo analizirali tako na makro, kot tudi mikro ravni. Izostale niso niti metodološko-postopkovno-vsebinske različice večkriterijskega vrednotenja, s katerimi smo ocenili uporabljene pristope.

Posebno pozornosti smo namenili primerjavi rezultatov »klasične« metode prostorskega planiranja (delo na terenu, kartografska algebra) in GIS rezultatov - naših štirih različic večkriterijskega vrednotenja.

Z deduktivno metodo smo analizam ustreznosti dodali nov pomen.

1. SPLOŠNO O GIS-ih

Obstaja vrsta definicij geografskih informacijskih sistemov. Ves spekter zahtevanih sestavin najboljše pokrije Marblova definicija iz leta 1984, povzeta iz Kvamme et al. (1997), ki pravi:

- GIS je sistem za vnos podatkov, ki omogoča upoštevanje prostorske komponente, pridobljene na različne načine: iz tematskih in topografskih kart, daljinskega zaznavanja ali fotografij;
- GIS je sistem za shranjevanje in iskanje podatkov, urejenih na podlagi geografskih položajev; torej sistem, ki omogoča hiter dostop do podatkov za analizo ali prikaz in obenem dovoljuje popraviljanje podatkov;
- GIS je sistem za analizo podatkov, ki omogoča pretvorbe, zbiranje in združevanje podatkov, ustvarjanje novih podatkov, statistične obdelave, ovrednotenje in modeliranje;
- GIS je sistem za prikaz podatkov, ki je zmnožen prikazati dele baze podatkov ali pa informacije, pridobljene pri obdelavah in modeliranju. Prikazi so lahko v obliki računalniških tematskih kart, tabel in grafov.

Osrednji del sistemov GIS predstavlja grafična podatkovna baza, v kateri imamo shranjene lokacijske, grafične in topološke podatke. Z njimi podajamo položaj, povezljivost, obliko, izgled in sosedstvo geografskih objektov (Šumrada, 2005).

Delovanje grafičnih podatkovnih baz lahko do neke mere primerjamo s tradicionalnim kartografskim podatkovnim modelom, katerega osnovno načelo je razstavitev proučevanega območja na podatkovne sloje oziroma tematske plasti. Podatkovni sloji predstavljajo določeno lastnost izbranega dela, sicer modelirane stvarnosti (prav tam).

Pri prekrivanju podatkovnih slojev je potrebno zagotoviti dvoje: enako velikost (dimenzijo) podatkovnih slojev – govorimo tudi o enaki rastrski ločljivosti slojev in enak koordinatni sistem baze podatkov. Podatki v njih predstavljajo tretjo razsežnost (Kwamme et al., 1997).

Baze podatkov morajo celovito in povezano shranjevati različne vrste atributov (opisni, geometrični, topološki), kot tudi postopkovno delovanje geografskih objektov (grafično predstavitev, čas, posebnosti, metode in relacije med njimi) (Šumrada, 2005).

Izrazita posebnost baze podatkov so geometrični atributi, ki so organizirani bodisi v vektorski bodisi v rastrski obliki. Vektorska organizacija le-teh temelji na treh osnovnih grafičnih gradnikih: točkah, linijah in območjih, medtem ko rastrska na mreži enaki gridnih celic (prav tam).

Pomemben razlikovalen element med zgornjima podatkovnima organizacijama je topologija, ki vektorskim objektom zapoveduje, da se vsi segmenti (usmerjena povezava, ki se začne ali konča v vozlišču) sekajo v vozliščih (točkah, kjer se začneja ali končuje linijski segment) in da vsa območja obdajajo sklenjeni poligoni (sestavljene iz enega ali več linijskih segmentov (prav tam).

Pri rastrski organizaciji je položaj objekta definiran le s celico matrike, kar je enako položaju vrstice in stolpca v dani mreži. Rastrska upodobitev predpostavlja prostor kot ravno ploskev, katerega pokriva gridna mreža določene velikosti.

Natančnost položaja pri uporabi rastrskega sistema je močno odvisna od velikosti celice – t. j. rastrske ločljivosti. Vrednosti celic so kodirane, vsaki celici pa se dodeli ena sama vrednost (izjemoma tudi nobena vrednost) (Kwamme et al., 1997; Šumrada, 2005).

2. GIS IN PROSTORSKO PLANIRANJE

Prostor okoli nas je podvržen stalnim spremembam, ki so posledica naravnih in antropogenih geografskih dejavnikov. Moč naravno-geografskih dejavnikov ponavadi občutimo ob večjih naravnih katastrofah, ko nas narava s svojo rušilno močjo vsakič znova opozarja na to, da morajo biti človekovi posegi v prostor usklajeni in sprejeti le ob vnaprejšnjem upoštevanju vseh naravnih (nam znanih) zakonitosti.

Temu na žalost še vedno ni tako, saj je zgornja teza sprejemljiva le v okoljevarstvenih strokovnih krogih. Kljub vsemu se v dolgoročnih strateških dokumentih na ravni države in občin že uveljavlja têrmin trajnostnega razvoja prostora in trajnostne rabe prostora, kar daje slutiti na boljši jutri.

Redkost pojavljanja ekstremnih naravnih pojavov v nas utrjujejo prepričanje, da je človek kljub vsemu edini »spiritus movens« spremembam v prostoru, kar se kaže tudi v njegovih posegih v prostor, ki so praviloma opaznejši in izrazitejši od naravno pogojenih.

Z vseobčim razvojem družbe se je pojavila tudi potreba po načrtovanem in usklajenem razvoju prostora, t. j. prostorskem planiranju.

2.1. Informacije kot ključ do dobrih odločitev

Antropogeni posegi v prostor so praviloma rezultat nekih političnih odločitev, ki so prestopile fazo usklajevanja. Do smotrnih odločitev v največji meri pomaga poznavanje problematike oziroma natančneje uporaba iz podatkov izpeljanih informacij.

Pri delu s prostorskimi (geografskimi) podatki si pri reproduciranju informacij pomagamo z geografskimi informacijskimi sistemi – GIS-i. Informacije te vrste nudijo učinkovito podporo za odločanje v prostoru, ampak nič več kot to. Vedeti namreč moramo, da je delo na terenu in poznavanje le-tega še vedno prvobitna in najpomembnejša informacija vsakega prostorskega

planerja. Še tako popolna podatkovna baza določenega GIS-a je še vedno le abstrakcija stvarnega sveta. Torej: pri uporabi z GIS podprtega odločanja v prostoru so vse na novo pridobljene informacije koristne in vredne takrat, ko pripomorejo k boljšemu odločanju.

2.2. GIS le kot pika na i prostorskega planiranja

Kot smo že ugotovili, nam samo poznavanje ozadja informacijskih sistemov kot takih ne sme nikoli dovoliti posploševanja in povečevanja vloge GIS-a v odločanju v prostorskem planiranju. Pri odločanju gre za zapleten proces, v katerem je vključen cel niz naravnogeografskih, socialnih, ekonomskih in političnih dejavnikov.

Vloga GIS-a je v podpori pri odločanju in ne pri samem odločanju. Služi kot neke vrste svetovalni servis. Z metodološko dodelavo in enormno povečano pomnilniško zmogljivostjo računalniških sistemov je moč v GIS podprtih prostorskih analizah pridobiti zares kvalitetne informacije, podprte s kar se da širokim podatkovnim naborom.

Informacije, pridobljene s pomočjo GIS-a, je nujno ovrednotiti. Tu nam v veliki meri pomaga poznavanje terena, priporočljiv je tudi logični razmislek. K napačnim, oziroma netočnim informacijam veliko prispevajo neažurni in nepopolni podatki, ki lahko močno zmanjšajo kredibilnost rezultatov GIS analiz.

2.3. Pridobivanje informacij z GIS analizami

Ključna GIS funkcija je v povezavi podatkovno-informacijskih slojev. Samo pridobivanje informacij iz podatkovnih slojev lahko poteka na več nivojih:

- preprosta merjenja in analize na podatkovnih slojih,
- monitoring tehnika (opazovanje časovnih trendov) ter
- tehnika prostorskega modeliranja.

Za reševanje kompleksnih prostorskih problemov pride v poštev tehnika prostorskega modeliranja, pri kateri s kombiniranjem različnih podatkovnih slojev izdelamo nove sloje. Dobljene informacije nudijo podporo odločitvam nosilcem odločanja. Pri tem gre lahko za posameznike ali krog povezanih ljudi (Kovič, 1999).

2.4. SWOT analiza GIS-ov v prostorskem planiranju

Swot analiza pomembnosti geografskih informacijskih sistemov v prostorskem planiranju (PP) je povzeta po diplomskem delu Sonje Vončine (2006).

2.4.1. Prednosti GIS-ov v prostorskem planiranju

Prednosti GIS-ov se kažejo predvsem v enostavnem urejanju, obdelovanju, preverjanju, shranjevanju in pretvorbi geografskih podatkov, katere skladiščimo v podatkovnih bazah. Dostop do njih je enostaven in hiter. Obdelava in reprodukcija prostorskih podatkov je tudi zavoljo mesta skladiščenja hitra, enostavna in poceni. Z njihovo uporabo zmanjšamo negotovost pri odločanju v prostoru; zanesljivost in tveganje sta v GIS-ih izrazito obvladljiva.

2.4.2. Priložnosti GIS-ov v prostorskem planiranju

Ideja o t. i. PSS (Planning Support Systems) govori o sistemih GIS, ki nudijo servis prostorskim planerjem in njihovim odločitvam v prostoru. Po Klostermanu (2001) bodo imeli GIS-i preko izvedenih prostorskih analiz in modelov za pripravo možnih scenarijev še vedno osrednjo vlogo v PSS-jih. Z razvojem PSS-ja se pojavljajo zahteve po naprednih orodjih za ekonomske in demografske analize, okoljsko modeliranje in načrtovanje prometa.

Priložnost se odpira tudi v povezovanju GIS-ov z drugimi programi oz. aplikacijami, s čimer se bo povečala interoperabilnost sistemov, ki bo prispevala k višji dodani vrednosti obdelav ter posledično tudi v kvalitetnejšem procesu odločanja.

2.4.3. Pomanjkljivosti GIS-ov v prostorskem planiranju

Glavni pomanjkljivosti sta v nepopolnosti podatkovne baze in v negotovosti pri interpretaciji posameznih podatkovnih slojev, kar vzajemno rezultira v površnih analizah prostora.

Nepopolni, nenatančni in nepovezljivi podatki so glavni vir napak v postopku odločanja. Pri zahtevnem in dolgotrajnem pridobivanju novih, bolj zanesljivih podatkov se največja težava skriva v zajetnem finančnem vložku, ki obsega veliko število strokovnjakov, potrebnih za nadzor in vodenje tega opravila.

Klosterman (prav tam) zatrjuje, da je GIS v prvi vrsti namenjen le za določene prostorske analize. Pri tem navaja nekaj ključnih postavk, ki vodijo do nezadovoljivega postopka odločanja za potrebe prostorskega planiranja:

- ❖ Nezmožnost vključitve neprostorskih podatkov in časovnih vrst, kot so trendi zaposlovanja, rast mest, ipd...
- ❖ Nezmožnost zajema t.i. prostorskih interakcij, kot so npr. dnevna migracija, ...

2.4.4. Nevarnosti GIS-ov v prostorskem planiranju

Pri delu z geografskimi informacijskimi sistemi je nujno vzeti v obzir, da gre v konceptualnem modelu za človekovo abstrakcijo stvarnosti, v kateri je vselej prisotna subjektivna plat in ni stvarna preslikava prostora kot takega. Tudi zaradi zgoraj navedenega si pri prostorskem načrtovanju ne smemo dovoliti, da bi s prostorskimi analizami na novo pridobljenim podatkom pripisovali preveliko težo in jih obravnavali kot edine verodostojne.

Z vidika subjektivnosti je na tem mestu nujno omeniti še eno, bržčas največjo nevarnost pri uporabi GIS-ov prostorskem planiranju. Zasnova metode večkriterijskega vrednotenja vsebuje kar nekaj postopkovnih korakov (določanje uteži, nabor odločitvenih faktorjev, tip normalizacije, itd.), pri katerih je mogoče močno vplivati na končne rezultate VKV-ja. Podrobnejši opis le-teh je podan v 4. poglavju.

Geoinformacijska orodja vsemu navkljub omogočajo najboljši pregled nad podatki in z njimi izpeljanimi analizami. V procesu prostorskega načrtovanja morajo biti te analize prepletene s terenskimi raziskavami.

3. GIS = PODPORA ODLOČITVAM V PROSTORU

Uporaba GIS-a kot orodja pri podpori odločitvam v prostoru zahteva zasnovano določenih korakov, ki peljejo do končne rešitve - tj. do pridobitve kvalitetnih dodatnih informacij o najprimernejših rešitvah v prostoru. Tako se moramo pri postopku odločanja soočiti z definiranjem problema in cilja(ev), nadalje z izbiro ustreznih prostorskih podatkov in seveda z izbiro ustrezne metodološke osnove. Nadaljevanje poglavja je povzeto po Koviču (1999), ki se je pri tem pretežno skliceval na Malczewskega (1999) in Eastmana (1997).

3.1. Definiranje prostorskega problema in identifikacija cilja(ev)

Prvi korak pri postopku odločanja je spoznavanje in definiranje prostorskega problema. Cilj tako izhaja iz konteksta posameznega problema in se navezuje na končno željeno stanje v prostoru.

V našem primeru iščemo potencialno primerna območja za poselitev, ki morajo biti načrtovana v vsakokratnem novem prostorskem načrtu občin.

Pri določitvi ciljev je nujno opozoriti na subjektivno presojo le-teh. Pri pripravi prostorskih načrtov so načrtovane potencialno primerne lokacije za posamezno dejavnost namreč pogosto rezultat političnega kompromisa. Tako se lahko zgodi, da se rezultati z GIS podprtim postopkom s spretnim postopanjem povsem podredijo naročniku.

3.2. Definiranje odločitvenih faktorjev in omejitev

Izbor posameznih faktorjev in omejitev predstavlja temeljni korak v postopku odločanja. Le-ti predstavljajo osnovo, na kateri bomo izvedli vrednotenje posameznih rastrskih celic. Sami izbiri faktorjev in omejitev je potrebno posvetiti kar nekaj pozornosti, saj so napačno definirani ali neupoštevani faktorji in omejitve ključ do nerednih odločitvenih prostorskih informacij.

3.2.1. Odločitveni faktorji

Vrsta prostorskega problema generira nabor odločitvenih faktorjev. V primeru iskanja primernih površin za novo poselitev pridejo v poštev vsekakor naslednji faktorji: naklon terena, ekspozicija in z njo povezana osončenost terena, razdalja od prometne infrastrukture (tudi oddaljenost od avtobusnih postaj), oddaljenost od že poseljenih površin.

Vse to so faktorji, ki so v glavnem navedeni tudi v strokovni literaturi (Malczevski, 1999; Eastman, 2006). Soočenje z dejanskim problem in z dejanskimi podatki je pokazalo, da lahko temu naboru dodamo še kakšen, lahko tudi manj pomemben faktor. Zaradi same vsebinske zaznave le-teh, smo jih poimenovali kot »izrazito privlačnostne« faktorje: tu smo imeli opravka s faktorjem oddaljenosti od vodotokov in oddaljenosti od gozdov s socialno funkcijo.

Odločitveni faktorji so torej kriteriji, ki nakazujejo stopnjo primernosti območja preučevanja za umestitev določenega cilja oziroma dejavnosti..

3.2.2. Omejitve oz. Boolove podobe

Na Boolovih podobah prikazujemo izključitvena oziroma omejitvena območja, ki predstavljajo neprimerne površine. Tudi pri izbiri njih je nabor odvisen od začrtanega prostorskega problema. So stvar strokovne presoje (ponavadi na podlagi zakonskih osnov) oziroma dogovora.

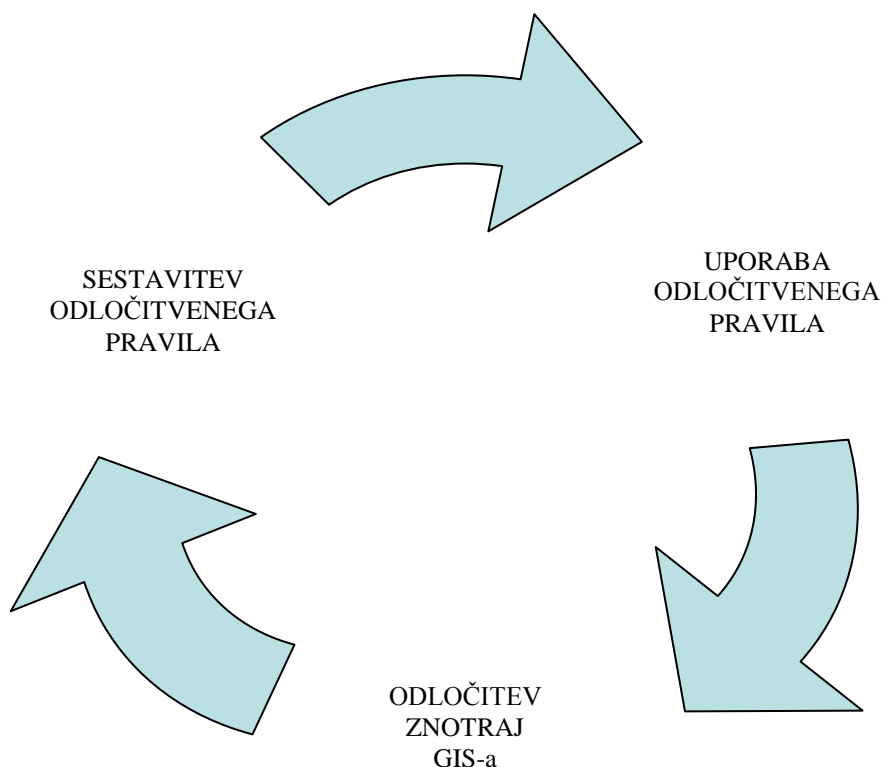
Podobe omejitev imajo logičen »pridih«, saj je v njih le dvoje vrednosti: z 0 kodiramo neprimerne površine, medtem ko z 1 primerne.

3.3. Sestavitev odločitvenega pravila

Z odločitvenim pravilom določamo postopek vrednotenja oz. navodilo za iskanje končne rešitve. Z njim določimo pogoje za primerjanje in razvrščanje rastrskih celic.

V naši analizi je pravilo kompleksne narave, saj je vanj vključenih 7 odločitvenih faktorjev in 3 omejitve.

V kolikor na koncu generiranja končne rešitve ali pa že po pripravi posameznih faktorjev uvidimo, da odločitveno pravilo ni pravilno sestavljeno, smo prisiljeni spremeniti določene parametre (nabor faktorjev in omejitev, vrednost uteži, vrednost kontrolnih točk prevrednotenja, tip prevrednotenja). Kot prikazuje slika 1, gre pri sestavi in uporabi odločitvenega pravila znotraj GIS-ov za ciklični proces. Sestava odločitvenega pravila je torej ključnega pomena pri generiranju končne rešitve.



Slika 1: Ciklični proces odločanja (Schwarp, 1998)

Uporaba odločitvenega pravila narekuje deduktiven pristop, ki omogoča, da s spreminjanjem odločitvenih parametrov določimo vpliv le-teh na končno rešitev, kar daje velik prispevek k razumevanju prostorskega problema.

Odločitveno pravilo postavi strokovnjak na področju prostorskega planiranja. Odločevalec mora biti prisoten pri vseh fazah postopka odločanja, saj lahko le na ta način postavi merodajno pravilo, katerega lahko s poznavanjem problematike tudi smiselno spreminja.

3.4. Postopek kriterijskega vrednotenja

Postopek vrednotenja usmerja odločitveno pravilo. Zaradi kompleksnosti prostorskih odločitvenih problemov moramo v postopek vrednotenja vključiti večje število faktorjev. Večkriterijsko vrednotenje velja za najbolj osnovno operacijo v podporo odločanju. Za izvedbo vrednotenja obstajajo različni načini in principi.

Najbolj enostavna za razumevanje je metoda z uporabo Boolovih operacij. Mnogo bolj prilagodljiva in uporabna je metoda utežene linearne kombinacije – ULK. Izpeljanko le-te predstavlja metoda razvrstilnega uteženega povprečja - RUP.

V tem poglavju bomo nekaj več pozornosti namenili le metodi z uporabo Boolovih operacij, saj bomo preostali dve, v diplomskem delu uporabljeni metodi, podrobneje predstavili v nadaljevanju.

Boolov pristop ovrednoti rezultate večkriterijskih analiz oz. vrednotenj na t.i. Boolovih kartah kot primerne (1) oziroma neprimerne (0). Podatki temeljijo zgolj na dvojiški logiki. Samo združevanje kriterijev v okviru Boolovega pristopa najpogosteje poteka na osnovi logičnih operacij preseka – operacije množenja (logični IN) in unije - operacije seštevanje (logični ALI).

Kljub temu, da te metode kriterijskega vrednotenja nismo uporabili v naši nalogi, smo se pri pripravi omejitev oz. Boolovih podob srečali s tovrstnim dvojiškim (logičnim) pristopom.

4. UTEŽENA LINEARNA KOMBINACIJA

Rezultat utežene linearne kombinacije (v ang. literaturi je moč zaslediti dva, pomensko enakovredna pojma: *Weighted Linear Combination* in *Simple Additive Weighting method*) je karta ustreznosti, ki podaja različno stopnjo ustreznosti posameznih območij za prostorsko umestitev določene dejavnosti. Merljivost rezultatov oz. zveznost prehodov (od bolj do manj ustreznih) za določen cilj je glavna prednost te metode večkriterijskega vrednotenja.

Pri ULK-ju izhajamo iz dveh skupin kriterijev: zveznost prehodov si zagotovimo s t. i. *odločitvenimi spremenljivkami* oziroma *faktorji*. Drugi sklop kriterijev predstavljajo *omejitve*, katerih izvedba v rastrskih GIS-ih so *Boolove podobe*.

Pomembna prednost pri uporabi ULK je v dejstvu, da lahko vsakemu izmed faktorjev določimo njemu lasten pomen. Pri temu si pomagamo s ponderiranjem oziroma z uteževanjem posameznih faktorjev, ki so šele po dodelitvi uteži »primerni« za združevanje. Z utežmi dosežemo uravnoteženje faktorjev, s čimer dobimo relativni pomen posameznih faktorjev (Eastman, 2006).

4.1. Matematična osnova ULK-ja

Stopnjo primernosti določimo:

$$S(A_i) = \sum_j w_j x_{ij} \cdot \prod_k c_k$$

kjer je

$S(A_i)$... primernost i-te rastrske celice za določen cilj (dejavnost)

w_j ... utež j-te odločitvene spremenljivke oz. faktorja

x_{ij} ... vrednosti i-te rastrske celice v okviru j-te odločitvene spremenljivke oz. faktorja

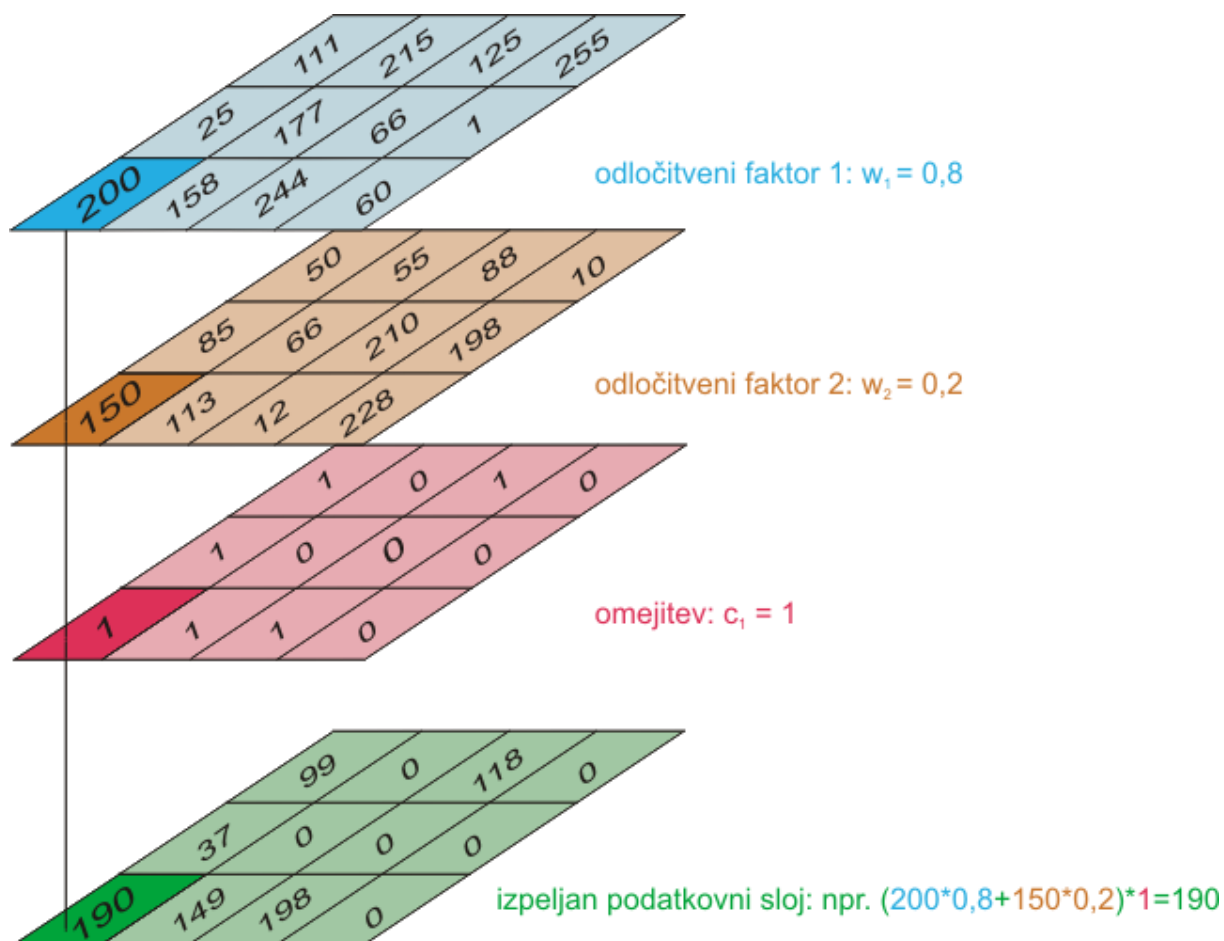
$\prod_k c_k$... produkt vrednosti k-tih omejitev oz. Boolovih podob (0 ali 1)

$i=1 \dots m$, pri čemer je m število vseh rastrskih celic (1575 stolpcev x 1800 vrstic = 2835000 celic)

$j=1 \dots n$, pri čemer je n število odločitvenih spremenljivk oz. faktorjev

$k=1 \dots p$, pri čemer je p število omejitev oz. Boolovih podob

Na sliki 2 je prikazan postopek določitve primernosti posamezne rastrske celice za določeno dejavnost oz. cilj.



Slika 2: Grafični prikaz prekrivanja podatkovnih slojev z upoštevanjem uteži in omejitev

V prejšnjem primeru je stopnja primernosti $S(A_i)$ v izpeljanem podatkovnem sloju odvisna od dveh odločitvenih faktorjev. Pri njih nas ne zanima samo vrednost posamezne rastrske celice znotraj določenega podatkovnega sloja oz. odločitvenega faktorja, temveč tudi vrednost dodeljenih uteži (w_j).

Tretji dejavnik pri dodelitvi stopnje primernosti je produkt vrednosti omejitvenih Boolovih podob, ki potrdi ($\prod_k c_k = 1$) ali zavrne ($\prod_k c_k = 0$) dodeljeno stopnjo primernosti določene celice.

Pri algebri karte je nujno, da prekrivamo med seboj sloje enake rastrske ločljivosti, kar v praksi pomeni, da rokujejo s podobami, katerih dimenzije (število stolpcev x število vrstic) so enake. V kolikor temu ni tako, si lahko v Idrisiju pomagamo z moduloma EXPAND ali CONCAT, s katerima željeni podobi povečamo ali pomanjšamo rastrsko ločljivost.

4.2. Standardizacija (normalizacija) odločitvenih faktorjev

V poglavju 4.1. smo nakazali pomembnost usklajenosti posameznih podatkovnih slojev kot celote. V tem razdelku se bomo dotaknili tudi poenotenja oziroma standardizacije na vsebinskem nivoju posameznega podatkovnega sloja.

Praviloma se v postopku večkriterijskega vrednotenja soočamo z različnimi merskimi enotami odločitvenih faktorjev (metri, stopinje/odstotki, stopinje azimuta). Rešitev predstavlja standardizacija vrednosti odločitvenih faktorjev. Z njo dobimo standardizirano merilo (brez enot), katerega si najlažje ponazorimo na zvezni lestvici, katere razpon pri realnih številih je od 0 do 1, oziroma pri celih številih (podatkovni tip integer) od 0 (najmanj primernih) do 255 (najbolj primernih). Pri razponu na zvezni lestvici od 0-255 govorimo tudi o t. i. »mehki standardizaciji«.

Velja dodati, da sta navedena razpona točk podprta s strani programskega orodja Idrisi Andes. Teoretično je namreč mogoče opraviti standardizacijo na kakršnikoli zvezni lestvici.

4.2.1. Vrste standardizacij

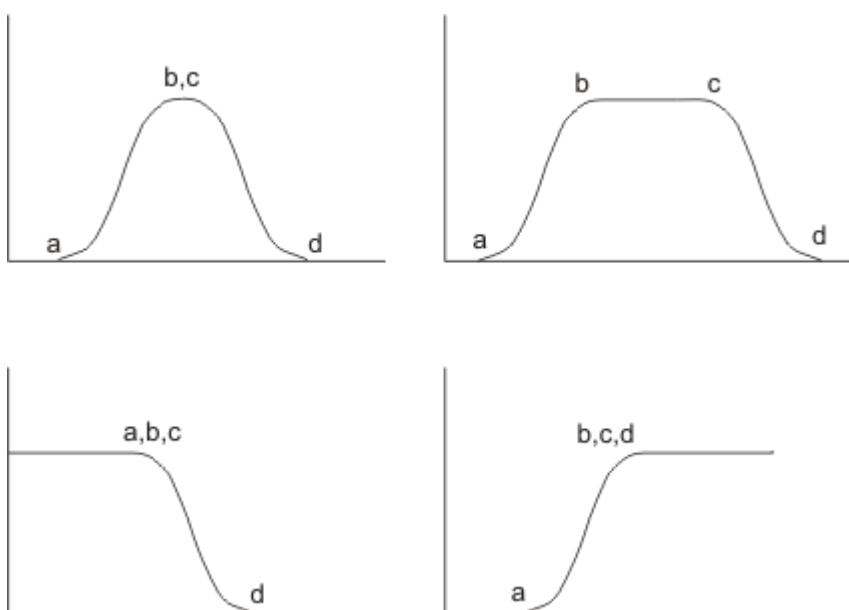
Do standardiziranih vrednosti odločitvenih faktorjev je mogoče priti na več načinov. Glavni razlikovalni element le-teh je matematična krivulja (premica, parabola, ...), ki določa potek prevrednotenja.

Postopek standardizacije je v Idrisiju moč zagnati z modulom FUZZY, v katerem imamo na razpolago pogovorno okno, v katerega vnesemo željeni tip standardizacije in vrednost kontrolnih točk.

4.2.1.1. Zvezni prehod z uporabo funkcije s

Gre za najbolj pogosto uporabljeno funkcijo prevrednotenja. Možne izvedbe normalizacije so prikazane na sliki 3. Krivulja funkcije s je matematično gledano kosinusna parabola.

Pred samo izvedbo prevrednotenja je nujno določiti značilne oz. kontrolne točke (a, b, c, d), katerih izbira je eden izmed pomembnejših korakov večkriterijskega vrednotenja. Z njimi lahko namreč »umetno« povečamo/pomanjšamo vpliv določenega odločitvenega kriterija. V naši analizi smo se držali načela, da je vrednost točke c praviloma enaka dolžini parcele (30-50 metrov).



Slika 3: Primeri prevrednotenja z uporabo funkcije s

a = vrednost prevrednotenega odločitvenega faktorja preseže 0

b = vrednost prevrednotenega odločitvenega faktorja doseže vrednost 1

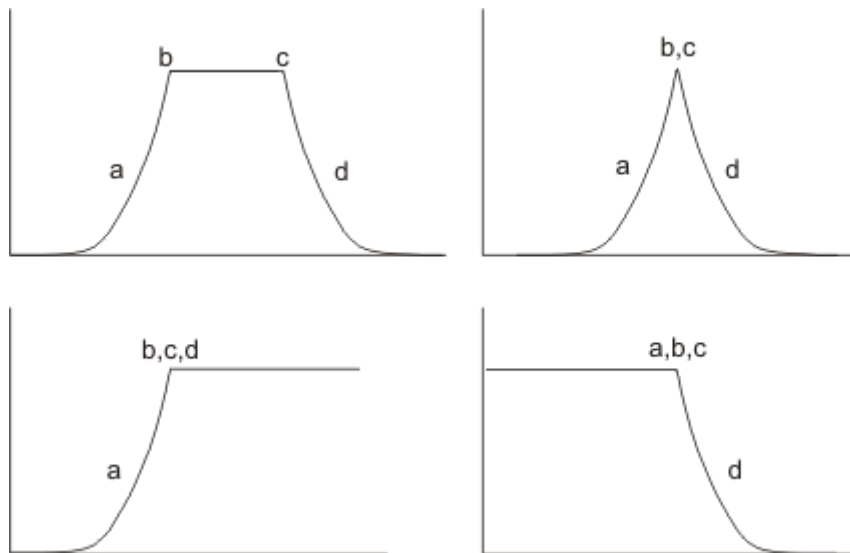
c = vrednost prevrednotenega odločitvenega faktorja se začne zmanjševati pod 1

d = vrednost prevrednotenega odločitvenega faktorja postane 0

V primeru monotono padajoče oziroma naraščujoče funkcije so vrednosti točk a, b, c, oziroma vrednosti točk b, c, d enake.

4.2.1.2. Zvezni prehod z uporabo funkcije j

Uporaba le-te je prav tako razmeroma pogosta. Pri prevrednotenju z uporabo funkcije j je nujno poudariti, da se krivulja le-te približa 0, a le-te nikoli ne doseže (asimptota). Različen je tudi položaj kontrolnih točk a in d, ki zaznamujeta točki, na katerih funkcija doseže vrednost 0.5 in ne 0.

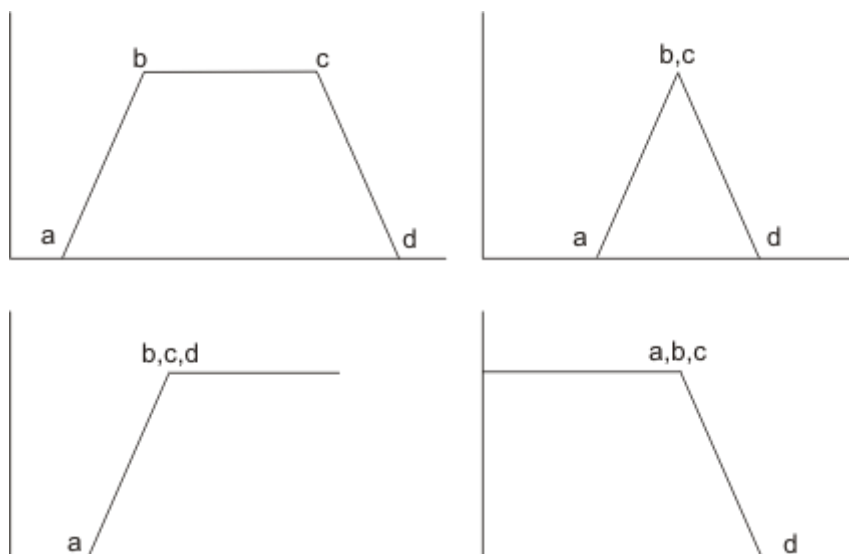


Slika 4: Primeri prevrednotenja z uporabo funkcije j

V primeru monotono padajoče oziroma naraščujoče funkcije se vrednosti kontrolnih točk obravnavajo enako kot pri standardizaciji z uporabo funkcije s .

4.2.1.3. Zvezni prehod z uporabo linearne funkcije

Ta tip standardizacije zaradi svoje enostavnosti ni pogosto v uporabi. Njegova vrednost se kaže predvsem pri prevrednotenju v elektronskih napravah, kjer služijo za standardizacijo rezultatov merjenj linearnih senzorjev.

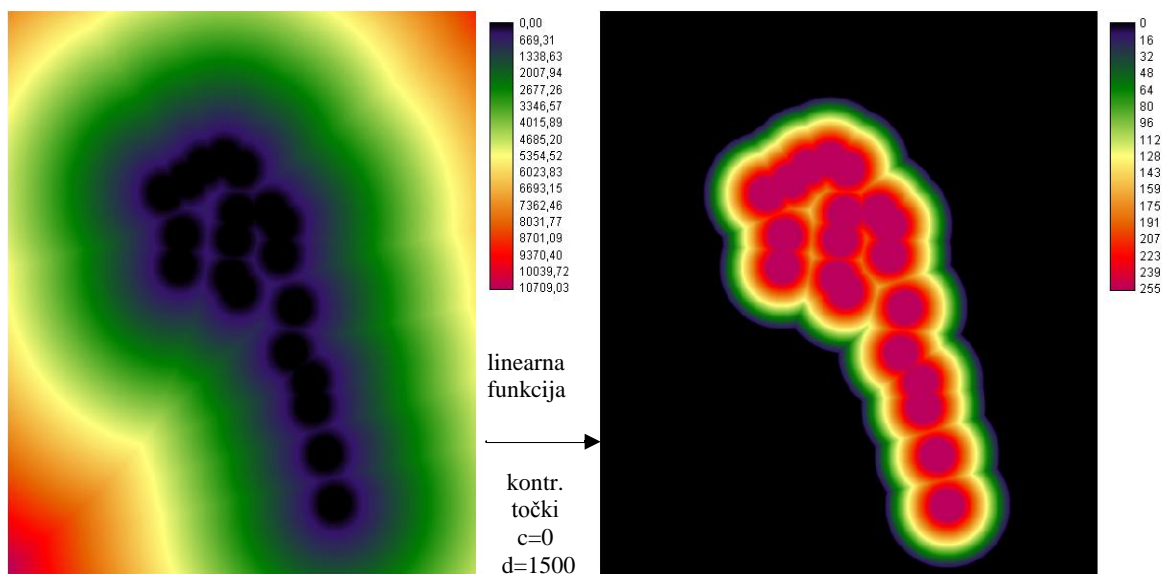


Slika 5: Primeri prevrednotenja z uporabo linearne funkcije

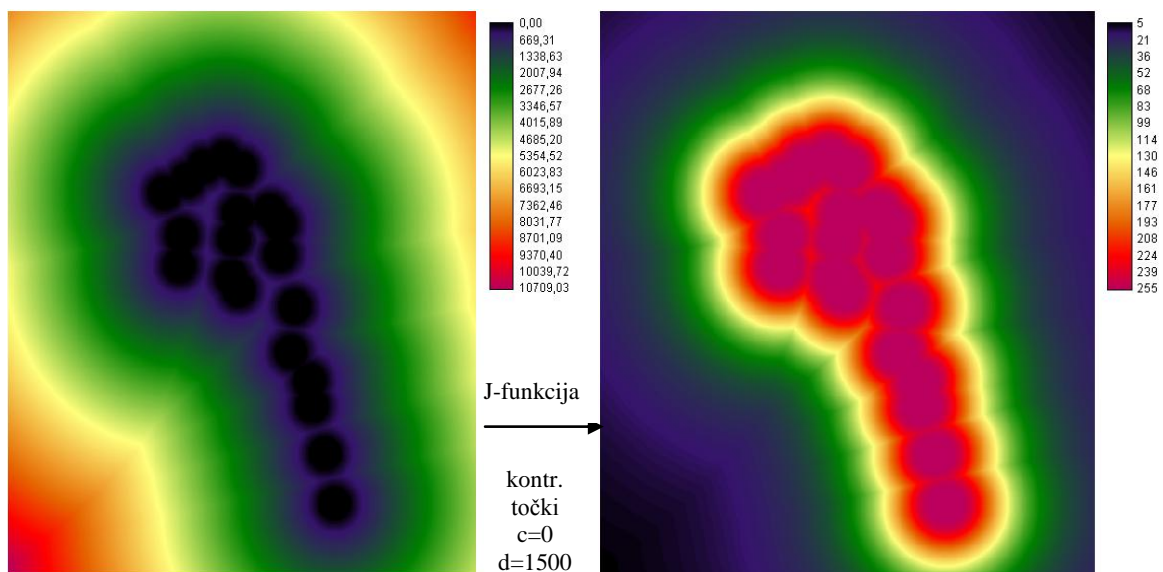
V primeru monotonno padajoče oziroma naraščujoče funkcije se poslužujemo že omenjenih napotkov.

Sliki 6 in 7 prikazujeta prevrednotenje izhodiščne podobe *avtob_p_dist* (razdalje od avtobusnih postajališč) ob uporabi linearne funkcije in funkcije v obliki črke *j*. Z izbiro enakih vrednosti kontrolnih točk ($c = 0$ in $d = 1500$) smo izločili vpliv le-teh ter hkrati poudarili posebnost prevrednotenja ob uporabi funkcije v obliki črke *j*. Govorimo seveda o asimptotičnem »značaju« tovrstne standardizacije, kar se nazorno vidi iz druge podobe slike 7, kjer je najmanjša vrednost le-te 5.

V primeru standardizacije z uporabo linearne funkcije je prevrednotenje prav tako opravljeno na celotni zvezni lestvici primernosti 0 – 255.



Slika 6: Prevrednotenje podobe "avtob_p_dist" v podobo "avtob_p_fuzz" z uporabo linearne funkcije in kontrolnih točk $c=0$ in $d=1500$



Slika 7: Prevrednotenje podobe "avtob_p_dist" v podobo "avtob_p_fuzz1" z uporabo funkcije v obliki črke j in kontrolnih točk $c=0$ in $d=1500$

Zgodi se lahko, da nam pri prevrednotenju faktorjev ne pride v poštev nobeden izmed zgoraj naštetih tipov standardizacije. Rešitev je uporabniško določena funkcija, pri kateri sami posegamo v vrednosti kontrolnih točk in na ta način tudi na potek krivulje. Razmak med dvema kontrolnima točkama se določi z uporabo linearne funkcije.

4.2.2. Pasti prevrednotenja faktorjev

Kot je bilo že mogoče razbrati pri opisu gornjih tipov standardizacije, se pri uporabi le-teh pojavlja največji problem pri določitvi kontrolnih točk. Tveganju se zaradi narave problema bržkone ni moč izogniti. Kljub temu lahko z dobrim poznavanjem vpliva določenega odločitvenega faktorja na umestitev določene dejavnosti (cilja) v prostor v dobršni meri zmanjšamo tveganje in z njim povezane napake.

O spremenljivosti posameznega odločitvenega faktorja (spremenljivke) se je najbolje poučiti v za to namenjeni strokovni literaturi. Naj na tem mestu omenimo le to, da smo se pri prevrednotenju faktorjev v naši analizi v nadaljevanju opirali na sledečo literaturo: »Urbanistično planiranje« (Pogačnik, 1998), »Osončenost površja Slovenije« (Podobnikar et al, 2005) ter študijo o avtobusni dostopnosti v Sloveniji (Drobne s sod., 2000).

Pri določanju kritičnih točk moramo imeti vseskozi pred očmi mejo, do katere ima posamezni odločitveni faktor še vpliv na določen cilj, npr. na kvaliteto bivanja, ki predstavlja glavno komponento umeščanja novih poselitvenih površin v prostor.

Sama izbira tipa standardizacije je ob poznavanju vedenja odločitvenega faktorja v odnosu do našega cilja povsem logična. Za ponazoritev velikosti spremembe v prevrednotenju enake podobe (*avtob_p_dist*), ob uporabi različnega tipa standardizacije in enakih vrednosti kontrolnih točk, služi slika 7.

4.3. Določitev uteži

Smisel uporabe utežene linearne kombinacije kot ene izmed metod večkriterijskega vrednotenja je v tem, da lahko na učinkovit način usmerjamo vpliv posameznih odločitvenih faktorjev na določen cilj. Relativno pomembnost faktorjev izpeljemo na podlagi določitve uteži: večje pripišemo pomembnejšim, manjše pa obstranskim faktorjem.

Sama izbira uteži predstavlja enega izmed pomembnih korakov manipuliranja v računalniško podprtih odločitvah v prostoru. Vedeti je namreč potrebno, da z večjim preferiranjem

določenega faktorja istočasno zmanjšamo vpliv drugega (drugih), s čimer lahko v veliki meri vplivamo na končen rezultat analize.

Prav zato je pri tem postopku zaželjena odstranitev subjektivnega vpliva. To najlažje dosežemo z vključitvijo večjega števila strokovnjakov v postopek določanja uteži. Pri tem je mogoče uporabiti različne pristope: v diplomskem delu smo se poslužili metode viharja možganov. Matrike uteži (velikost 7 x 7; 7 – število odločitvenih faktorjev) smo izpolnili na podlagi razprave. Končna matrika uteži je tako rezultat usklajenih mnenj mentorja, somentorja in diplomanta.

4.3.1. Analitično-hierarhični postopek določanja uteži

Za izračun uteži smo uporabili Saatyjev (1977) analitično-hierarhični postopek (AHP). V Idrisi-ju ga je moč zagnati z modulom WEIGHT. Pri tej metodi gre za primerjavo parov faktorjev v matriki razmerij, ki je velikosti $n \times n$ ($n = \text{št. odločitvenih faktorjev}$). V modulu je programiran postopek izračuna uteži in koeficienta doslednosti. Slednji nam služi kot varovalka, saj nakazuje na morebitna odstopanja, ki so lahko rezultat medsebojne primerjave parov.

4.3.1.1. Matrika razmerij

V kvadratni matriki izpolnimo le polja, ki ležijo pod diagonalo matrike oziroma pod enicami (primerjava faktorja samega s sabo). Zgornji del matrike namreč sestavljajo pripadajoče recipročne vrednosti vpisanih stopenj pomembnosti.

Izpolnjevanje matrike poteka preko primerjave odločitvenega faktorja (vrstica) z odločitvenimi faktorji (stolpci). Relativno pomembnost primerjalnega faktorja s primerjanimi se ovrednoti preko devetstopenjske lestvice, prikazane v preglednici 1.

Preglednica 1: Devetstopenjska lestvica za primerjavo parov faktorjev (Saaty, 1977)

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
skrajno	zelo močno	močno	zmerno	enako	zmerno	močno	zelo močno	skrajno
manj pomembno					bolj pomembno			

Za lažje razumevanje devetstopenjske zvezne lestvice dodajamo v preglednici 2 še poimenovanje za vseh devet vmesnih stopenj.

Preglednica 2: Osemnajststopenjska lestvica za primerjavo parov faktorjev

Stopnja pomembnosti	Definicija pomembnosti
1/9	najmanj močna
1/8	najmanj do zelo mala
1/7	zelo mala
1/6	zelo mala do mala
1/5	mala
1/4	malo do zmerno mala
1/3	zmerno mala
1/2	zmerno malo do enakovredna
1	enakovredna
2	enakovredna do zmerna
3	zmerna
4	zmerna do močna
5	močna
6	močna do zelo močna
7	zelo močna
8	zelo do najbolj močna
9	najbolj močna

4.3.1.2. Izračun uteži

Po popolnitvi matrike razmerij seštejemo vrednosti posameznih stolpcev. Vsak element posameznega stolpca matrike delimo s to vsoto. Rezultat je normalizirana matrika razmerij. Sledi seštevek posameznih vrstic normalizirane matrike in delitev le-tega s številom faktorjev v matriki. Količnik tega izračuna so relativne uteži posameznih faktorjev.

4.3.1.3. Koeficient doslednosti

Idrisi nam ob izračunu uteži poda tudi vrednost koeficienta doslednosti (ang. *Consistency ratio*). Koeficient je pokazatelj verodostojnosti pripisanih vrednosti v matriki razmerij. V primeru, da je le-ta višji ali enak 0,10, je potrebno ponovno opraviti primerjavo faktorskih parov. Več o postopku izračuna koeficienta doslednosti je mogoče zaslediti v strokovni literaturi - (Malczewski, 1999).

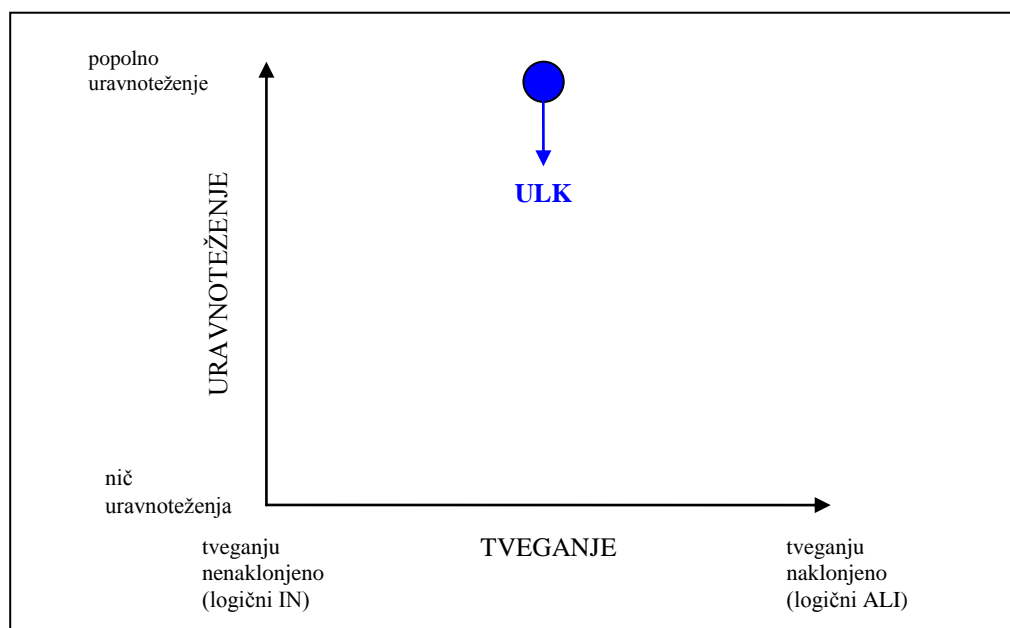
4.3.1.4. Zakaj ravno metoda AHP?

Analitično-hierarhični postopek določanja uteži velja, gledano na druge metode (vsote rangov, recipročne vrednosti rangov in eksponentno metodo), za razmeroma natančen postopek, katerega »odlikujeta« enostavnost uporabe in visoka stopnja zaupanja. Navsezadnje ni zanemarljivo niti dejstvo, da je podprt s statistično-hevristično teorijo, kar mu daje večjo mero verodostojnosti (Malczewski, 1999).

4.4. Vrednotenje metode utežene linearne kombinacije

Metoda ULK omogoča s pomočjo uteži faktorjev popolno uravnoteženje med faktorji. Glede na tveganje pri odločitvah je ta pristop večkriterijskega vrednotenja umeščen v sredini med operacijama logičnega IN in logičnega ALI (slika 8).

Ko govorimo o metodi ULK, govorimo torej o postopku, ki omogoča popolno uravnoteženje med faktorji in povprečno tveganje. V literaturi je ta pristop ovrednoten kot najbolj liberalen. Kot bomo videli v nadaljevanju, je temu res tako.



Slika 8: Utežena linearna kombinacija: stopnja tveganja vs. stopnja uravnoteženja

5. RAZVRSTILNO UTEŽENO POVPREČJE

Pri razvrstilnem uteženem povprečju (ang. *Ordered Weighted Averaging*) gre pravzaprav za izpeljanko metode utežene linearne kombinacije. Tudi pri tej tehniki uporabimo standardizirane odločitvene faktorje na zvezni lestvici primernosti (0-255), ki so uteženi glede na njihov relativni pomen. Omejitve ostanejo Boolove karte.

V praksi to pomeni, da lahko operiramo s povsem istimi parametri že prej uporabljene metode ULK, kateri pa v naslednjem koraku dodamo edini razlikovalni element med metodama, t. j. razvrstilne uteži. Slednje se prav tako nanašajo na faktorje, omogočajo pa nadzor nad stopnjo uravnoveženja med faktorji, kot tudi stopnjo tveganja pri določanju primernosti (Eastman, 2006).

To poglavje je v veliki meri povzeto po prirejenem priročniku za vaje iz naprednih analiz v GIS-orodju Idrisi, katerega avtor je Eastman (2001). Slovensko priredbo je leta 2005 spisal Matija Vidiček (Vidiček, 2005).

Stopnjo uravnoveženja je moč nadzorovati tako, da z razvrstilnimi utežmi prilagodimo stopnjo, do katere bodo imele faktorske uteži v postopku združevanja vpliv. Po podelitvi faktorskih uteži, rangiramo rezultate od majhne do velike primernosti za vsako celico. V primeru, da ne želimo veliko tvegati, dodelimo večje razvrstilne uteži nižjim rangom (minimalne vrednosti primernosti za določeno celico) in obratno. V podpoglavju 5.3. bomo predstavili nekaj najpogosteje uporabljenih kombinacij v stopnji tveganja in uravnoveženja.

5.1. Zakaj RUP?

V kompleksnejših prostorskih analizah, kar ta tip večkriterijskega vrednotenja vsekakor je, je pomembno razlikovati med dvema tipoma odločitvenih faktorjev: med stroškovnimi in okoljskimi faktorji.

Pri prvem tipu je uravnoteženje lahko popolno; to pomeni, da lahko nizki stroški v enem faktorju kompenzirajo visoke v drugem. Pri okoljskih faktorjih pa tu nastane problem: okoljska ranljivost v enem dejavniku (npr. ohranjanje razdalj do naravnih habitatov) vsekakor ne more uravnotežiti visoke ranljivosti v drugem faktorju (npr. lega na poplavnih območjih). Govorimo o neenaki stopnji uravnoteženja.

Na tem mestu si pomagamo z metodo razvrstilnega uteženega povprečja. Oba tipa odločitvenih faktorjev obravnavamo ločeno; to v praksi pomeni, da vsakemu posebej določimo niz faktorskih uteži. Rezultat tega sta vmesni karti primernosti, ki ju združimo z uporabo tretje operacije VKV. Vmesni karti sta obravnavani kot faktorja v ločenem postopku združevanja. Združitev le-teh se običajno opravi ob majhni stopnji tveganja in ničti stopnji uravnoteženja (rang 1 = 1, vsi nadaljni = 0).

Pri sestavi matrike razmerij lahko kljub vsemu vanjo vnesemo tako odločitvene faktorje stroškovnega, kot tudi okoljskega tipa. V tem primeru je potrebno izračunane uteži faktorjev na novo prevrednotiti, kar pomeni da mora biti vsota uteži pri vsakem tipu enaka vrednosti ena.

5.2. Primer uporabe razvrstilnih uteži v praksi

Za pravilno razumevanje razvrstilnih uteži se je najbolje poslužiti konkretnega primera. Za to priložnost smo uporabili kar najnovejši Eastmanov primer (2006), katerega je moč najti v okviru Idrisi Andes-a, natančneje v Priročniku »Andes Manual«.

Razvrstilne uteži se vsebinsko zelo razlikujejo od faktorskih uteži. Slednje smo izračunali in pripisali vsakemu odločitvenemu faktorju posebej. Pri razvrstilnih utežeh poteka pripis posameznih vrednosti na nivoju posameznega rastra. Odločitveni faktorji nam služijo le kot rangirni razredi. Vrednosti posameznih odločitvenih faktorjev namreč rangiramo za vsak piksel posebej, pri čemer dodelimo prvi rang najnižji vrednosti enega od faktorjev, zadnji rang pa najvišji vrednosti enega od odločitvenih faktorjev.

Vzemimo za primer določen piksel (rastrsko celico) z vrednostmi posameznih faktorjev $A = 187$, $B = 174$ in $C = 201$. Faktorske uteži za vsakega izmed teh so enake (0,33 - govorimo o popolnem uravnoteženju med faktorji).

Kot smo že omenili, se rangiranje vrednosti posameznih faktorjev opravi od najnižje do najvišje vrednosti. Rangirni vrstni red »našega« piksla je tako (B, A, C), kar pomeni, da bo faktorju B dodeljena prva razvrstilna utež, faktorju A druga in faktorju C tretja utež.

Preglednica 3: Vpliv različnega nabora razvrstilnih uteži na končni rezultat

RAZVRSTILNE UTEŽI			REZULTAT
Rang 1	Rang 2	Rang 3	
1,00	0,00	0,00	174
0,90	0,10	0,00	175
0,80	0,20	0,00	177
0,70	0,20	0,10	179
0,50	0,30	0,20	183
0,40	0,30	0,30	186
0,33	0,33	0,33	187
0,30	0,30	0,40	189
0,20	0,30	0,50	191
0,10	0,20	0,70	196
0,00	0,20	0,80	198
0,00	0,10	0,90	200
0,00	0,00	1,00	201

V preglednici 3 smo prikazali niz trinajstih kompletov uteži. Kot je moč razbrati iz preglednice, daje vsak komplet sebi lasten rezultat.

5.3. Stopnja tveganja vs. stopnja uravnoteženja

Zanimivo pri uporabi pristopa RUP je to, da lahko s spreminjanjem vrednosti razvrstilnih uteži ustvarimo neskončno možnih rešitev; s pravilno nastavitvijo uteži lahko dobimo identične rezultate tistim, pridobljenih s pomočjo utežene linearne kombinacije in Boolovega pristopa.

V primerih v nadaljevanju obravnavamo različne nabore razvrstilnih uteži za 7 odločitvenih spremenljivk oz. faktorjev (podpodpoglavja 5.3.1. do 5.3.6). Na koncu podpoglavja smo jim na sliki 9 s pomočjo barvne grafike določili mesto znotraj trikotnika strateškega odločanja.

5.3.1. Srednja stopnja tveganja in popolno uravnoteženje (●)

Število razvrstilnih uteži je enako številu odločitvenih faktorjev. Da si zagotovimo kombinacijo srednje stopnje tveganja in popolnega uravnoteženja (ta kombinacije se sklada s kombinacijo ULK-ja), moramo uporabiti naslednji niz razvrstilnih uteži:

Preglednica 4: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo srednje stopnje tveganja in popolnega uravnoteženja

<i>Razvrstilne uteži</i>	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429
<i>rang</i>	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

Kot vidimo iz preglednice 4, so uteži enakomerno razporejene po vseh faktorjih. Na ta način ne bo imel noben rang večjega vpliva na končni rezultat. Na sliki 9 je prikazana tudi lega tega pristopa v strateškem trikotniku odločanja.

5.3.2. Majhna stopnja tveganja in nič uravnoteženja (●)

V tem primeru dodelimo večje razvrstilne uteži nižjim rangom (minimalne vrednosti primernosti). Prvi rang, ki nam podaja minimalno primernost v vseh faktorjih za vsako celico, dobi polno utež (enaka 1).

Na ta način je naš rezultat sila podoben tistemu, katerega bi dobili z uporabo operacije logičnega IN. Rezultata bi se razlikovala le po tem, da bi bila rešitev (npr. površine za novo poselitev) z uporabo metode RUP izražena v stopnjah primernosti. Tej kombinaciji v stopnji tveganja in stopnji uravnoteženja pripada naslednji niz razvrstilnih uteži:

Preglednica 5: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo majhne stopnje tveganja in nič uravnoteženja

<i>Razvrstilne uteži</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>rang</i>	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

5.3.3. Velika stopnja tveganja in nič uravnoteženja (●)

V tem primeru je rezultat zelo podoben tistemu, katerega bi dobili z uporabo operacije logičnega ALI. Kot bomo kasneje videli na sliki strateškega trikotnika, leži tudi ta kombinacija na kontinuumu tveganja (na koncu le-tega), ima pa v primerjavi z operacijo logičnega ALI enak položaj v stopnji uravnoteženja.

Tej kombinaciji pripada naslednji niz razvrstilnih uteži:

Preglednica 6: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo velike stopnje tveganja in nič uravnoteženja

<i>Razvrstilne uteži</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>rang</i>	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

5.3.4. Majhna stopnja tveganja in nekaj uravnoteženja (●)

Ker je v literaturi (Eastman, 2006) naveden le niz razvrstilnih uteži za primer nabora šestih faktorjev (za kombinacijo majhne stopnje tveganja in nekaj uravnoteženja), smo bili primorani napraviti aproksimacijo funkcije, s katero smo opravili razteg (na 7 točk) in normiranje (vsota uteži je enaka 1). V veliko pomoč nam je bil pri tem prof. dr. Mitja Lakner.

Tej kombinaciji pripada naslednji niz razvrstilnih uteži:

Preglednica 7: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo majhne stopnje tveganja in nekaj uravnoteženja

<i>Razvrstilne uteži</i>	0,4455	0,2772	0,1579	0,0789	0,0320	0,0085	0,0
<i>rang</i>	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

5.3.5. Velika stopnja tveganja in nekaj uravnoteženja (●)

Tej kombinaciji pripada naslednji niz razvrstilnih uteži:

Preglednica 8: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo velike stopnje tveganja in nekaj uravnoteženja

<i>Razvrstilne uteži</i>	0,0	0,0085	0,0320	0,0789	0,1579	0,2772	0,4455
<i>rang</i>	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

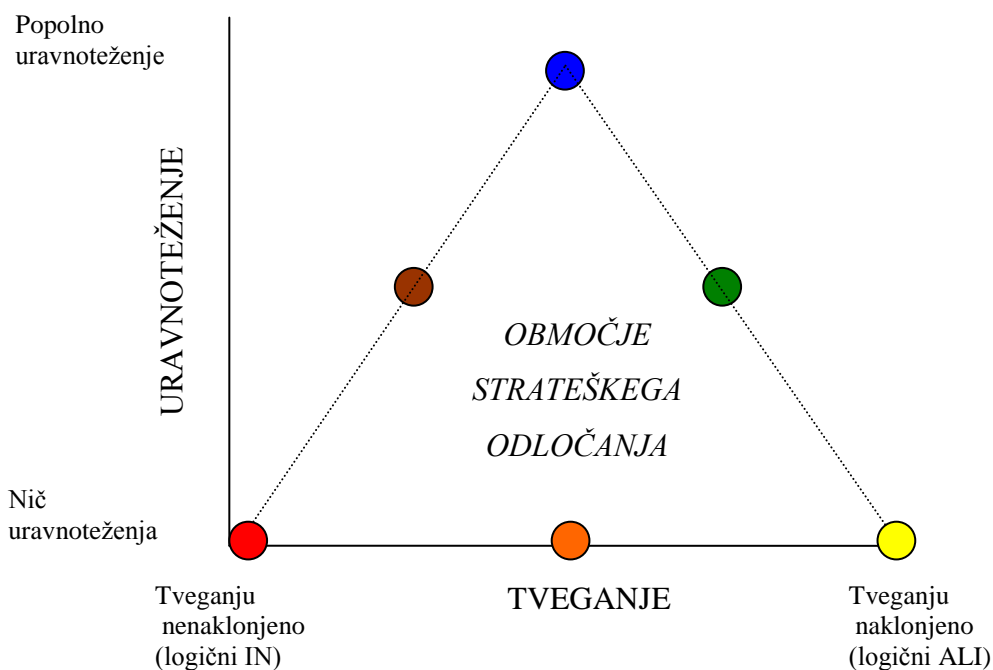
5.3.6. Srednja stopnja tveganja in nič uravnoteženja (●)

V primeru sodega števila faktorjev moramo vedeti, da ni mogoče nastaviti razvrstilnih uteži na način, ki bi omogočale stanje brez uravnoteženja.

Tej kombinaciji pripada naslednji niz razvrstilnih uteži:

Preglednica 9: Niz razvrstilnih uteži za kombinacijo srednje stopnje tveganja in nekaj uravnoteženja

Razvrstilne uteži	0	0	0	1	0	0	0
rang	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.



Slika 9: Območje strateškega odločanja in lega posameznih kombinacij stopenj uravnoteženja in tveganja

6. UPRAVLJANJE Z NEGOTOVOSTJO V GIS-U

V tem poglavju se bomo seznanili z upravljanjem negotovosti pri prostorskih odločitvah, katerih temelj so informacije, pridobljene s pomočjo GIS-ov. Negotovosti se v prostorskih analizah ne da nikoli izogniti. S poznavanjem »narave« uporabljenih podatkov in metod lahko negotovost GIS informacij zmanjšamo na najnižji možen nivo. Pri navedbah tega poglavja se bomo naslonili na diplomsko delo Borisa Koviča z naslovom »GIS kot podpora odločitvam v prostoru« (Kovič, 1999).

Poznavanje in razumevanje izvorov in vzrokov negotovosti je ključnega pomena pri ovrednotenju njihovega vpliva na končen rezultat (informacijo). Govorimo tudi o določeni stopnji tveganja pri sprejemanju prostorskih odločitev.

Negotovost v prostorskem odločanju ima naslednje postavke:

- negotovost zaradi podatkov (v bazi podatkov)
- negotovost zaradi odločitvenega pravila ter
- ostala negotovost (operativne napake, subjektivnost odločevalcev).

6.1. Negotovost zaradi podatkov

Pri delu s prostorskimi bazami podatkov je potrebno imeti vseskozi pred očmi dejstvo, da gre pri njih za abstrakten model stvarnosti. Prostorski podatki lahko vsebujejo grobe, sistematične in slučajne napake; v kontekstu GIS baze podatkov jih imenujemo tudi vgrajene napake, ki so posledica nepravilnosti v viru podatkov (nenatančnost, neažurnost, ...) in nepravilnosti pri zajemu podatkov (napake geokodiranja, digitaliziranja, ...)

Kvaliteto prostorskih podatkov v bazi podatkov GIS-a opredeljuje več standardnih elementov, od katerih sta najpomembnejša natančnost položajnih in opisnih podatkov (Šumrada, 2005).

6.1.1. Geometrični podatki

Pri napakah geometričnih podatkov imamo opravka z netočnostjo in z nenatančnostjo podatkov. Točnost (ang. *accuracy*) nam pove oddaljenost vrednosti geometričnega podatka – opazovanja od njegove prave vrednosti, medtem ko podaja natančnost (ang. *precision*) stopnjo podrobnosti, s katero smo sposobni zajeti nek geometrični podatek.

Pri delu z GIS bazami podatkov pogosto operiramo z večjo natančnostjo, kot točnostjo geometričnih podatkov. Temu potrjuje tudi naša analiza, v kateri smo upoštevali 10-metrsko natančnost – rastrsko ločljivost, pri čemer smo uporabili podatke, katerih točnost je bila v npr. primeru digitalnega modela reliefa 12,5 metra.

Točnost geografskega položaja v geografskem podatkovnem nizu opisuje parameter položajne natančnosti (ang. *positional accuracy*). Izrazimo ga s srednjim kvadratnim pogreškom (ang. *Root Mean Square - RMS*), ki je v primeru normalne porazdelitve enak standardnemu odklonu:

$$RMS = \sqrt{\sum \frac{(x_i - t)^2}{n}}$$

kjer je

x_i – vrednost geometričnega podatka (opazovanja)

t – prava vrednost geometričnega podatka

n – število opazovanj

Ker predpostavljamo, da gre za normalno porazdelitev opazovanj, lahko pričakujemo, da je na intervalu ($t - 1RMS$, $t + 1RMS$) približno 68% vseh vrednosti opazovanj.

6.1.2. Opisni podatki (atributi)

Poznamo kvalitativne (npr. vrsta rabe) in kvantitativne (površina) opisne podatke, pri katerih se pojavlja dvoje vrst napak:

- napake zaradi napačnega vnosa vrednosti atributov ter

- napake zaradi napačne opredelitve atributov prostorskega objekta.

Točnost opisnih podatkov podajamo s parametrom atributne natančnosti (ang. *attribute accuracy*), ki nam podaja razliko med trenutno vrednostjo atributa in neko primerljivo vrednostjo istega atributa. Oceno točnosti opravimo s primerjavo (matrika napačnih klasifikacij) določenega vzorca atributov z dejansko vrednostjo le-teh na terenu.

Z odkritjem in minimiziranjem vpliva napak v GIS bazi podatkov je narejen velik korak k zmanjšanju negotovosti, ki izhaja iz baze podatkov.

6.2. Negotovost zaradi odločitvenega pravila

Negotovost je tu posledica izbire kriterijev (vprašanje ali smo izbrali vse ustrezne odločitvene kriterije) in vrednotenja kriterijev (prevrednotenje, uteževanje odločitvenih kriterijev).

S pridobitvijo večje količine kvalitetnih podatkov, z izboljšanjem metod pri obdelavi podatkov in z vlaganjem v izobraževanje lahko v veliki meri zmanjšamo negotovost pri odločanju. »Preostanek« negotovosti je potrebno z določeno stopnjo tveganja privzeti in jo znati upravljati. Govorimo tudi o določeni stopnji tveganja, s katero ublažimo negotovost in s katero oštevilčimo možnost sprejema napačne odločitve.

6.3. Prenos napak

Pri izvajanju GIS prostorskih analiz dobimo z različnimi kombinacijami nove podatkovne sloje, pri čemer se na nove sloje prenašajo tudi napake podatkov. Skupni učinek napak na izpeljani podatkovni sloj je odvisen od uporabljene operacije.

Preglednica 10 prikazuje pregled prenosa napak za izvedbo osnovnih GIS operacij prekrivanja (kartografske algebre).

Preglednica 10: Prenos napak pri osnovnih GIS operacijah (Jimenez, 1995)

operacije	matematični izraz	napaka na novem podatkovnem sloju
seštevanje	$Z = X + Y$	$S_Z = \sqrt{S_X^2 + S_Y^2}$
odštevanje	$Z = X - Y$	
množenje	$Z = X * Y$	$S_Z = \sqrt{S_X^2 Y^2 + S_Y^2 X^2}$
deljenje	$Z = X / Y$	
skalar (množenje)	$Z = X * k$	$S_Z = S_X * k$

kjer je

X, Y – odločitvena faktorja

Z – izpeljani podatkovni sloj

S_x, S_y – napaki odločitvenega faktorja x in y

S_z – napaka (v primeru normalne porazd. je to standardni odklon) izpeljanega podatkovnega sloja z

k – vrednost skalarja

V zahtevnih GIS operacijah (npr. karta naklonov izpeljana iz DMV-ja), katerih funkcijska oblika je težko določljiva, pa prenosa napak ni mogoče izračunati z enostavnimi formulami. V tem primeru se je mogoče opreti na simulacije prenosa napak (npr. simulacija položajnih napak pri metodi Monte Carlo).

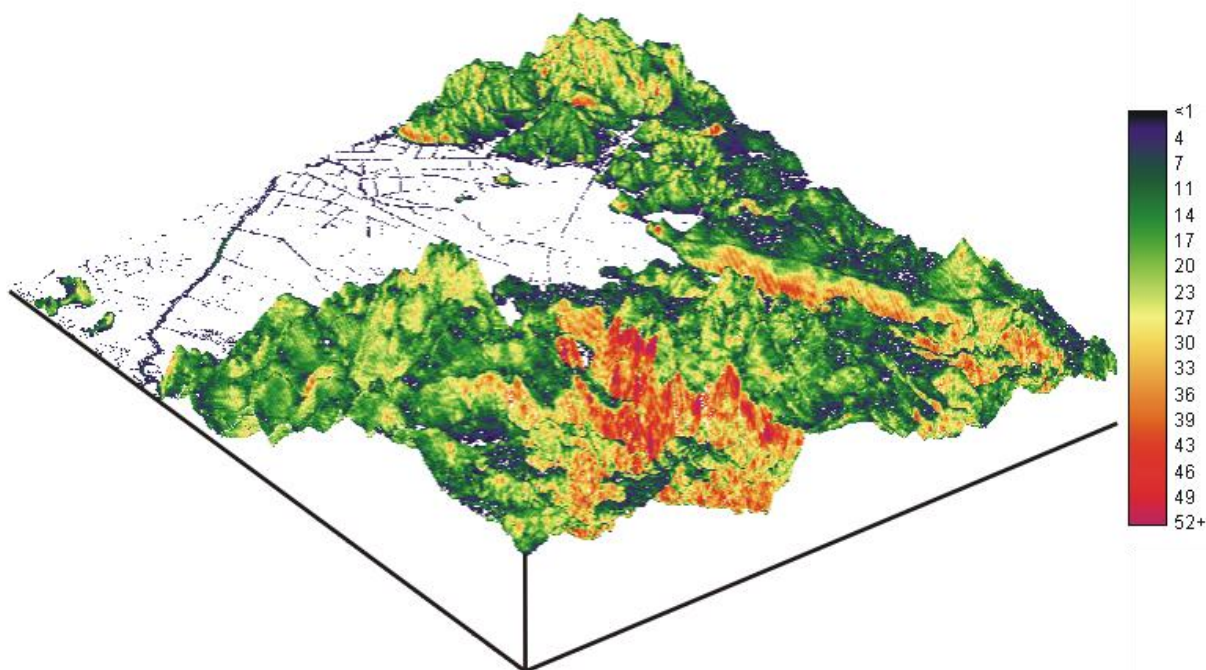
Z naraščanjem števila prekrivajočih se podatkovnih slojev, narašča tudi možnost prenašanja napak. Napake se vedno le povečujejo, kar pomeni, da je nov, izpeljani podatkovni sloj v najboljšem primeru točen toliko, kot je točen »najslabši« vhodni podatkovni sloj.

7. PRAKTIČNI DEL NALOGE

V prejšnjih poglavjih smo poizkušali na kar se da razumljiv in jedrnat način prikazati glavne oporne točke teoretične podlage te analize.

Namen vsebine tega razdelka je predstaviti praktično delo tega diplomskega dela. Glede na številčno »zasedbo« podatkovnih slojev oz. faktorjev smo se zaradi preglednosti odločili, da vsakemu kriteriju »odmerimo« prostor v sklopu posameznega podpoglavja.

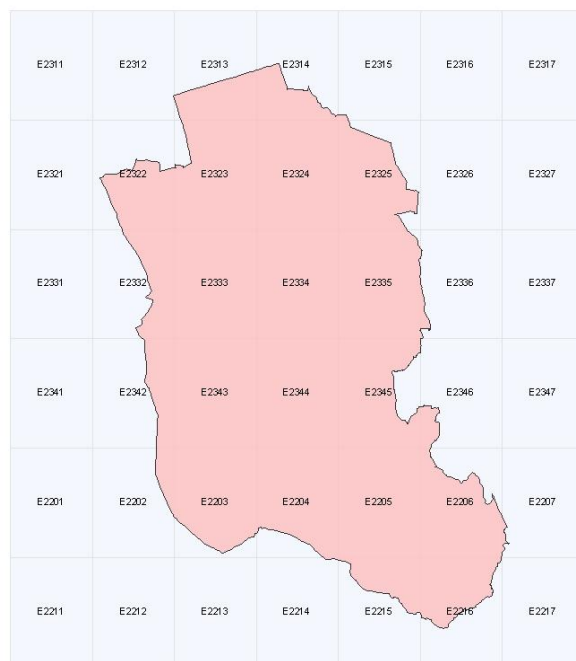
7.1. Območje proučevanja



Slika 10: 3D prikaz reliefa proučevanega območja.

Površinsko razgibanost smo poskušali prikazati s 3D modelom reliefa (modul ORTHO). Na osnovno podobo *dmv_ig* (višinska predstavitev) smo »vpeli« karto naklonov, na kateri so vrednosti naklonov izraženi v stopinjah (glej pripadajočo legendo). Strmi nakloni izstopajo z

rdečimi barvnimi odtenki. Podobo 3D modela reliefa smo zaradi boljšega vpogleda zamaknili za 40° v levo.



Slika 11: Okvir proučevanja (tekstovne oznake ponazarjajo nomenklaturo listov v merilu 1:5000)

Obseg območja proučevanja smo zaradi nadaljnjih potreb (uporaba rastrskega GIS orodja – Idrisi Andes) iz obsega območja občine Ig (rdeče obarvan poligon) razširili na območje, ki sovпада s pokritostjo terena preko listov (TTN5, DOF5) v merilu 1:5000. Na ta način smo dobili pravokoten okvir proučevanja, ki je hkrati predstavljal tudi osnovni sloj (masko) pri uvozu *.shp datotek v Idrisi. Vsebino uvoženih datotek je namreč potrebno pripisati vnaprej pripravljeni prazni datoteki (povsod vrednosti 0), s čimer jo umestimo v okvir proučevanja.

Preglednica 11: Koordinatni okvir proučevanja

Robne koordinate	
<i>X min</i>	455000
<i>X max</i>	470000
<i>Y min</i>	79000
<i>Y max</i>	97000

Razširitev proučevanega območja je potrebna tudi zaradi popačenj rezultatov, ki bi nastali v primeru, da bi operirali le z območjem občine Ig. Na robnih predelih bi namreč zaradi bližine za nas »nezanimivih« območij, katerih vrednost bi bila enaka 0, prihajalo do velikega vpliva le-teh. Popačenje se ne bi kazalo le v sami kartografski algebri – t.j. prekrivanju podatkovnih slojev, temveč že v predhodni fazi, t.j. pripravi le-teh (npr. izračun digitalnega modela višin).

7.2. Rastrska ločljivost uporabljenih podatkovnih slojev

Ločljivost rastrskih celic predstavlja merilo, s katerim podajamo razmerje med velikostjo rastrske celice v bazi podatkov in velikostjo celice v naravi (Šumrada, 2005).

Že kmalu po pregledu dostopnih podatkov, smo se odločili, da bomo opravili analizo večkriterijskega vrednotenja s podobami, katerih rastrska ločljivost (resolucija) bo enaka desetim metrov. Na ta način smo dobili okvir, dimenzij 1575 x 1800 celic (št. stolpcev x število vrstic). Izračun le-teh je prikazan v spodnjih dveh enačbah, kjer S predstavlja število stolpcev, V pa število vrstic.

$$S = \frac{X_{MAX} - X_{MIN}}{10} = 1575 \qquad V = \frac{Y_{MAX} - Y_{MIN}}{10} = 1800$$

7.3. Priprava podob faktorjev za postopek VKV

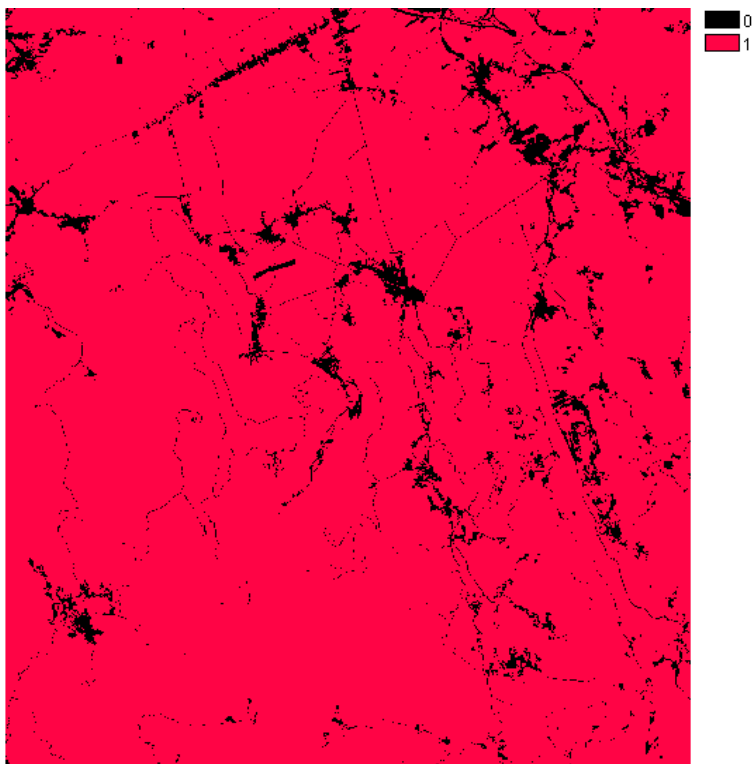
Posamezni koraki do pridobitve končne podobe faktorja so upodobljeni v kartografskem modelu, katerega ogrodje je sestavni del Idrisija. Kartografski model izdelamo s pomočjo modula MACRO MODELLER. Njegova uporabnost pride prav ob poseganju v sam postopek priprave faktorjev, saj omogoča nemoteno spreminjanje posameznih slojev, modulov, kot tudi ponastavljanje vrednosti le-teh.

Vsakemu modelu je dodano vsebinsko dopolnilo, ki služi za celovito informiranje.

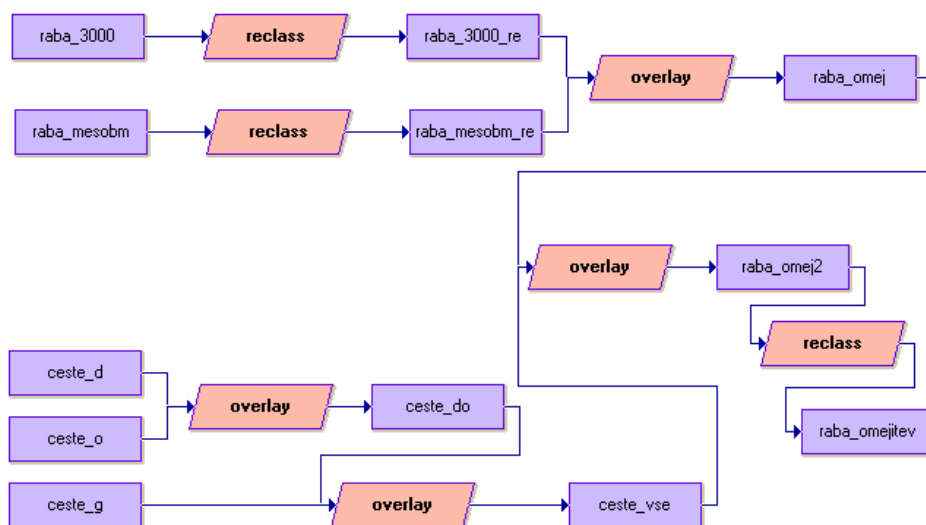
7.3.1. Omejitve = Boolove podobe

Površine, ki so na Boolovih podobah označene s črno barvo (vrednost pikslov enaka 0), predstavljajo konkretne omejitve v prostoru. Za poselitev neprimerna smo označili območja, ki so že pozidana (*raba_omejitev*), vodovarstveno zaščiteni (*voda_omejitev*) in katera so zaznamovana z bližino napeljave električnih vodov (*elek_vodi_omejitev*).

7.3.1.1. RABA OMEJITEV



Slika 12: Boolova podoba omejitve rabe tal (raba_omejitev)

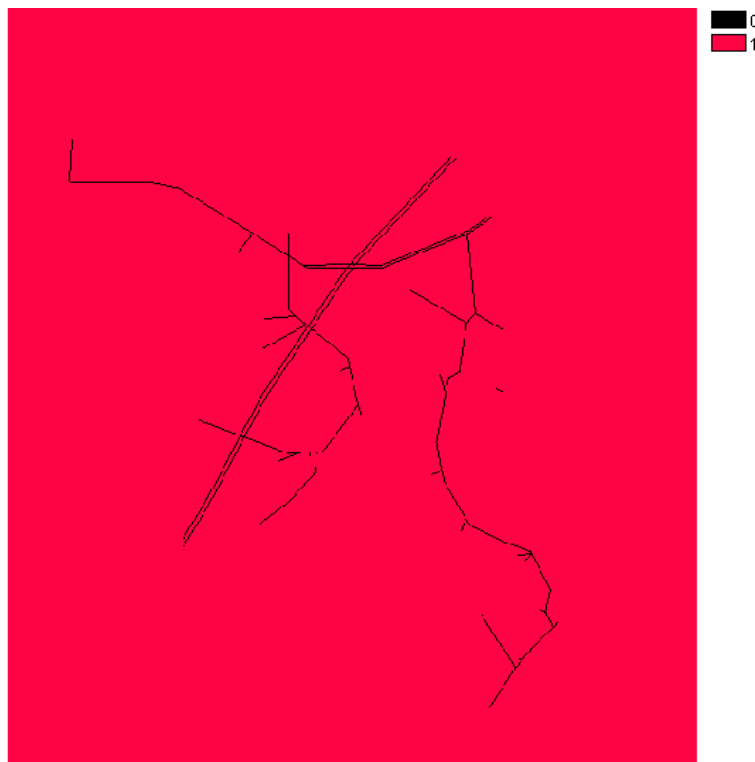


Slika 13: Kartografski model priprave podatkovnega sloja raba_omejitev

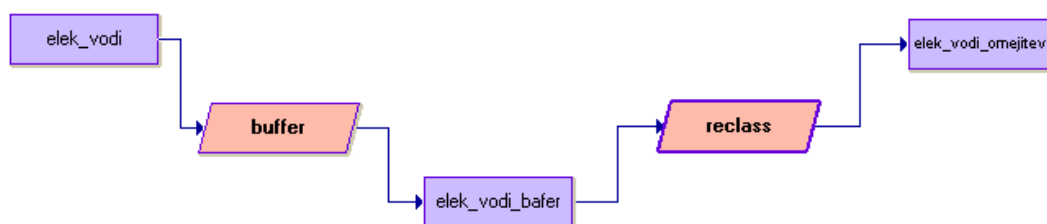
Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli združene vse pozidane površine, vključno z vsemi cestami.

Postopek: za izhodiščni sloj smo uporabili v vektorski sloj *rabe tal*, katerega je moč pridobiti na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. S pomočjo ArcMap-ovega atributnega poizvedovanja smo izločili pozidana in sorodna zemljišča (*raba_id=3000*). Zaradi, v prostorskem planiranju strateško podprte težnje po zaokroževanju pozidanih površin, smo od reklasificiranega sloja *raba_3000_re* odšteli površine, ki so v planskih dokumentih občine Ig deklarirane kot mešana območja. Na ta način smo iz omejitvenih površin izvzeli območja industrijske rabe. V prid tej odločitvi govori dejstvo, da je za prostorske planerje pri iskanju novih poselitvenih površin sprememba namembnosti iz industrijske v stanovanjsko rabo mnogo bolj sprejemljiva rešitev od razpršenih gradenj in poselitve v zelenih območjih. Glede na to, da so v sloju *raba tal* zajete vse pozidane in sorodne površine, katerih minimalna površina je 25 m² (slednji podatek smo pridobili iz šifranta rabe tal), smo sloj *raba_omej* prekrili še s sloji cest (državnih, občinskih in gozdnih), s čimer smo bili le še korak do končne Boolove podobe *raba_omejitev*.

7.3.1.2. ELEK VODI OMEJITEV



Slika 14: Boolova podoba omejitve električnih vodov (*elek_vodi_omejitev*)



Slika 15: Kartografski model priprave podatkovnega sloja *elek_vodi_omejitev*

Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bodo prikazane linije električnih vodov (400 in 20 kV) in njim pripadajoč 10-metrski pas.

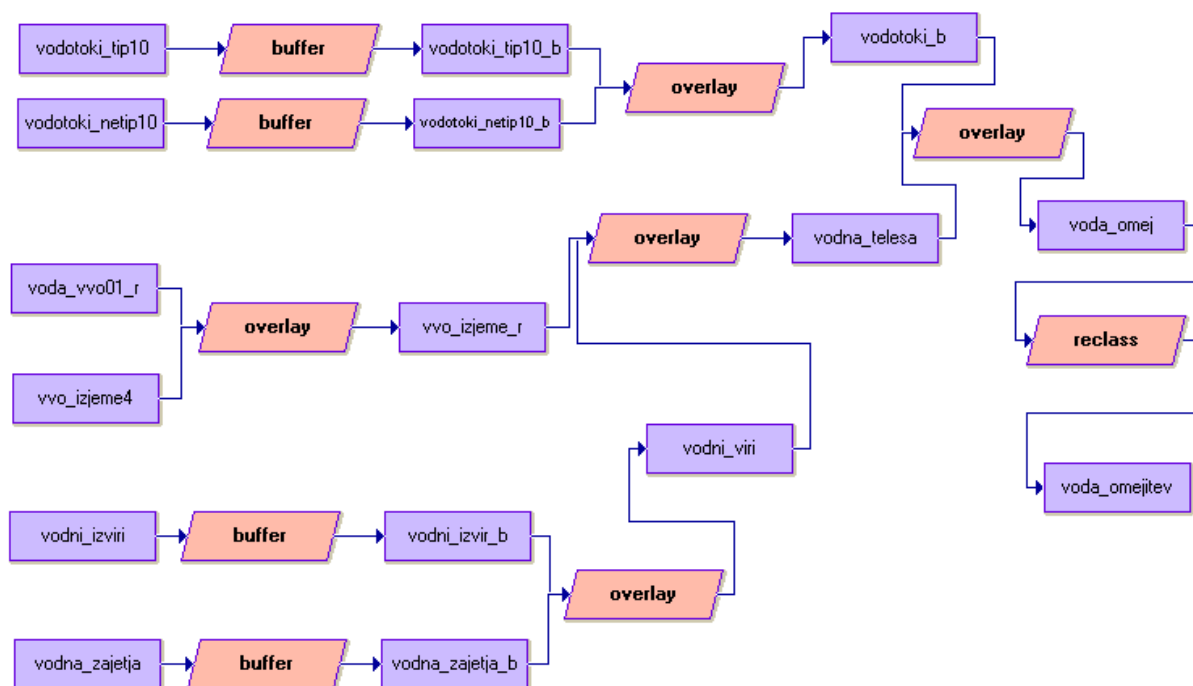
Postopek: za izhodiščni sloj smo uporabili vektorski sloj *elek_vodi*. Po uvozu in rasterizaciji smo mu dodali bafer vrednosti 10 metrov ter ga na koncu še reklasificirali. Pri določitvi bafer območja je nujno opozoriti na dejstvo, da je najmanjša njegova velikost pogojena z velikostjo

rastrske celice, t.j. z njeno ločljivostjo. Tako pri 10-metrski ločljivosti ni mogoče nastaviti baferja vrednosti 10 metrov, marveč je potrebno vstaviti kakršnokoli realno število večje od 10. V naši analizi bomo kot privzeto nastavitvev 10-metrskega baferja upoštevali vrednost 10,0000000001 m.

7.3.1.3. VODA_OMEJITEV



Slika 16: Boolova podoba omejitve vodnih teles (voda_omejitev)



Slika 17: Kartografski model priprave podatkovnega sloja voda_omejitev

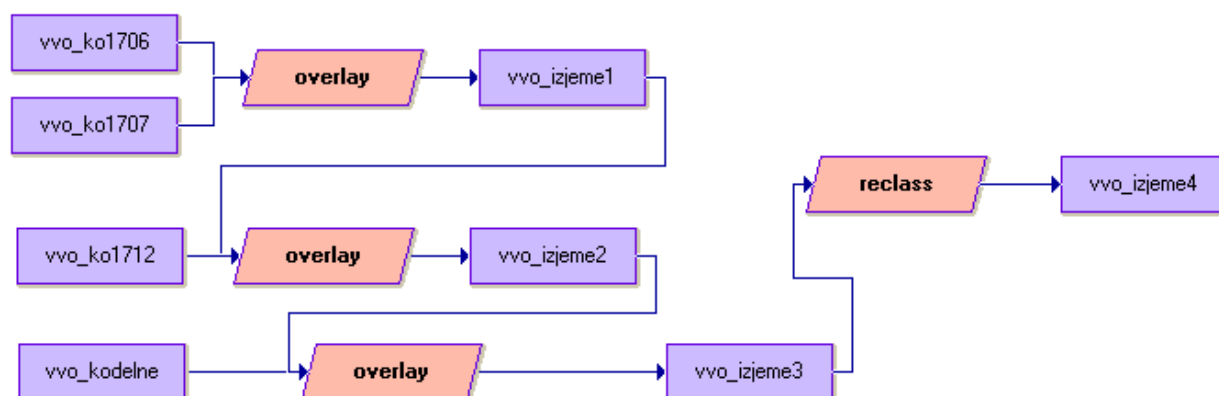
Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bodo prikazana vsa območja, ki zaradi vodovarstvenih lastnosti niso primerna za novo poselitev. Tako smo vanj vključili vse vodotoke, ničti in del prvega vodovarstvenega pasu in širša območja vodnih izvirov in zajetij.

Postopek: izhajali smo iz štirih izhodiščnih slojev, ki so last Ministrstva za okolje in prostor, natančneje Agencije RS za okolje;

- Vektorski sloj *vodotoki* smo v ArcMapu s pomočjo atributnega SQL poizvedovanja razdelili na sloj *vodotoki_tip10* in *vodotoki_netip10*. Na ta način smo, na podlagi 14. člena Zakona o vodah, ločili dva, vsebinsko različna sloja: celinske vode 1. in 2. reda. V prvi sklop smo tako uvrstili vodotoke tipa 10 (to so reke širše od 5 metrov-Ljubljana, Iška), katerim po zakonu pripada 15-metrski varovalni pas (bafer). Preostalim vodotokom (tip 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 85, 90, 91, 99), ki jih zakon uvršča v celinske vode 2. reda (zakonsko predpisan pas 5 metrov nismo mogli zagotoviti zaradi slabše rastrske ločljivosti), smo pripisali 10-metrski varovalni pas.

▪ Vektorski sloj *voda_vvo01_r* smo izpeljali iz podatkovnega sloja vodovarstvenih območij, v katerem so zabeleženi vsi vodovarstveni pasovi (ničti - območje zajetij, 1. - najožja območja, 2. - ožja območja, in 3. - širša območja). Z izločitvijo dela prvega in celotnega 2. in 3. pasu smo pridobili za nas uporaben sloj *voda_vvo01_r*.

Sestava le-tega je usklajena z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja z okolico, katere javna obravnava je potekala maja 2007. Uredba v 5. členu eksplicitno navaja dejstvo, da je na območjih zajetij (le-ta so določena okoli črpalnih vrtin, zajetih izvirov in površinskega zajetja) prepovedana gradnja, razen gradnje, ki je namenjena za oskrbo s pitno vodo in je zanjo pridobljeno vodno soglasje.



Slika 18: Kartografski model priprave podatkovnega sloja vvo_izjeme

V 12. členu taiste Uredbe so podani tudi ukrepi, prepovedi in omejitve za gradnjo na območju občine Ig. Na podlagi vseh, v Prilogi A navedenih izjem, smo tako iz najožjega vodovarstvenega območja izločili vse parcele, katere se pod določenimi pogoji lahko namenijo stanovanjski gradnji. Kartografski model izvzetja vseh »pogojno« primernih površin je prikazan na sliki 18. Zaradi boljše preglednosti in številčnosti navedenih parcel, smo v Prilogo A navedli 12. člen Uredbe v celoti.

V Uredbi so upoštevane določene izjeme, ki ne izhajajo iz varstva voda, ampak iz obstoječega stanja rabe. Metodološko bi bilo zato bolj pravilno, če bi imeli podatke iz strokovnih podlag za pripravo Uredbe, s katerimi pa zaradi nedostopnosti ni bilo moč rokovati.

Kot zadnja smo v postopku pridobitve Boolove omejitve *voda_omejitev* uporabili vektorska podatkovna sloja *vodna_zajetja* in *vodni_izviri*. Glavnina le-teh je zaobjeta že v predhodnem izhodiščnem podatkovnem sloju *voda_vvo01_r*, natančneje v ničtem vodovarstvenem pasu. Po pregledu vsebin smo ugotovili, da se poleg njih pojavljajo še nekatera nova zajetja in izviri. Slednjim smo dodali privzeti 10-metrski okoliški pas (bafer), s čimer smo jih smiselno vključili v celoto.

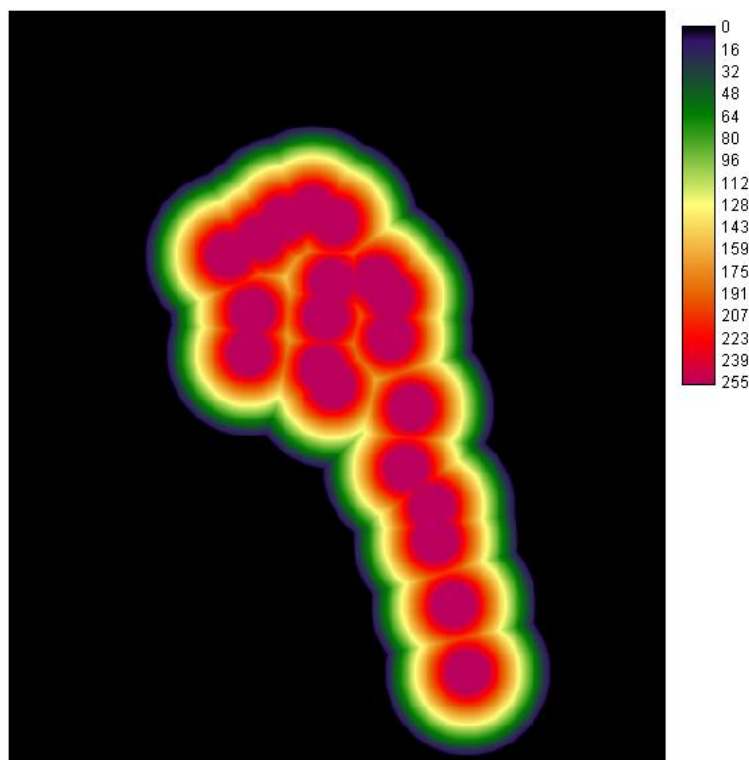
Tako nastavljene izhodiščne podatkovne sloje smo prekrili z operacijo seštevanja (logični ALI) ter na koncu še reklasificirali. Končni rezultat je podatkovni sloj *voda_omejitev*, ki predstavlja območja, na katerih zaradi zakonskih in praktičnih omejitev ni izpolnjenih osnovnih pogojev za umestitev poselitve v prostor.

7.3.2. Odločitveni faktorji

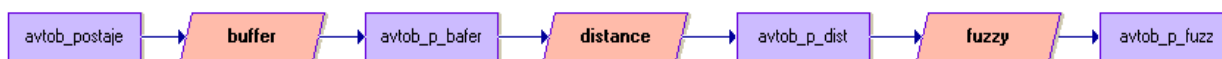
V nabor odločitvenih faktorjev smo želeli vključiti podatkovne sloje, v katere smo bili prepričani, da so pri tej analizi ključnega pomena. S prevelikom številom le-teh bi bržkone zmanjšali preglednost rezultatov in povečali tveganje za napake. V literaturi (Malczewski, 1999; Eastman, 2006) o večkriterijskem vrednotenju je mogoče zaslediti dokaj tog nabor le-teh, ki se praviloma osredotoča na nekaj najbolj ključnih naravnih in družbeno-geografskih dejavnikov (relief, promet, pozidane površine, ekspozicija). Kot smo že omenili v podpoglavju 3.2.1. smo v našo analizo večkriterijskega vrednotenja dodali tudi dva, izrazito privlačnostna faktorja (oddaljenost od vodotokov in gozdnih površin socialnega pomena), ki sta bila zaradi svoje vsebine obravnavana s pomočjo metode razvrstilnega uteženega povprečja.

7.3.2.1. AVTOB P FUZZ

V skladu s Strategijo prostorskega razvoja Slovenije (SPRS) je omrežje javnega potniškega prometa pomemben dejavnik pri navezavi novih poselitvenih površin.



Slika 19: Odločitveni faktor oddaljenosti od avtobusnih postaj (avtob_p_fuzz)



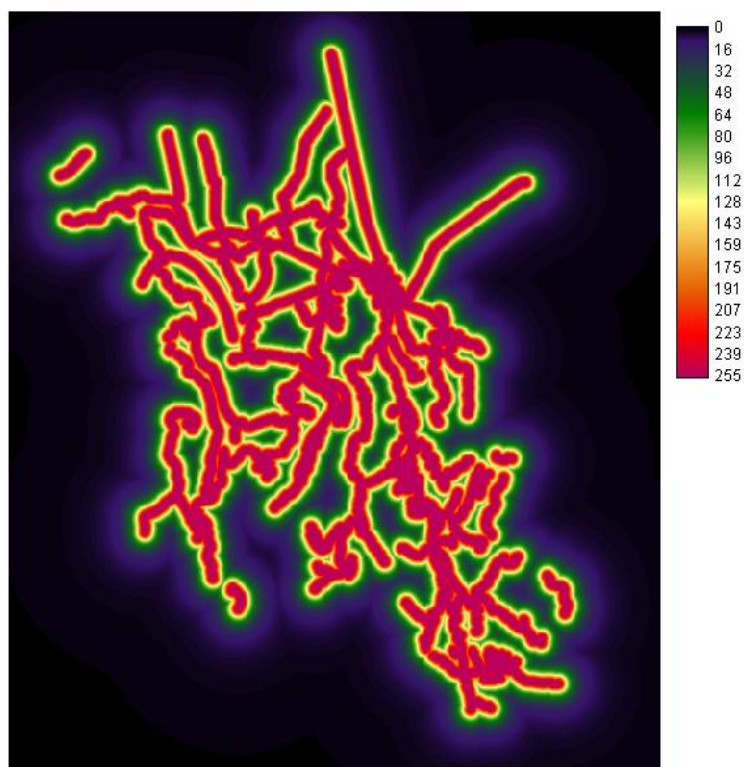
Slika 20: Kartografski model priprave podatkovnega sloja *avtob_p_fuzz*

Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli standardizirane vrednosti oddaljenosti od avtobusnih postaj.

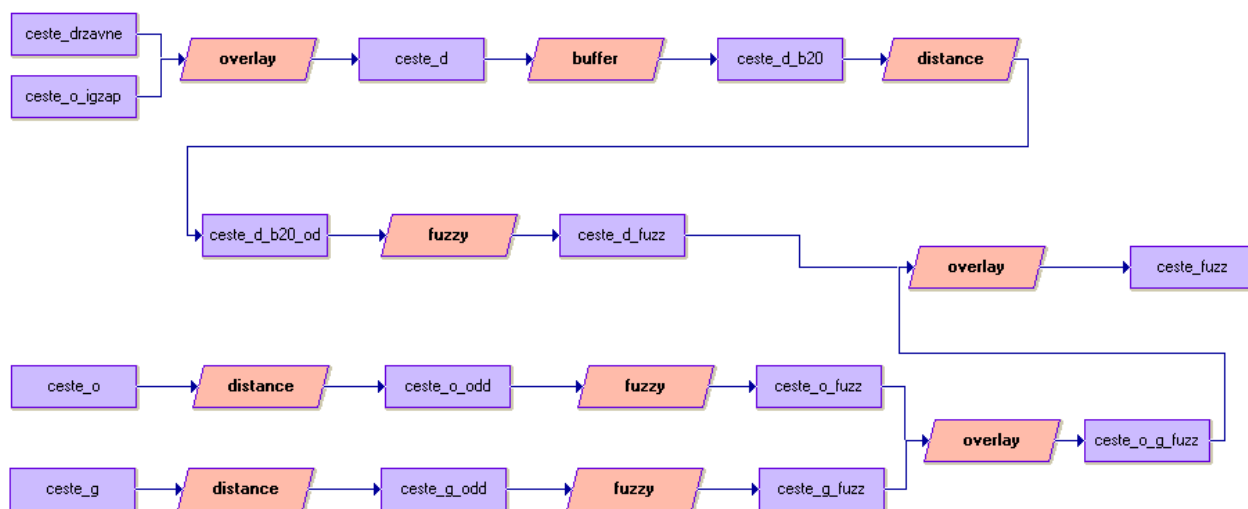
Postopek: za izhodiščni sloj smo uporabili vektorski sloj *avtobusne postaje*, v katerem so točkovno prikazane lokacije avtobusnih postaj v občini Ig. Po uvozu in rasterizaciji smo mu dodali bafer vrednosti 500 metrov. Na ta način smo posameznih ciljnim območjem, avtobusnim postajam, dodali koncentrični krog polmera 500 metrov, s čimer smo si zagotovili širši gravitacijski vpliv posameznih postaj. Vrednost baferja smo podelili na podlagi izsledkov študije o vplivu avtobusnih postaj (Drobne s sod., 2000). 500-metrška oddaljenost predstavlja psihološko mejo, do katere so ljudje še pripravljeni koristiti to obliko javnega prevoza. Na podobi *avtob_p_bafer* smo z modulom DISTANCE izračunali oddaljenost od dobljenih koncentričnih krogov, katero smo na koncu še »mehko« standardizirali (uporaba linearne funkcije; vrednosti kontrolnih točk $c=0$ in $d=1500m$)

7.3.2.2. CESTE FUZZ

Z oddaljenostjo od cest se povečujejo komunalni in infrastrukturni stroški, s čimer postane zemljišče dražje in na ta način manj zanimivo za gradnjo.



Slika 21: Odločitveni faktor oddaljenosti od obravnavanih cest (cesta_fuzz)



Slika 22: Kartografski model priprave podatkovnega sloja cesta_fuzz

Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli standardizirane vrednosti oddaljenosti od državnih, občinskih, kot tudi gozdnih cest.

Postopek: priprava tega odločitvenega faktorja je bila zaradi različno kategoriziranih cest (različno prevrednotenje) kompleksnejša od priprave drugih. Izhajali smo iz treh vektorskih slojev (*ceste_drzavne*, *ceste_obcinske* in *ceste_gozdne*), katere smo bili pred obdelavo in prevrednotenjem zavržili zaradi vsebinskih težav primorani delno spremeniti.

- kot prvega smo uporabili vektorski sloj *ceste_drzavne*. Pod to kategorizacijo imamo v občini Ig zgolj cestna odseka Ljubljana-Ig-Rakitna (šifra odseka 728) in Ljubljana-Ig-Škofljica (šifra odseka 642). Po opravljenih konzultacijah in na priporočilo somentorja, sicer enega izmed soavtorjev novega predloga prostorskega reda občine Ig, smo omenjenima cestnima odsekoma dodali tudi del sloja občinskih cest. Šlo je za odsek Ig-Zapotok, katerega smo v ArcMapu izdvojili iz sloja *ceste_obcinske*.

Po uvozu in rasterizaciji izhodiščnih slojev *ceste_drzavne* in *ceste_o_igzap* smo ju združili s seštevalno operacijo. Novo pridobljenemu podatkovnemu sloju smo dodali bafer velikosti 20 metrov. Tako preurejeni podobi smo izračunali oddaljenost z modulom DISTANCE. Sledilo je še prevrednotenje z uporabo funkcije *j* in z vrednostima kontrolnih točk $c = 30\text{m}$ in $d = 180\text{m}$.

- delo smo nadaljevali s »preostankom« vektorskega sloja *ceste_obcinske*. Po preureditvi, t. j. izločitvi cestnega odseka Ig-Zapotok, smo ga rasterizirali in mu izračunali oddaljenost. To podobo smo zatem mehko standardizirali z uporabo funkcije *j*. Vrednosti kontrolnih točk znašata $c = 50\text{ m}$ in $d = 200\text{ m}$.

- kot tretji izhodiščni sloj smo uporabili sloj *ceste_gozdne*. Priprava le-tega je bila enaka pripravi sloju občinskih cest. Razlikovalni element predstavlja uporaba funkcije *s* prevrednotenja, ki se nam je v odnosu do sloja občinskih cest zdela najbolj smiselna. Tudi pri tem prevrednotenju sta bili vrednosti kontrolnih točk c in d enaka 50 oziroma 200 metrov.

Vse tri prevrednotene podobe smo na koncu prekrili (modul OVERLAY), pri čemer smo uporabili možnost zapisa maksimalne vrednosti iz ene izmed prekrivajočih se podob na končni podobi.

Vsebinski trk

Pri delu s podatkovnimi sloji cest (državnimi, občinskimi, kot tudi gozdnimi) je nujno omeniti naš pogled na to tematiko. Ločitev posameznih cest po privzeti kategorizaciji je lahko zelo varljiva, saj je na terenu mnogokrat marsikatera občinska cesta pomembnejša od bližnjega državnega odseka. Prišlo smo do sklepa, da bi bil v ta namen najbolj merodajen kriterij obremenjenosti cest. Tu pa je nastopil problem prevelike generaliziranosti podatkov, ki nam ni omogočal dela na nivoju občine.

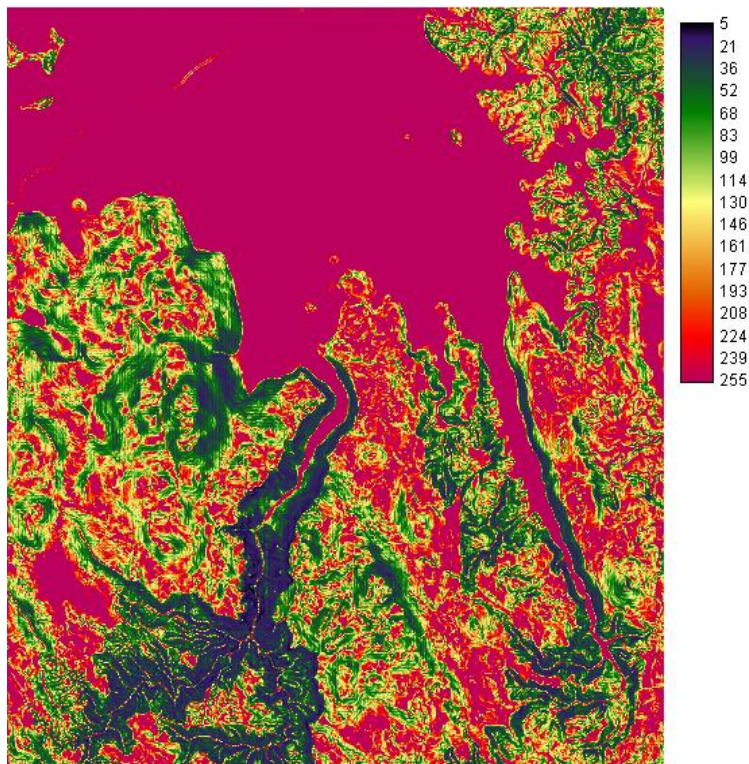
Iz nastale zagate smo poizkusili nakazati rešitev: somentorjevo predhodno delo na terenu, vezano na izdelavo predloga prostorskega načrta občine Ig, ki se je kazalo v zelo dobrem poznavanju soodvisnih relacij geografskih dejavnikov, je bilo v tem primeru ključnega pomena.

Zakaj so v izboru kriterijev tudi gozdne poti?

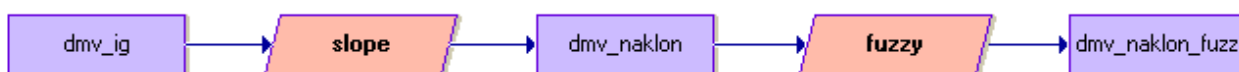
Navkljub temu, da le-te ne predstavljajo ključnega pomena v naši analizi in da na videz niso privlačnostni dejavnik, ki bi vplival na rast in razvoj novih poselitvenih območij, smo jih vzeli v naš nabor odločitvenih faktorjev. Obrazložitev je dokaj preprosta: veliko lažje je namreč prekategorizirati cesto iz gozdne v občinsko in jo na ta način narediti »privlačno«, kot pa v prostoru zakoličiti traso nove cestne povezave, ki je ponavadi del širšega okvira komasacij.

7.3.2.3. DMV NAKLON FUZZ

Raven ali manj nagnjen relief je pomemben naravni dejavnik, ki povečuje primernost prostora za poselitev. Pogačnik (1999) navaja, da so nakloni nad 20% oziroma izjemoma nad 25%, neprimerni za poselitev.



Slika 23: Odločitveni faktor naklon reliefa (*dmv_naklon_fuzz*)



Slika 24: Kartografski model priprave podatkovnega sloja *dmv_naklon_fuzz*

Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli standardizirane vrednosti naklona reliefa.

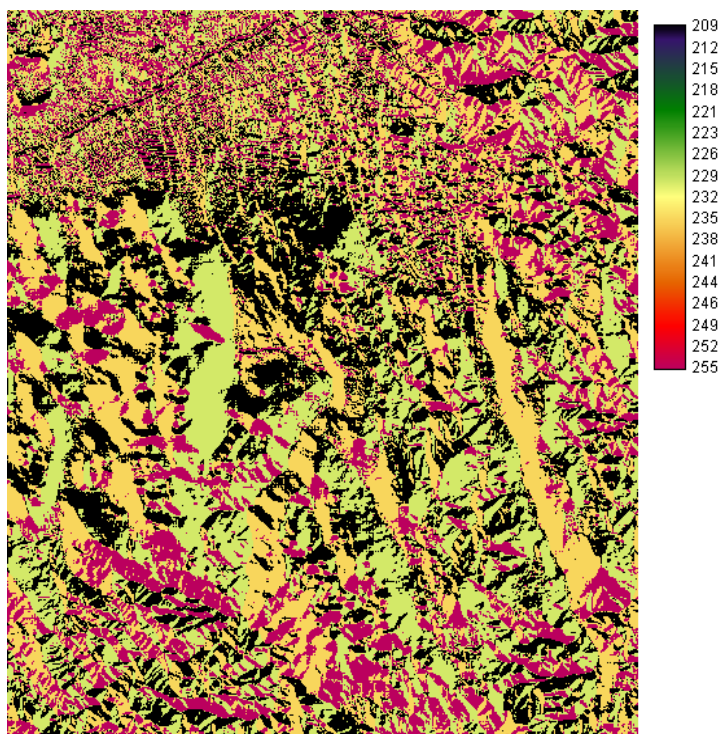
Postopek: v pripravo podatkovnega sloja *dmv_ig* je bilo vloženo kar nekaj truda. Izhodišče pri pripravi te podobe je predstavljal digitalni model reliefa (DMR 12,5). Z izbiro najnatančnejšega dmr-ja, dobljenega v obliki *.xyz datotek, smo se približali željeni ločljivosti posameznega rastra - 10 x 10 metrov. Datoteke *.xyz sovpadajo z listi mreže v

merilu 1:5000. Okvir našega proučevanega območja tako sestavlja 42 tovrstnih *.xyz datotek. Slednje smo v ArcMapu, natančneje v ArcCatalogu sestavili v eno datoteko, kjer smo potemtakem dobili natančno 1 875 702 koordinatnih točk s podano z-koordinato, t. j. nadmorsko višino. Novo nastalo datoteko smo izvozili v *.shp format in jo uvozili v Idrisi Andes, kjer smo dobili novo nastali vektorski sloj *dmv_tocke.vct*. Z modulom INTERPOL smo med 1 875 702 točkami z znanimi nadmorskimi višinami interpolirali digitalni model višin z rastrsko ločljivostjo 10 metrov.

Prostorska interpolacija je potek določitve vmesnih vrednosti med podanimi opazovanji (Šumrada, 2005). Po poldrugem dnevu računalniškega preračunavanja smo navsezadnje le dobili željeno izhodiščno podobo *dmv_ig*. Z modulom SLOPE smo iz digitalnega modela višin pridobili vrednosti naklona v stopinjah, katere smo na koncu še mehko standardizirali z uporabo funkcijo *j* in kontrolnima točkama $c = 5^\circ$ in $d = 15^\circ$.

7.3.2.4. DMV EKSP R

Površje s pretežno južno ekspozicijo je zaradi višje količine prejete energije Sončevega obsevanja primernejše za poselitev od območij na osojni legi.



Slika 25: Odločitveni faktor ekspozicija reliefa (*dmv_eksp_r*)



Slika 26: Kartografski model priprave podatkovnega sloja dmv_eksp_r

Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli standardizirane vrednosti ekspozicije terena.

Postopek: tudi pri pripravi tega odločitvenega faktorja smo izhajali iz podobe *dmv_ig*. Iz nje smo tokrat z modulom ASPECT izračunali vrednosti ekspozicije (od 0-360 in -1), katere smo na koncu tudi izkustveno prevrednotili (modul RECLASS).

Podatek o legi oziroma ekspoziciji površja nam služi kot dober pokazatelj sončevega obsevanja oziroma energije kvaziglobalnega obsevanja. Sončne (prisojne) lege so z gledišča potencialnih poselitvenih območij vsekakor pomemben privlačnostni dejavnik. Pri reklasificiranju oziroma prevrednotenju podobe *dmv_eksp* smo si pomagali s strokovnim delom (Podobnikar s sod., 2005), v katerem avtorji ugotavljajo – navajam »...«, da morfologija površja odločilno vpliva na vrednost prejete Sončeve energije.«

Preglednica 12: Razporeditev energije kvaziglobalnega sevanja v odvisnosti od ekspozicije terena

<i>Ekspozicija</i>	<i>Energija kvaziglob. obsevanja – srednja vrednost (MJm⁻²)</i>	<i>Prevrednotene vrednosti</i>
Sever (315°-360° in 0°-45°)	3600	209
Vzhod (45°-135°)	3960	230
Jug (135°-225°)	4400	255
Zahod (225°-315°)	4050	235
Ravnina (-1°)	4137	240

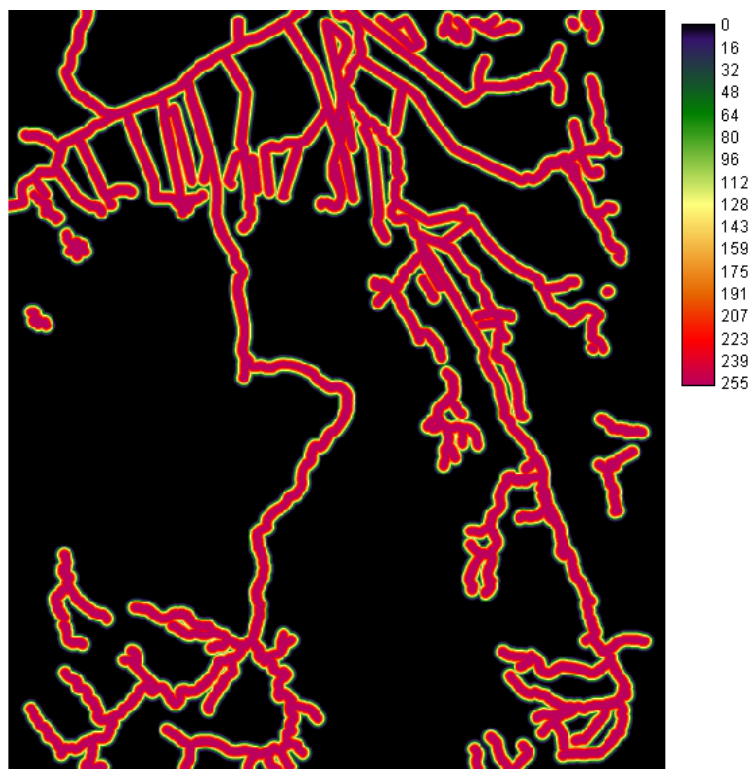
Kot je razvidno iz preglednice 12, smo južnim ekspozicijam, ki zavzemajo vrednosti azimuta med 135 in 225 stopinjami, dodelili zgornjo mejo zvezne lestvice primernosti (255). Z

dobljenim količnikom (4400/255) smo delili ostale srednje vrednosti kvaziglobalnega obsevanja, s čimer smo posameznim ekspozicijam pripisali nove, prevrednotene vrednosti.

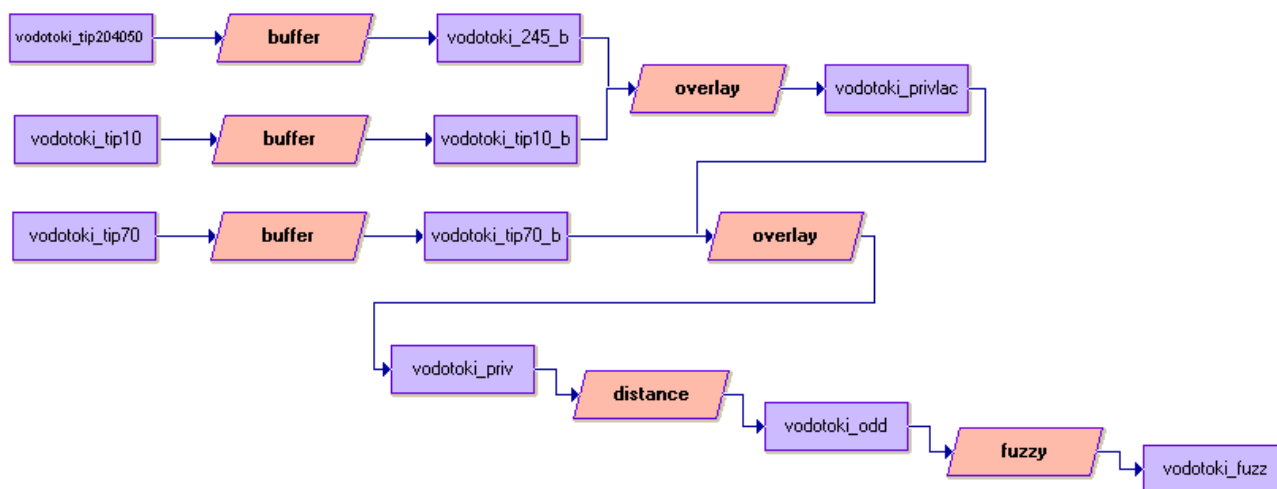
Pri izračunu ekspozicije v Idrisiju ne smemo pozabiti na vrednost -1, ki se pripiše vsem celicam, v katerih ni naklona terena (raven teren).

7.3.2.5. VODOTOKI FUZZ

Bližini vodotokov smo skupaj z bližino od gozda pripisali izrazito privlačnostni predznak. Razlog tiči v večji kakovosti bivalnega okolja, seveda ob predpostavki, da upoštevamo zakonsko predpisane varovalne pasove, v katerih ne novogradnja nedopustna.



Slika 27: Odločitveni faktor oddaljenosti od vodotokov (vodotoki_fuzz)



Slika 28: Kartografski model priprave podatkovnega sloja vodotoki_fuzz

Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli standardizirane vrednosti oddaljenosti od vodotokov.

Postopek: pri pridobitvi tega odločitvenega faktorja smo izhajali iz datoteke *vodotoki_ig.shp*. V tem podatkovnem sloju se nahajajo digitalizirani vodotoki iz skanogramov modre in črne barve Državne topografske karte 1:25000 (DTK25). Ta vir odgovarja grafični natančnosti 5 metrov (0,2 mm x 25000).

Zavoljo šifranta tipov vodotokov, ki se kaže tudi v naši razčlenitvi kartografskega modela, podajamo v preglednici 13 prikaz in obrazložitev uporabljenih tipov.

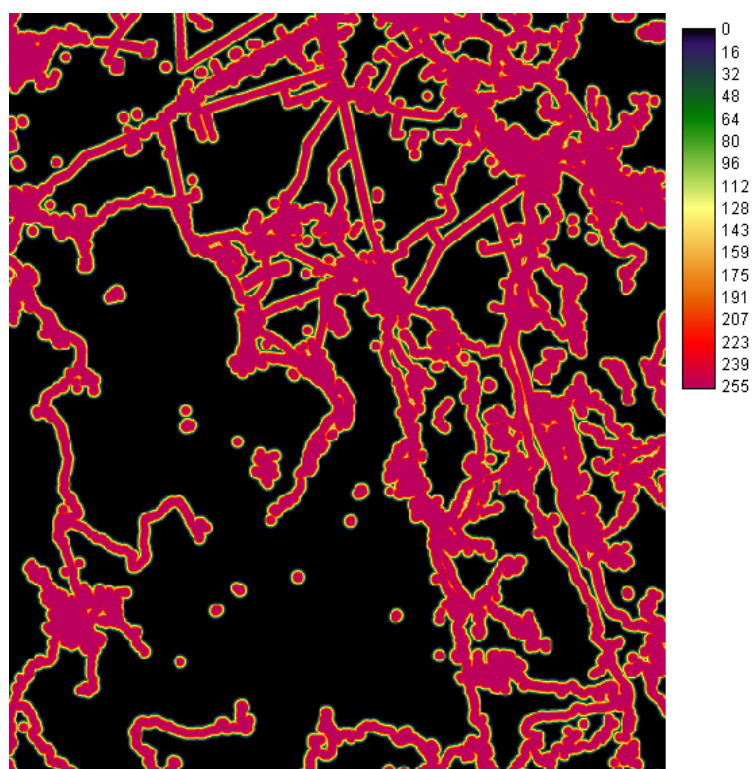
Vsakemu izmed tipov smo izračunali bafer območje 15-ih (tip_10) oziroma 10-ih metrov (ostali tipi). Na novo pridobljene sloje smo nato združili s seštevalno operacijo ter od teh razširjenih območij izračunali oddaljenost, ki smo jo nazadnje prevrednotili z uporabo funkcije *s* in vrednostima kontrolnih točk $c = 40$ in $d = 240$ metrov.

Preglednica 13: Šifrant – tip_vodotokov

TIP_VOD	ZNAK
010	reka (širša od 10 m)
020	reka (ožja od 5 m)
040	kanal (ožji od 5 m)
050	ponikalnica
070	reka ali kanal občasno brez vode (širši od 5 m) /samo za povezovanje rek, kanalov in ponikalnic v hidrografsko mrežo/

7.3.2.6. RABA 3000 FUZZ

Eno izmed temeljnih načel SPRS pri alokaciji novih poselitvenih območij je težnja po zgoščevanju že poseljenih območij. Tako se z večanjem oddaljenosti od pozidanih površin zmanjšuje primernost za potencialno poselitev.



Slika 29: Odločitveni faktor oddaljenosti od pozidanih površin (raba_3000_fuzz)



Slika 30: Kartografski model priprave podatkovnega sloja vodotoki_fuzz

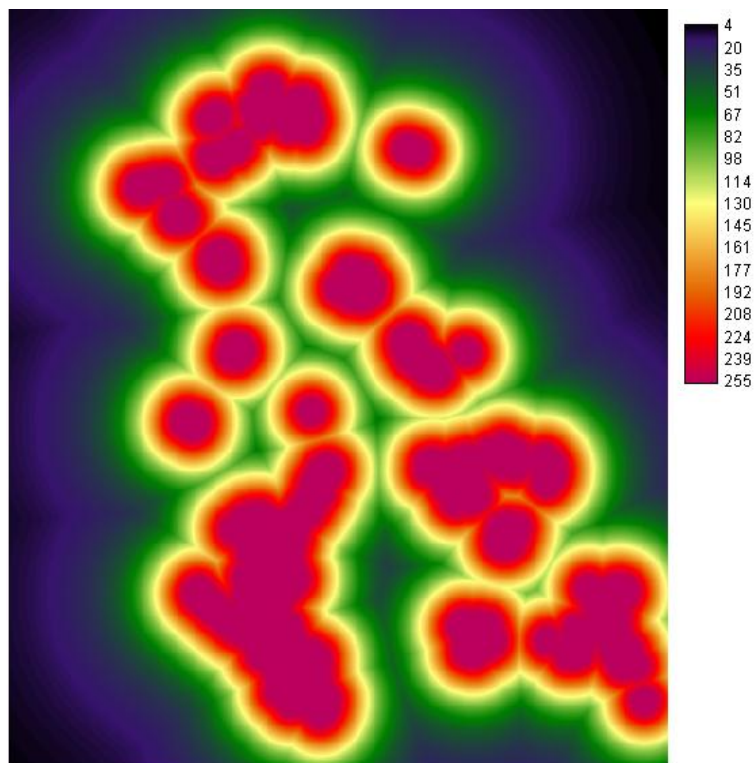
Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli standardizirane vrednosti oddaljenosti od že pozidanih površin.

Postopek: izhodiščni podatkovni sloj je bil vektorski sloj *raba_tal*, pridobljen na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS. Iz njega smo kot poseben sloj ustvarili sloj *raba_3000*, ki prikazuje vsa pozidana in sorodna zemljišča (na dan 8.4.2005). Z modulom DISTANCE smo mu določili oddaljenost celic od teh območij. Sledila je le še mehka standardizacija, katero smo opravili s pomočjo funkcije *s* in vrednostima kontrolnih točk $c = 50$ in $d = 200$ metrov.

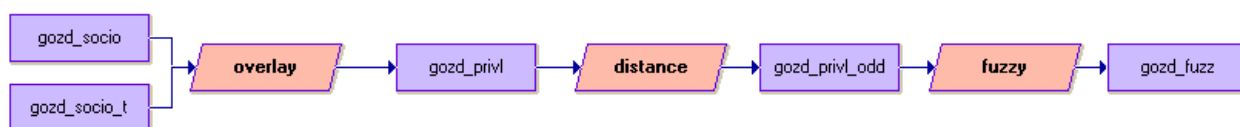
Z izbiro tega odločitvenega faktorja smo želeli v sam model večkriterialnega vrednotenja vnesti pomembno usmeritev prostorskega načrtovanja poselitve, in sicer zaokroževanje in pripojitev potencialno poselitveno-ugodnih zemljišč že umeščenim lokacijam.

7.3.2.7. GOZD FUZZ

Drugi izmed izrazito privlačnih dejavnikov, ki pripomore h kvalitetnejšem bivalnem okolju je oddaljenost od gozdnih površin. Slednje imajo s svojo socialno (rekreativno, ...) in ekološko funkcijo pomemben vpliv.



Slika 31: Odločitveni faktor oddaljenosti od gozdnih površin (gozd_fuzz)



Slika 32: Kartografski model priprave podatkovnega sloja gozd_fuzz

Dopolnilo kartografskemu modelu: naš namen je bil pridobiti podatkovni sloj, na katerem bomo imeli standardizirane vrednosti oddaljenosti od gozdnih površin s 1. stopnjo poudarjenosti socialne funkcije.

Postopek: odločitveni faktor *gozd_fuzz* je eden izmed dveh »privlačnostnih« faktorjev, ki ima okoljski poudarek. Tudi ta izbira predstavlja odmik od »privzetih« nabornih faktorjev v literaturi.

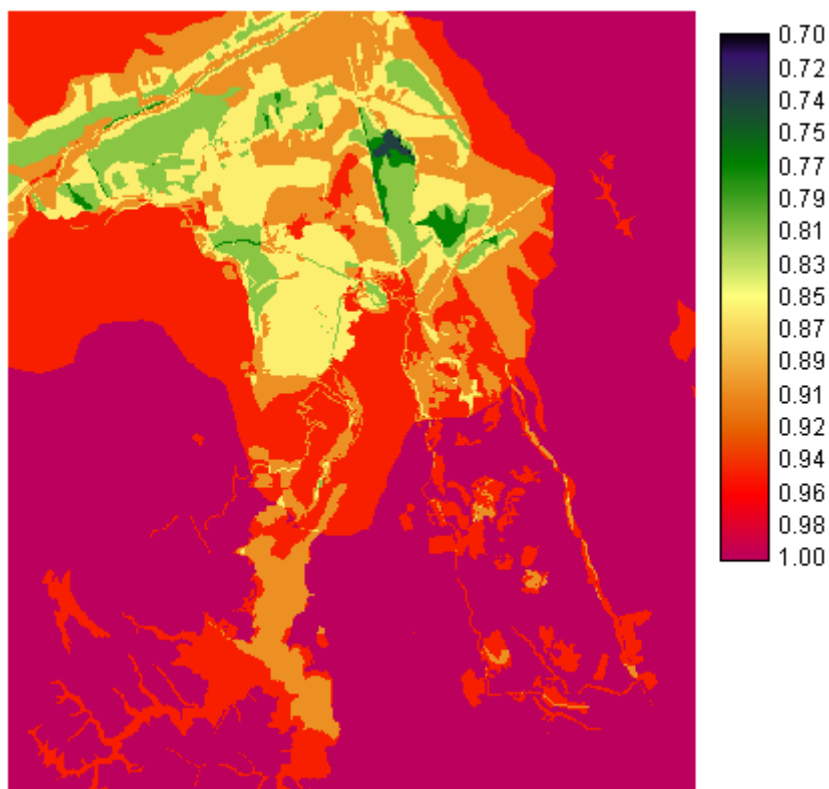
Izhajali smo iz vektorskega sloja *gozd_socio* (gozdni areali) in *gozd_socio_t* (posamezne točke). Po rasterizaciji smo ju prekrili s seštevalno operacijo. Zatem smo vsem celicam izračunali oddaljenost od teh območij in jih prevrednotili s funkcijo *j* ($c = 200$ in $d = 1000$ metrov).

7.3.3. Delne omejitve

Četudi v literaturi ni bilo moč zaslediti oprijemljivih metodoloških osnov smo se zavoljo širokega spektra razpoložljivih geografskih podatkov za območje občine Ig odločili, da v postopek večkriterijskega vrednotenja ob treh omejitvah (Boolovih podobah) in sedmih odločitvenih faktorjih uvedemo še tretjo kategorijo, t.j. delne omejitve.

Pri tej odločitvi je prevladovalo spoznanje, da je zavoljo celovitega vpogleda v analizo (navkljub širokemu naboru odločitvenih faktorjev in omejitev) vanjo potrebno vključiti tudi t. i. podatkovne sloje delnih omejitev.

Vse podatkovne sloje smo reklasificirali na izkustveni ravni. V primeru, da bi vsem slojem pripisali vrednosti dvojiške logike (0 ali 1), bi se soočili s povsem neuporabnimi rezultati. Celicam, ki »nosijo« vsebino posameznega podatkovnega sloja smo zato dodelili vrednost 0,95, medtem ko je preostanek podobe dobil vrednost 1. Tako reklasificirane podobe smo združili z operacijo produkta (modul OVERLAY), pri čemer smo jo morali zaradi parnih prekrivanj osemkratno ponoviti.



Slika 33: Podoba delnih omejitev (delne_omejitve)

V podobo delnih omejitev smo vključili podatkovne sloje zaščitenih območij (naravne in kulturne dediščine, gospodarsko pomembnih prvin). Že na tem mestu omenimo, da v pripravo končne podobe delnih omejitev nismo vključili slojev *natura05* in *epo05*, ki imata zaradi svoje površinsko velike pokritosti območja enak vpliv na celotnem območju občine Ig. Za pridobitev dobrih rezultatov bi bila nujna vključitev sloja *natura05*, pri katerem bi v ta namen potrebovali notranjo členitev območij, ki pa še ni ugledala luči sveta.

Vhodne podatkovne sloje, nanizane v kartografskem modelu na sliki 34, smo morali pred reklasifikacijo pretvoriti iz celoštevilskega podatkovnega tipa v realnega, kajti pri reklasifikaciji smo operirali na zvezni lestvici od 0,95 do 1. Za izhodiščne sloje smo uporabili:

- **ceste_d_b20r:** državnima cestnima odsekom, kot tudi občinskemu odseku Ig-Zapotok, smo dodali bafer velikosti 20 metrov. Gre za prometno zelo obremenjene ceste, ki predstavljajo velik linijski izvor hrupa, po vrhu vsega pa je na njih onemogočena direktna priključitev.

• **kd_arh1r:** kot delno omejitev smo se odločili vključiti tudi 1. varstveni pas arheoloških območij.

• **kd_skupnor:** v tej podobi imamo združen ves register kulturne dediščine (KD) na območju občine Ig (130 registriranih enot s pripadajočimi vplivnimi območji). Tu se srečujemo z različnimi enotami (tipi) kulturne dediščine: od arheološke, profane stavbne, sakralne stavbne, do memorialne in naselbinske dediščine. Iz dokumenta »Smernice varstva kulturne dediščine za prostorski razvoj občine Ig« (Smernice ..., 2005), sicer predloga nove Strategije prostorskega razvoja občine Ig na področju varovanja KD, povzemamo smernice k načrtovanju poselitve na območju registriranih enot KD. *»Potrebno je preprečiti posege, ki bi lahko spremenili lastnosti, vsebino in obliko ter s tem vrednost dediščine; zagotoviti je potrebno javno dostopnost dediščine ter omogočiti njeno proučevanje in raziskovanje; poselitev naj se izogne že znanim enotam arheološke dediščine. V robne dele najdišč in v najdišča znotraj urbanih območij se lahko posega le, če ni možno najti druge rešitve in le na osnovi rezultatov predhodno zagotovljenih arheoloških raziskav.«*

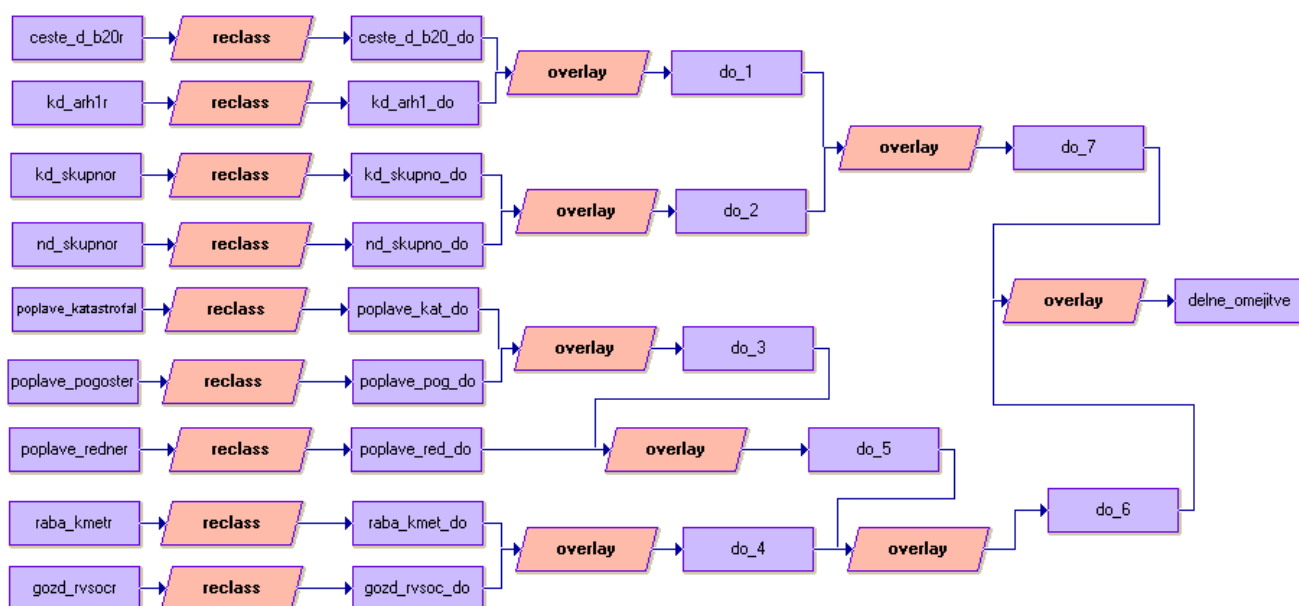
• **nd_skupnor:** analogno predhodnemu opisu, imamo v tem podatkovnem sloju nabor vseh registriranih enot naravne dediščine (arealov in posameznih točk). Evidentirane imamo tako naravne vrednote državnega, kot tudi lokalnega pomena. Zavaljo načela previdnosti smo v sloj vključili tudi vse predlagane enote naravne dediščine. Na proučevanem območju imamo tako geomorfološke, geološke, hidrološke, botanične, zoološke, drevesne in ekosistemske zvrsti naravnih vrednot. Tudi pri ravnanju z naravnimi vrednotami je potrebno postopati tako, da se ne ogrozi njihov obstoj (40. člen Zakona o ohranjanju narave, UL).

• **poplave_katastrofalner, poplave_pogoster, poplave_redner:** gre za poplavna območja, katerih frekventnost in obseg je kriterij za uvrstitev v eno izmed kategorij (katastrofalna, pogosta, redna). Teritorialno najbolj obsegajoč je sloj katastrofalnih poplav, ki vključuje tudi teritorij pogostih in rednih poplav. S tem, ko smo v kartografski model vključili vsak sloj posamično, smo zagotovili večji vpliv, se pravi večjo ranljivost, območjem, ki so zastopani v vseh treh slojih.

• **raba_kmetr:** iz podatkovne baze, ki je prišla v poštev pri izdelavi Strategije prostorskega razvoja in Prostorskega reda občine Ig, smo uporabili tudi sloj kmetijskih zemljišč, iz katerega smo izvzeli kategorijo najboljših kmetijskih zemljišč – zemljišč 1. kategorije. Slednje smo dodali v kartografski model delnih omejitev z razlogom, da le-te

predstavljajo gospodarsko gledano zelo pomembno prvino pokrajine, ki so zavrlo nenadejanih preategorizacij zemljišč tudi primerno zakonsko zaščitene.

• **gozd_rvsocr**: gozdni rezervat, varovalni gozdovi in gozdovi s poudarjeno socialno funkcijo so kategorije, združene v podatkovnem sloju *gozd_rvsocr*. Tudi pri tej rabi zemljišč smo se odločili, da bomo z vključitvijo v kategorijo delnih omejitev vsaj delno poudarili pomen tovrstnih habitatov.



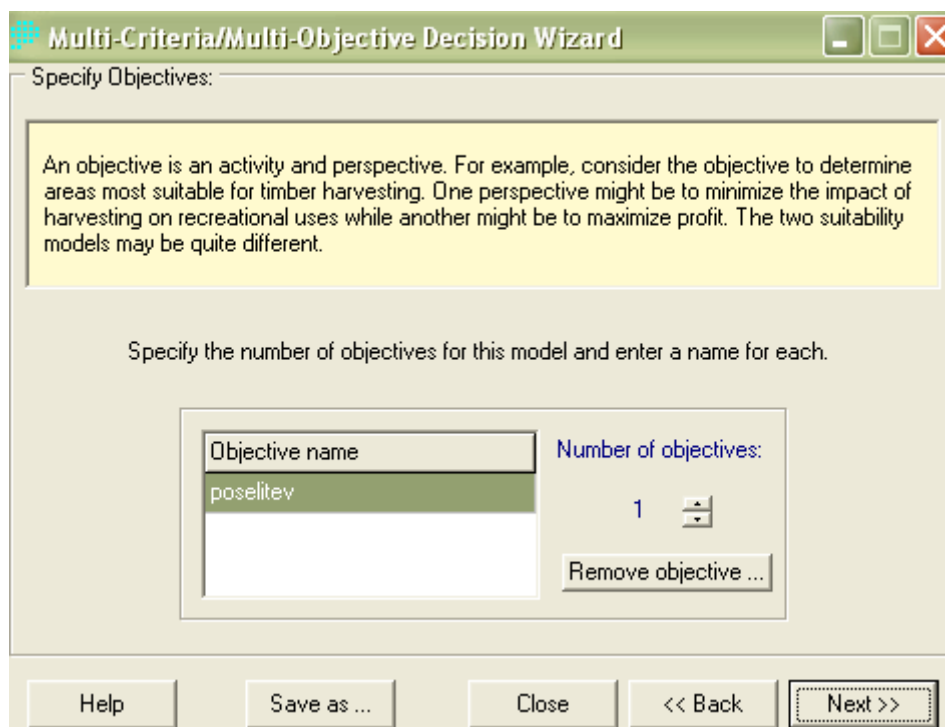
Slika 34: Kartografski model priprave podatkovnega sloja *delne_omejitve*

7.4. Postopek VKV v GIS orodju Idrisi Andes

V tem podpoglavju bomo nakazali postopek večkriterijskega vrednotenja po korakih, t.j. preko pogovornih oken v programu Idrisi Andes.

1. korak:

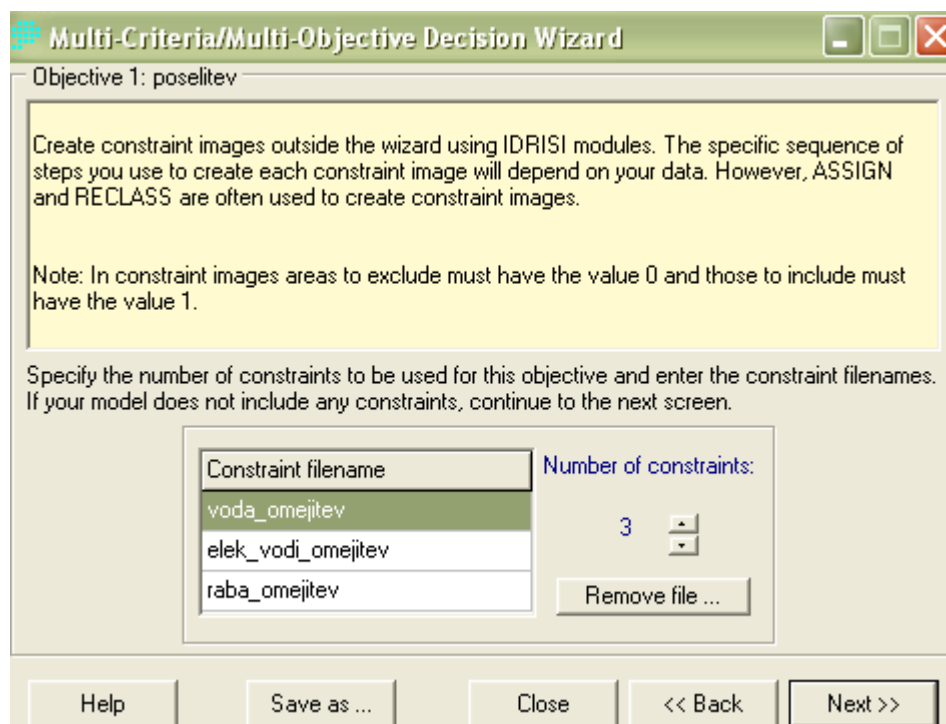
izberemo ime cilja
(odločitve)



Slika 35: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 1

2. korak:

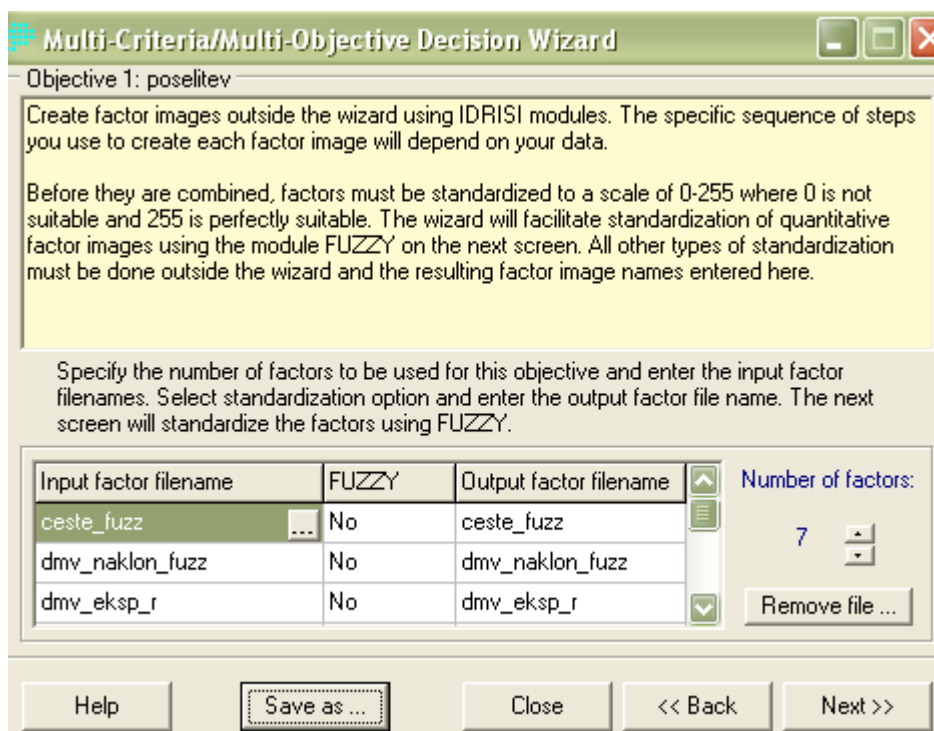
vnesemo število in imena omejitvenih podob



Slika 36: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 2

3. korak:

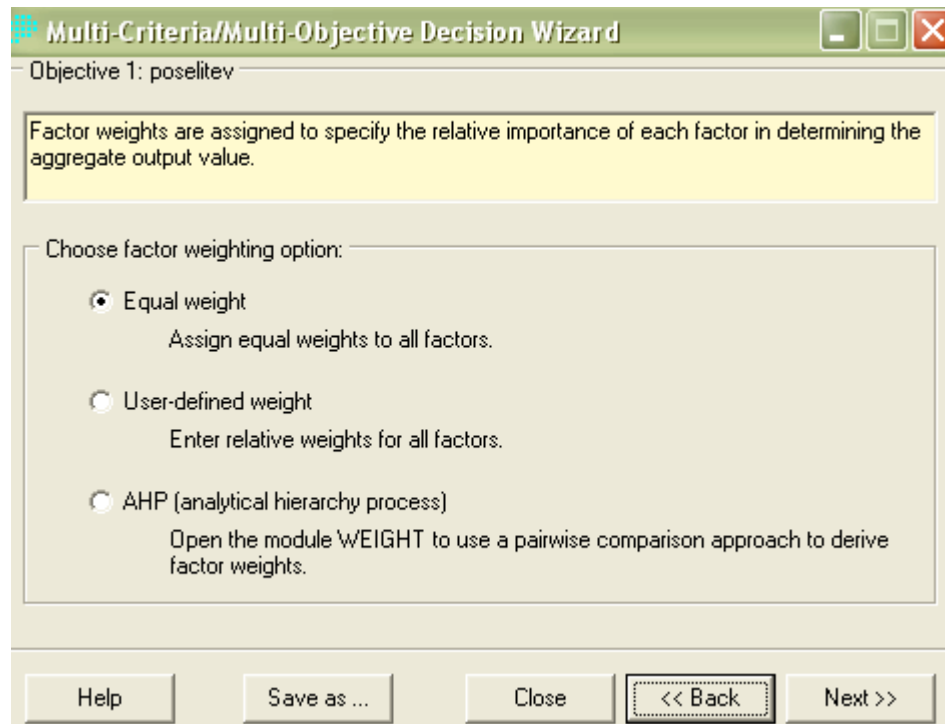
vnesemo število in imena odločitvenih faktorjev



Slika 37: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 3

4. korak:

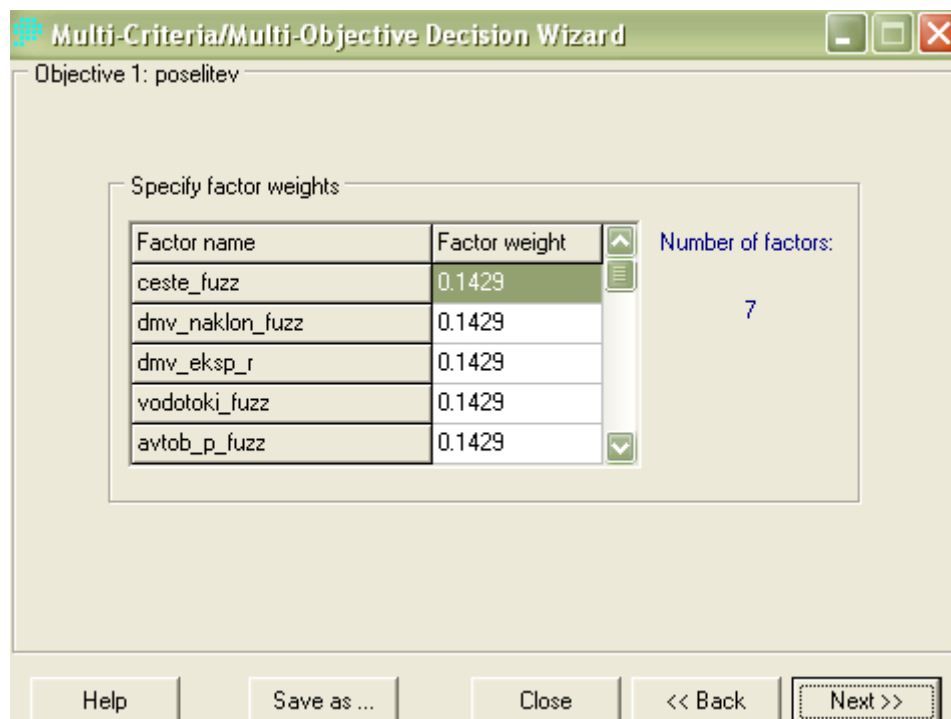
izberemo postopek določanja faktorskih uteži



Slika 38: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 4

5. korak:

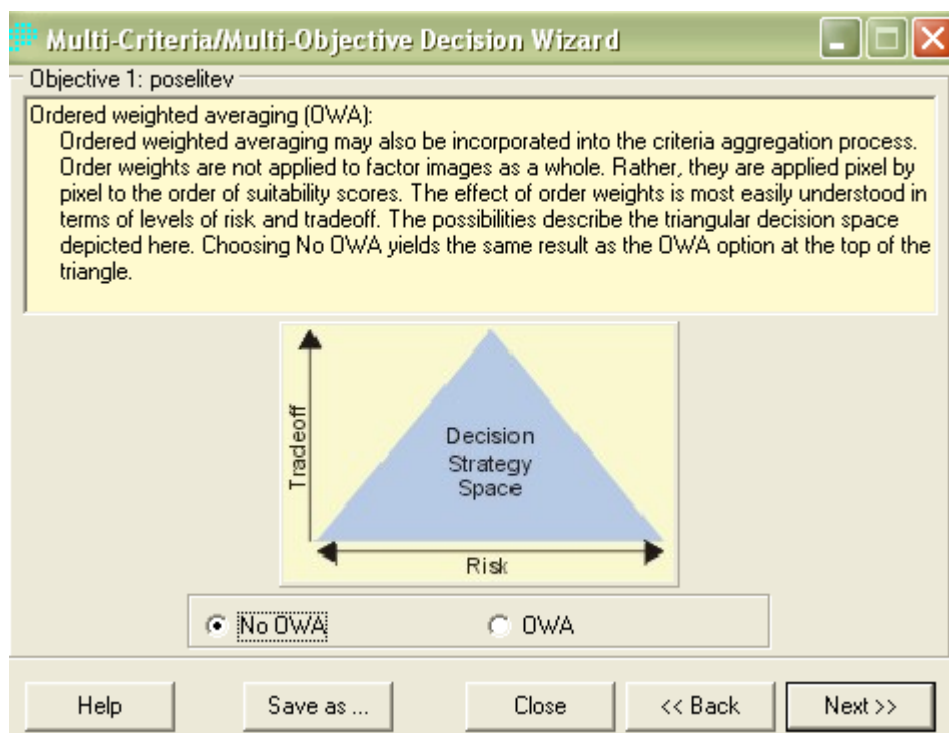
vnesemo vrednost posameznih faktorskih uteži



Slika 39: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 5

6. korak:

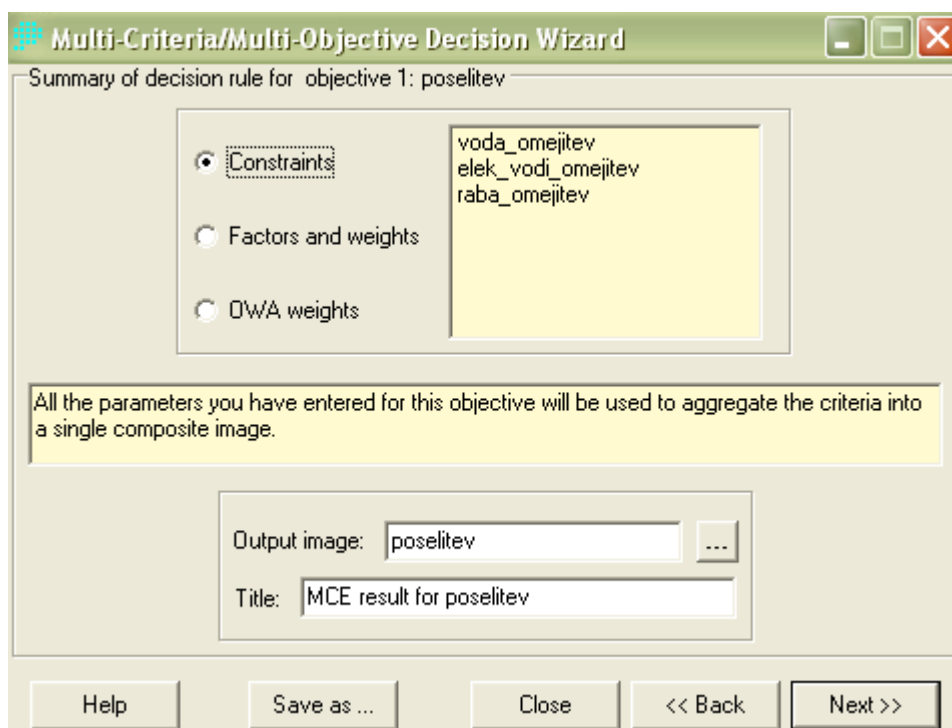
odločitev ali bomo uporabili v postopku tudi metodo razvrstilnega uteženega povprečja



Slika 40: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 6

7. korak:

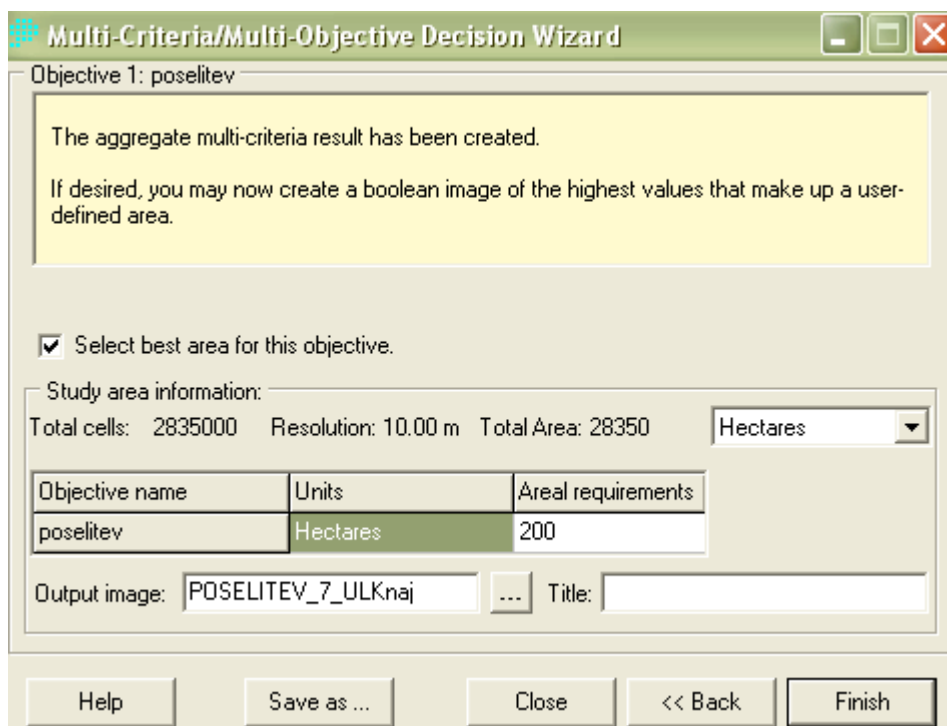
vpogled v odločitveno pravilo (nabor odločitvenih faktorjev, omejitev in uteži)



Slika 41: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 7

8. korak:

možnost izbire
najboljših izbranih
območij (kriterij
površine)



Slika 42: Večkriterijsko vrednotenje - pogovorno okno 8

8. REZULTATI

Naš namen je bil z manjšimi variacijami v samem postopku večkriterijskega vrednotenja opozoriti na spremenljivost rezultatov, ki so lahko posledica različne izbrane metode vrednotenja ali pa različnega nabora odločitvenih faktorjev. Posamezne karte ustreznosti s pripadajočo kartografsko podlago (DTK25) so dodane prilogam D do G.

V prvem delu rezultatov bomo tako prikazali rezultate osnovnega postopka VKV, z osnovnim naborom omejitev in odločitvenih faktorjev ter z uporabo metode linearne utežene kombinacije, s predpostavko, da imajo vsi faktorji enak vpliv na končno odločitev (dodeljene jim bodo enake uteži).

V drugem delu preizkusa metod VKV smo uporabili enak (osnovni) nabor omejitvenih podob (3) in odločitvenih faktorjev (7), pri čemer se bomo poslužili metode utežene linearne kombinacije.

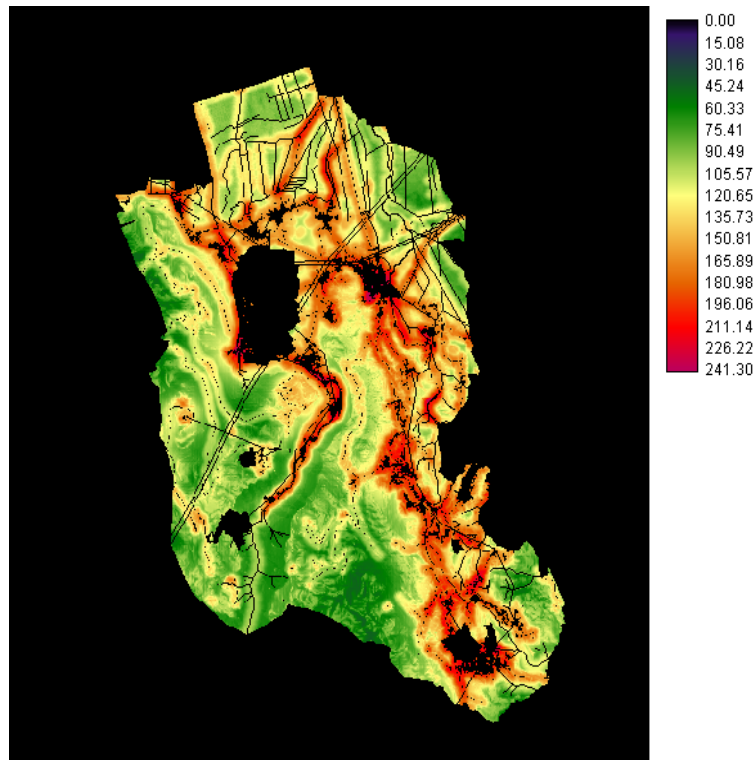
V tretji različici smo preizkusili vedenje razvrstilnega uteženega povprečja. Tu smo v metodološkem smislu upoštevali tako stopnjo uravnoveženja med faktorji, kot tudi stopnjo tveganja.

V četrtem, zadnjem delu rezultatov, pa smo v metodološkem smislu postopali na enak način kot pri drugi različici, z razliko, da smo uvedli nov odločitveni faktor oddaljenosti od poseljenih območij, ki je zamenjal faktor oddaljenosti od že pozidanih in sorodnih površin (*raba_3000_fuzz*).

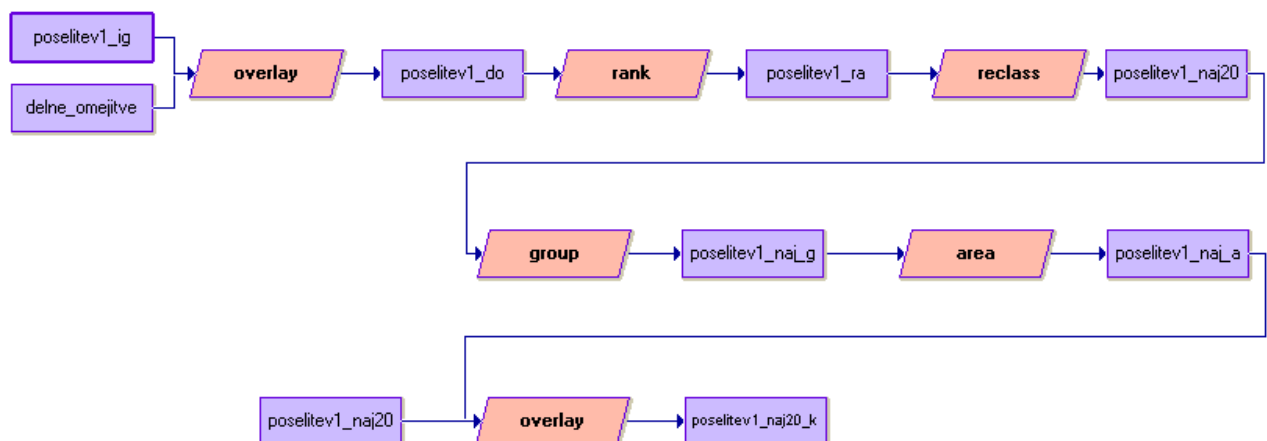
8.1. Prva različica – enake uteži

V tej različici smo postopali po korakih iz točke 7.4. Edini popravek je le v zadnjem koraku, kjer smo zaradi uvedbe tretje kategorije, delnih omejitev, postopek podaljšali z neposredno

uporabo modulov. Potek od predzadnjega do zadnjega koraka je prikazan v kartografskem modelu na sliki 44.



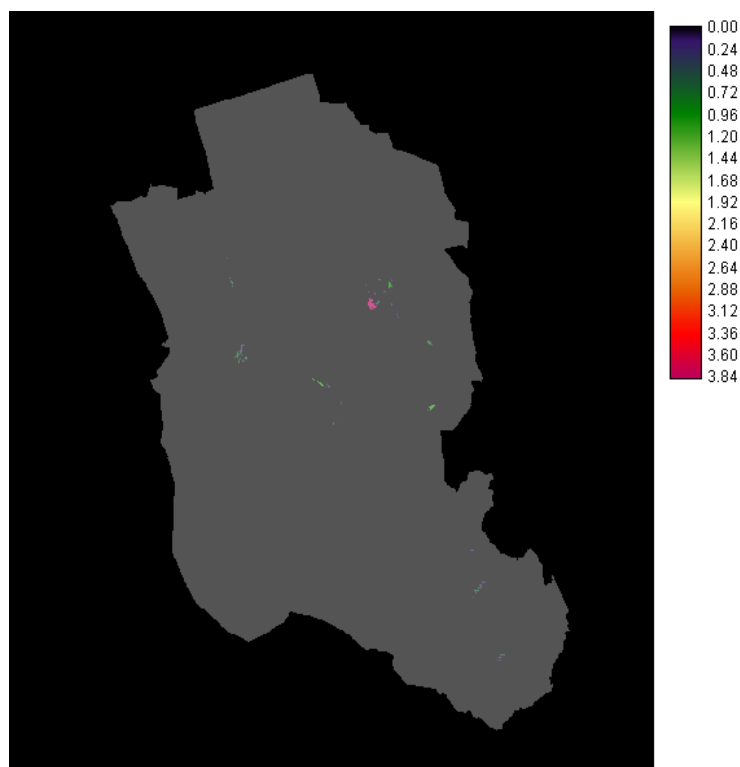
Slika 43: Končna podoba večkriterijskega vrednotenja pridobljena z uporabo enakih uteži (poselitev1_do)



Slika 44: Kartografski model izračuna podatkovnega sloja poselitev1_naj20_k

Dopolnilo kartografskemu modelu: iz čarovnika DECISION MAKER smo pridobili podobo *poselitev1*, katero smo prekrili z Boolovo podobo občine Ig. S tem smo vsem sosednjim celicam pripisali vrednost 0. Na novo pridobljeno podobo *poselitev1_ig* smo zmnožili s podobo delnih omejitev. Zatem smo vse celice rangirali (padajoč trend) z ukazom RANK. Sledila je reklasifikacija: naš namen je bil pridobiti Boolovo podobo, na kateri bodo z vrednostjo 1 izstopala najprimernejša območja za poselitev, natančneje 20 hektarov najprimernejših. Najvišje rangirnim celicam (1-2001) smo dodelili vrednosti 1, ostalim (2001-2835001) pa vrednost 0.

Zaradi razdrobljenosti območij smo jih z ukazom GROUP (z opcijo vključitve diagonal) naredili sklenjena. Tako narejenih skupinam smo izračunali površino (modul AREA) hektarjih. To podobo smo na koncu prekrili (zmnožili) z začetno Boolovo podobo *poselitev1_naj20* in dobili končna sklenjena območja najbolj primernih območij za poselitev, ki so prikazana na sliki 45.



Slika 45: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljenih po metodi VKV – enakih uteži (*poselitev1_naj20_k*)

8.1.1. Ocena pristopa

Glede na to, da smo z dodelitvijo enakih faktorskih uteži faktorjem izničili vpliv pomembnejših faktorjev (naklona, oddaljenosti od cest), lahko mirne volje sklenemo, da si s takšnim odločitvenim pravilom bistveno ne moremo pomagati pri podpori o odločanju v prostoru.

Ta pristop ni služil kot primer dobre prakse, marveč kot testni postopek in dobra osnova za primerjavo različnih pristopov. Z deduktivno metodo se da pri ocenjevanju posameznih pristopov nazorno nakazati pomanjkljivosti le-teh.

8.2. Druga različica – uporaba faktorskih uteži

Pri tem pristopu smo se v metodološkem smislu v celoti oprli na metodo linearne utežene kombinacije. Sam postopek je do 3. koraka enak postopku prve različice, zatem pa se postopa na sledeč način: v 4. koraku izberemo pri načinu določitve uteži možnost analitično-hierarhičnega postopka. To je pomenilo, da smo morali popolniti matriko razmerij, katere izpolnjena polja so osnova določitve faktorskih uteži. Matriko razmerij smo izpolnili z metodo t. i. možganskega viharja. Z mentorjevo in somentorjevo pomočjo smo z medsebojnim usklajevanjem in dopolnjevanjem popolnili matriko na sledeč način:

Preglednica 14: Matrika razmerij

	ceste_fuzz	dmv_naklo_fuzz	dmv_eksp_r	vodotoki_fuzz	avtob_p_fuzz	raba_3000_fuzz	gozd_fuzz
ceste_fuzz	1						
dmv_naklon_fuzz	3	1					
dmv_eksp_r	1/4	1/3	1				
vodotoki_fuzz	1/6	1/6	1/3	1			
avtob_p_fuzz	1/4	1/4	1/3	1	1		
raba_3000_fuzz	1/3	1/3	1	3	1/2	1	
gozd_fuzz	1/6	1/6	1/3	1	1/3	1/3	1

V matriki smo popolnjevali le rumena polja; devetstopenjsko lestvico sovplivanja paroma združenih odločitvenih kriterijev smo že opisali v podpoglavju o analitično-hierarhičnem postopku določanja uteži (podpoglavje 4.3.1.).

Dodajmo k temu le še praktičen primer: odločitveni kriterij *dmv_naklon_fuzz* je zmerno pomembnejši (utež 3) od kriterija oddaljenosti od cest *ceste_fuzz*.

S pomočjo zgornje matrike razmerij smo v avtomatiziranem postopku pridobili vrednosti faktorskih uteži oz. lastne vektorje uteži.

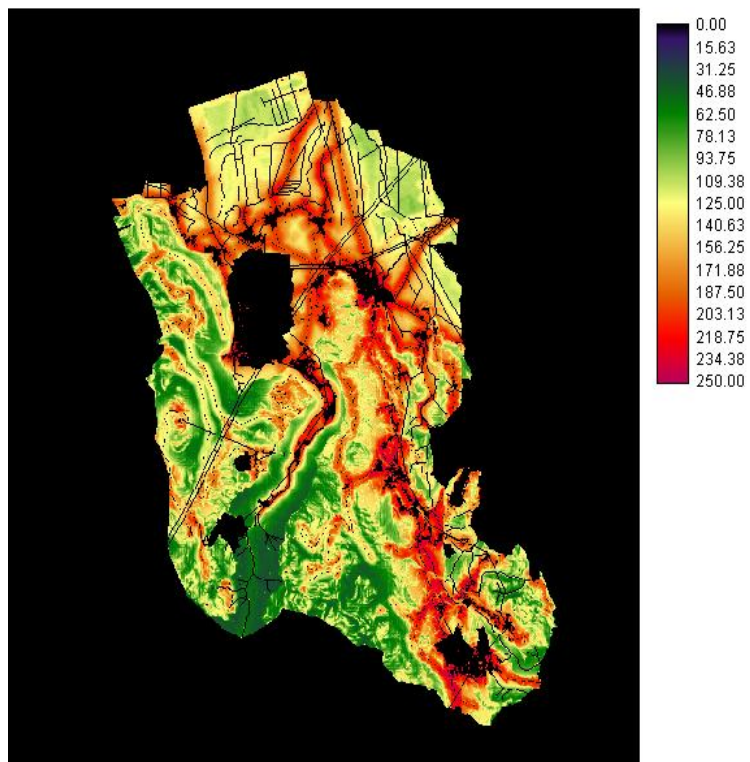
Preglednica 15: Vrednost faktorskih uteži

	Vrednosti faktorskih uteži
<i>ceste_fuzz</i>	0,2653
<i>dmv_naklon_fuzz</i>	0,3512
<i>dmv_eksp_r</i>	0,1204
<i>vodotoki_fuzz</i>	0,0457
<i>avtob_p_fuzz</i>	0,0839
<i>raba_3000_fuzz</i>	0,0953
<i>gozd_fuzz</i>	0,0382

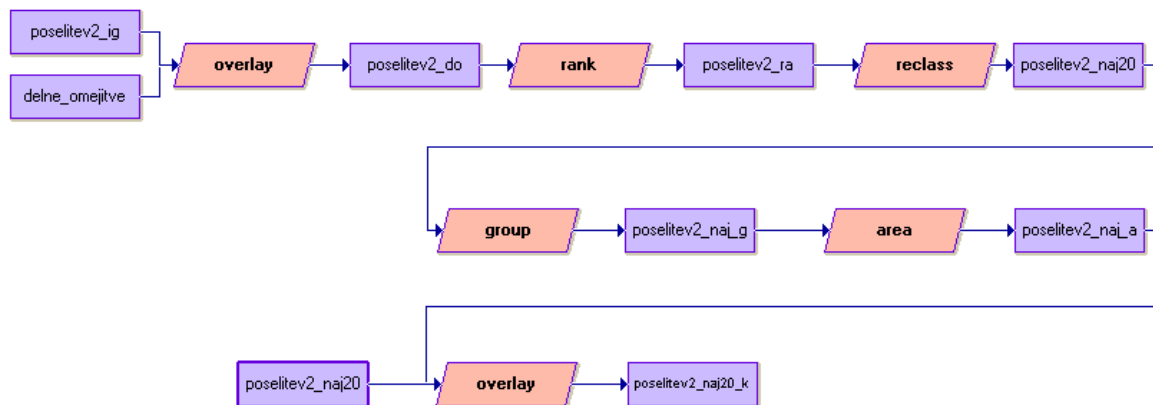
Koeficient doslednosti (ang. *consistency ratio*) je bil manjši od 0,1 (0,06) in je kot tak potrdil relativno pomembnost odločitvenih kriterijev. Relativno največjo pomembnost smo dodelili naklonu terena (0,3512), ki tvori skupaj z oddaljenostjo od cest (0,2653) preko 60% dodeljenih uteži.

Najnižje uteži smo dodelili izrazito privlačnostnima kriterijema, oddaljenosti od vodotokov in gozdnih površin s poudarjeno socialno funkcijo, ki sta hkrati, kot bomo videli v tretji različici, tudi edina okoljska faktorja. Skupni seštevek vseh faktorskih uteži mora biti enak 1.

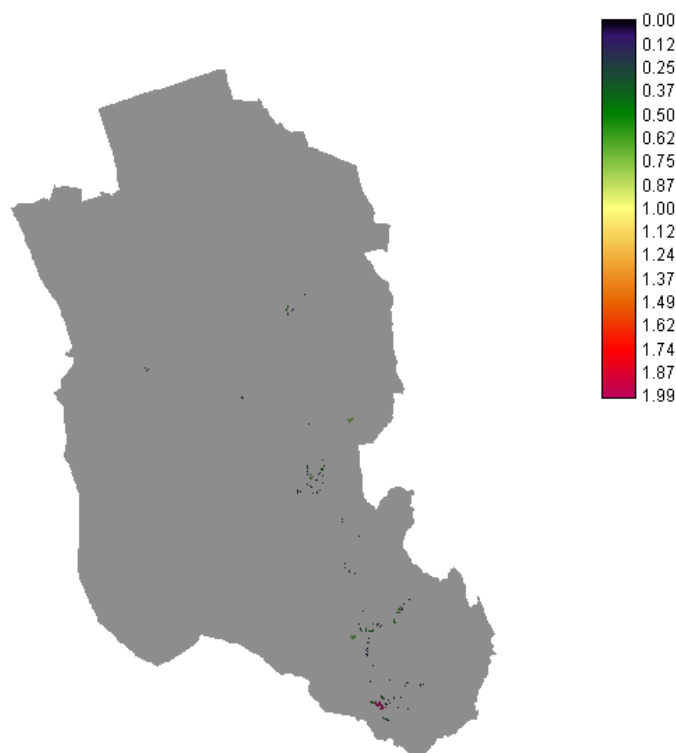
Nadaljevanje postopka večkriterijskega vrednotenja je bilo od tu naprej podobno postopku prve različice. Tudi tu smo pred zadnjim korakom vskočili z lastnim posredovanjem pri izbiri najboljših površin za naš cilj.



Slika 46: Končna podoba večkriterijskega vrednotenja pridobljena z uporabo faktorских uteži (poselitev2_do)



Slika 47: Kartografski model izračuna podatkovnega sloja poselitev2_naj20_k



Slika 48: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljenih z uporabo faktorskih uteži (poselitev2_naj20_k)

8.3. Tretja različica – uporaba faktorskih in razvrstilnih uteži

Pri tem postopku smo v naboru odločitvenih kriterijev prepoznali pomembno razliko, in sicer neenakost stopnje uravnoveženja med faktorji. Kot smo že omenili v teoretičnem delu tega diplomskega dela poznamo dve vrsti odločitvenih kriterijev: stroškovne in okoljske. Pri prvih je mogoče doseči stopnjo uravnoveženja preko faktorskih uteži, medtem ko tega pri kriterijih okoljskega značaja ne moremo storiti.

V naši analizi smo imeli opravka z dvema okoljskima kriterijema, in sicer: *gozd_fuzz* in *vodotoki_fuzz*, ki nakazujeta privlačnostno komponento v odnosu do vodotokov in gozdnih površin s poudarjeno socialno funkcijo.

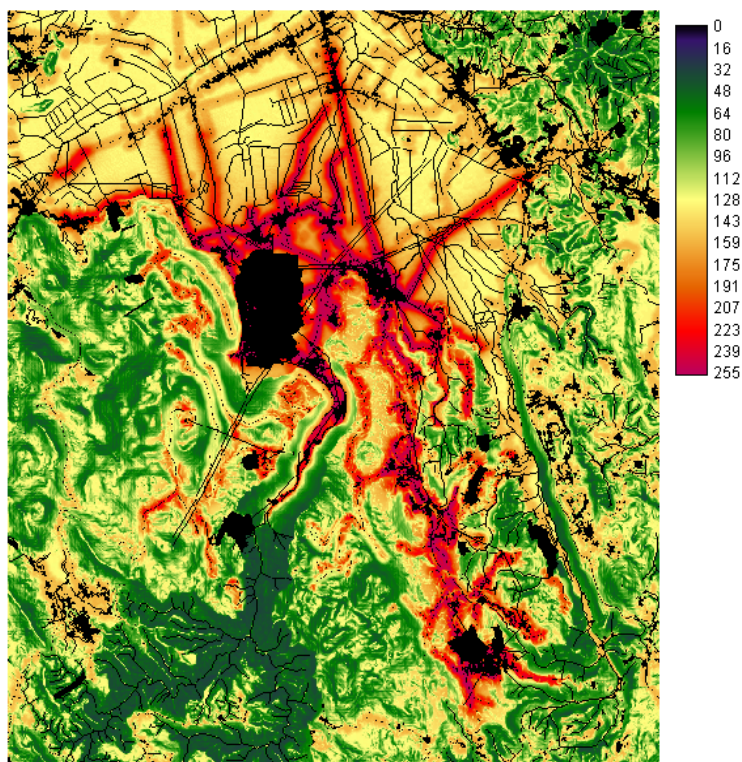
Tudi pri tem metodološkem pristopu smo sledili prvim trem korakom iz točke 7.4., pri čemer je nujno omeniti, da smo sklopa stroškovnih kriterijev in okoljskih kriterijev obravnavali kot

ločene analize primernosti. V prvem sklopu smo imeli tako peterico odločitvenih kriterijev, v drugem pa dva. Število omejitev je bilo pri obeh analizah enako (3). Izeljava prvega sklopa je potekala na povsem identičen način kot pri drugi različici – uteženi linearni kombinaciji. Preurediti je bilo potrebno le vrednost faktorskih uteži: vsota le-teh mora namreč vedno znašati 1. Prevrednotenje je prikazano v preglednici 16.

Preglednica 16: Vrednost prevrednotenih faktorskih uteži – prvi sklop

	Faktorske uteži	Prevrednotene faktorske uteži
<i>ceste_fuzz</i>	0,2653	0,2896
<i>dmv_naklon_fuzz</i>	0,3512	0,3834
<i>dmv_eksp_r</i>	0,1204	0,1314
<i>avtob_p_fuzz</i>	0,0839	0,0916
<i>raba_3000_fuzz</i>	0,0953	0,1040

Rezultat analize primernosti prvega sklopa je podoba *poselitev3_strosek*.



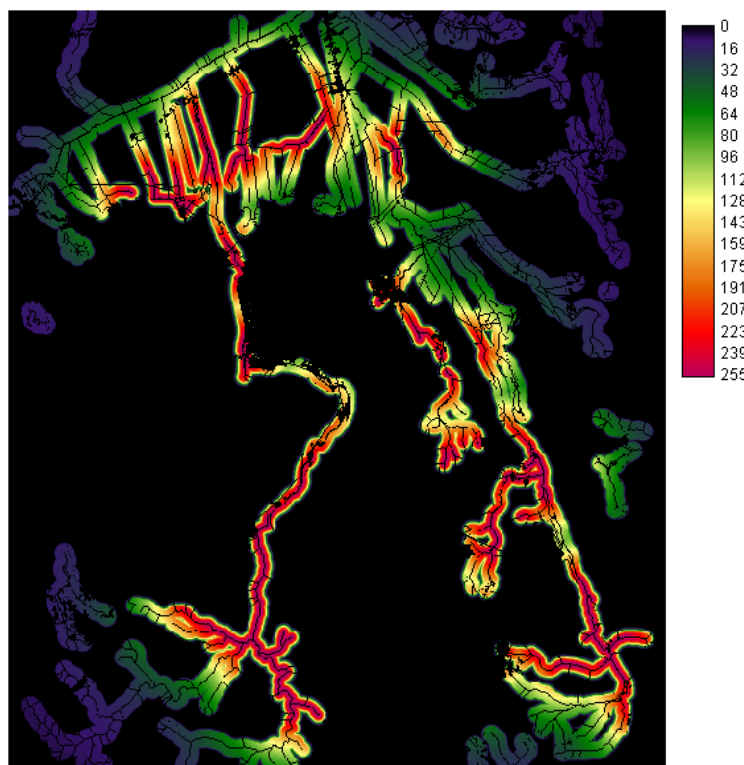
Slika 49: Prva podoba VKV pridobljena s prevrednotenjem stroškovnih faktorjev (*poselitev3_strosek*)

Drugi sklop je do določitve uteži faktorjem identičen prvemu. Tudi v tem primeru je vsota faktorskih uteži enaka 1, kar pomeni, da smo opravili še eno prevrednotenje. V naslednjem koraku smo izbrali možnost razvrstilnega uteženega povprečja (OWA). Pri izbiri razvrstilnih uteži smo sledili Eastmanovim napotkom (2006) – t. j. majhnemu tveganju in nič uravnoveženju. To kombinacijo stopnje tveganja proti stopnji uravnoveženja imamo podrobno opisano v poglavju 5.3.2. Rangu 1 smo tako dodelili razvrstilno utež 1, rang 2 pa ponder 0.

Preglednica 17: Vrednost prevrednotenih faktorskih uteži – drugi sklop

	Faktorske uteži	Prevrednotene faktorske uteži
<i>vodotoki_fuzz</i>	0,0457	0,5447
<i>gozd_fuzz</i>	0,0382	0,4553

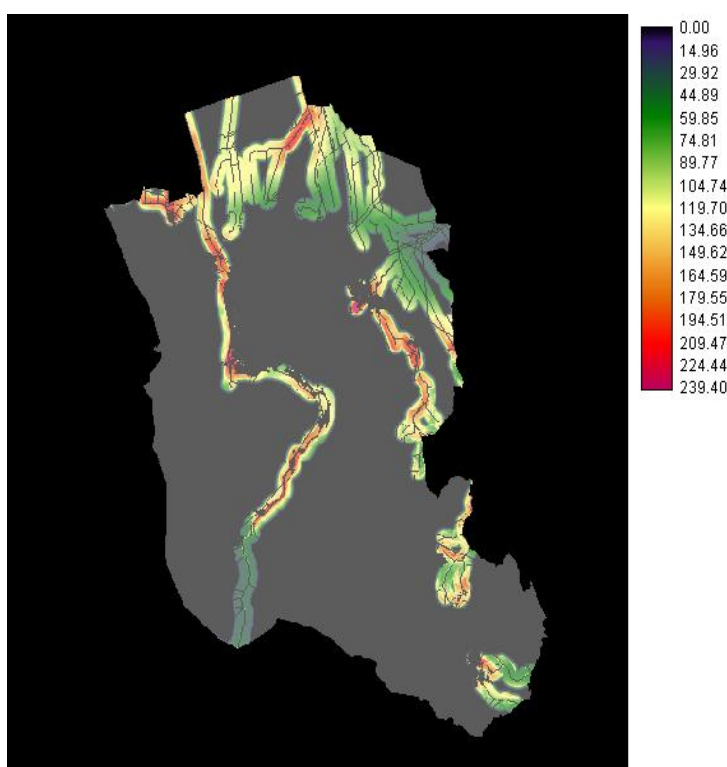
Rezultat drugega sklopa je viden na sliki 50.



Slika 50: Druga podoba VKV pridobljena s prevrednotenjem okoljskih faktorjev (*poselitev3_okolje*)

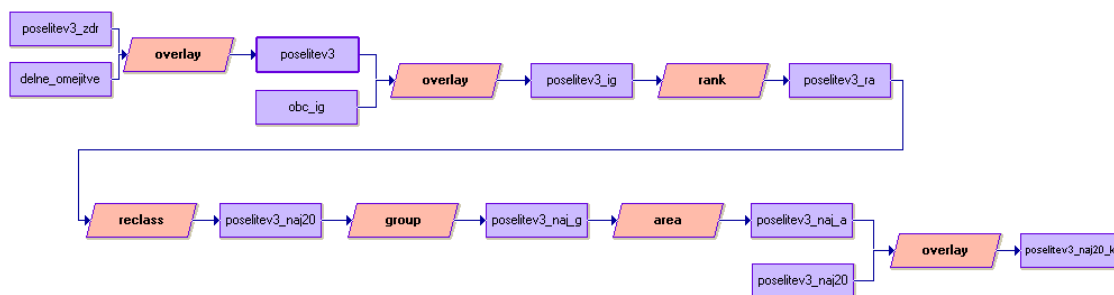
Zgornji podobi smo združili na način, da nismo nobenega izmed nizov kriterijev preferirali (enaki faktorski uteži). Združitev smo opravili z najmanjšo stopnjo tveganja in brez uravnoteženja (razvrstilni uteži 1 za rang 1 in 0 za rang 2).

Rezultat večkriterijskega vrednotenja ob uporabi razvrstilnega uteženega povprečja je prikazan na sliki 51. Končna podoba je bila zmnožena s podobo delnih omejitev ter na koncu še z obrisom občine Ig.

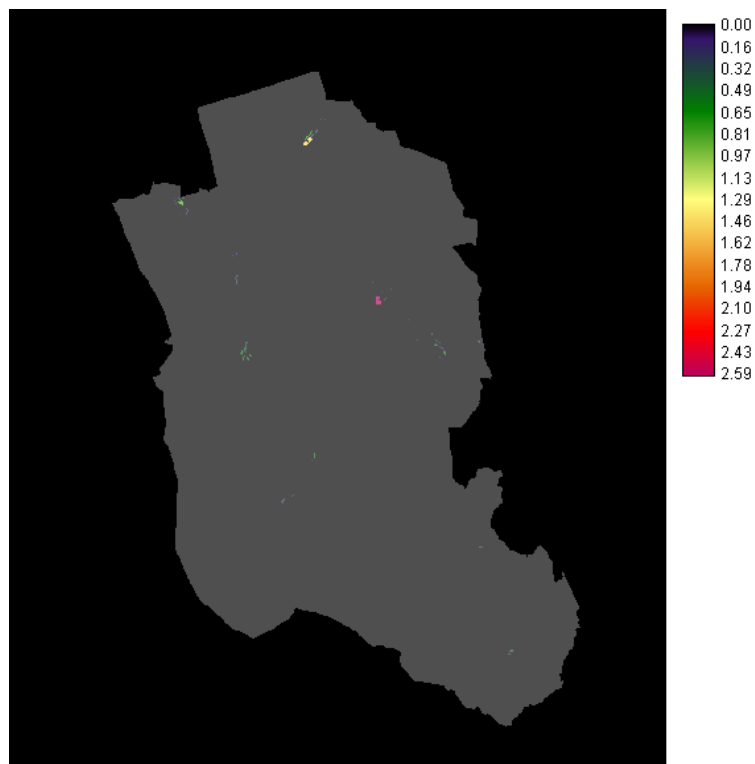


Slika 51: Končna podoba večkriterijskega vrednotenja pridobljena z uporabo faktorskih in razvrstilnih uteži (poselitev3_zdr)

Sledil je še postopek izbora najbolj primernih površin (20 hektarjev), katerega potek je zaradi kombiniranja dveh ločenih analiz primernost za odtenek drugačen kot prej.



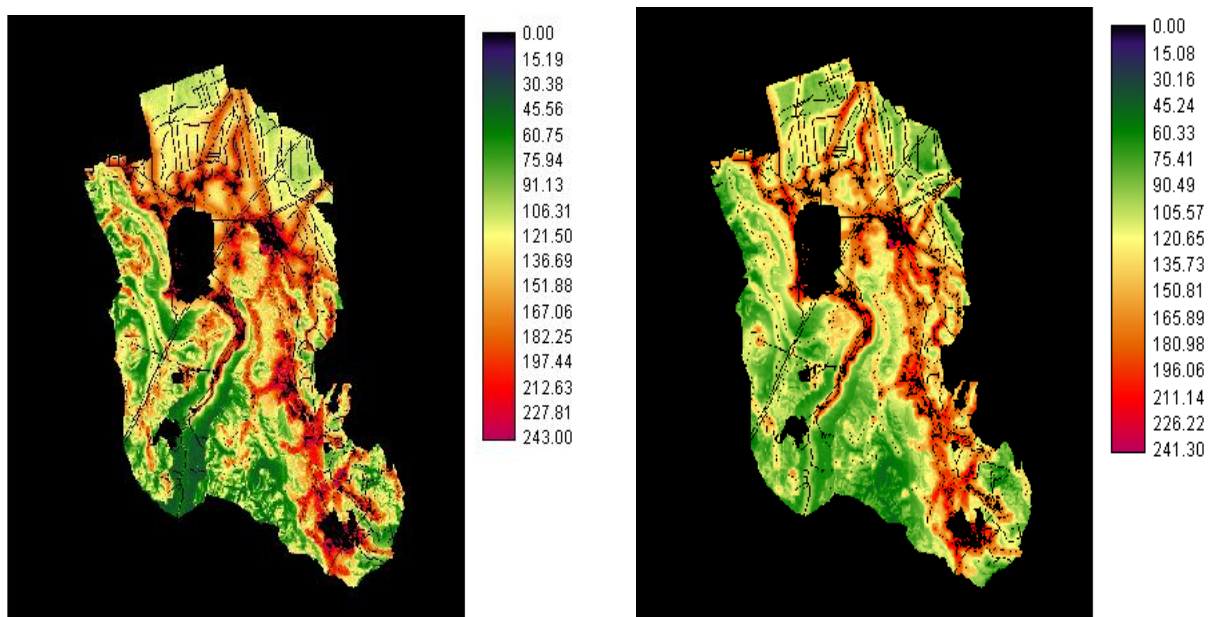
Slika 52: Kartografski model izračuna najboljših 20 hektarjev površin za poselitev (poselitev3_naj20_k)



Slika 53: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljenih z uporabo faktorskih in razvrstilnih uteži (poselitev3_naj20_k)

8.4. Četrta različica – zamenjava v naboru odločitvenih kriterijev

V zadnji različici postopka VKV smo pozornost iz metodoloških zagat preobrneli na vsebinski nivo. Odločitveni kriterij *raba_3000_fuzz* smo namreč zamenjali s faktorjem *raba_nrp_stara*.

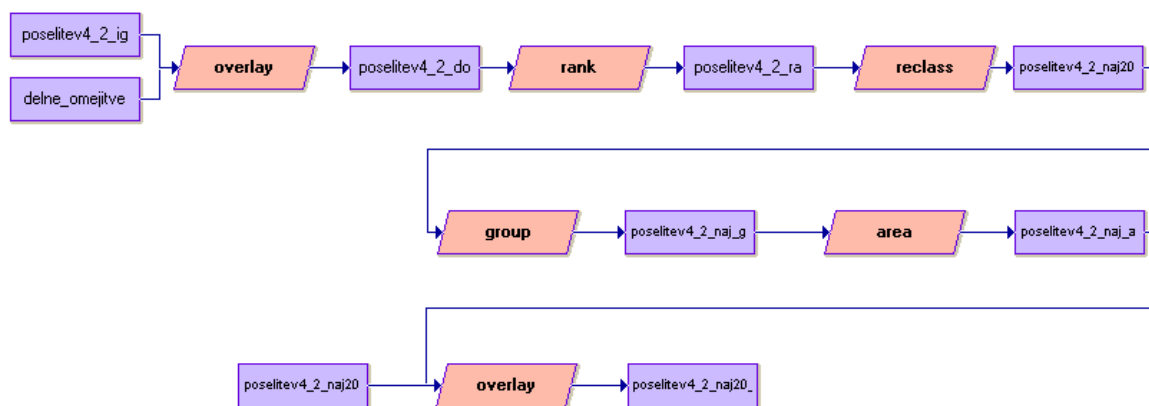


Slika 54: Končni podobi večkriterijskega vrednotenja pridobljeni z uporabo faktorjskih uteži (poselitev4_do) in z uporabo spremenjenih faktorjskih uteži (poselitev 4_2_do, desno)

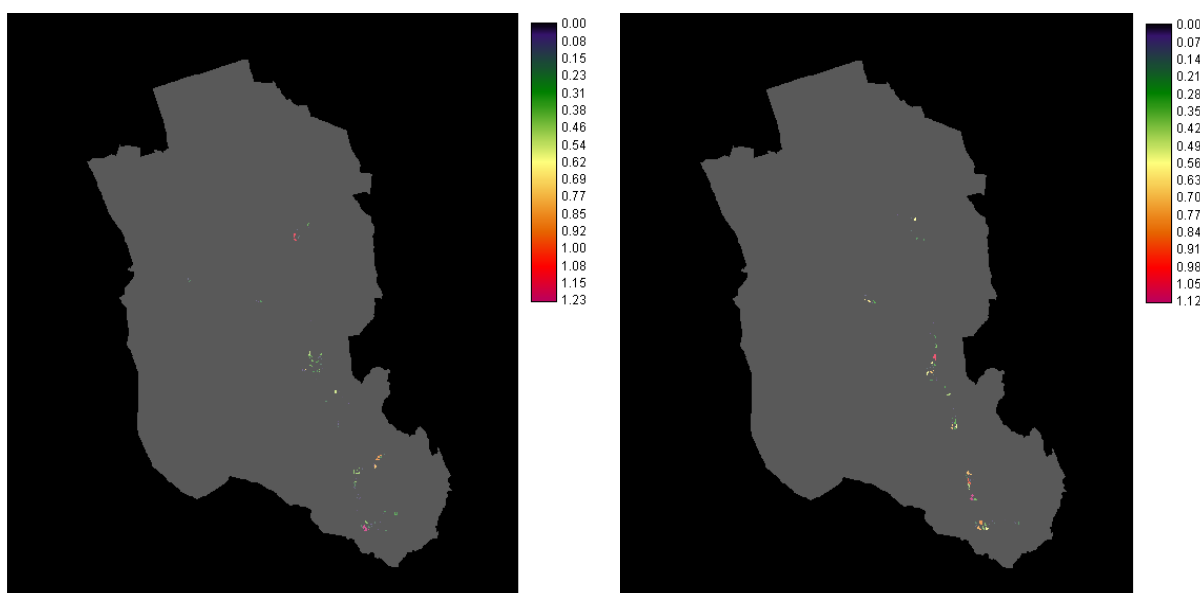
V tej različici smo z zamenjavo enega izmed odločitvenih kriterijev poizkušali zadostiti težnjam prostorskih planerjev po umestitvi novih poselitvenih območij kar se da blizu starim poselitvenim območjem. V prvi izvedbi te različice smo ohranili matriko razmerij iz druge različice, s čimer nismo napravili bistvenega odmika od le-te.

Odločitvenemu kriteriju *raba_3000_fuzz* smo v matriki razmerij uteži podelili faktorjsko utež 0,0953, kar je seveda glavni razlog za majhno spremembo vpliva tega faktorja na umestitev poselitve v prostor.

Zaradi majhnega razlikovanja med drugo in četrto različico smo se odločili, da v slednjo posežemo z bolj drastičnim posegom.



Slika 55: Kartografski model izračuna podatkovnega sloja *poselitev4_2_naj20_k*



Slika 56: Najboljših 20 hektarjev površin za poselitev pridobljeni z uporabo faktorskih uteži (*poselitev4_naj20_k*) in z uporabo spremenjenih faktorskih uteži (*poselitev 4_2_naj20_k, desno*)

Izhodiščem SPRS-ja (širjenju poselitve iz starih poselitvenih območij) bomo namreč zadostili zgolj s spremembo razmerij uteži, kjer bo odločitveni faktor *raba_nrp_stara* dobil mnogo večjo faktorsko utež.

Preglednica 18: Spremenjena matrika razmerij (obstoječa raba ima večjo utež)

	ceste_ fuzz	dmv_nak_ fuzz	dmv_eks_ r	vodotoki_ fuzz	avtob_p_ fuzz	raba_nrp_ fuzz	gozd_fuzz
ceste_fuzz	1						
dmv_naklon_f uzz	3	1					
dmv_eksp_r	1/4	1/3	1				
vodotoki_fuzz	1/6	1/6	1/3	1			
avtob_p_fuzz	1/4	1/4	1/3	1	1		
raba_nrp_fuzz	2	2	4	6	3	1	
gozd_fuzz	1/6	1/6	1/3	1	1/3	1/6	1

V preglednici 18 imamo s krepko pisavo označene vse vrednosti razmerij faktorjev, ki smo jih spremenili. Odločili smo se, da bomo povečali vpliv faktorja obstoječe rabe, tako, da razmerjem do ostalih faktorjev povečamo utež za tri stopnje (primerjaj preglednici 17 in 18).

Preglednica 19: Spremenjene vrednosti faktorskih uteži

	Vrednosti faktorskih uteži
<i>ceste_fuzz</i>	0,2021
<i>dmv_naklon_fuzz</i>	0,2673
<i>dmv_eksp_r</i>	0,0955
<i>vodotoki_fuzz</i>	0,0395
<i>avtob_p_fuzz</i>	0,0606
<i>raba_nrp_fuzz</i>	0,3010
<i>gozd_fuzz</i>	0,0340

Rezultat novih vrednosti v matriki razmerij prikazuje preglednica 20. Zamenjanemu odločitvenemu kriteriju *raba_nrp_fuzz* smo dodelili najmočnejšo utež (0,3010), vsem ostalim pa so se uteži v primerjavi s preglednico 15 temu primerno znižale.

8.5. Primerjava različic postopkov VKV

Rezultate posameznih različic VKV smo deloma že primerjali preko grafičnih podob potencialno najboljših 20 hektarjev zemljišč za umestitev poselitve. Te podobe so služile le za splošno primerjavo.

V analitični primerjavi različic smo postopali nekoliko drugače. Primernostna območja iz končnih podob smo reklasificirali, z namenom, da razvrstimo posamezne celice v razrede primernosti. Reklasifikacijo smo opravili na izkustven način, meje razredov pa so naslednje:

Preglednica 20: Meje razredov primernosti območij

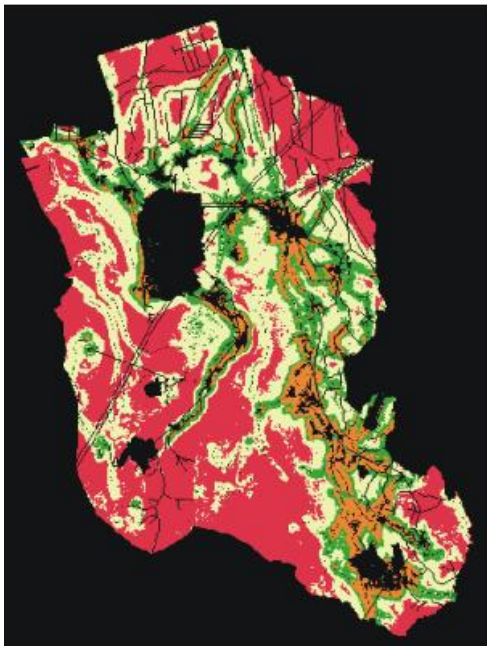
Id razreda	Šrina razreda	opis razreda
0	0	Neprimerna
1	0-100	Pogojno primerna
2	100-140	Manj primerna
3	140-170	Primerna
4	170-240	Zelo primerna
5	240-256	Najbolj primerna

Na spodnji sliki 57 so za boljšo primerjavo prikazane končne podobe primernosti območij vseh štirih različic.

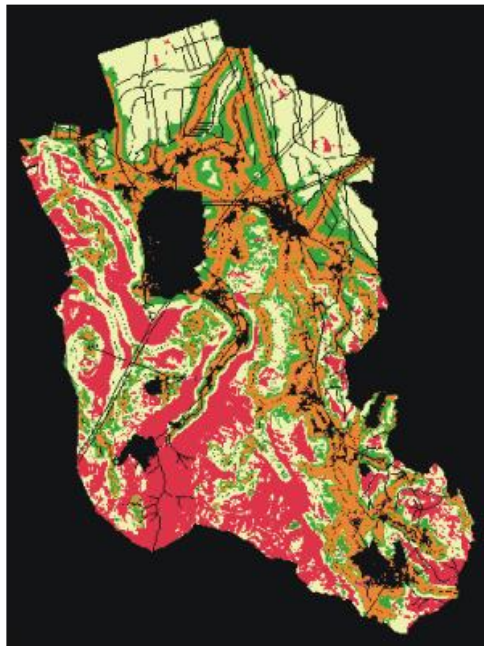
Naj k temu dodamo, da smo bili pri končni podobi različice 3 primorani posebej prikazati tudi poligon občine Ig, s čimer smo izgubili barvne odtenke, uporabljene na preostalih treh podobah.

Pri prikazu rezultatov četrte različice je nujno poudariti, da smo za primerjavo vzeli podobo druge izvedbe (uporaba spremenjenih faktorskih uteži), ki je zadostila planerskim željam po umestitvi novih poselitvenih območij v bližino sedanjih.

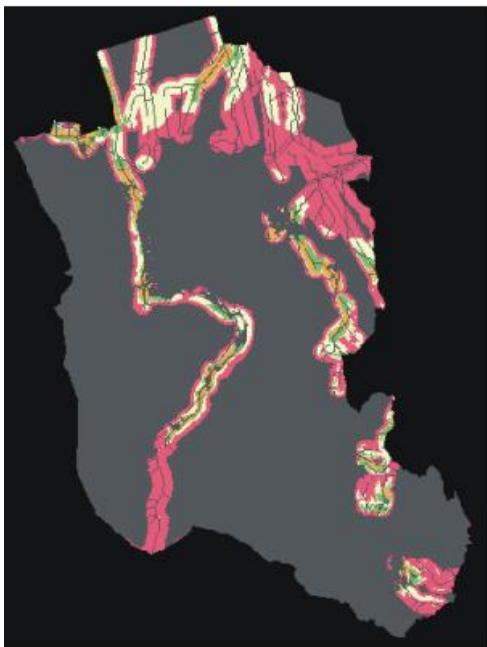
Različica 1 (enake uteži)



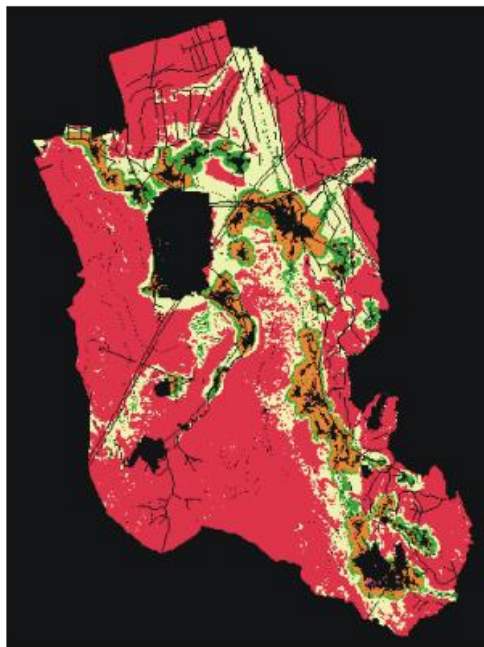
Različica 2 (faktorske uteži)



- neprimerno
- pogojno primerno
- manj primerno
- primerno
- zelo primerno
- najbolj primerno



Različica 3 (fakt. in razvrst. uteži)

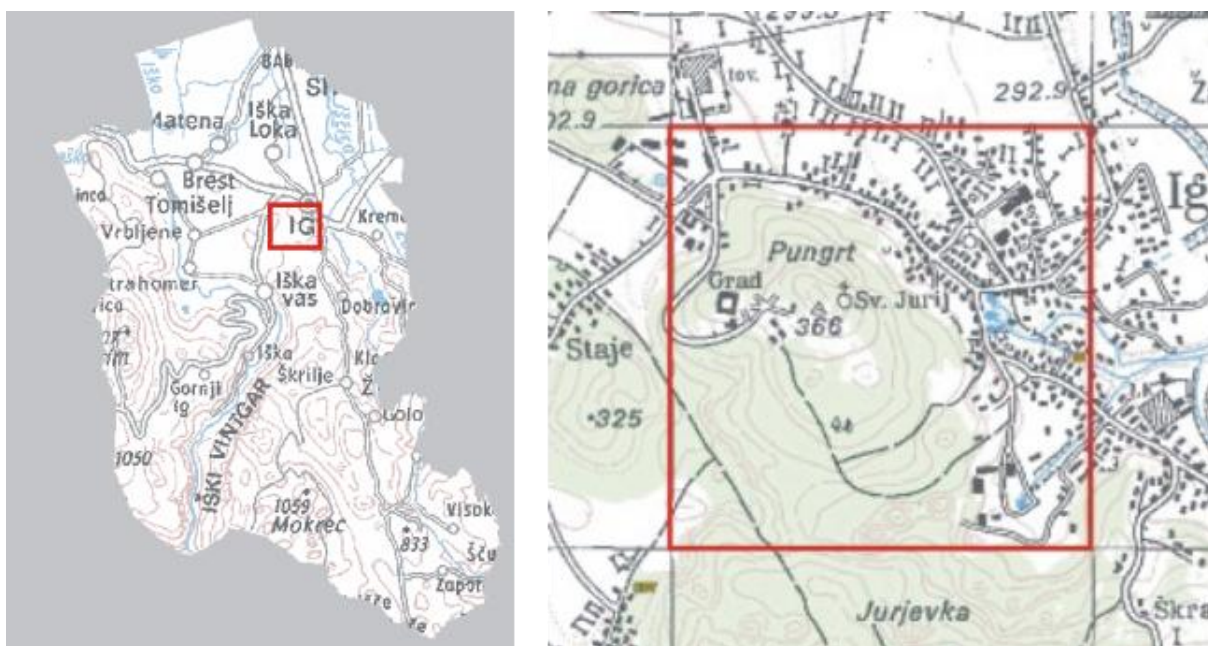


Različica 4 (drug nabor in sprem. fakt. uteži)

Slika 57: Karte razredov primernosti za vse 4 različice

8.5.1. Mikrolokacijska primerjava

Za detaljnější vpogled v rezultate posameznih različic služi primerjava manjših območij. S pomočjo modula WINDOW smo na reklasificiranih podobah, prikazanih na sliki 57, izvzeli manjši odsek velikosti 1000x1000 metrov. V vpogled smo vzeli območje občinskega središča – naselja Ig, natančneje njegov zahodni del.



Slika 58: Prikaz izbranega območja naselja Ig (Vir: www.piso.si, citirano 14.12.2007)

Kot je moč razbrati iz desne podobe na sliki 58, soupada okvir izbranega območja z kvadratom kvadratne mreže za merilo 1:25000. Kvadrat je omejen z naslednjimi koordinatami:

Preglednica 21: Koordinatni okvir izbranega območja naselja Ig

Robne koordinate	
<i>X min</i>	(5)463000
<i>X max</i>	(5)464000
<i>Y min</i>	90000
<i>Y max</i>	91000

Kot geodetsko podlogo pri prikazu izbranega odseka občine Ig smo uporabili digitalni ortofoto posnetek DOF5 (list E2234). Prikaz le-tega je na sliki 59.



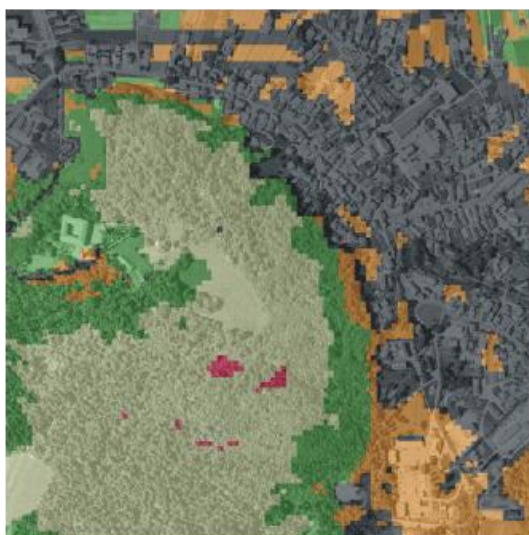
Slika 59: Digitalni ortofoto (list E2234) izbranega območja naselja Ig (dof_mikro)

Na končnih primerjalnih podobah smo hoteli prikazati območja z vsaj primerno stopnjo poselitve (id 3 in več oziroma vrednost pikslov večja od 140).

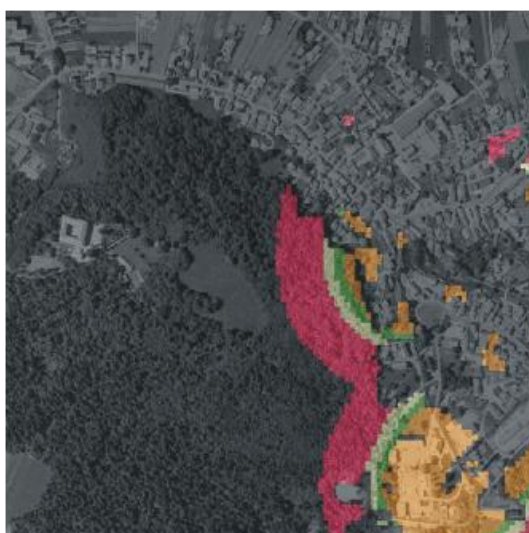
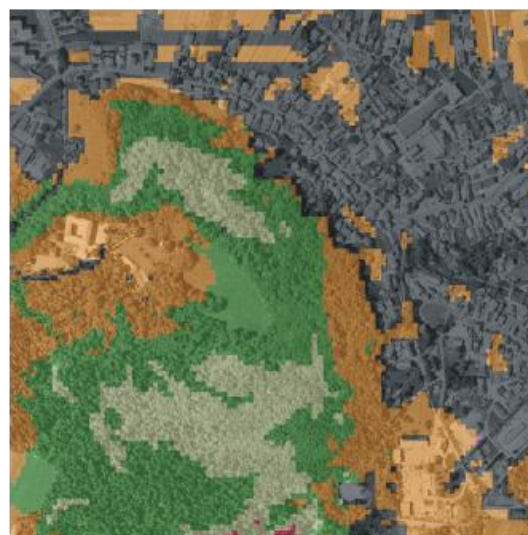
Zaradi različne rastrske ločljivosti podob *dof_mikro* in izbranih odsekov poselitvenih podob (*pos1_mikro*, *pos2_mikro*, ...) je bilo potrebno slednje pretvoriti v ločljivost DOF-ov (0,5 x 0,5 metra). Z modulom EXPAND in faktorjem 20 smo povečali ločljivost rastrskih podob primernostnih območij izbranega dela naselja Ig.

Kot je moč videti iz slike 60 predstavlja različica 2 najbolj optimistično napoved potencialnih poselitvenih površin, medtem ko je njeno nasprotje različica 3. Manjša sprememba v zamenjavi odločitvenega faktorja se kaže tudi v primerjavi različic 2 in 4.

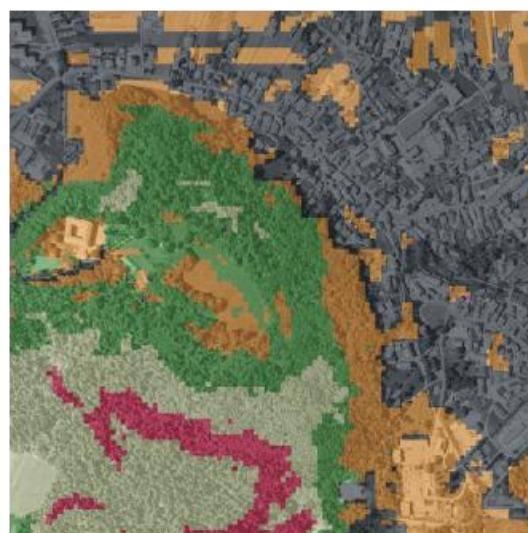
Različica 1 (enake uteži)



Različica 2 (faktorske uteži)



Različica 3 (fakt. in razvrst. uteži)



Različica 4 (drug nabor in sprem. fakt. uteži)

Slika 60: Primernost izbranega območja naselja Ig za poselitev pri vseh štirih različicah

9. VREDNOTENJE REZULTATOV VKV

Namen diplomske naloge je bil preizkusiti metode večkriterijskega vrednotenja s pomočjo stvarnega odločitvenega problema z uporabo kvalitetnih in ažurnih prostorskih podatkov. Podatke, ki so služili kot podpora izdelavi obeh predlogov novih prostorskih dokumentov občine Ig, t. j. Strategiji prostorskega razvoja občine Ig in Prostorskega reda občine Ig, smo v veliki meri uporabili tudi v naši analizi.

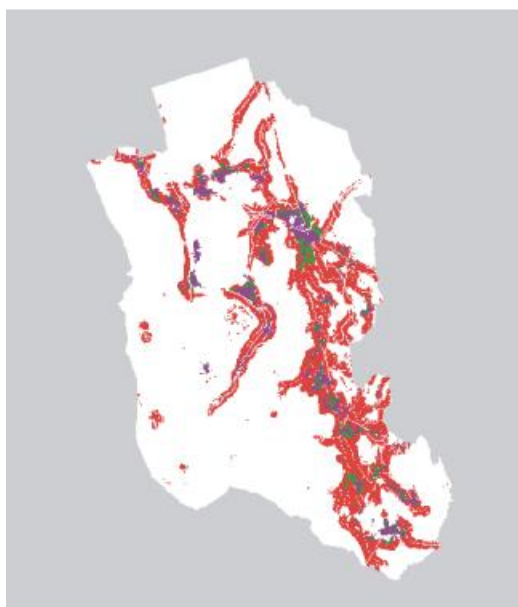
Zaradi predhodne izdelave predloga novega prostorskega načrta občine Ig smo se odločili na deduktiven način ovrednotiti tudi naše pristope večkriterijskega vrednotenja kot podpornike odločitvam v prostoru.

Rezultate štirih analiz primernosti smo primerjali s podatkovnim slojem *raba_nrp_nova*. Gre za načrtovano rabo poselitve v predlogu novega prostorskega načrta občine. Z navzkrižno klasifikacijo, ki smo jo opravili z modulom CROSSTAB, smo reklasificirani podobi načrtovane rabe (*raba_nrp_nova_r*) in reklasificiranim podobam analiz primernosti (*poselitev1_razredi_r* - vrednost 1 smo pripisali razredom 3, 4 in 5 iz preglednice 20, ostalim pa vrednost 0) poiskali vse variante (1|0, 1|1, 0|0, 0|1), ki pomenijo naslednje:

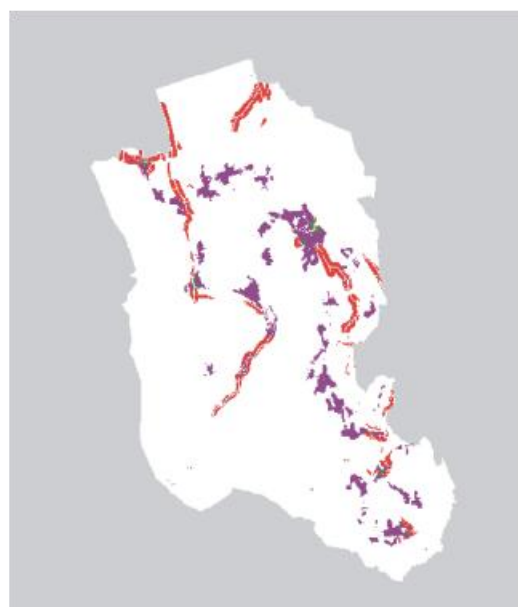
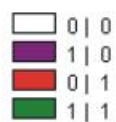
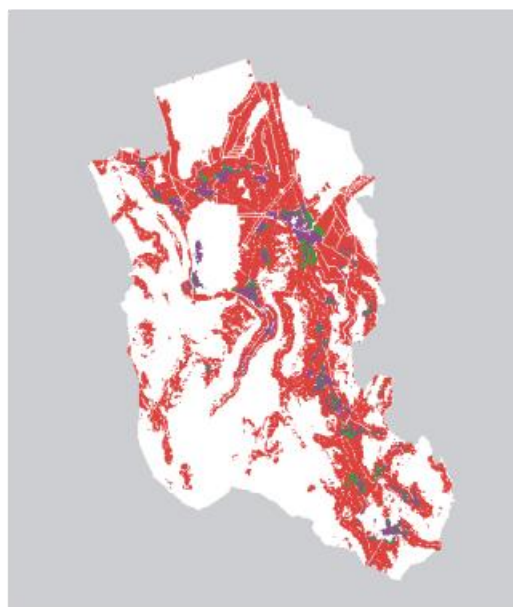
- 1|0 območje je del načrtovane poselitve, ni pa primerno po metodi VKV
- 1|1 je del načrtovane poselitve in je primerno po metodi VKV
- 0|1 ni del načrtovane poselitve in je primerno po metodi VKV
- 0|0 ni del načrtovane poselitve, ni pa primerno po metodi VKV

Hiter pregled slike 61 daje vtis, da smo se načrtovanim poselitvenim območjem najmanj približali z različico 3. Z uporabo metode utežene linearne kombinacije pri različici 2 smo potrdili tezo, da gre pri uporabi tega postopka za najbolj liberalno rešitev.

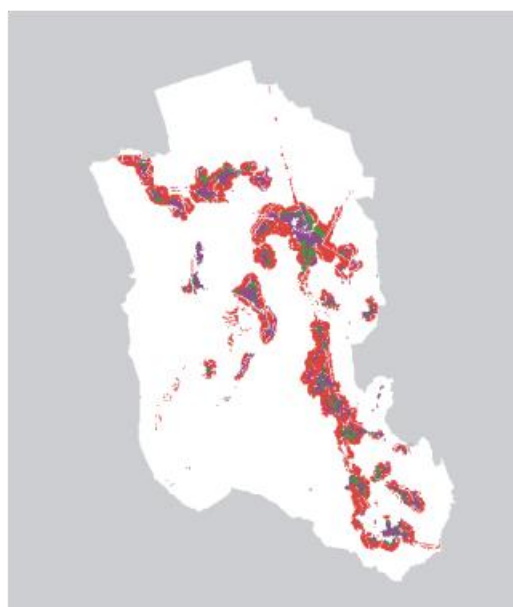
Različica 1 (enake uteži)



Različica 2 (faktorske uteži)



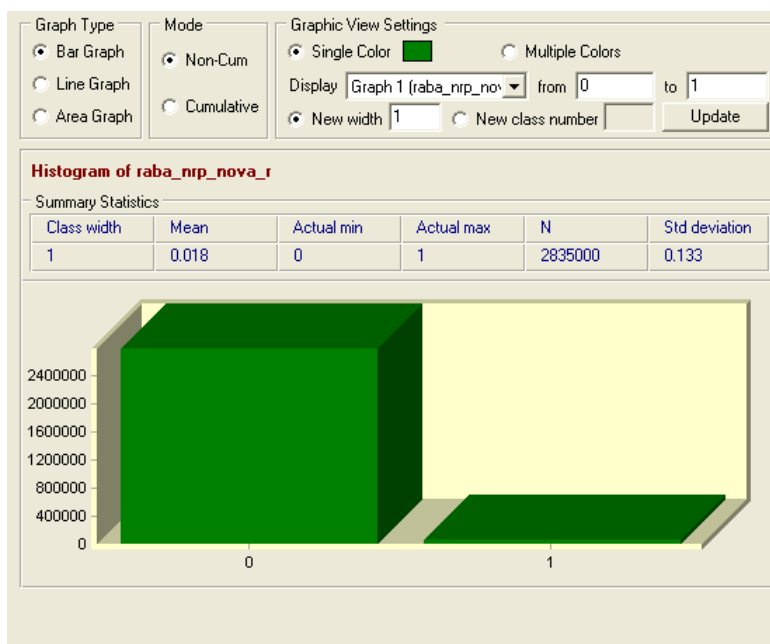
Različica 3 (fakt. in razvrst. uteži)



Različica 4 (drug nabor in sprem. fakt. uteži)

Slika 61: Navzkrižna primerjava načrtovanih območij poselitve v novem prostorskem načrtu in območij izračunanih po metodah VKV

Za detaljniji prikaz se tokrat ne bomo poslužili »mikrolokacijskega« pristopa, temveč bomo pogledali v ozadje posameznih podob, natančneje v frekvenčno porazdelitev vrednosti. V Idrisiju jo dobimo z uporabo modula HISTO, ki na grafičen ali preglednicaričen način prikaže skupno število celic v posameznem razredu.



Slika 62: Histogram podobe raba_nrp_nova_r

Na podobi *raba_nrp_nova_r* imamo z vrednostjo 1 označene vse površine, ki so v predlogu novega prostorskega plana obravnavane kot poselitvene. Teh celic je natanko 51453 (oz. 514, 53 ha).

V nadaljevanju smo za vsako reklasificirano podobo primernosti naredili poizvedbo kolikšen delež (ne)primernih celic se pokriva z načrtovano poselitvijo in tudi kolikšna je razširitev predvidenega poselitvenega območja, vezana na večkriterijsko vrednotenje.

Preglednica 22 prikazuje rezultat frekvenčne porazdelitve različic VKV. Pri interpretaciji se bomo bolj osredotočili na absolutno število pikslov, dodeljenih posameznim razredom navzkrižne klasifikacije (1|0, 1|1, 0|0, 0|1), saj so deleži zaradi velikega števila pikslov v razredu 0|0 težko primerljivi.

Preglednica 22: Frekvenčna porazdelitev podob navzkrižne klasifikacije

Id razreda	št. pikslov	delež (%)	št. pikslov	delež (%)	št. pikslov	delež (%)	št. pikslov	delež (%)
	RAZLIČICA 1 (Pos1_cross)		RAZLIČICA 2 (Pos2_cross)		RAZLIČICA 3 (Pos3_cross)		RAZLIČICA 4 (Pos4_2_cross)	
1 0	33019	3,34	32161	3,26	49101	4,97	33761	3,42
1 1	18434	1,87	19292	1,95	2352	0,24	17692	1,79
0 1	168019	17,01	318943	32,29	31970	3,24	88081	8,92
0 0	768339	77,78	617415	62,50	904388	91,55	634098	64,19
skupaj	987811	100	987811	100	987811	100	987811	100

Največ skupnih površin (skoraj 193 ha) primernih za poselitev (razred 1|1) smo dobili z drugo različico. Nekaj manj (za 0,01% oz. 8 ha) jih dobimo s prvo različico. Vzrok za malo število poselitveno primernih površin (2352 pikslov) na podobi tretje različice tiči v razdelitvi faktorjev na stroškovne in okoljske.

Kot smo omenili v petem poglavju, kjer je beseda tekla o metodi razvrstilnega uteženega povprečja, operiramo pri tem pristopu z dvema ločenima analizama primernosti, ki jih naknadno združimo. Glede na to, da smo imeli pri »okoljski« analizi v naboru zgolj 2 odločitvena faktorja, je zaradi njune posebnosti prišlo do veliko praznih območjih, na katerih ta dva kriterija nista imela vpliva. Te, ničte vrednosti so se prenesle na končni rezultat, saj bi bilo tudi v primeru, da bi imeli na prvi, »stroškovni« analizi primernosti območje maksimalno primerno za poselitev (vrednost piksla 255), bi bilo le-to po fazi združitve ovrednoteno kot neprimerno ($255/2 = 127,5$).

Pri uporabi RUP-ja je prav iz tega razloga nujno vzeti v precep nabor faktorjev, ki s svojim vplivom vsaj pretežno pokrijejo območje proučevanja.

Nastali odmik od različic rezultatov VKV bi lahko vsaj minimalno ublažili tudi pri samem prekrivanju obeh »okoljskih« podob. Spomnimo: za združitve le-teh smo se, na priporočilo

zapisov v literaturi, odločili za majhno stopnjo tveganja in nič uravnoteženja (rang 1 dobi vrednost 1, rang 2 pa vrednost 0). Glede na zgoraj omenjeno dilemo, in sicer »nepokritja« pretežnega dela proučevanega območja, bi lahko pri združevanju naredili odmik od ustaljene prakse. V primeru, da bi se odločili za veliko stopnjo tveganja in nič uravnoteženja (rang 1 = 0, rang 2 = 1), bi iz njunih vplivnih območij izvlekli maksimum in na ta način vsekakor vsaj deloma omejili to »nepokritost«.

Ena izmed možnih rešitev bi bila tudi v spremembi tipa in kontrolnih točk prevrednotenja. Ta korak večkriterijskega vrednotenja je na videz res mogoče spreminjati v nedogled, a vsemu navkljub je tudi pri tem potreben premislek. Še več: glede na zastavljen odločitveni problem in glede na naše izhodišče (parcelno natančnost) bi poseg v ta del VKV-ja povzročil »metuljev efekt«: sprememba vrednosti kontrolnih točk pri enem odločitvenem faktorju bi potegnila za sabo spremembe vrednosti kontrolnih točk ostalih odločitvenih faktorjev. V tem primeru bi se soočali s precenjenimi ali podcenjenimi vrednosti vpliva odločitvenih spremenljivk.

Naš predlog pri razrešitvi je vsekakor ta, da se poslužimo metode RUP-ja (različice 3) v primeru, ko imamo na razpolago zadostno število faktorjev (tako okoljskih, kot tudi stroškovnih), kajti le takrat bomo zadostili potrebam analize.

Zanimiv je tudi vpogled v frekvenčno porazdelitev razreda 0|1 (preglednica 22). Gre torej za število pikslov, ki so po naših različicah ovrednotena kot primerna območja za poselitev, pri čemer pa ne »padejo« v poligone nove poselitve, zaznačene v predlogu novega prostorskega načrta občine Ig. Tu se še enkrat potrjuje dejstvo, da gre pri uporabi ULK-ja za najbolj liberalen pristop pri določanju primernostnih površin. Kot vidimo je v različici 2 preko 300 hektarjev površin, katerih pikselske vrednosti presegajo mejo 140. V primeru tretje različice vidimo, da je teh površin desetkrat manj.

K temu velja dodati še rezultate različice 4, pri kateri smo z zamenjavo enega od odločitvenih faktorjev in spremembo faktorskih uteži grobo posegli v sam postopek VKV. Če vemo, da izhajamo iz enakih metodoloških osnov kot pri različici 2 (metoda ULK), potem lahko na

podlagi frekvenčnih porazdelitev razreda 0|1 (318943 pikslov pri različici 2 in 88081 pikslov pri različici 4) potrdimo velik pomen določanja faktorskih uteži pri postopku VKV.

Preglednica 23: Delna frekvenčna porazdelitev podob navzkrižne klasifikacije

Id razreda	št. pikslov	delež (%)	št. pikslov	delež (%)	št. pikslov	delež (%)	št. pikslov	delež (%)
	RAZLIČICA 1 (Pos1_cross)		RAZLIČICA 2 (Pos2_cross)		RAZLIČICA 3 (Pos3_cross)		RAZLIČICA 4 (Pos4_2_cross)	
1 0	33019	0,64	32161	0,63	49101	0,95	33761	0,66
1 1	18434	0,36	19292	0,37	2352	0,05	17692	0,34

V preglednici 23 smo s prikazom frekvenčne porazdelitve razredov 1|0 in 1|1 želeli prikazati uspešnost različnih pristopov VKV pri iskanju primernih poselitvenih območij v razmerju do začrtanih poselitvenih poligonov znotraj predloga novega Prostorskega načrta občine Ig.

Izrazito izstopajoč je majhen delež primernih površin (5%) pri različici 3. Razloge za ta razkorak smo že navedli. Uspešnost ostalih treh različic je na podobni ravni (od 34 do 37%).

10. ZAKLJUČEK

Postopek večkriterijskega vrednotenja predstavlja v sistemih GIS pomembno podporo odločitvam v prostoru. Glede na rezultate analiz primernosti tega sprva niti ne bi mogli trditi. Pomembno je dejstvo, da obstaja pomembna razlika med metodološkimi pristopi večkriterijskega vrednotenja. Z izsledki naših analiz smo poizkušali prikazati vsaj nekaj letih.

Odločevalcem je lahko informacija, pridobljena iz kvalitetnega in s stroko podprtega GIS vrednotenja prostora, pomembno sporočilo pri končni odločitvi umestitve določene dejavnosti v prostor.

Pri samem postopku VKV-ja smo nakazali kar nekaj delikatnih korakov, v katerih je moč spretno krmariti med interesi politike in stroke. Izbor omejitev, odločitvenih faktorjev, standardizacije, matrike razmerij, metod dela. Vse to so postavke, v katerih se lahko krešejo mnjenja strokovnjakov.

Sam postopek VKV-ja mora biti zato vseskozi v rokah odgovorne osebe – odločevalca. Pomembno je, da se pri odprtih (zgoraj omenjenih) postavkah, obrne na širši krog strokovnjakov, kajti le tako je moč minimizirati subjektiven vpliv. Šele v primeru, ko odločevalec (ang. *Decision maker*) zadosti vsem pogojem (ob predpostavki, da operira s kvalitetnimi in ažurnimi podatki), je mogoče njegove GIS informacije ovrednotiti kot verodostojne.

Pričakovati je, da bodo v prihodnje odločitve v prostoru v veliki meri podprte preko kvalitetnih GIS postopkov. Tako kot ni mogoče imeti pri delu na terenu vpogleda v celoten spekter soodvisnosti naravno- in družbeno geografskih dejavnikov, ni mogoče niti pri delu z GIS orodji zadostiti vsem pogojem. Veliko vlogo igra pri obeh metodah dela izkustveni pristop, s katerim lahko prebrodimo nastale težave.

Kljub vedno večji vlogi računalniško podprtih sistemov lahko položaj geoinformacijsko podprtega VKV-ja opredelimo kot dobro dopolnilno vlogo pri podpori odločanju v prostoru. »Dobitna« kombinacija pri sprejemanju odločitev ostaja kombinacija dela na terenu s servisno podporo geografskih informacijskih sistemov.

Postopek priprave prostorskih dokumentov, kot sta SPRO in PRO, zahteva tudi vključitev zainteresirane javnosti. Že pregovorno veliko nezaupanje javnosti v strokovnost odločitev lahko v veliki meri zmanjšamo z uporabo geoinformacijske metode večkriterijskega vrednotenja, ki predstavlja ob strokovni uporabi pomembno orodje pri podpori utemeljevanja sprejetih odločitev.

VIRI

Drobne, S., Fabjan D., Paliska D. 2000. Vpliv dostopnosti do avtobusnih postajališč na odločitev potnikov o transportnem sredstvu v RS. Geografski informacijski sistemi v Sloveniji 1999-2000. Ljubljana, ZRC SAZU: 233-241.

Eastman, J. R. 2001. Idrisi 32 Release 2, Tutorial. Worchester, Clark University, Clark Labs.

Eastman, J. R. 2006. Idrisi Andes – Guide to GIS and Image Processing. Worchester, Clark University, Clark Labs.

Jimenez. 1995. Uncertainty in GIS.

[Http://www.scas.cit.cornell.edu/\(andeval\)/le_notes/sh94ch5p.htm](http://www.scas.cit.cornell.edu/(andeval)/le_notes/sh94ch5p.htm) (15. 9. 2007)

Klosterman, R., E. 2001. A new perspective of computer-aided planning. Planning support system. ESRI: str. 2-24.

Kwamme K., Oštir K., Stančič Z., Šumrada R. 1997. Geografski informacijski sistemi. Ljubljana, ZRC SAZU: 476 str.

Kodrič, L. 2001. Uporabnost kombinacij podatkovnih slojev v GIS-ih za prostorsko planiranje: magistrsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezije: 215 str.

Kovič, B. 1999. Geografski informacijski sistem kot podpora odločitvam v prostoru: diplomsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezije: 104 str.

Marble, D. F. 1984. Geographic Information Systems: An Overview. V Spatial Information Technologies for remote sensing today and tomorrow, Proceedings of Pecora 9. IEEE, Silver Springs: 18-24.

Malczewski, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley and Sons, Toronto: 377 str.

Podobnikar T., Oštir K., Zakšek K. 2003. Osončenost površja Slovenije. Geodetski vestnik, 47, 1-2: 55-63.

Pogačnik A. 1999. Urbanistično planiranje. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 252 str.

Schwarz A. 1998. Entscheidungsfindung und GIS.

[Http://www.sbg.ac.at](http://www.sbg.ac.at) (15. 9. 2007)

Saaty, T., L. 1977. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. J. Math. Psychology: 234–281.

Smernice varstva kulturne dediščine za Prostorski red Občine Ig. 2005. Ljubljana, Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Območna enota Ljubljana: 24 str.

.

Strategija prostorskega razvoja Slovenije. UL RS, št. 76/04: 3397.

Šumrada, R. 2005. Strukture podatkov in prostorske analize. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 284 str.

Vidiček, M. 2005. Prireditve priročnika za vaje iz naprednih prostorskih analiz v GIS – orodju Idrisi, Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 117 str.

Vončina, S. 2006. Uporaba geografskih informacijskih sistemov v prostorskem planiranju na primeru občine Dobrna: diplomsko delo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 77 str.

Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov
Ljubljanskega barja z okolico. UL RS, št. 115/07: 5704.

Zakon o ohranjanju narave. UL RS, št. 96/04: 4233.

Med ostalimi viri

Prostorski informacijski sistem občin:
<http://www.piso.si>. (14. 12. 2007)

PRILOGA A

12. člen Uredbe o VVO za vodonosnik Barje

»Ne glede na določbe 6. člena te uredbe je na najožjem vodovarstvenem območju na območju občine Ig v naselju Srahomer in Vrbljene gradnja stanovanjskih objektov iz tabele 1.1, priloge 3, navedenih pod zaporedno številko 1 na parcelah št. 2/1-del, 2/2-del, 7-del, 8-del, 14/1-del, 15-del, 16-del, 17-del, 18/1-del, 25/1-del, 25/2-del, 30-del, 31-del, 33-del, 36-del, 42/1-del, 42/2-del, 42/3-del, 45/1-del, 46/1-del, 50/1-del, 53-del, 56/1-del, 57/1-del, 60-del, 63-del, 66-del, 68-del, 71-del, 74/1-del, 80/1-del, 91-del, 92/1-del, 95/1-del, 96-del, 97/2-del, 99/2-del, 100/1-del, 101/1-del, 101/2-del, 332/1-del, 333/1-del, 334/1-del, 381/1-del, 381/2-del, 382/1-del, 383-del, 384-del, 385-del, 387/1-del, 387/2-del, 387/6-del, 408/1-del, 409/1-del, 1423-del, 1458-del, 1459-del, 1460-del, 1541-del, 1542-del, 1548-del, 1549/1-del, 1550/1-del, 1557-del, 1558/2-del, 1568-del, 1569-del, 1570/1-del, 1588-del, 1589-del, 1591-del, 1592/1-del, 1593-del, 1608-del, 1610/1-del, 1611-del, 1613/1-del, 1697/1-del, 1/1, 1/2, *3/1, *3/2, 5/1, 5/2, 6/1, 6/2, 9, 10/1, 10/2, *12, 12/2, 13/2, *14, 14/2, 14/3, *15/2, *16/2, *18/1, 18/2, *18/2, *18/3, *23, *25, 25/3, 25/4, *26/1, 27/2, *29, 37/1, 37/2, 37/3, 37/4, 40, *41, 41/1, 41/2, 41/3, 45/2, 45/3, *46/1, 46/2, *46/2, 48/1, 48/2, 48/3, 48/4, 54, 56/3, 57/2, *58, 59/1, 59/2, 59/3, *60, *64, 64, *65/1, 65/1, *65/2, 65/2, *66/1, *68/1, *68/6, *68/7, 69, 70, 74/2, 75/1, 75/2, 75/3, 75/4, 75/5, 78, 79/1, 79/2, 79/3, 80/2, 80/3, *81/1, *81/2, *82/1, *82/2, *84, *88, *89, *92, 92/2, 92/3, 92/4, *93, 95/2, 95/3, 100/2, 100/3, *109/2, *135, *136, *141, *148, *149, *150, *151, *152, *155, *156, *159, *161, *162, 332/2, 332/3, 333/2, 334/2, 334/3, 337/2, 338/2, 342/1, 342/2, 342/3, 342/6, 342/7, 342/8, 342/9, 342/10, 342/11, 381/3, 382/2, 386/2, 387/3, 387/4, 387/5, 388, 389, 390, 391, 394, 395, 406, 408/3, 409/2, 1425/1, 1425/2, 1425/3, 1426/1, 1426/2, 1429, 1430, 1433, 1453, 1545/2, 1549/3, 1553/2, 1553/3, 1558/3, 1559/4, 1560/4, 1570/2, 1571/1, 1571/2, 1571/3, 1572, 1574, 1575/1, 1575/2, 1576/1, 1576/2, 1577, 1578/1, 1578/2, 1579/1, 1579/2, 1581/1, 1581/2, 1582/1, 1583/1, 1584, 1585/1, 1585/2, 1586, 1587/1, 1587/2, 1587/3, 1590, 1595/1, 1595/2, 1597, 1598, 1599/1, 1599/2, 1599/3, 1600, 1602, 1604/1, 1604/2, 1604/3, 1604/4, 1604/5, 1605, 1606/1, 1606/2, 1606/3, 1606/4, 1610/2, 1610/3, 1610/4, 1613/2, 1615/1, 1615/2, 1617, 1671, 48/4, 342/12, 342/13 k.o. Vrbljene, v naselju Gornji Ig na parcelah s številkami 1148-del, 1139/2, 1147/3, 1170/2-del, 1192/1-del, 1192/2 k.o. Iška vas in v naselju Zapotok ter Visoko na parcelah št. 32/4-del, 32/22-del, 32/28-del, 32/30-del, 32/31-del, 413/23-del, 436/1-del, 460/1-del, 474-del, 638/1-del, 643/1-del, 1331/2-del, 1332-del, 1333-del, 1334-del, 1335-del, 1341/2-del, 1344-del, *1, 2, 3, 5/1, 5/2, 6, 7, 8, 10, 12, 14/1, 14/2, 19, 20, 22, 23, 25, 26/1, 26/2, 29, 31/1, 31/2, 32/6, 32/7, 32/8, 32/9, 32/10, 32/11, 32/12, 32/13, 32/14, 32/15, 32/16, 32/17, 32/18, 32/19, 32/20, 32/21, 32/23, 32/24, 32/25, 32/26, 32/27, 32/34, 33, 35, 40/1, *42, *43/1, 51/6, 51/7, 53, 56, 70, 71, *84, *88, *90, *91, *94, *96, *98, *99, 101/1, 101/2, *102, 102/1, 102/2, 102/3, 103/1, 103/2, 103/3, 104, 105/2, 105/4, *109, 407/3, 436/2, 436/3, 436/4, 438/3, 442/3, 442/4, 447/2, 460/2, 491/4, 491/5, 491/7, 491/8, 491/9, 491/24, 543/10, 638/3, 638/4, 638/5, 638/6, 643/2, 643/3, 647/1, 647/2, 647/3, 647/4, 647/5, 647/6, 647/7, 649/1, 649/2, 653, 655/1, 655/2, 655/3, 655/4, 655/5, 655/6, 655/7, 655/8, 655/9, 659/1, 659/2, 659/3, 659/4, 663, 668/1, 668/2, 668/3, 668/4, 668/5, 668/6, 668/7,

669/2,669/3, 669/4, 669/5, 669/6, 669/9, 670/1, 670/2, 670/3, 670/4, 670/5, 670/6, 670/7, 670/8, 670/9, 670/10, 670/11, 670/12, 670/13, 670/14, 670/15, 674/1, 674/2, 674/3, 674/4, 674/5, 678/1, 678/2, 678/3, 678/4, 678/5, 679/1, 679/2, 680/1, 680/2, 680/3, 684/1, 684/2, 684/3, 684/4, 685/1, 685/2, 685/3, 686, 1331/1, 1341/3, 1341/4, 1341/5, 1341/6, 1343, 636/2, 636/1, 639, 635, 638/2, 670/16, 674/6, 659/5, 659/6, 644/2, 644/3, 693/4, 644/4, 644/5, 644/8, 413/43, 413/46, 413/48, 413/44, 413/45, 436/5, 498/2, 498/6, 498/7, 498/8, 632/20, 491/27, 491/28, 491/29, 491/25, 1341/1, 642/7, 837/36, 839/16, 837/38, 837/37, 840/5, 839/14, 837/39, 837/49, 837/30, 837/31, 841/1, 843/2, 841/2, 839/15, *110, 1353/2, 757/6, 757/23, 698/11, 698/9, 698/4, 698/5, 630/3, 698/1 k.o. Zapotok, ter v naselju Selnik na zemljiščih parcelna št. 1197-del, 1197-del, 1138/3-del, 1223 vsa k.o. Zapotok, dovoljena in se za gradnjo lahko izda vodno soglasje, če gre za funkcionalne zaokrožitve komunalno opremljenih območij in dopolnilno gradnjo objektov, ki pomenijo izkoristek prostih in nezadostno izkoriščenih površin znotraj naselij v skladu z Odlokom o prostorskih ureditvenih pogojih za območje Občine Ig (Uradni list RS, št. 70/98, 23/00 in 26/04). « (12. člen Uredbe o VVO Barje, 2007)

PRILOGA B

PREGLEDNICA OMEJITEV				
<i>Omejitveni faktor</i>	<i>Uporabljeni sloji</i>	<i>Uporabljeni moduli</i>	<i>Prevredn otenje</i>	<i>Kontrol ne točke</i>
Avtob_p_fuzz	Avtob_postaje	BUFFER (500m) DISTANCE	J-funkcija	c=0, d =1500
Ceste_d_fuzz	Ceste_drzavne Ceste_o_igzap	OVERLAY BUFFER (20m) DISTANCE FUZZY	J-funkcija	c=30, d =180
	Ceste_o	DISTANCE FUZZY	J-funkcija	c=50, d =200
	Ceste_g	DISTANCE FUZZY	S-funkcija	c=50, d=200
Dmv_naklon_fuzz	Dmv_ig	SLOPE (stopinje) FUZZY	J-funkcija	c=5 in d=15
Dmv_eksp_r	Dmv_ig	SLOPE(aspect) RECLASS	Izkustveno (na podlagi osončenosti)	/
Vodotoki_fuzz	Vodotoki_tip2040 50 Vodotoki_tip70 Vodotoki_tip10	BUFFER (10m) OVERLAY DISTANCE FUZZY	S-funkcija	c=40 d=240
Gozd_fuzz	Gozd_socio Gozd_socio_t	OVERLAY (+) DISTANCE FUZZY	J-funkcija	c=200 d=1000
Raba_3000_fuzz	Rabatal_3000	DISTANCE FUZZY	S-funkcija	c=50 d=200

PRILOGA C

Voda_omejitev	Vodotoki_tip10 Vodotoki_netip10 Voda_vvo01 Vodni_izviri Vodna_zajetja	BUFFER OVERLAY (+)	/	/	/
Elek_vodi_omejitev	Elek_vodi	BUFFER	/	/	/
Raba_omejitev	Raba_3000 Raba_mesobm Ceste_d Ceste_o Ceste_g	RECLASS OVERLAY (-;+)	/	/	/