Određivanje najpovoljnije lokacije za izgradnju hotela metodom višekriterijalne analize

Jokić, Anto Bojan

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:676340

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Anto Bojan Jokić

Split, 2015.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Anto Bojan Jokić

Određivanje najpovoljnije lokacije za izgradnju hotela metodom višekriterijalne analize

Diplomski rad

Split, 2015.

Određivanje najpovoljnije lokacije za izgradnju hotela metodom višekriterijalne analize

Sažetak:

Prikazana je metodologija izbora lokacije za izgradnju hotela koja se temelji na metodama sustavnog inženjerstva i to višekriterijalnoj analizi uz korištenje GIS-a (Geografsko informacijskog sustava). Predložena metodologija omogućava cjelovito i sustavno rješavanje problema, pri čemu su u obzir uzeti mnogobrojni elementi. Rezultat je prijedlog lokacije koja predstavlja najbolje kompromisno rješenje u skladu s kriterijima i preferencijama sudionika.

Ključne riječi:

Višekriterijalna analiza; GIS; hotel; lokacija; kriteriji; rezultat

Defining the most suitable site for the construction of hotel using the multicriteria analysis

Abstract:

The methodology for hotel site selection, based on the systems engineering methods, including multicriteria analysis and GIS, is presented. The proposed methodology enables an integral and systemic resolution of problems, with many considered elements. The result is the site proposal that constitutes the best possible compromise solution.

Keywords:

Multicriteria analysis; GIS; hotel; location; criteria; result

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Anto Bojan Jokić

BROJ INDEKSA: 469

KATEDRA: **Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**

PREDMET: Sustavi odlučivanja u građevinarstvu

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Određivanje najpovoljnije lokacije za izgradnju hotela metodom višekriterijalne analize

Opis zadatka: Zadatak ovog rada je da se na temelju prikupljenih podataka i primjenom kriterija u geografsko - informacijskom sustavu (GIS) utvrde potencijalne lokacije za izgradnju hotela u gradu Solinu. Lokaciju na kojoj je već izgrađen hotel usporedit ćemo ujedno sa ostalima, pa pogledati da li je hotel izgrađen na najboljoj lokaciji. Daljnjim korištenjem višekriterijalne analize izvedene metodom PROMETHEE i samostalnim dodjeljivanjem ocjena odabranim kriterijima u dva različita scenarija dobiti najbolje kompromisno rješenje.

U Splitu, 01.04.2015.

Voditelj Diplomskog rada:

Prof.dr.sc. Nenad Mladineo

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:
Prof. dr. sc. Ivica Boko

„Zaboravit nikad neću tvoje oči blage, mile, i
ručice majko tvoje koje su me othranile…“

Sadržaj

1. UVOD 1

1.1. O Solinu 1

2. CILJNA ANALIZA 12

2.1. Definiranje ciljeva 12

2.2. Hijerarhijska struktura ciljeva 12

2.2.1. Skupina podciljeva - Društvena korist 12

2.2.2. Skupina podciljeva - Funkcionalnost 13

2.2.3. Skupina podciljeva – Ekonomska isplativost 13

2.2.4. Skupina podciljeva – Minimalno ugrožavanje prostornog integriteta .. 14

3. RAČUNALNA PODRŠKA 15

3.1. GIS 15

3.2. ArcGIS Online 17

4. PROBLEM I KRITERIJI 18

4.1. Općenito o problemu 18

4.2. Kriteriji 20

5. RAZRADA KRITERIJA 21

5.1. Vlasništvo parcele 21

5.2. Veličina parcele 22

5.2.1. Obrada kriterija u ArcGIS-u 23

5.3. Namjena terena (GUP) 27

5.4. Izloženost industrijskim utjecajima 29

5.5. Uklapanje u ambijent 30

5.6. Dostupnost vodoopskrbe, kanalizacije i električne energije 32

5.6.1. Vodoopskrba 32

5.6.2. Kanalizacija 33
5.6.3. Elektroopskrba 33
5.6.4. Obrada kriterija 33
5.7. Dostupnost prometnica 37
5.8. Nagib terena 38
5.9. Cijena zemljišta 41
5.10. Cijena investicije 41
6. VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMA 43
6.1. Karakteristike višekriterijalne analize 43
6.2. Karakteristike modela višekriterijalne analize 44
6.3. Metodologija rada 45
6.4. Programska podrška 46
6.5. Višekriterijalna analiza metodom PROMETHEE 47
7. METODE RANGIRANJA AKCIJA 50
7.1. Metoda PROMETHEE 50
7.1.1. Obuhvat kriterija 50
7.1.2. Procijenjena relacija "višeg ranga" 54
7.1.3. Korištenje relacije "višeg ranga" 55
7.2. Metoda GAIA 56
8. SCENARIJI, TEŽINE TE PROGRAMSKA RJEŠENJA 60
8.1. Scenariji i težine 60
8.2. Rezultati analiziranog problema 64
8.2.1. Preferance Flows 64
8.2.2. The PROMETHEE rankings 66
8.2.3. The GAIA plane 68
9. ZAKLJUČAK 72

10. LITERATURA 74

1. UVOD

Značajnu ulogu ima izbor lokacije za izgradnju hotela, samim tim je to i zahtjevan zadatak koji se temelji na mnogim javno-političkim, ekonomskim, i društvenim faktorima. Na kraju najpovoljnije odabrana lokacija mora biti rezultat cjelovite analize i procjene kojom se ispituje svaka prihvatljiva lokacija u određenom prostoru, u našem slučaju u gradu Solinu. Predmetom detaljnog istraživanja i analize trebaju biti sve potencijalne lokacije, kako bi se dobile pouzdane informacije i utvrdile međusobne razlike.

Idealna lokacija za izgradnju hotela može se zamisliti kao općeniti problem koji uključuje brojne karakteristike poput topografije terena ili cjelokupne infrastrukture. Lokacija tj. građevina će služiti postojećim i budućim populacijama stoga mora biti izuzeta od bilo koje opasnosti. To znači da će građevina biti udaljena od industrijskih područja i nepovoljnih prometnica, ali mora biti dovoljno blizu važnijim javnim objektima i rekreacijskim područjima. Lociranje hotela je i ozbiljna javno-politička odluka. Dostupnost zemljišta, namjena zemljišta, javno mnijenje i druga pitanja zajednice mogu imati značajan utjecaj na odabir tražene lokacije. Lokalna zajednica kod odabira lokacije za bilo koju građevinu treba biti uključena.

U današnje vrijeme, s razvojem geografsko informacijskog sustava (GIS) i suvremenih računalnih tehnologija, odabir lokacije je nešto pojednostavljen zadatak u odnosu na prošla vremena. Obuhvatit ćemo isključivo samo kriterije vezane uz građevinsku struku s obzirom na opširnost promatranog područja. Promatrat ćemo četiri lokacije za izgradnju hotela. Na kraju, uz pomoć kriterija odabrat ćemo najpovoljniju lokaciju. Na jednoj lokaciji je već izgrađen hotel, razmotrit ćemo ujedno da li je ta lokacija bila najbolji odabir. Za dobivanje rješenja zadanog problema koristit ćemo jednu od metoda višekriterijalne analize.

1.1. O Solinu

Grad Solin se nalazi u blizini ušća rijeke Jadro, udaljen 5 km sjeveroistočno od Splita. Na magistralnoj je prometnici (M11.03, E71) Split-Sinj. Sastoji se od tri izdvojene cjeline: središnjeg dijela na raskrižju cesta (Mitnica) prema Splitu, Trogiru i Klisu (stambeno-poslovni dio Solina), od Majdana, u maloj kotlini gornjeg toka Jadra, s

tvornicom cementa, i od Donje Strane (Sveti Kajo), oko 1,5 km zapadno od središnjeg dijela, na cesti prema Trogiru, s tvornicom cementa i industrijskim pogonima. Između Donje Strane i središnjeg dijela Solina ostaci su antičke Salone.



Slika 1. Lokacija Solina (karta Hrvatske)

Površina: 18 km²

Broj stanovnika: 24 125

Klima: mediteranska

Položaj: 16,53 stupnja istočne zemljopisne dužine i 46,47 stupnjeva sjeverne zemljopisne širine

Udaljenosti:

Solin - Split 3 km

Solin - Zagreb 385 km

Solin - Rijeka 369 km

Solin - Osijek 480 km

Solin - Dubrovnik 225 km



Slika 2. Most na rijeci Jadro u centru grada Solina

Solin je prvotno postojao pod imenom Salona i bio je grčka kolonija osnovana u 3. st. pr. Kr., a zatim i rimska. O salonitanskoj prošlosti postoji uistinu mnogo podataka i mogle bi se ispisati stranice, no da se shvati veličina Salone, dovoljno je reći nekoliko činjenica. Salona je imala 60 000 stanovnika i bila je četvrti po veličini grad u Rimskome Carstvu. Bila je središte provinicije Ilirik, a kasnije i nadbiskupsko središte ovih krajeva. Prvi solinski biskup, bio je sv. Dujam. Salona je pala pod navalom Slavena i Avara u 7. stoljeću, no još nije precizirana godina njenog pada zbog različitih dokaza. Još i dan danas traju iskapanja nekad veličanstvenog grada, koji je bio značajan i u starohrvatskoj i

starokršćanskoj povijesti. On se navodi kao mjesto prvih pokrštavanja Hrvata te se rijeka Jadro koja protječe Solinom navodi kao „hrvatski Jordan", u bazilici Sv. Petra i Mojsija je okrunjen hrvatski kralj Zvonimir, a kraljica Jelena Slavna je podigla dvije crkve, od kojih jedna još uvijek postoji iako je nekoliko puta uništena, ali svaki put obnovljena, te je najstarije marijansko svetište u Hrvata, te mjesto posjeta pape Ivana Pavla II. 4. listopada 1998.

Značaj Salone je upravo to što većina Salone nije pod Solinom kao što je to slučaj u drugim gradovima te se još mnogo toga nalazi pod zemljom samo zbog nedostatka svijesti, ljudi i novca. No, nedavno je pokrenuta ideja da se pokuša staviti Salonu pod zaštitu UNESCO-a, u nadi da će se tako sačuvati naše zaboravljeno nacionalno blago.



Slika 3. Župna crkva Gospe od Otoka

Gospodarstvo

Solin se počeo snažno gospodarski razvijati u drugoj polovici prošlog stoljeća. Nositelj doseljavanja stanovništva i pokretanja cijelog niza djelatnosti bila je proizvodnja cementa. U Solinu se nalaze dvije cementare tvrtke Dalmacijacement, najvećeg proizvođača cementa u Republici Hrvatskoj. Iako proklamirani zaštitnici okoliša, povremenim nepoštivanjem ekoloških propisa predstavljaju rizik za zdravlje okolnog stanovništva. Također, u Solinu se nalazi i središte poslovne jedinice Ine za ovaj dio

Dalmacije, koja se sastoji od administrativnog i skladišnog dijela te lučkog terminala za prekrcaj naftnih derivata. U Solinu se nalaze i punionica pića Coca Cola te tvornica Ad plastik, poznata po proizvodnji jedrilica i auto dijelova. Zbog blizine grada Splita ovdje su se smjestili i veliki prodajni centri, autosaloni i slični uslužno-trgovački objekti. Poduzetništvo u odnosu na okruženje nije snažnije razvijeno. Turizam, koji zbog povijesne baštine ima potencijala, je slabo razvijen

Demografija

Solin rast stanovništva kroz posljednjih stotinjak godina duguje različitim čimbenicima. U početku se radilo o priljevu stanovništva vezano uz razvoj industrije cementa u samom gradu. Grad je u tom periodu narastao s par tisuća stanovnika na desetak tisuća stanovnika. U idućem periodu, od 80-ih godina 20. stoljeća, cijena građevinskog zemljišta u Splitu tjera investitore da ulažu u stanogradnju u Solinu. Zajedno s gradnjom bespravnih obiteljskih kuća, na koju vlast zatvara oči, to dovodi do brojke od petnaestak tisuca stanovnika početkom devedesetih. Kako se i u samostalnoj Hrvatskoj nastavljaju isti trendovi, grad dolazi do 19 tisuća stanovnika po popisu 2001. Naglo povećanje broja stanovnika u zadnjih 15 godina dovelo je do niza problema s infrastrukturom (s odvodnjom fekalija, u elektroenergetskoj mreži, s neuvjetnim prometnicama i sl.) te s nedostatkom odgojno-obrazovnih ustanova. Ti se problemi u pojedinim dijelovima rješavaju, ali nažalost presporo.

Popis 2011.

Prema popisu stanovništva 2011. godine grad Solin je imao 23.926 stanovnika, od čega 98,46% čine Hrvati. Po vjerskom opredjeljenju većinu od 94,61% čine pripadnici katoličke vjere.

Popis 2001.

Prema popisu stanovništva 2001. godine grad Solin je imao 19.011 stanovnika, od čega 98,05% čine Hrvati. Po vjerskom opredjeljenju većinu od 96,10% čine pripadnici katoličke vjere.

Obrazovanje

U Solinu se nalaze tri osmogodišnje osnovne škole: "Don Lovre Katića" na Bilankuši, u centralnom dijelu grada, "Vjekoslav Parać" u Sv. Kaju, zapadnom dijelu Solina te "Kraljica Jelena" na Japirku. U rubnim gradskim naseljima nalazi se nekoliko područnih, četverogodišnjih škola. U izgradnji je osmogodišnja osnovna škola u naselju Ninčevići sredstvima pretpristupnih fondova EU. U gradu nema srednjih škola.

Znanost

U Solinu je sjedište Astronomskog Centra Salona, znanstveno - istraživačkog društva koje svojim uspješnim projektima privlači sve više mladih. ACS je osnovan 2008. godine s idejom organiziranja aktivnosti usmjerenih općem prihvaćanju i širenju spoznaje iz područja astronomije, obrazovanja mladeži za korišenje astronomske opreme, poticanja mladih na istraživački i znanstveni rad te okupljanja svih zainteresiranih za područje astronomije i zaštitu neba od svjetlosnog onečišćenja. Članovi ACS-a su višestruki državni prvaci u astronomiji te sudionici raznih nacionalnih i međunarodnih natjecanja.

UNESCO i Međunarodni astronomski savez (IAU) proglasili su 2009. godinu Međunarodnom godinom astronomije i tim povodom ACS izlazi u javnost s projektom '100 sati astronomije u Solinu". Kroz tri dana na području Solina i okolice su se održala javna, dnevna i noćna, astronomska promatranja, radionice za sve uzraste s različitom astronomskom tematikom, astronomskih predavanja poznatih znanstvenika i astronoma s PMF-a, Astronomske sekcije - Fizikalnog društva Split i ACS-a. Također u Domu kulture Zvonimir u Solinu je postavljena izložba astrofotografija i astronomskih skica poznatih hrvatskih astronoma amatera, izložba 'Svjetlosno onečišćenje u našem mistu' u organizaciji Astronomske sekcije - FDST te izložba učeničkih radova na temu svemira. Uspješnim provođenjem projekta '100 sati astronomije', u Solinu, Splitu, Omišu i Podstrani, ACS zajedno s Astronomskom sekcijom - FDST provodi još jedan uspješan projekt, sličnog sadržaja, pod nazivom 'Galilejeve noći'. Danas ACS djeluje u suradnji s drugim srodnim organizacijama te državnim ustanovama kroz različite edukativne programe, predavanja, promatranja, seminare i radionice.

Rad Astronomskog Centra Salona zasigurno stavlja Solin na kartu područja velike astronomske aktivnosti i to će uvelike pomoći za razvoj ove grane znanosti u gradu i u regiji.



Slika 4. Gašpine mlinice u Solinu

Kultura i sport

U Solinu djeluju mnogi ansambli i kulturno-umjetnička društva: klapa Solin, mažoretkinje, gradska glazba "Zvonimir", muška klapa Vokalisti Salone, ženska klapa Tamarin, pučki pivači "Gospe od otoka", brojne druge ženske i muške te mješovite klape, folklorno društvo "Salona", mandolinski orkestar "Ad Libitum", gimnastički klub "Salto" i još drugih. Svi oni često osvajaju nagrade i priznanja na manifestacijama u zemlji, ali i inozemstvu. Svake godine održavaju tradicionalne koncerte u Solinu na kojima pokazuju plodove svog upornog rada. Uz sve koncerte lokalnog karaktera, u Solinu se već više od deset godina održava i međunarodni festival etno glazbe "Ethnoambient", koji ugošćuje glazbenike iz cijelog svijeta. Od 2005. godine u Solinu se održava i međunarodna izožba karikatura. U gradu postoje javna knjižnica, izložbena galerija, kino dvorana, a kulturne se aktivnost često odvijaju i na otvorenome, posebice u Gradini.

Solinjani mogu s pravom reći da žive u sportskom gradu. Gotovo je 10% stanovništva registrirano u profesionalnim ili amaterskim sportskim klubovima, što iznosi preko 1500 stanovnika. Solin ima NK Solin koji je u 2. HNL, u kojoj obično prvenstvo završava u gornjoj polovici ljestvice, te NK Sloga i NK Omladinac koji nastupaju u županijskim ligama.

Solidne rezultate postižu i košarkaši, muški KK Solin u A2jug ligi i ženski KK Salona u jedinstvenoj A2 ligi. U Solinu se također nalazi i klub sinkroniziranog plivanja pod nazivom Sinkro Labudet koji se održava na bazenima na Poljudu. U Solinu također postoji i gimnastički klub. GK."Salto" je osnovan 2006 g. i održava treninge u dvorani Doma kulture u Mravincima.

Znamenitosti

Među znamenitosti spadaju: Bazilika Sv. Petra i Mojsija, u narodu poznata kao Šuplja crkva, Antička Salona, Sutikva itd.

Zanimljivosti

Grad Solin je imao opskrbu električnom energijom čak prije Splita. Tvornica "Deseti kolovoz" se napajala električno energijom iz elektrane sagrađene 1904. na izvoru rijeke Jadro, te su se iz iste elektrane, strujom opskrbljivale i kuće u blizini izvora. Elektrana i danas postoji, samo nije u funkciji nekoliko godina (pretpostavlja se zbog velikih troškova održavanja i male isplativosti)

U rijeci Jadro živi endemska vrsta, mekousna pastrva poznata kao "Solinka". Prije tridesetak godina u Jadru su obitavali i riječni rakovi, što je bio dokaz o čistoći vode. Rakovi su odjednom nestali. Uzrok je moguće onečišćenje te betoniranje i uređivanje obale rijeke.

Osim "Solinke" u Jadru žive kalifornijske pastrve te jegulje.

Uz obalu Jadra mogu se vidjeti i rijetka stabla močvarnog čempresa.

Hrvatsko ime Solin nastalo je od latiniziranog naziva Salona, koje ima korjen u ilirskom jeziku. U povijesti se to ime spominje prvi put 119. godine prije Krista, za rata

Ilira i Rimljana. Početak je ovog naselja svakako mnogo raniji. Stari grčki geograf Strabon kaže da je Salona bila luka ilirskog plemena Dalmata, koji su vjerojatno trgovali na tom mjestu s grčkim pomorcima. Ostaci bedema, predmeti grčkog podrijetla nađeni u Saloni i njezinoj okolici, upućuju na Grke kao utemeljitelje ovog grada. Neki mu stavljaju početak u IV. stoljeću prije Krista. Očito je, da je u Saloni veoma rano jak grčki utjecaj, pa se s pravom kaže za prvo razdoblje Salone da je to grčko-ilirska naseobina. U prvom stoljeću prije Krista Salonu zauzimaju Rimljani. U građanskom ratu između Cezara i Pompeja stanovnici Salone pristaju uz Cezara; budući da je pobijedio, grad je promaknut na čast kolonije, pa se službeno naziva "Colonia Martia Julia Salona". Grad se širi prema istoku i zapadu te dobiva dva nova dijela: pored starijeg grčko-ilirskog noviji rimski na zapad i istok. Zbog toga se od tog vremena kod pisaca susreće i pluralni oblik za naziv grada - Salonae.

Kad je Ilirik uređen kao rimska pokrajina, Salona postaje pravi kulturni, trgovački, politički, a neko vrijeme i vojni centar. U kasnijim vjekovima on je i crkveno središte ovih strana. U prvim stoljećima poslije Krista doseljavaju se mnogi istočnjaci, pa među njima i vjesnici evanđelja, koji u drugoj polovici III. stoljeća organiziraju u Saloni i kršćansku općinu. Ona u vrijeme Dioklecijana ima brojne mučenike.

Činjenica da je Dioklecijan rođen u Saloni ili u njezinoj okolici i što je u blizini sagradio glasovitu palaču, podigla je ugled ovog, ionako važnog centra. To svjedoči prostrana luka i brojne ceste koje su ga povezivale s ostalim krajevima carstva.

Posljednja tri stoljeća života stare Salone karakteristična su po razvitku jake kršćanske zajednice u gradu i njezinu utjecaju na cijelu pokrajinu. Salonitanski biskup, naime, postaje metropolit cijele provincije Dalmacije. To je i doba postepenih provala barbarskih naroda, od kojih neki, kao na primjer Istočni Goti svršetkom V. stoljeća, dolaze i do ovih strana. Dok pod njihovim udarom pada samo Zapadno rimsko carstvo, Salona, nalazeći se relativno daleko od glavnih putova njihova prodora, živi još 130 godina, te u jednom času postaje utočište nekima od posljednjih zapadnorimskih careva. Grad je porušen od Avara i Slavena oko 614. godine. Preživjelo stanovništvo, koje je uspjelo pobjeći, sklonilo se na obližnje otoke i u Dioklecijanovu palaču. Tu je počeo život novog grada, današnjeg Splita.



Slika 5. Ostaci amfiteatra Salone

Do danas je stari Solin ostao u ruševinama, od kojih je tek dio dobro istražen, ali i ovo, što je otkriveno, dostatno govori o njegovoj veličini i značenju. Ako pogledamo tlocrt grada, vidimo da mu je oblik prilično nepravilan, a podsjeća na elipsu. Najduža os doseže oko 1600 metara, a ona najšira oko 700 metara. Površina opasana bedemima iznosi 72 hektara. U drugom stoljeću poslije Krista, za makromanske opasnosti, i noviji dio grada, kao što je bila i prva jezgra, opasan je zidovima i utvrđen kulama. Otada mu opseg zidina doseže oko 4 kilometra, a broj kula do 90. U VI. stoljeću, za vrijeme bizantsko-gotskih ratova, neke kule su pojačane pa dobivaju trokutaste završetke koji se i danas vide.



Slika 6. Ostaci termi Salone



Slika 7. Računalna rekonstrukcija termi Salone

2. CILJNA ANALIZA

2.1. Definiranje ciljeva

Postizanje zadanih ciljeva temeljna je pretpostavka svakog procesa donošenja odluka. Ciljevi se prvo definiraju na strateškoj razini odlučivanja, jer je kvalitetno odabiranje ciljeva odgovorno za cijeli proces odabiranja kompromisnog rješenja. Donositelj strateškog cilja (ili grupa donositelja) mora biti detaljno upućen u zadani problem. Kako bi cilj bio što kvalitetnije definiran u obzir se moraju uzeti stajališta svih sudionika u procesu donošenja odluka, kao i stajališta svih korisnika prostora. Kod ovog projektnog zadatka, cilj je jasno definiran: „Odabir najpovoljnije lokacije za izgradnju hotela“. Prema ostvarenju tog cilja ići će se postupnom prioritetnom realizacijom objekta. Nakon definiranja glavnog strateškog cilja, postavlja se pitanje podciljeva, tj. potencijalnih ciljeva. Počinje se od tzv. „A wish list“, „Lista želja“. Svi sudionici iznose svoje želje tj. ciljeve. Međutim, treba odabrati prioritete kako bi se mogla napraviti hijerarhijska struktura ciljeva. U konkretnom slučaju to bi izgledalo ovako:

Obzirom na pomanjkanje raspoloživih sredstava za izgradnju hotela na predloženim lokacijama, kao glavni podcilj postavlja se određivanje optimalnog redoslijeda realizacije objekta. U okviru tog podcilja izdvajaju se skupine podciljeva koje je potrebno postići. To su npr.

- Društvena korist
- Funkcionalnost
- Ekonomska isplativost
- Minimalno ugrožavanje prostornog integriteta

2.2. Hijerarhijska struktura ciljeva

2.2.1. Skupina podciljeva - Društvena korist

U cilju racionalne i funkcionalne organizacije života u naselju, potrebno je osigurati uravnotežen razvoj, razmještaj i strukturu središnjih funkcija, kojima pripadaju društvene djelatnosti i uslužne funkcije.

U ovu skupinu spadaju sljedeći podciljevi:

- Izgradnja objekta vodeći računa o krajnjem korisniku
- Izbor najadekvatnijeg položaja
- Vođenje računa o području oko objekta koje neminovno čini integralni dio sa samom infrastrukturom

2.2.2. Skupina podciljeva - Funkcionalnost

Podciljevi koji se nalaze u ovoj skupini, prvenstveno se odnose na poštivanje graditeljskih normi:

- Osigurati funkcionalnost objekta
- Unutar projekta osmisliti priključke na gradsku cestovnu mrežu i pozicionirati objekt na način da izbjegnemo što veći broj konfliktnih točaka pri uključenju/isključenju s prometnice

2.2.3. Skupina podciljeva – Ekonomska isplativost

Ekonomska analiza ocjenjuje doprinos investicijskog projekta gospodarskoj dobrobiti ili kvaliteti života neke regije ili države u cjelini. Radi se u ime društva, a ne samo investitora, kao što je to slučaj u financijskoj analizi. Ona uključuje i koristi i društvene troškove koje se ne uzimaju u račun u financijskoj analizi. Time se uključuju i vanjski učinci koji dovode do koristi i društvenih troškova izostavljenih iz financijske analize, obzirom da ne proizvode stvarne novčane izdatke odnosno prihod, kao što su na primjer učinci na okoliš. Zato su te analize važne za infrastrukturne projekte i za projekte gradnje građevina kao što su hoteli.

Svrha je infrastrukturnih projekata i projekata izgradnje građevina javne namjene, za razliku od komercijalnih projekata, kojima je isključiv cilj povećanje vrijednosti uloženog kapitala, da pomognu podizanje razine gospodarstva neke ljudske zajednice, regije ili cijele države, da pruže javne usluge ili da ostvare neku drugu opću svrhu. Sa stajališta države, svrha je opravdana ako je ukupna korist od gradnje takvih građevina veća od uloženih resursa.

2.2.4. Skupina podciljeva – Minimalno ugrožavanje prostornog integriteta

Podciljevi koji se nalaze u ovoj skupini, prvenstveno se odnose na interakciju objekta i okoline:

- Vodeći računa o kig i kis, kako zbog zakonske regulative tako i zbog boljeg uklapanja objekta u okolni prostor u smislu cjelokupnog urbanističkog plana
- Provesti izvedbu na način koji korelira sa klimatskim područjem u kojem gradimo
- Nastojati u što manjoj mjeri narušiti prirodno stanje okoliša tijekom izgradnje

3. RAČUNALNA PODRŠKA

3.1. GIS

Proces donošenja odluka kao što su planiranje izgradnje, upravljanje prirodnim resursima, donošenje agronomskih strategija zavise o prostorno-vremenskim informacijama. Prostorno razmišljanje implicirano je prostornim informacijama, a pitanja vezana uz prostor vezana su za položaj, distribuciju, udruživanje, prostornu interakciju i promjene u određenom kontekstu. *Geografski informacijski sustavi* (GIS) su se pojavili kao alat za integraciju prostornih podataka koji se sakupljaju, s kojima se upravlja i koje se analizira da bi se dobile informacije potrebne u procesu donošenja odluka.

Pojam GIS je relativno mlad i počeo se koristiti ranih 1960-ih u Kanadi za analizu podataka i podrška upravljanju zemljištem ruralnih područja. U SAD-u se 1970. godine razvija struktura baze podataka ulica kao podlogu za popis stanovništva. Laboratory for Computer Graphics and Spatial Analysis na sveučilištu Harvard 1964. godine počinje razvijati skupinu GIS softvereskih paketa: SYMAP, CALFORM, SYMVU, GRID, POLYVRT i ODYSSEY. Jack Dangermond, student s Harvard Laba, osniva Environmental Systems Research Institute (ESRI), koja 1969. godine proizvodi ARC/INFOa, prvi komercijalni GIS paket, koji je i danas najkorišteniji GIS proizvod.

Naziv GIS je spoj ili čvrsta veza između računalne informacijske znanosti i geografije. Računalna znanost je znanost koja se bavi sustavnom i automatiziranom obradom podataka i informacija pomoću računala, a geografija znanost koja se bavi opisom, distribucijom i interakcijom različitih fizičkih, bioloških i kulturnih obilježja Zemljine površine (prostora koji nas okružuje). Osnova geografske informacijske znanosti je transformacija geografskih podataka u korisne informacije.

Geografski informacijski sustavi (GIS) danas su nezaobilazna podrška analizama i investicijskim odlukama koje se u načelu vežu za određeni «prostor» i njegove karakteristike. Jedna od (brojnih) definicija određuje GIS kao "sustav računalne podrške, programske podrške i procedura namijenjen podršci pohrane, upravljanja, obrade, analize, modeliranja i prikaza prostorno određenih podataka u svrhu rješavanja složenih problema planiranja i upravljanja". Pri tome se pod prostorno određenim podacima podrazumijevaju podaci o realnom svijetu za koje su značajni i njihov oblik i položaj na Zemlji. Tipični podaci koji se obrađuju u GIS-u na gradskoj razini su demografski podaci (prostorno

interpretirani popisni podaci), infrastrukturni (katastri vodova i sl), planerski podaci (postojeće stanje, planirana namjena), zemljišni katastar itd.

Kao priprema za njihovo korištenje u GIS-u, podaci sa zemljovida razlažu se u tzv. tematske slojeve (sloj prometnica, sloj objekata, sloj električnih vodova, sloj katastarskih parcela). U ovim slojevima sadržane su tri vrste podataka o objektima realnog svijeta: prostorni podaci, neprostorni atributi i topološki odnosi.

Prostorni podaci daju informaciju o (geometrijskom) "izgledu" objekta, ali i o njegovu položaju na Zemlji. Korištenje samo prostornih podataka omogućava grafički prikaz objekata koje ti podaci reprezentiraju, tj. uz primjenu računalne tehnologije omogućava računalno podržanu kartografiju.

Pored oblika i položaja objekti imaju niz drugih svojstava, koja se opisuju pridjeljivanjem neprostornih atributa: ime grada, kategorija ceste, broj stanovnika općine, vlasnik katastarske parcele, godina izgradnje stambenog objekta, prevladavajuća vegetacija, pedološki sastav tla, namjena određenog područja, itd. Neprostorni atributi mogu se razmatrati neovisno o prostornim podacima — tako se, npr., obavlja cijeli niz analiza podataka iz popisa stanovništva neovisno o položaju i obliku popisnih krugova. Međutim, njihovo prostorno određenje (povezivanje s prostornim podacima) omogućava cijeli niz upita i analiza — zadržimo se na primjeru podataka iz popisa stanovništva: kakva je prostorna razdioba podataka (npr. starosne, spolne, nacionalne strukture) na razini grada, županije ili države, kakvi su migracijski trendovi (dobiveni na osnovi podataka iz nekoliko popisa), kakav je omjer broja djece školske dobi i raspoloživog prostora u školskim i vjerskim objektima (kombiniranje popisnih podataka i podataka o položaju i veličini postojećih školskih i vjerskih prostora), tj. u kojim područjima grada je taj omjer najnepovoljniji (kao jedan od elemenata za odluku o izgradnji novih prostora), itd. Pored ovakvih analiza, koje se zasnivaju na prostornim razdiobama pojedinih svojstava (izraženih kroz odgovarajuće neprostorne atribute), od posebnog su značenja analize u kojima se odabiru oni dijelovi područja promatranja čija svojstva zadovoljavaju neke zadane uvjete — npr. područja koja su do 10 km udaljena od prometnica, nisu naseljena i ne koriste se kao poljoprivredne površine, pri čemu svaka cjelina mora imati površinu od najmanje 1 ha, i na svakoj cjelini ne smije biti više od trećine privatnih katastarskih parcela. I dok je grafički prikaz prostornih razdioba pojedinih neprostornih atributa mukotrpan, ali izvediv zadatak i bez računalne podrške, prikaz odgovora na upite poput

navedenog u drugom primjeru gotovo je neizvediv bez računalne podrške (pogotovo u slučaju složenijih zahtjeva od kojih se upit sastoji).

Topološki odnosi među objektima osnova su za utvrđivanje njihovih prostornih međuodnosa. Topologija je, zapravo, transparentno sadržana u svakom "klasičnom" zemljovidu — narav prostornih međuodnosa iskustveno određuje promatrač.

Suvremena računalna tehnologija omogućila je razvoj programske podrške za masovno korištenje GIS-a, tako da danas u svijetu imamo niz tvrtki koje proizvode GIS programsku podršku za sve razine korištenja, od državnih institucija i profesionalnih firmi do edukativne i "amaterske" razine. Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije već više godina koristi programsku podršku firme ESRI, na osnovu ugovora o donaciji, te će u ovom radu biti korištena programska podrška ArcGIS Online.

3.2. ArcGIS Online

ArcGIS Online je računalni program koji korisnicima omogućava suradnju, dijeljenje, stvaranje i pristupanje mapama, aplikacijama i podacima uključujući bazne mape objavljene preko ESRI. ESRI je međunarodni dobavljač geografskog informacijskog sustava, web GIS–a i aplikacija za upravljanje geobazama. Putem ArcGIS Online–a moguće je uređivati, stvarati, pristupati i pohranjivati Web karte. Budući da je ArcGIS Online integralni dio ArcGIS sistema može se koristiti za proširiti mogućnosti ArcGIS Desktopa, ArcGIS Servera i ArcGIS aplikacija te drugih koje pružaju mogućnost stvaranja, organiziranja i dijeljenja geografskih informacija i alata sa bilo kojim korisnikom.

4. PROBLEM I KRITERIJI

4.1. Općenito o problemu

Razmatra se problem odabira lokacije za izgradnju hotela u gradu Solinu. Hotel je ustanova namijenjena pružanju usluga najčešće kratkotrajnog smještaja i prehrane svojim gostima, korisnicima usluge. Hoteli, ovisno o željama i potrebama gostiju, pružaju djelomičnu ili potpunu uslugu koja obuhvaća spavanje, prehranu, zabavu i sve ostalo prilagođeno potrebama gostiju. Hoteli u svom sastavu obično imaju recepciju, bar, i restoran, a višekategornici uz sve navedeno imaju i otvoreni i zatvoreni bazen, noćni bar, kockarnicu, saunu, frizerski salon, suvenirnicu itd. Smještajni kapaciteti zavise od veličine hotela, broja soba i kreveta. Mali hoteli imaju tek nekoliko soba, dok veliki imaju i po nekoliko stotina pa čak i tisuća soba. Hoteli se prema vrsti i načinu usluge svrstavaju u niže i višekategornike. Kategorizacija hotela se vrši prema Pravilniku o razvrstavanju, kategorizaciji i posebnim standardima ugostiteljskih objekata. Hoteli visokih kategorija moraju zadovoljiti određene vrlo visoke standarde.

- Postavljanje cilja

Postavljanje ciljeva jedna je od vještina koje koristimo prilikom definiranja projekta, ali i u svakodnevnom osobnom životu. Jedan od najpoznatijih i vjerojatno najuspješnijih pristupa postavljanju ciljeva nazvan je SMART. Naziv je akronim sastavljen od nekoliko pridjeva na engleskom jeziku, te kaže da cilj treba biti:

- ✓ **S**pecific
- ✓ **M**easurable
- ✓ **A**chievable/**A**ttainable
- ✓ **R**ealistic/**R**elevant
- ✓ **T**ime-bound

U radu je glavni problem, a ujedno i cilj odabrati najpovoljniju lokaciju za izgradnju hotela.

- Određivanje kriterija

Odabir kriterija je temeljni zadatak u procesu višekriterijalne analize i o njima će ovisiti kakvoća buduće odluke. Kako bi se postavljena varijanta rješenja mogla rangirati, potrebno je odrediti kriterij po kojem će se oni najoptimalnije razvrstati. U većini inženjerskih zadaća, a tako i u ovom slučaju, ne može se definirati jedan dominantni kriterij, što dovodi do toga da je potrebno koristiti metodu višekriterijalne analize.

Postupak odabira kriterija je najvažniji zadatak za korištenje višekriterijalnih metoda. Nema jedinstvene podjele kriterija, već za svaki specifični problem treba odabrati takve kriterije koji će istaknuti najvažnije aspekte objektivnog optimuma.

U ovom koraku se razmatra koliko detalji koji se analiziraju utječu na odabir kriterija. Kriteriji koji se odrede bi trebali biti mjerljivi. Konkretno, za kriterije su određene sve stavke koje su usko vezane uz problem, te je pri određivanju nekih kriterija korišten program ArcGIS Online.

- Standardizacija kriterija

Ovaj korak podrazumijeva rangiranje faktora na zajedničkoj skali kako bi se slični kriteriji mogli usporediti. Za problem odabira lokacije, kriteriji su svrstani u tri grupe: društveni, tehničko-tehnološki i ekonomski.

- Dodjeljivanje težina kriterijima

Gleda se koji kriteriji su više važni, a koji manje i na temelju toga im se dodijeli ocjena tj. težina. Težine se dodjeljuju nemjerljivim kriterijima.

- Dodjeljivanje tipa preferencije

Predstavlja formalizaciju ponašanja donositelja odluke, te unos adekvatnih vrijednosti u apsolutnom iznosu, koje su, u načelu, u međusobno neusporedivim jedinicama.

4.2. Kriteriji

Općenito, kriteriji koji se koriste u problemima primjene višekriterijalne analiza, pa tako i u konkretnom primjeru odabira lokacije se mogu razvrstati u tri glavne grupe:

- Društveni (političko-pravni) kriteriji
- Tehničko-tehnološki
- Ekonomski kriteriji

A. Društveni kriteriji	B. Tehničko-tehnološki kriteriji	C. Ekonomski kriteriji
A1. Vlasništvo parcele	B1. Dostupnost vodoopskrbe	C1. Cijena zemljišta
A2. Veličina parcele	B2. Dostupnost kanalizacije	C2. Cijena investicije
A3. Namjena terena	B3. Dostupnost el. energije	
A4. Izloženost ind. utjecaju	B4. Dostupnost prometnica	
A5. Uklapanje u ambijent	B5. Nagib terena	

Tablica 4.2.1. Vrste kriterija

5. RAZRADA KRITERIJA



Slika 5.1. Prikaz lokacija za gradnju hotela na području Solina

5.1. Vlasništvo parcele

Grad Solin gradi novi hotel, zbog toga je u interesu grada da se hotel izgradi upravo na zemljištu koje je u njihovom vlasništvu, a naravno da je to i s ekonomske strane isplativije. Ako se odluči graditi hotel na zemljištu koje ne pripada gradu Solinu moralo bi se ići u otkup zemljišta od strane privatnog vlasnika, sredstvima koja bi bila osigurana Proračunom Grada Solina, za ulaganja u turizam. Parcele u privatnom vlasništvu uglavnom su sastavljene od više manjih čestica različitih privatnih vlasnika. Grad Solin bi se s njima morao dogovoriti oko cijene, i na taj način riješiti imovinsko-pravne odnose, što često u ovakvim slučajevima predstavlja problem.

Definirana je vrijednost kriterija za:

- parcela je u vlasništvu grada Solina - 1
- parcela nije u vlasništvu grada Solina - 0

Upisane osobe

DIO	Prezime i ime odnosno tvrtka ili naziv upisane osobe Prebivalište odnosno sjedište, ulica i kućni broj upisane osobe	Osobni identifikacijski broj	Veze
1/1	ŽUPA'GOSPE OD OTOKA', P.KREŠIMIRA IV, SOLIN	OIB	›

Podaci o katastarskim česticama

ZGR	Dio	Plan+DOF	Broj katastar. čestice	Broj D.I kat. plana	Adresa katastarske čestice (naziv rudine, ulice, trga i sl.)	Način uporabe katastarske čestice / Način uporabe zgrade, kućni brojevi zgrade, naziv zgrade	Površina stavke / m2	Posebni pravni režim	Primjedba	Veze
			6372/1	42	GOSPIN OTOK	NEPLODNO	8.908			›



Slika 5.1.1. Primjer pregleda iz katastra o konkretnoj čestici i vlasniku

5.2. Veličina parcele

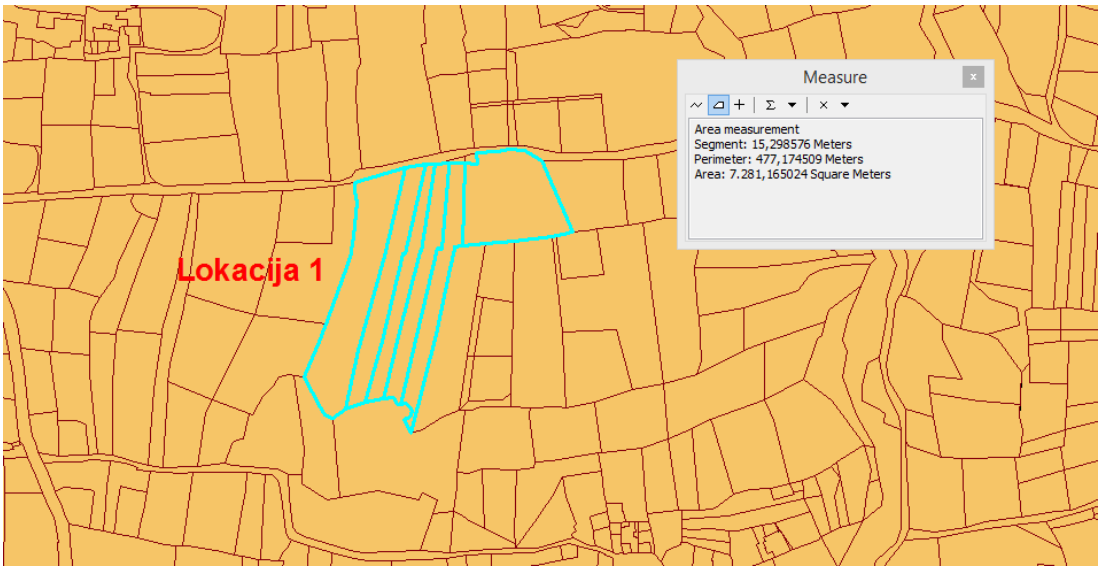
Uz veličinu parcele najviše je povezana cijena zemljišta. Cijena je jako bitna sa strane ostvarivanja profita jer je kod ovog segmenta najlakše manipulirati troškovima i opsegom investiranja, te na taj način smanjiti sveukupno ulaganje.

Iako su izbor pozicije i cijene zemljišta usko povezani i gotovo se linearno prate na način da odabir bolje lokacije nužno povlači porast cijene zemljišta ipak postoje određeni faktori koji nam omogućavaju da i tu postavimo određenu distinkciju. Što se ostalih segmenata investicije tiče oni su propisima i regulativama definirani i time je prostor za troškovnu manipulaciju uvelike smanjen. U našem primjeru razmatramo četiri lokacije u gradu Solinu. Svaka parcela od razmatrane četiri koje planiramo kupiti je drugačije površine. Bitan faktor koji je potrebno poznavati kod kupovine zemljišta je poznavanje planiranog razvoja određenog područja, bilo to izgradnja nekog važnijeg objekta (bolnica, škola, policijska postaja, sportski objekti i dr.) ili prometno povezivanje nekim od vidova transporta što nam osigurava zadržavanje vrijednosti objekta u koji investiramo.

5.2.1. Obrada kriterija u ArcGIS-u

Lokacija 1

U ArcGIS-u se može vidjeti detaljan plan čestica od kojih je sastavljena parcela za lokaciju 1. U ovom slučaju je riječ o šest čestica, a uvidom u katastarske podatke na tih šest čestice je upisano trinaest privatnih vlasnika. Koristeći navedeni program prvo se definirala osnovna mapa, što je u ovom slučaju bila satelitska podloga, te se na njoj moglo odrediti točno mjesto lokacije 1. Taj korak je urađen tako da se definirao Map Notes na mjestu lokacije 1. Potom je dodan sloj sa katastarskim česticama, i onda se koristio alat Measure Area. Pomoću toga je izmjerena i određena točna površina parcele za lokaciju 1 koja iznosi 7282 m2.



Slika 5.2.1.1. Ukupna površina parcele za lokaciju 1 izmjerena u ArcGIS-u

Lokacija 2

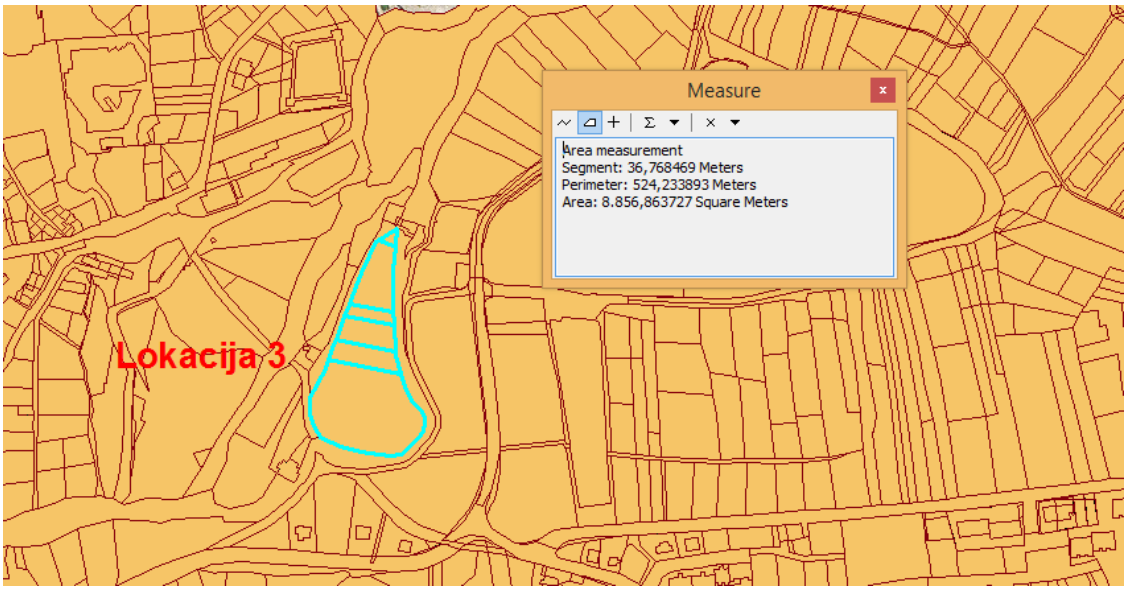
Ova parcela se sastoji od dvije zasebne čestice, u katastru je upisan jedan vlasnik, i to je crkvena župa Solina. Izmjerena ukupna površina iznosi 8354 m2.



Slika 5.2.1.2. Ukupna površina parcele za lokaciju 2 izmjerena u ArcGIS-u

Lokacija 3

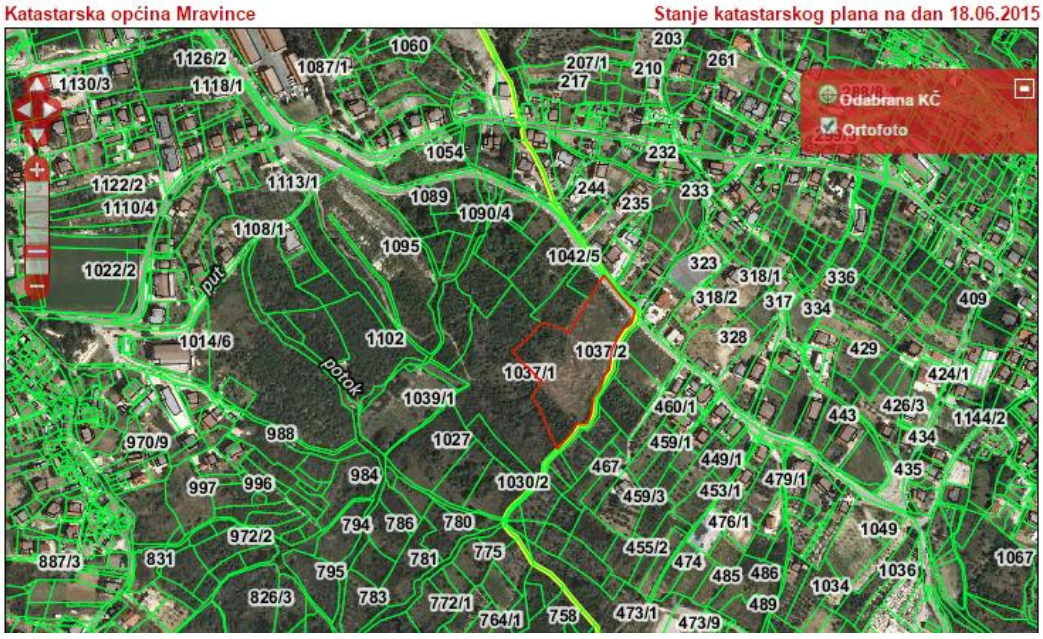
Na ovoj lokaciji se trenutno nalazi hotel President. Prije izgradnje lokacija je bila podijeljena na šest zasebnih parcela. Izmjerena ukupna površina iznosi 8857 m2. Ovu lokaciju također analiziramo da vidimo da li je postojala možda bolja lokacija od navedene.



Slika 5.2.1.3. Ukupna površina parcele za lokaciju 3 izmjerena u ArcGIS-u

Lokacija 4

Za ovaj slučaj je poslužila internetska stranica katastar.hr državne geodetske uprave na kojem su ucrtane čestice, površina je očitana sa katastarske stranice, i iznosi 9023 m2. Uvidom u katastar, došlo se do podatka da je na ovu česticu upisan jedan privatni vlasnik.



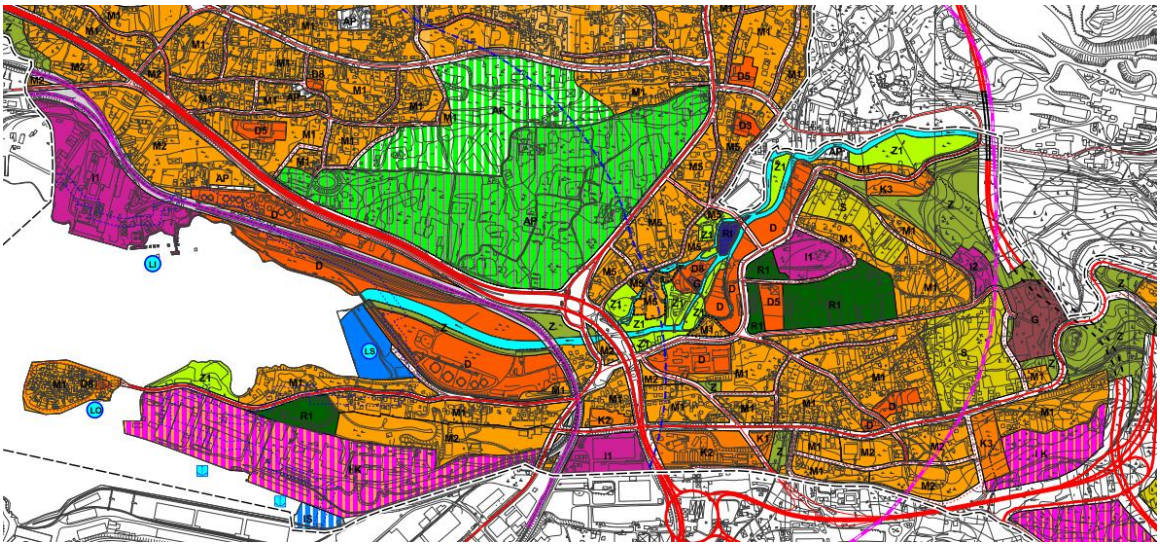
Površina **9.023m²**

hektar 0	ar 90	m² 23
jutro 1	čhv 909	
ral 1	čhv 909	
stara mekota 1	klafter 909	
nova mekota 2	klafter 109	
dulum 9,0230		

Slika 5.2.2.4. Ukupna površina parcele za lokaciju 4 izmjerena pomoću preglednika katastarskih podataka

5.3. Namjena terena (GUP)

GUP određuje površine na kojima je moguće graditi, što se na njima može graditi (namjena površina) te kolika je dopuštena veličina građevina. GUP je plan koji se donosi samo za građevinsko područje grada, dok se cjelokupno administrativno područje grada određuje prostornim planom grada. Prema novom Zakonu o prostornom uređenju i gradnji GUP više nije obavezan. Međutim GUP-ovi koji su stupili na snagu do donošenja novog zakona ostaju na snazi dok se za područje tog grada ne donese novi prostorni plan.



Slika 5.3.1. Zone GUP-a



Slika 5.3.2. Namjena zona GUP-a

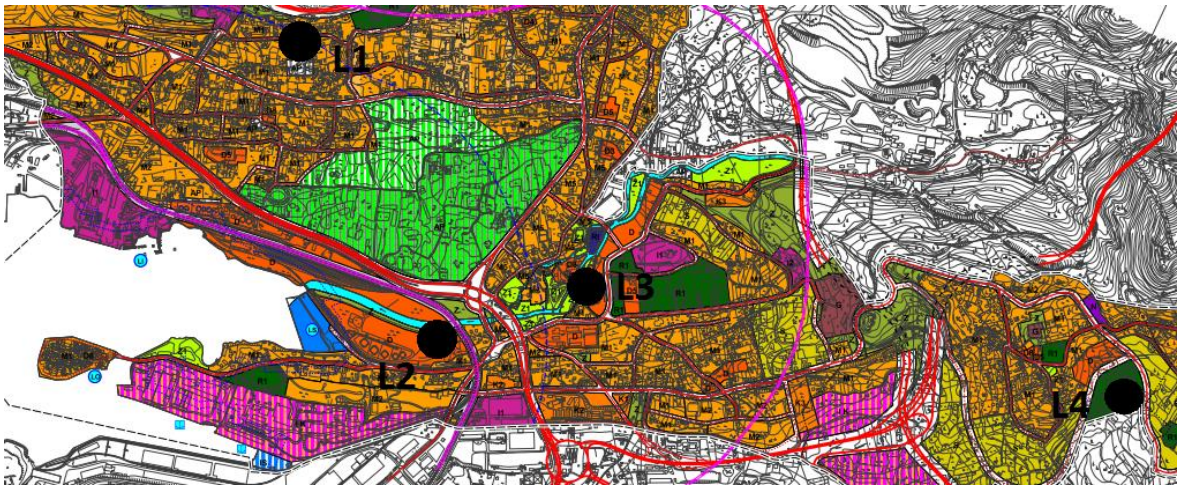
Iz GUP-a grada Solina se može vidjeti da se naša lokacija 1 nalazi na području označenom kao **M1**, čija je namjena mješovita.

Naša lokacija 2 nalazi se na području određenom kao zona **D**, čija je namjena javna i društvena.

Na lokaciji 3 se već nalazi postojeći hotel President, ovu lokaciju ćemo također ispitati nebitno o tome što je tu već izgrađen hotel. Zanima nas da li možda neka od preostale tri lokacije nudi bolju poziciju od postojeće lokacije 3. Lokacija se nalazi na području društvene namjene **D**.

Lokacija 4 se nalazi na području određenom kao zona **R2**, čija je namjena rekreacijska.

Pošto se radi o nemjerljivom kriteriju morat ćemo mu dati ocjenu. Tome će poslužiti ljestvica 1-10, gdje 10 označava najbližu odrednicu, tj. namjenu terena koja je po svim planovima predviđena za gradnju upravo hotela. Stoga će lokacija 1 biti ocijenjena sa 9. Lokacija 2 i lokacija 3 će biti ocijenjene sa 10. Lokacija 4 se nalazi na području namijenjenom za rekreaciju, stoga će biti potrebno tražiti prenamjenu zemljišta. Lokaciju 4 ćemo ocijeniti ocjenom 7.



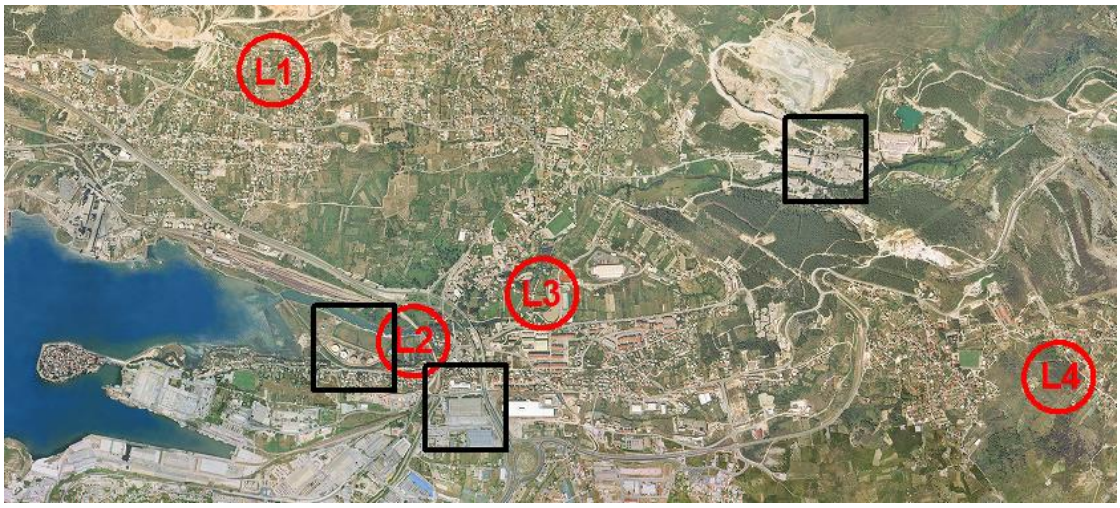
5.3.3. Lokacije po zonama GUP-a

5.4. Izloženost industrijskim utjecajima

Hoteli bi trebali biti izgrađeni što dalje od industrijskih zona. Jedan od razloga je prekomjerna buka i zagađenja. Ovaj kriterij će se ocijeniti ocjenama 1-10, gdje će 10 predstavljati lokaciju na koju industrijska zona nema nikakav utjecaj, dok će ocjena 1 predstavljati lokaciju koja se nalazi u neposrednoj blizini industrijske zone. Što se tiče industrijskih zona u Solinu, uzet ćemo u obzir spremnike nafte INA-e, tvornicu AD

plastiku i cementaru Cemex. Razmatrat ćemo koja je lokacija najpovoljnija što se tiče udaljenosti od navedenih industrijskih zona.

Lokacija 2 se nalazi najbliže industrijskom utjecaju, te će dobiti ocjenu 4, lokacija 3 će biti ocijenjena sa ocjenom 6, dok će lokacija 1 dobiti ocjenu 8. Kao najbolja lokacija vezana uz kriterij izloženosti industrijskim utjecajima je lokacija 4, te će dobiti ocjenu 9.



5.4.1. Lokacije industrijskih zona(crni kvadrati) na karti Solina

5.5. Uklapanje u ambijent

Prirodni teren je neizgrađena površina zemljišta (građevne čestice) prije izgradnje. Uređenjem terena građevne čestice ne može se nasipanjem ili iskopom visinski izmijeniti prosječna ploha prirodnog terena (neizgrađena površina zemljišta građevne čestice prije izgradnje) više od 0,5 m. Teren oko građevine, potporni zidovi, terase i slično moraju se izvesti tako da ne narušavaju izgled naselja. Voditi računa da se ne promijeni prirodno otjecanje vode na štetu susjednog zemljišta i susjednih građevina. Izgradnja potpornih zidova (podzida) dozvoljava se samo prema postojećim okolnim prilikama. Dopušta se izgradnja podzida do 1,5 m, odnosno ukoliko se želi izvesti viši podzid potrebno ga je riješiti kaskadno sa zelenilom i minimalne ukupne širine 1,5 m. Kod izgradnje potpornog zida uz javnu površinu, završna ploha zida prema javnoj površini mora se obložiti lomljenim kamenom u maniri suhozida. U predvrtovima, između ceste (ulice) i kuće,

planira se sadnja ukrasnog grmlja. Neizgrađeni dio građevne čestice stambene i stambeno-poslovne građevine sačuvan ili uređen kao prirodni vodopropusni teren mora činiti najmanje 40% površine čestice te biti uređen visokim i niskim zelenilom. Postojeće i planirano zelenilo mora biti prikazano u lokacijskoj dozvoli, odnosno građevnoj dozvoli. Na građevnoj čestici obvezno je osigurati odgovarajući prostor za smještaj vozila u mirovanju. Građevna čestica se priključuje na javno prometnu površinu na kojoj se odvija kolni promet. Nije dopušteno direktno priključenje građevne čestice na državnu i županijsku cestu. Priključak građevne čestice na javno-prometnu površinu mora biti isključivo na jednom mjestu.

Arhitektonsko oblikovanje građevina potrebno je prilagoditi postojećem ambijentu i ukupnoj slici naselja. Građevine se oblikuju u skladu s lokalnim tradicijskim oblicima, materijalima i načinima njihove završne obrade. Prilikom oblikovanja slobodnostojećih građevina preporučuje se da duža strana građevine bude veća od visine građevine. Moguće su građevine s ravnim krovom, kosim krovom ili bačvastim krovom. Prema jednoj strani građevine sve krovne plohe moraju imati isti nagib. Nisu dopušteni vertikalni skokovi u krovnoj plohi. Kod četverostrešnog krova ili krova nad složenim tlocrtom linija vijenca mora ležati u istoj horizontalnoj ravnini (odstupanje je dopušteno jedino iznad stubišnog prostora). Maksimalna visina sljemena krova od vijenca ili gornje kote ploče najviše etaže iznosi: 3,0 m za građevine tlocrtne površine pod građevinom do 100 m^2, 3,5 m za građevine tlocrtne površine pod građevinom od 100 do 200 m^2, 4,0 m za građevine tlocrtne površine pod građevinom veće od 200 m^2. Tradicijski pokrov je kupa kanalica odnosno crijep sličnog izgleda. Zabranjuje se uporaba lima ili valovitog salonita za pokrivanje stambenih građevina. U zaštićenim ruralnim cjelinama nagib i visina sljemena mogu biti i drugačiji sukladno mišljenju i posebnim uvjetima nadležne službe za zaštitu kulturne baštine (npr. oblikovanje korisnog prostora potkrovlja s luminarima).

Građevine za društvene djelatnosti mogu se graditi unutar građevinskog područja naselja: ako se građevna čestica na kojoj će se graditi građevine nalazi uz već izgrađenu cestu ili drugu javno-prometnu površinu čiji je kolnik najmanje širine 5,5 metara, ili ako je za javnoprometnu površinu prethodno izdana lokacijska dozvola; ako se na građevnoj čestici ili uz javnoprometnu površinu osigura odgovarajući prostor za parkiranje vozila; ako je udaljenost škola i predškolskih ustanova od stambenih i drugih građevina najmanje V/2 više građevine, a od manjih gospodarskih građevina što onečišćuju okoliš najmanje 50 metara. U zonama koje su planirane za društvene djelatnosti naznačene su primarne

djelatnosti a omogućava se gradnja i drugih građevina društvenih djelatnosti uz uvjet da se prethodno zadovolje programske potrebe primarne djelatnosti. Izgrađenost građevne čestice za gradnju građevina društvene djelatnosti može biti najviše 30%. Građevine društvene namjene, osim crkava, mogu se graditi do visine (E) od najviše podrum i tri nadzemne etaže, odnosno do maksimalne visine 12 m od najniže kote uređenog terena uz građevinu do vijenca građevine. Pri ocjenjivanju ovog kriterija,lokacije su se različito bodovale, samo da bi se bolje mogla razumjeti raznolikost rezultata.

5.6. Dostupnost vodoopskrbe, kanalizacije i električne energije

5.6.1. Vodoopskrba

Vodoopskrbni sustav područja Solina obuhvaća grad Solin, osim naselja Vranjic, te općinu Klis. Vodospreme grada Solina prikazane su u tablici.

Vodospreme	Volumen m^3	Kota dna m n.m.
Voljak	246	139,6
Mravinci	900	173,2
Kučine	80	216,8
Sutikva	1500	75,0
UKUPNO:	2726	

Tablica 5.6.1.1. Vodospreme grada Solina

Područje Solina rasprostire se po padinama planine Kozjak pa se stoga dijeli na visinske zone. Viša zona obuhvaća visoku zonu grada Solina te mjesta Rupotine i Sv. Kajo. Ona vodu dobiva direktnim priključkom na Kaštelanski betonski kanal na kojem crpna stanice Solin tlači vodu u vodospremu Voljak. Vodosprema Voljak u svom sklopu ima i crpnu stanicu, u koju su ugrađeni agregati s kapacitetom od 67 l/s i visinom dizanja 131 m, koja tlači vodu u sustav visoke zone Rupotine. Ona se sastoji od tlač- nog cjevovoda, vodospreme Rupotine i opskrbne mreže. Niska zona grada Solina priključena je na stari Dioklecijanov kanal na lokacijama Kunčeva Greda i Meterize. Mjesta Mravinci i Kučine opskrbljuju se iz ogranka starog Dioklecijanova cjevovoda na kojem je izgrađena crpna stanica Mravinci, koja vodu tlači u vodospreme Mravinci i Kučine (V = 80 m3 , k.d. = 216,8 m n.m.). Ova naselja će također dobivati vodu preko izgrađene CS Sutikva i tlačnog cjevovoda koji je privremeno spojen na glavni cjevovod za Mravince. U konačnici

će se izgraditi još vodosprema Spile, CS Kučine i tlačni cjevovod do postojeće vodospreme Kučine.

5.6.2. Kanalizacija

Kanalizacija Grada Solina rješava se u sklopu sustava odvodnje Split-Solin. Posljednjih desetak godina izgradnja kanalizacije na području Solina doživljava svoj bum zahvaljujući sredstvima projekta Eko Kaštelanski zaljev. U Solinu je isključivo razdjelni sustav odvodnje, tako da komunalne otpadne vode gravitacijskim i tlačnim cjevovodom dolaze do hidrotehničkog tunela i Uređaja Stupe, a oborinske vode odlaze direktno u more. Na sustav javne odvodnje Solina priključuju se i komunalne otpadne vode susjednih općina.

5.6.3. Elektroopskrba

Grad Solin se nalazi odmah neposredno do grada Splita, a grad Split s aspekta elektroenergetskog sustava pripada području od izuzetne važnosti za županiju splitsko-dalmatinsku pa i šire. Značaj uvjetuje, osim činjenice što je Grad Split drugi po veličini korisnik u državi, blizina jakog izvora električne energije (HE Zakučac) te najznačajnijeg prijenosnog objekta (TS Konjsko) na području županije. Daljnja posebnost Grada Splita leži u činjenici da su na ovom području prisutni elektroenergetski objekti gotovo svih naponskih nivoa: 220, 110, 35 i 10 kV. Osnovno napajanje električnom energijom šireg područja grada Splita vrši se iz dva izvora: HE 220/110 kV “Zakučac” (Split) i TS 400/220/110 “Konjsko”. Elektroenergetska mreža na području Grada Splita sastoji se od prijenosne mreže naponskih razina 220 i 110 kV, te distributivne mreže 110, 35, 10 i 0,4 kV. Prijenosna mreža kao dio cjeline elektroenergetskog sustava Hrvatske, obuhvaća šire područje Splita, koje se praktički proteže od Trogira do Omiša, odnosno od HE Zakučac do TS Konjsko. Na splitskom poluotoku egzistira samo dio te mreže i to naponske razine 110 kV.

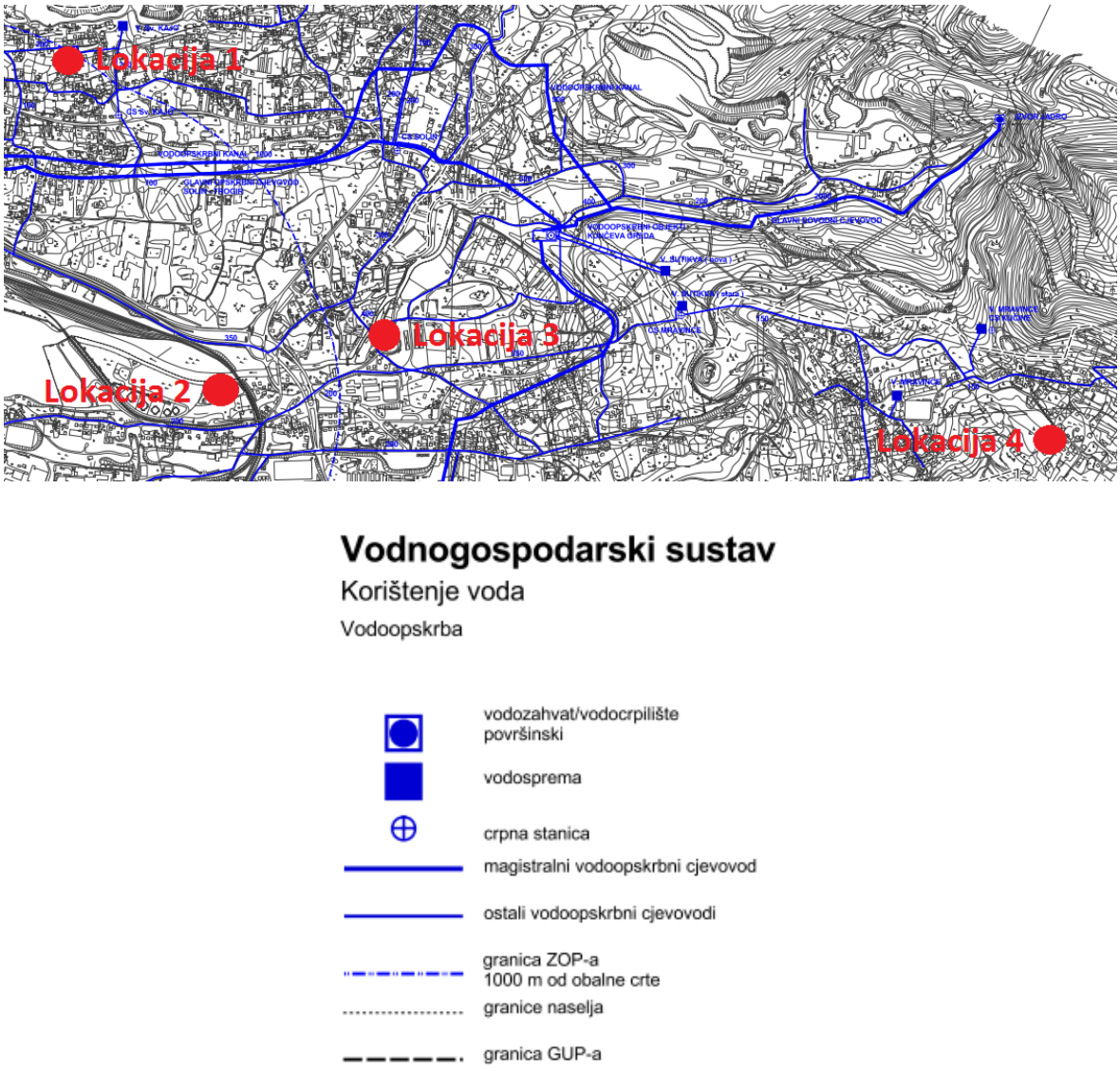
5.6.4. Obrada kriterija

Za stvaranje primjerenih uvjeta rada u hotelu potrebno je zadovoljiti higijensko-tehničke zahtjeve koji se odnose na: osvjetljenje, osunčanost, prozračivanje, toplinsku

zaštitu, zaštitu od buke i akustiku, grijanje i hlađenje, opskrbu vodom, odvodnju otpadnih voda, električne instalacije, instalacije informatike, zaštitu od požara i zaštitu od provale.

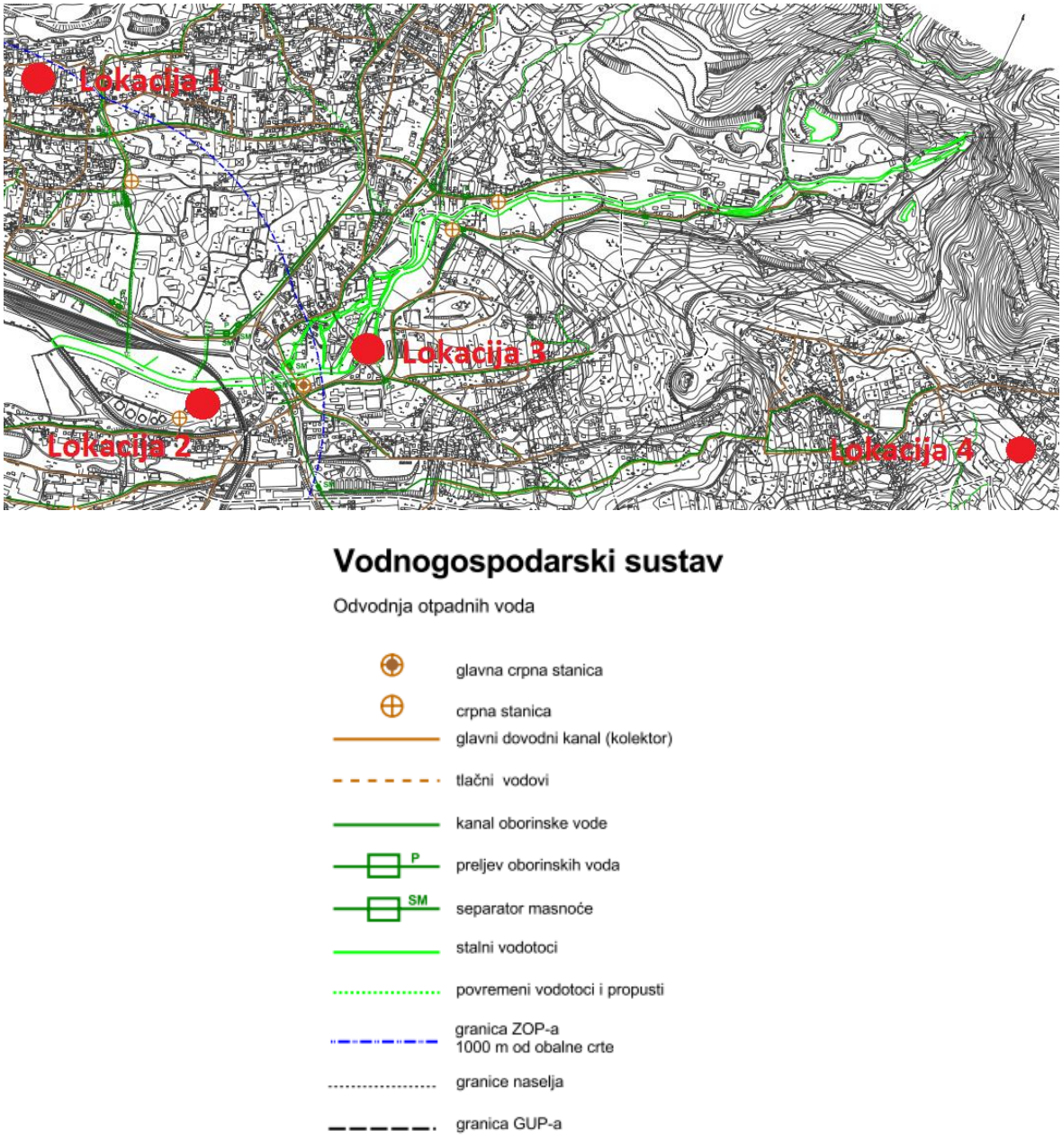
Opskrba vodom ostvaruje se instalacijom vodovodne mreže sa zdravstveno ispravnom vodom za piće. Otpadne vode odvode se kućnom kanalizacijom koja se priključuje na komunalnu kanalizaciju ili na drugi način, prema važećim propisima i standardima. Električna instalacija mora biti zaštićena i osigurana.

Kriterijskom ocjenom određuje se dostupnost navedenih parametara, što znači da će ocjena 10 predstavljati lokaciju sa svom navedenom infrastrukturom.



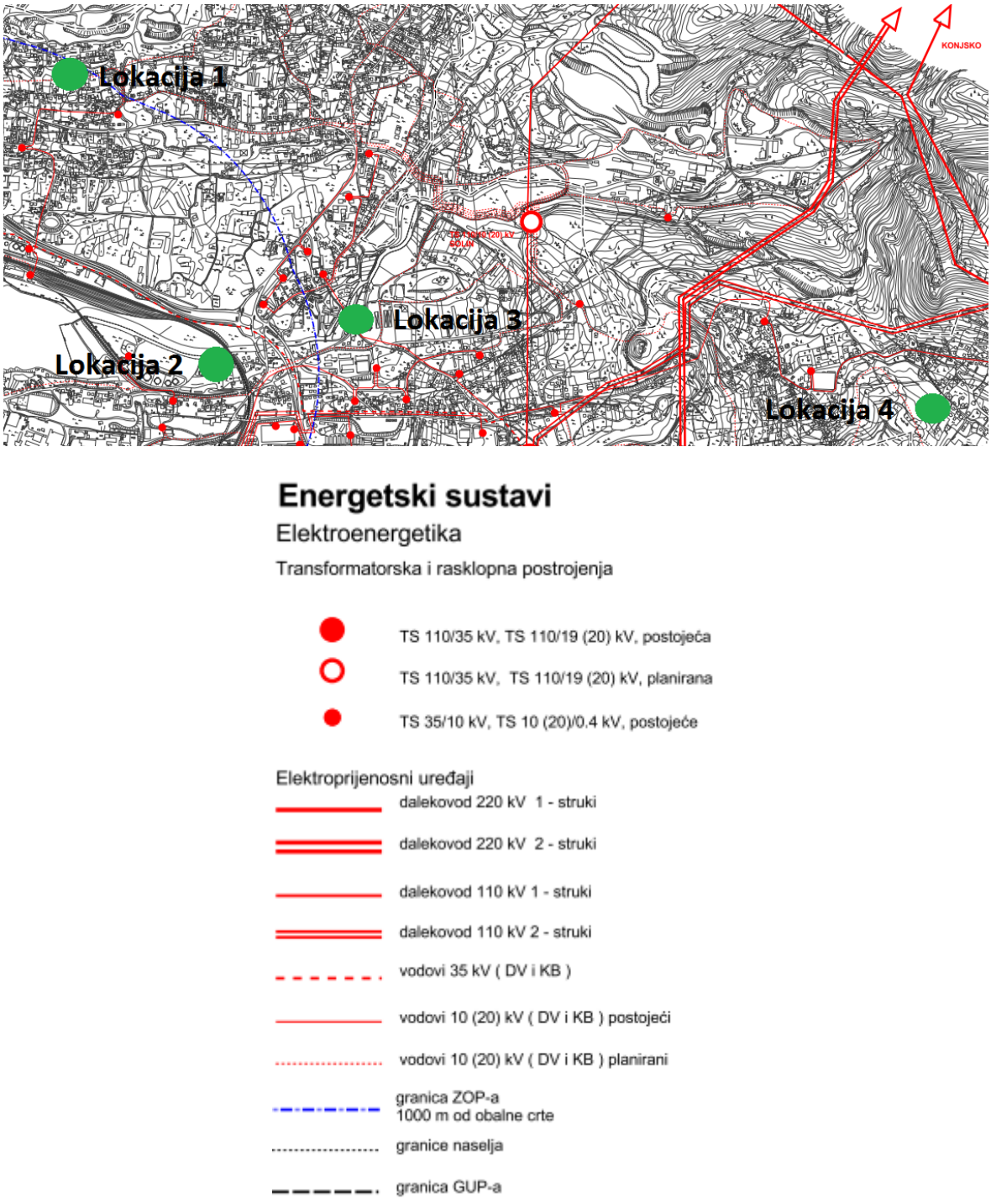
Slika 5.6.4.1. Lokacije prikazane na podlozi vodoopskrbnog sustava u GUP-u sa legendom

Kako je vidljivo na prikazanoj karti sve 4 lokacije se nalaze blizu postojećeg ili planiranog cjevovoda. S obzirom da je ovaj plan donesen prije nekoliko godina, sada su i planirani cjevovodi već postojeći. U ocjenjivanju ovog kriterija koriste se ocjene 1-10, gdje 10 predstavlja najmanju udaljenost do cjevovoda. Lokaciji 1 je dodijeljena ocjena 10, lokaciji 2 ocjena 8, lokaciji 3 ocjena 10, a lokaciji 4 ocjena 7.



Slika 5.6.4.2. Lokacije prikazane na podlozi odvodnje otpadnih voda u GUP-u sa legendom

U ovom slučaju ocjene su sljedeće: lokacija 1 dobiva ocjenu 10, lokacija 2 i lokacija 3 ocjenu 9, a lokacija 4 ocjenu 7.



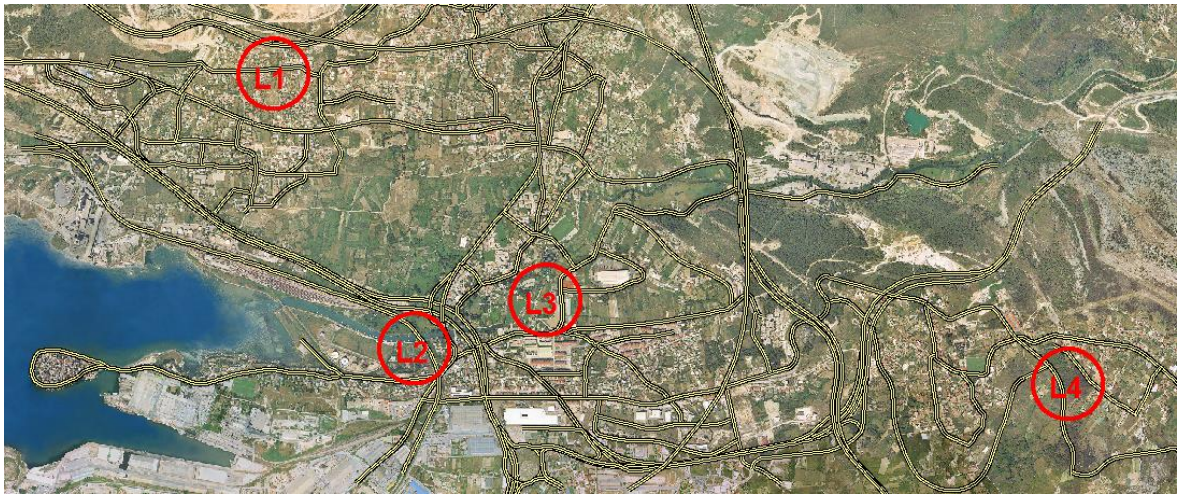
Slika 5.6.4.3. Lokacije prikazane na podlozi energetskog sustava u GUP-u sa legendom

Kako je ova mapa starija, na njoj nije prikazano današnje stanje, koje je puno više izgrađeno. Crtkane linije koje predstavljaju planirane vodove, koji su u današnje vrijeme

već postavljeni. U ovom slučaju ocjene su sljedeće: lokacija 1 dobiva ocjenu 10, lokacija 2 ocjenu 9, lokacija 3 ocjenu 10, a lokacija 4 ocjenu 9.

5.7. Dostupnost prometnica

Položaj grada ima značajne implikacije na postanak i razvoj cestovne i ulične mreže. Cestovnu mrežu čine razvrstane i ostale ulice, pri čemu u funkcionalnoj shemi razvrstane ceste čine i glavne gradske ulice. Potrebno je procijeniti moguće pristupe lokaciji. Važno je da je lokacija u blizini mreže prometnica ali opet moramo uzeti u obzir da su nam poželjnije lokacije koje su udaljenije od velikih gradskih prometnica, prvenstveno radi sigurnosti djece, ali i količine buke koja dolazi s takvom razinom ceste.



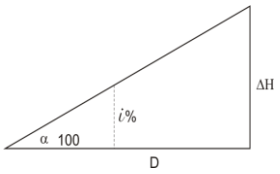
Slika 5.7.1. Lokacije prikazane na podlozi prometa u ArcGIS-u

Ovdje će se također primijeniti bodovanje ocjenama 1-10, gdje će veću ocjenu dobiti ona lokacija koja ima pristup sa manjih gradskih prometnica. Lokacija 1 dobiva ocjenu 10, lokacija 2 ocjenu 9, lokacija 3 se ocjenjuje sa 9, a lokacija 4 sa ocjenom 10.

5.8. Nagib terena

Nagib terena je važna informacija koja je potrebna u projektiranju i planiranju u različitim stručnim i znanstvenim djelatnicima, a može se odrediti iz topografskih planova i karata za određene profile. Iz podataka o nadmorskim visinama krajnjih točaka razmatranog profila terena H1 i H2, i njihove međusobne udaljenosti D, računa se nagib tog profila. Nagib terena se najčešće izražava u postocima (%) i ovisno o njegovom iznosu, procjenjuju se karakteristike tog terena.

Računanje nagiba terena izraženog u %: $\text{tg}\,\alpha = \Delta H / D = i\,\% / 100, \rightarrow i\,\% = \Delta H / D \times 100$.



Nagib terena se najčešće izražava u postocima (%) i ovisno o njegovom iznosu, procjenjuju se karakteristike tog terena. Tako se smatra da je teren nagiba:

- **0 – 1 %** - previše ravan te je potrebna odvodnja,
- **1 – 5 %** - idealnih topografskih uvjeta,
- **5 – 10 %** - dobrih građevinskih uvjeta,
- **10 – 15 %** - težih građevinskih uvjeta te je moguća potreba izgradnje potpornih zidova
- **15 % i više** - vrlo strm te su potrebni specijalni zahvati pri izgradnji koja je teška i skupa

Nagib terena se može izraziti i omjerom horizontalne duljine i visinske razlike krajnjih točaka terena (npr. 4:1, 2:1 i sl.). Takvo izražavanje nagiba terena najčešće je kod projektiranja građevinskih objekata (cesta, kanala i sl.).

Dakle, poželjniji su ravniji tereni za izgradnju ovakvih objekata. Ni ovaj uvjet u Hrvatskoj nije reguliran nikakvim propisom, ali prema preporukama, škole se ne bi smjele graditi na terenu čiji nagib prelazi 10°. U ArcGIS-u je dodan sloj Terrain:Slope Map iz kojeg je moguće očitati nagibe terena na pojedinim lokacijama.



Slika 5.8.1. Lokacija 1 prikazana sa svojim prosječnim nagibom terena



Slika 5.8.2. Lokacija 2 prikazana sa svojim prosječnim nagibom terena



Slika 5.8.3. Lokacija 3 prikazana sa svojim prosječnim nagibom terena



Slika 5.8.4. Lokacija 4 prikazana sa svojim prosječnim nagibom terena

Iz ovog je vidljivo da lokacija 1 (nagib terena oko 10%) što se nagiba terena tiče ima dobre građevinske uvjete. Lokacija 2 i lokacija 3 imaju idealne uvjete jer spadaju u razred nagiba 1 – 5%. Lokacija 4 na nekim dijelovima ima nagib veći i od 20%, pa spada u razred strmih zemljišta kod kojih je potrebno izvoditi specijalne zahtjeve pri gradnji, što povećava cijenu radova.

5.9. Cijena zemljišta

Ovaj kriterij je jako bitan sa strane ostvarivanja profita jer je kod ovog segmenta najlakše manipulirati troškovima i opsegom investiranja, te na taj način smanjiti sveukupno ulaganje.

Iako su izbor pozicije i cijene zemljišta usko povezani i gotovo se linearno prate na način da odabir bolje lokacije nužno povlači porast cijene zemljišta ipak postoje određeni faktori koji nam omogućavaju da i tu postavimo određenu distinkciju. Što se ostalih segmenata investicije tiče oni su u propisima i definirani regulativama i time je prostor za troškovnu manipulaciju uvelike smanjen. Moramo voditi računa i o koeficijentu izgrađenosti građevne parcele (kig), koji predstavlja odnos izgrađene površine zemljišta pod građevinom i ukupne površine građevne čestice. Zemljište pod građevinom (tlocrtna projekcija) je vertikalna projekcija svih zatvorenih, otvorenih i natkrivenih konstruktivnih dijelova građevine, na građevnu česticu. U izgrađenu površinu ne ulaze podzemne garaže, cisterne, septičke jame, spremnici plina i slične građevine, ukoliko su ukopane u zemlju i obrađene kao okolni teren te parkirališne površine.

Za promatrano područje grada Solina cijene terena se kreću od 150-220 eura/m2. Tako cijena za lokaciju 1 iznosi 200 €/m2, što dovodi do ukupne svote 1 456 400 eura. Lokacija 2 se nalazi na zemljištu koje se procjenjuje 220 €/m2, sveukupno 1 837 880 eura. Lokacija 3 ima cijenu kao i lokacija 2 od 220 €/m2, sveukupno 1 948 540 eura. A lokacija 4 ima najnižu cijenu od 150 €/m2, što nam daje ukupnu cijenu 1 353 450 eura.

5.10. Cijena investicije

Naš zadatak u ovom radu je da vidimo koja je od naše četiri lokacije najbolja za izgradnju hotela, tj. da provjerimo da li je hotel koji je već izgrađen na lokaciji 3 uistinu izgrađen na najboljoj lokaciji. Poznajemo koliko je bilo potrebno novca za izgradnju hotela President na lokaciji 3, a to je 14 000 000 eura. Fasadom obloženom bračkim kamenom, kupom kanalicom na krovu, kamenom i željeznom ogradom na balkonima soba, hotel se odlično uklopio u ambijent Solina.

Od trenutka ishođenja građevinske dozvole 2007., investitoru su za realizaciju projekta vrijednog 14 milijuna eura, trebale dvije godine. Projekt na obali Jadra, drugi je

hotel President grupe na ovom području, prvi je, podsjetimo, u središtu Splita, istog imena, ali s četiri zvjezdice. Na tlocrtnoj površini od 1680 kvadrata, hotel ima ukupnu neto izgrađenu površinu od 7200 kvadrata, raspoređenih na prizemlje, dva kata i galeriju.

U podzemnoj etaži smještena je garaža s 42 mjesta za parkiranje, namijenjena potrebama hotelskih gostiju. Smještajni kapaciteti su 80 soba, jednokrevetnih i dvokrevetnih, te četiri apartmana, tako da se ukupno može smjestiti oko 160 gostiju. Većina soba ima balkone s kamenom ili ogradom od kovanog željeza, koja se ističe i u atriju na središnjim stubama koje vode na kat.

6. VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMA

6.1. Karakteristike višekriterijalne analize

Sve osobine višekriterijalne analize, kao što su veći broj kriterija, konflikti među kriterijima, neusporedive jedinice mjera kriterija, izbor najbolje alternative (rješenja) ili rangiranje alternativa, mogu naći adekvatnu primjenu u procesima odlučivanja u graditeljstvu.

Pregledom raspoložive literature uočljiva je u svijetu dominacija triju grupa metoda višekriterijalne analize, i to:

- metode ELECTRA čiji autor je Roy (1976)
- metoda Analytic Hierarchy Processing (AHP) čiji autor je Saaty (1980)
- metode PROMETHEE čiji autori su Brans i Vincke (1984).

S obzirom na programsku podršku i koncepciju blisku "Sustavima za podršku odlučivanju" (Decision Support Systems) sugerira se korištenje metoda PROMETHEE u procesima odlučivanja vezanim za problem humanitarnog razminiranja.

Iz same formulacije metode, uočavaju se karakteristike višekriterijalne analize, koje se mogu sažeti u slijedećim postavkama:

- kao prvi koraku u rješavanju problema potrebno je definirati kriterije koji cjelovito i sveobuhvatno karakteriziraju problem
- alternativna rješenja problema, razvijaju se kao takozvane akcije, koje predstavljaju alternative, varijante rješenja, projekte, teritorijalne cjeline, varijante planova varijante resursa ili nešto drugo što se želi međusobno uspoređivati, odnosno rangirati
- svakom kriteriju dodjeljuje se težinski koeficijent, odnosno težina kriterija koja odražava njegovu važnost s aspekta donositelja odluke
- svakom kriteriju dodjeljuje se "tip preferencije" koji predstavlja "formalizaciju ponašanja" donositelja odluke
- prema definiranim kriterijima za svaku akciju se unose adekvatne vrijednosti u apsolutnom iznosu (mogu biti i kao atributni izričaji) koji su u načelu u međusobno neusporedivim jedinicama

6.2. Karakteristike modela višekriterijalne analize

Izgradnja konkretnog modela višekriterijalne analize za rješavanje problema u graditeljstvu otpočinje definiranjem razine na koju se model odnosi, tj. za stratešku razinu odlučivanja skup kriterija i generiranje akcija (alternativa) će imati sigurno različit postupak u odnosu na niže razine odlučivanja. Ako se prihvati podjela na stratešku, taktičku i operativnu razinu odlučivanja (politička razina odlučivanja je van razmatranog konteksta problema), onda se strateškoj razini odlučivanja može opredijeliti makro teritorijalni pristup u definiranju akcija, kao i vremenski period koji se odnosi na 3 - 5 godina. Za niže razine odlučivanja karakterističan je mezo i mikro teritorijalni pristup (konkretno teritorij jedne županije ili dijela županije, te općine ili dijela općine), odnosno vremenski periodi manji od 3 godine pa do nekoliko mjeseci.

Pored "teritorija" i "vremenskog perioda" na taktičkoj i operativnoj razini odlučivanja može se koristiti i čitav niz drugih parametra za generiranje akcija (npr. tehnologija izvođenja radova, pojedini projekti, poduzeća kojima se povjerava određeni posao, očekivani ekonomski rezultati, itd). Kod definiranja kriterija veliku pomoć pruža takozvana "ciljna analiza", odnosno analiza ciljeva koji se žele postići rješavanje definiranog problema. Dakako i kod ciljne analize potrebno je razlučivati razinu na koju se model odnosi, pogotovo zbog činjenice da se na višoj razni dio ciljeva unosi (dolazi) iz okruženja.

Postizavanje zadanih ciljeva je temeljna pretpostavka svakog procesa donošenja odluka, te je često postupak utvrđivanja ciljeva mukotrpan zbog toga što donositelji odluka misle da su im ciljevi potpuno jasni, ili su pod pritiskom donošenja unaprijed prepoznatljivih odluka. Općenito, postoji nedostatak strukturiranog pristupa koji bi omogućio efikasnu i brzu sustavnu analizu ciljeva, te je iskustvo i timski rad, pored metodologije, najbolji jamac uspjeha.

U praksi je čest konflikt ciljeva na strateškoj razini i obično se događa da su ciljevi koji dolaze iz okruženja u konfliktu s ciljevima koji se generiraju unutar sustava. Ova konfliktnost se prenosi na kriterije, te su kriteriji najčešće u konfliktnim pozicijama. Konfliktnost kriterija uvjetovana je "lošom strukturiranošću" problema, te se može zaključiti da je osnovna karakteristika "normalnih" (svakodnevnih) problem konfliktnost dominantnih kriterija (npr. ako je neki proizvod kvalitetan, onda je najčešće i skup, ili ako je neki proizvod tehnološki sofisticiran, onda je njegovo održavanje komplicirano, itd).

Upravo konfliktnost kriterija opravdava korištenje metoda višekriterijalne analize, jer se "klasičnim" metodama uključujući i intuitivno odlučivanje ne može utvrditi optimalno rješenje problema. Kao što je već navedeno, s kriterijima se cjelovito i sveobuhvatno modeliraju karakteristike problema, te se dodjeljivanjem adekvatnih težina numerički iskazuju preferencije donositelja odluke. Kriteriji ujedno predstavljaju i mjeru onih karakteristika sustava (npr. ekonomičnost, efikasnost, puna zaposlenost, funkcionalnosti, itd.) koje se želi optimizirati kako bi zadovoljili postavljeni ciljevi.

Američki autori koji su obrađivali probleme primjene višekriterijalne analize na vrjednovanje investicijskih projekata obično su razvrstavali kriterije u četiri grupe i to:

- ekonomski kriteriji
- tehničko-tehnološki kriteriji
- društveno-politički kriteriji
- ekološki kriteriji ili alternativno sigurnosni kriteriji

Navedenim grupama kriterija dodjeljivali bi po 25% vrijednosti sume težina, a unutar grupe za raspodijele težina pojedinim kriterijima, koristili bi se najčešće anketom ekspertnih timova. Europski autori su ukazivali na potrebu dodjeljivanja većih težina grupi ekoloških kriterija, te kriterijima koji su se odnosili na legislativu i pravnu regulativu.

Za graditeljske sustave Tavares (1999) razvija tri karakteristične glavne skupine kriterija, i to:

- kriteriji koji utječu na proces izgradnje sustava
- kriteriji koji govore o samom sustavu
- kriteriji koji se odnose na integraciju sustava u okoliš, društvo, politiku, kulturu, itd.

6.3. Metodologija rada

Sam postupak primjene višekriterijalne analize, uz korištenje metode PROMETHEE, pretpostavlja sljedeće faze:

- definiranje karakteristika problema, odnosno skupa akcija i skupa kriterija (definiranje dimenzija problema)

- usuglašavanje skupa akcija i kriterija s "partnerima" u procesu odlučivanja (obično se događa da se dodaju neki kriteriji na kojima insistira “partner”u suodlučivanju)
- definiranje težina kriterija i tipova preferencije za svaki pojedini kriterij
- usuglašavanje težina kriterija u iterativnom postupku
- definiranje alternativnih "scenarija" obrade težina kriterija, dajući veće težine određenoj skupini kriterija
- modelska (numerička) obrada problema i prezentiranje numeričkih i grafičkih rezultata rangiranja akcija
- analiza osjetljivosti (sensitivity analysis), odnosno provjera stabilnost rješenja prema postavljenim scenarijima težina kriterija
- korištenje metode GAIA za vizualizaciju karakteristika problema preko geometrijske interpretacije
- prezentiranje rezultata višekriterijalne analize sudionicima u procesu odlučivanja, te numerička obrada dodatnih scenarija (varijanata težina kriterija)
- elaboriranje rezultata višekriterijalne analize s verbalnom i grafičkom interpretacijom

  dobivenih rangova

6.4. Programska podrška

Za numeričku obradu problema višekriterijalne analize, metodama PROMETHEE i GAIA, koristila bi se programska podrška "Decision Lab 2000", što je komercijalni naziv za softverski proizvod kojeg distribuira "Visual Decision" iz Kanade. Suvremena arhitektura ovog softvera, bazirana na konceptu "Sustavne potpore odlučivanju" (SPO) omogućava "vrlo komforan" rad i vrlo široku podršku procesima odlučivanju. Velik broj informacija od kojih je većinu moguće vizualizirati (grafovi i različiti dijagrami u bojama) daje "donositelju odluke" (DM) potpun uvid u karakteristike problema i moguće ishode različitih scenarija obrade problema. Vizualizacija postignutih rješenja je posebno pogodna kod grupnog odlučivanje (GDM), jer je moguće komentirati rezultate u okviru tima (s eventualnom projekcijom grafičkog prikaza na zid), te usuglašavati težine kriterija što je najčešće sporno. Ulazni podaci se unose interaktivno preko "spreadsheeta".

6.5. Višekriterijalna analiza metodom PROMETHEE

Problematika višekriterijalne analize je u svojim počecima bila uglavnom vezana za probleme procjene projekata, odnosno bilo kakvih investicijskih odluka. Jednokriterijalno ili pak intuitivno odlučivanje u sadašnjem vremenu samo slučajno može biti ispravno, kako zbog vrlo složenih relacija i interaktivnih odnosa među konceptima realnog svijeta, tako i zbog činjenice da nema dominirajućih kriterija u većini današnjih problema. Međusobno uspoređivanje relevantnih ekonomskih i tehničko-tehnoloških parametara praktično je nezamislivo bez pomoći višekriterijanih tehnika i metoda odlučivanja.

Da bi se izložila matematička formulacija višekriterijalne analize, najbolje je krenuti od definicije jednokriterijalne zadaće (Brans i ostali autori, 1984):

$$\text{Max}\{f(a)\ a \in A\}$$

gdje je A skup mogućih akcija (alternativa) i $f{:}A \rightarrow R_1$ kriterij koji razlikuje te akcije. Rezultat ove zadaće je ukupni poredak alternativa u skupu A (potpuna i tranzitivna relacija). To je dobro postavljena zadaća jer pri određivanju optimalne akcije (alternative) „a“ nejednakost $f(\tilde{a}) \geq f(a)$,$\forall a \in A$, ima smisla. Ako akcije iz A promatramo kao vrhove grafa i ako se $\forall$ a b, $\in$ A definiramo brid (ab) kada je $f(a) \geq f(b)$ tada dobivamo potpuni graf.

Dodavanjem kriterija pri izboru optimalne alternative, zadaća postaje višekriterijalna i definira se kao:

$$\text{Max}\{f_1(a),...,f_j(a),...,f_k(a)|\ a \in A\}$$

fj(a), j=1,2,...,k, gdje je k broj kriterija. Općenito, ovako postavljena zadaća neće rezultirati ukupnim poretkom u skupu A, što dovodi do toga da zadaća više nije dobro postavljena (strukturirana) jer pojam optimalne alternative više nema smisla. U općem slučaju ne postoji alternativa “ ã “ takva da je $f_j(\tilde{a}) \geq f_j(a)$, $\forall a \in A$, $\forall j$. Takve zadaće su, međutim, stvarne, svakodnevne zadaće, te je neophodno naći rješenje.

Naime, neka su “a“ i “b“ dvije alternative iz A takve da vrijedi $f(a) \geq f(b)$, $\forall\ j \in (1,2,..., k)$, pri čemu je barem jedna nejednakost stroga, tada kažemo da “a“ dominira nad “b“. Na taj se način dobiva djelomični poredak u A (tranzitivna relacija) koji se zove poredak dominacije. Pretpostavimo da su alternative iz A ponovo vrhovi grafa, brid (ab) postoji ako “a“ dominira nad “b“, te tako dobivamo graf dominacije (usmjereni graf). Poredak dominacije je općenito vrlo “siromašan“, čak i ako zadaća sadrži samo nekoliko

kriterija, tako da graf dominacije nema mnogo bridova. Često se događa da je poredak dominacije “prazan“.

Da bi se pomoglo "donosiocu odluke" u rješavanju konkretnih problema razrađene su u osnovi tri vrste metoda:

- metode agregiranja koje koriste funkcije korisnosti (utility functions)
- razne interaktivne metode (metode "cjenjkanja")
- metode "višeg ranga"1 (outranking methods).

U praksi je zapaženo da metode “višeg ranga“ izbijaju u prvi plan, kako zbog svoje prilagodljivosti stvarnim zadaćama (koje su u načelu slabo strukturirane), tako i zbog činjenice da su, u usporedbi sa sličnim metodama razumljivije donositelju odluka.

Metode “višeg ranga“ sastoje se od kompromisa između presiromašnih relacija dominacije i preopsežnih relacija dobivenih preko funkcija korisnosti. Svaka metoda “višeg ranga“ uključuje dvije faze:

- sastavljanje relacije “višeg ranga“
- korištenje ove relacije kao pomoć donositelju odluke.

Navedene se faze mogu tretirati na različite načine, tako da su predložene različite metode, ovisno o vrsti zadaće i konkretnih situacija. Ako donositelj odluke želi rangirati skup alternativa, sustava, čvorova, projekata itd. Od najboljeg do najlošijeg, tada se govori o zadaći rangiranja. Ako donositelj odluke mora izabrati najbolju akciju, sustav itd, govorimo o zadaći izbora. Kako kod većine višekriterijalnih zadaća, općenito nema najboljeg rješenja, zadaća se svodi na određivanje skupa dobrih alternativa, sustava, čvorova, projekata, itd.

Jedna od najznačajnijih metoda na ovom planu jest metoda PROMETHEE, čiji su autori J. P. Brans i P. Vincke. Zbog vrlo prihvatljive formulacije zadaće i odgovarajuće programske podrške, ova metoda je odabrana za podršku u rješavanju višekriterijalne zadaće odabira lokacije za izgradnju škole.

Sve osobine višekriterijalnog procesa odlučivanja kao što su veći broj kriterija, odnosno atributa, konflikti među kriterijima, neusporedive jedinice mjera kriterija, projektiranje najbolje alternative, ili izbor najbolje alternative (investicije) iz skupa prethodno definiranih alternativa, mogu se prepoznati u procesu odabira najpovoljnije lokacije izvedbe stambeno – poslovnog objekta. Nakon što se iscrpe tehničke mogućnosti,

u smislu definiranja različitih rješenja, pristupa se odabiru jednog od varijantnih rješenja koje će najbolje zadovoljiti cilj: Odabir najpovoljnije lokacije. Zadaća se odlikuje većim brojem kriterija (ekonomski, društveni i kombinirani) s izrazitim konfliktima među njima (isplativost, društvena korist).

7. METODE RANGIRANJA AKCIJA

Kako bi svi kriteriji bili mjerljivi i imali isti tretman, potrebno ih je uključiti u postupak vrednovanja jer inače nisu svi kriteriji direktno kvantitativno mjerljivi. Upravo iz tog razloga, takve je probleme najbolje rješavati višekriterijalnim metodama koje u cijelosti mogu udovoljiti ovim zahtjevima.

7.1. Metoda PROMETHEE

Za metodu PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation) karakteristična su slijedeća tri segmenta:

- **Obuhvat kriterija**

Oblikovanje preferencija donositelja odluke određuje se na način da će se za svaki kriterij promatrati šest mogućih obuhvata (funkcija preferencija) zasnovanih na intenzitetu preferencije. Neki od njih dopuštaju netranzitivnost indiferencije dok drugi nude blagi prijelaz iz indiferencije u strogu preferenciju.

- **Procijenjena relacija "višeg ranga"**

Upotreba ovako oblikovanih kriterija dozvoljava konstrukciju procijenjene relacije "višeg ranga". Ova relacija je manje osjetljiva na male promjene parametara i njena interpretacija je jednostavna.

- **Korištenje relacije "višeg ranga"**

Pod ovim pojmom razmatra se specifično korištenje procijenjene relacije "višeg ranga", naročito u slučajevima kada akcije moraju biti rangirane od najbolje do najgore. PROMETHEE I metoda pruža djelomično rangiranje akcija, a potpuno rangiranje možemo dobiti pomoću PROMETHEE II metode.

7.1.1. Obuhvat kriterija

Obuhvat kriterija temelji se na uvođenju funkcije preferencija, koja daje preferenciju donosioca odluke za akciju "a" u odnosu na akciju "b". Ova funkcija će se definirati za svaki kriterij posebno, a njezina će se vrijednost kretati između 0 i 1. Što je manja vrijednost funkcije, veća je indiferencija donosioca odluke, a što je ta vrijednost

bliža 1, veća je njegova preferencija. U slučaju stroge preferencija, vrijednost funkcije preferencije će biti jednaka 1.

Neka je f(.) određeni kriterij, a "a" i "b" dvije akcije (alternative) iz skupa akcija A. Pridružena funkcija preferencije P(a,b) od "a" u odnosu na "b" bit će definirana kao:

$$P(a,b) = \begin{bmatrix} 0, ako\ je\ f(a) \leq f(b) \\ p[f(a), f(b)], ako\ je\ f(a) > f(b). \end{bmatrix}$$

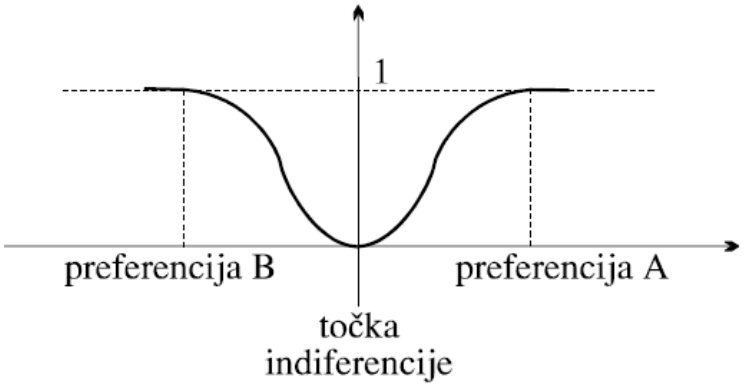
Za konkretne slučajeve najbolje je izabrati p(.) funkcije sljedećeg tipa:

$$p[f(a), f(b)] = p[f(a) - f(b)],$$

Kod kojih je p(.) u ovisnosti o razlici između vrijednosti f(a) i f(b) koja se grafički predočava kao funkcija H(d), tako da vrijedi:

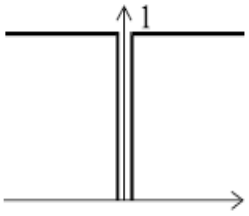
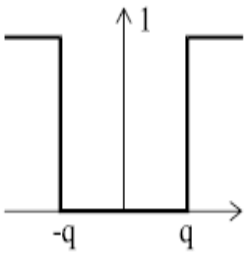
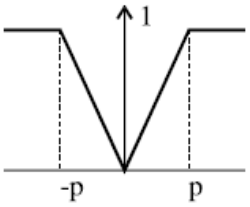
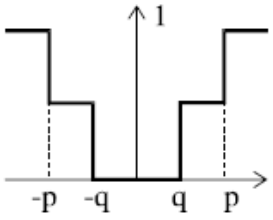
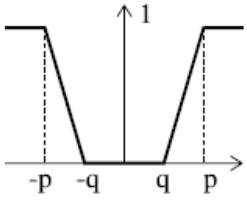
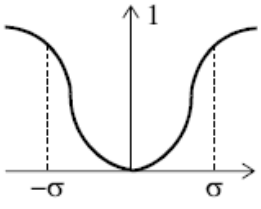
$$H(d) = \begin{bmatrix} P(a,b), ako\ je\ d \geq 0 \\ P(a,b), ako\ je\ d \leq 0. \end{bmatrix}$$

Izgled funkcije:



Slika 7.1.1.1. Oblik funkcije preferencije

Istraživanja su pokazala da šest tipova funkcije preferencije obuhvaća većinu slučajeva koji se pojavljuju u praktičnoj primjeni, a za koje donositelj odluke mora definirati najviše dva parametra. To je jednostavan zadatak s obzirom na činjenicu da svaki parametar ima stvarno ekonomsko značenje. Tipovi funkcija su prikazani u tablici 7.1.1.1.

Tip kriterija	Analitička definicija	Graf	Parametri za određivanje
Običan kriterij	$p(d) = \begin{cases} 0, & d = 0 \\ 1, & d \neq 0 \end{cases}$		-
Kvazi-kriterij	$p(d) = \begin{cases} 0, & \lvert d\rvert < q \\ 1, & \lvert d\rvert \geq q \end{cases}$		q
Kriterij s linearnom preferencijom	$p(d) = \begin{cases} \frac{\lvert d\rvert}{p}, \lvert d\rvert < p \\ 1, \lvert d\rvert \geq p \end{cases}$		p
Kriterij razina	$p(d) = \begin{cases} 0, & \lvert d\rvert < q \\ 0.5, q < \lvert d\rvert < p \\ 1, & \lvert d\rvert > p \end{cases}$		q,p
Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije	$p(d) = \begin{cases} 0, \lvert d\rvert < q \\ \frac{\lvert d\rvert - q}{p - q}, q < \lvert d\rvert < p \\ 1, & \lvert d\rvert > p \end{cases}$		q,p
Gaussov kriterij	$p(d) = 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}$		σ

Tablica 7.1.1.2. Funkcije preferencije metode PROMETHEE

Tip I: Običan kriterij

Kod ove vrste kriterija, indiferencija između "a" i "b" postoji samo kada je f(a)=f(b). Ukoliko su ove dvije vrijednosti različite donositelj odluke strogo preferira onu akciju koja ima veću vrijednost i tada je vrijednost njegove funkcije preferencije jednaka 1. Ako se utvrdi da je kriterij f(.) kriterij ovoga tipa tada donositelj odluke ne mora definirati nikakav poseban parametar.

Tip II: Kvazi kriterij

Kod ove vrste kriterija, "a" i "b" su indiferentni sve dok apsolutni iznos razlike između f(a) i f(b) ne prelazi "q", u protivnom preferencija postaje stroga. Kod ovog tipa obuhvata kriterija naglašen je pojam poluporetka, te je potrebno definirati samo parametar "q".

Tip III: Kriterij s linearnom preferencijom

Kod ove vrste kriterija donositelj odluke mora odrediti parametar "p" nakon kojeg dolazi do stroge preferencije. Naime, intenzitet preferencije se linearno povećava sve dok se apsolutni iznos razlike između f(a) i f(b) ne izjednači sa "p", a nakon te vrijednosti preferencija je stroga.

Tip IV: Kriterij razina

Kod ove vrste kriterija "a" i "b" su indiferentni dok apsolutni iznos razlike između f(a) i f(b) ne dosegne vrijednost parametra "q". Ukoliko se vrijednost apsolutnog iznosa razlike nalazi između vrijednosti parametara "q" i"p" preferencija je slaba (1/2), a ukoliko je veća od vrijednosti parametra "p", tada je preferencija stroga. Ovaj slučaj možemo usporediti sa "pseudo kriterijem", iako se ovdje slaba preferencija promatra kao intenzitet a ne kao kolebanje između indiferencije i stroge preferencije.

Tip V: Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferentnosti

Kod ove vrste kriterija "a" i "b" su indiferentni dok apsolutni iznos razlike između f(a) i f(b) ne dosegne vrijednost parametra "q". Iznad ove vrijednosti preferencija raste progresivno dok ne dosegne vrijednost "p", a nakon toga dolazi do stroge preferencije. Kod ovakvog slučaja potrebno je odrediti parametre "q" i"p".

Tip VI: Gaussov kriterij

U ovom slučaju donositelj odluke mora definirati vrijednost parametra "σ" , koji predstavlja udaljenost između ishodišta i točke infleksije krivulje. Tu je vrijednost lako utvrditi iz iskustva s normalnom distribucijom iz statistike. Ako je kriterij ovoga tipa, preferencija raste sa devijacijom "d".

Do sada su razmatrani pragovi "q", "p" i "σ" kao nepromjenjivi, te su funkcije H (d) simetrične s obzirom na ishodište, međutim, nema razloga da se ovi pragovi ne promatraju kao promjenjivi.

7.1.2. Procijenjena relacija "višeg ranga"

Za svaki par akcija a,b ∈ A, prvo se definira višekriterijalni indeks preferencije za "a" u odnosu na"b" za sve kriterije. Pretpostavlja se da svaki kriterij pripada jednom od razmotrenih tipova kriterija, tako da su funkcije preferencije Pj(a,b) definirane za svaki j=1,2,...,k. Višekriterijalni indeks preferencije definiran je slijedećim izrazom:

$$\Pi(a,b) = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} P_j(a,b), \;\; k = broj\ kriterija$$

Ovaj indeks daje mjeru preferencije "a" nad "b" kada se uzmu u obzir svi kriteriji; što je bliži jedinici, to je preferencija veća. Mogu se razmatrati i drugi indeksi, na primjer ukoliko se pretpostavi da svi kriteriji imaju istuvažnost. Ako to nije slučaj, može se uvesti ponderiran indeks preferencije.

Ako se pretpostavi da se funkcije preferencije Pj(a,b) i težine kriterija Wj specificiraju za svaki kriterij j=1,...,k, tada se za ∀a,b ∈A višekriterijalni indeks preferencije definira kao:

$$\Pi(a,b) = \frac{\sum_{j=1}^{k} W_j P_j(a,b)}{\sum_{j=1}^{k} W_j}, W_j = težina\ kriterija$$

Usmjeren graf, čiji su čvorovi akcije iz A, takav da ∀a,b ∈A, grana (ab) ima vrijednost Π(a,b),zove se procijenjeni graf "višeg ranga". Tako je znatno upotpunjen početni graf dominacije, ali ta dopuna nije tolika kao kod funkcija koristi (utility functions), u skladu sa činjenicom da su grane grafa procijenjene. S druge strane, ako "a"dominira nad "b", Π(b,a) = 0. Međutim, Π(a,b) nije nužno jednako 1, jer "a" može biti bolji od "b"za svaki kriterij, a da ta preferencija ne bude stroga.

7.1.3. Korištenje relacije "višeg ranga"

Kada se dobije procijenjeni graf "višeg ranga", donositelj odluke raspolaže vrijednim podacima. Ali, ovim grafom možemo riješiti tek određene probleme odlučivanja. Problem rangiranja se javlja kada donositelj odluke želi rangirati akcije iz A od najbolje do najlošije, i upravo u tom slučaju se koristi procijenjeni graf "višeg ranga", te se pomoću njega izrađuje potpuni predak u A, ili djelomičan poredak ukoliko se potpuni čini preopsežan. Problem izbora se javlja kada donositelj odluke mora izabrati najbolje akcije iz A. Kod višekriterijalnog problema općenito nema najboljeg rješenja, problem se sastoji od određivanja skupa dobrih akcija iz A. Metode PROMETHEE I i PROMETHEE II su dvije tehnike rješavanja problema rangiranja, pri čemu se rangiranjem može dobiti i skup dobrih akcija kao rješenje problema izbora.

Metoda PROMETHEE I rangiranje akcija djelomičnim poretkom. Ako se definira procijenjeni graf "višeg ranga", za svaki čvor "a", na osnovi višekriterijalnog indeksa preferencije za svaki a∈ A dobiju se slijedeći tokovi:

- izlazni tok: $\Phi^{+}(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\epsilon A}\Pi(a,x)$,
- ulazni tok: $\Phi^{-}(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\epsilon A}\Pi(x,a)$.

Što je veći izlazni tok, to "a" više dominira nad ostalim akcijama iz A; što je manji ulazni tok, to manje akcija dominira nad "a".

Neka se definiraju prva dva potpuna poretka (P+, I+) i (P-, I-) tako da je:

$$\begin{bmatrix} aP^{+}b, ako\ i\ samo\ ako\ \Phi^{+}(a) > \Phi^{+}(b), \\ aP^{-}b, ako\ i\ samo\ ako \Phi^{-}(a) > \Phi^{-}(b); \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} aI^{+}b, ako\ i\ samo\ ako\ \Phi^{+}(a) = \Phi^{+}(b), \\ aI^{-}b, ako\ i\ samo\ ako\ \Phi^{-}(a) = \Phi^{-}(b). \end{bmatrix}$$

Razmatrajući njihove međusobne presjeke, dobiva se sljedeći djelomični poredak:

- "a" ima viši rang od "b" ako vrijedi:

$$\begin{bmatrix} aP^{+}\ b\ i\ aP^{-}b \\ aP^{+}b\ i\ aI^{-}b \\ aI^{+}b\ i\ aP^{-}b \end{bmatrix}$$

- "a" je indiferentno "b" ako vrijedi $aI^{+}b$ i $aI^{-}b$
- "a" i "b" su neusporedive u ostalim slučajevima.

Neke akcije će biti usporedive, a neke neusporedive tako da metoda PROMETHEE I daje djelomične relacije, odnosno procijenjeni graf višeg ranga koji donositelju odluke daje značajne informacije o odnosima među akcijama.

Metoda PROMETHEE II rangira akcije potpunim poretkom. Ukoliko krećemo od pretpostavke da donositelj odluke zahtjeva potpuni poredak (potpuno rangiranje bez neusporedivosti), tada se za svaku akciju a ∈ A promatra rezultirajući (netto) tok:

$$\Phi(a) = \Phi^{+}(a) - \Phi^{-}(a),$$

koji se može jednostavno upotrijebiti u rangiranju akcija:

- "a" ima viši rang od "b" ako i samo ako $\Phi(a) > \Phi(b)$,
- " a" je indiferentno "b" ako i samo ako $\Phi(a) = \Phi(b)$.

Dakle, kod metode PROMETHEE II sve akcije iz A su potpuno rangirane, međutim, kod ove relacije se gubi dio informacija zbog balansirajućih efekata između izlaznog i ulaznog toka, što rezultira većim stupnjem apstrakcije. Isti autori razvili su i metode PROMETHEE III, IV i V.

7.2. Metoda GAIA

Pri korištenju metode PROMETHEE za rješavanje problema višekriterijalne analize, dva osnovna rezultata su: djelomični poredak akcija (koji prikazuje odnose stroge dominacije među akcijama, ali ostavlja neke akcije međusobno neusporedivima) i potpuni poredak akcija (rangiranje svih akcija). Međutim, zbog postojanja akcija koje se ne mogu međusobno usporediti (tj. od kojih ne možemo strogo odabrati bolju i lošiju), te zbog mogućnosti da prilikom rangiranja akcija u potpuni poredak, razlike ukupnog toka među akcijama budu vrlo male (što dovodi do nepouzdanosti potpunog rangiranja, jer bi se uz malu izmjenu težina poredak promijenio), javlja se potreba za dodatnom geometrijskom informacijom o ponašanju akcija prema pojedinim kriterijima. Ovakva informacija omogućava donositelju odluke potpuniji uvid u odnos akcija prema kriterijima, olakšava predviđanja "što ako" situacija i omogućava razumljivu i efektnu prezentaciju rezultata dobivenih korištenjem metode PROMETHEE.

GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) daje geometrijski prikaz rezultata PROMETHEE metode. Ideja na kojoj se temelji ovaj program je svođenje višedimenzionalnog problema na dvodimenzionalni kako bi se omogućio ravninski prikaz.

Po svojoj prirodi, dimenzija višekriterijalne analize određena je brojem kriterija (svaki kriterij određuje jedan vektor u takvom prostoru) i ako se želi geometrijski prikaz, koji je lako razumljiv, problem treba prikazati u dvodimenzionalnom prostoru, jer bi trodimenzionalni prikaz bio teško razumljiv. Pri ovom smanjivanju dimenzije dolazi do gubitka informacija o samom problemu. Da bi ovaj gubitak bio što manji, ravnina u kojoj se daje geometrijska prezentacija određena je dvama najvećim svojstvenim vrijednostima kovarijacijske matrice. Pri tome program daje podatak o postotku informacije kojeg takav prikaz daje. Osim pri izuzetno nepovoljnoj strukturi problema, geometrijska prezentacija daje dovoljno visok postotak informacija za sagledavanje problema.

Za svaku akciju "a" i za svaki kriterij "j" definira se jednokriterijalni tok:

$$\Phi_j(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\epsilon A}\{P_j(a,x) - P_j(x,a)\} \quad -1 \leq \Phi_j(a) \leq 1$$

$$\sum_{j=1}^{k} W_j \Phi_j(a) = \Phi(a)$$

$$\sum_{a\epsilon A} \Phi_j(a) = 0$$

stoga u kontekstu PROMETHEE metode, svaka akcija ai(i=1,...,n) iz skupa A ={a_1,a_2,...,a_n} može biti predstavljena vektorom:

α_i=($\Phi_1(a_i)$,...,$\Phi_j(a_i)$,...,$\Phi_k(a_i)$).

Tokovi Φj daju pouzdanije i potpunije informacije nego li same ocjene pojedinih alternativa $f_j(a)$, budući da svi tokovi su dani u istim jedinicama i neovisni su o jedinicama u kojima su dani kriteriji. Razlike u ocjenama $f_j(a)$, a∈A koje rezultiraju slabom preferencijom ili indiferencijom među tim akcijama imaju vrlo mali ili nikakav doprinos na Φj(ai) i obrnuto, razlike koje su važne za donositelja odluke imati će veliki doprinos na Φj(ai). Neka se definira matrica Φ na sljedeći način:

$$\begin{bmatrix} \Phi_1(a_1) \dots & \Phi_j(a_1) \dots & \Phi_k(a_1) \\ \Phi_1(a_2) \dots & \Phi_j(a_2) \dots & \Phi_k(a_2) \\ \dots & \dots & \dots \\ \Phi_1(a_i) \dots & \Phi_j(a_i) \cdots & \Phi_k(a_i) \\ \dots & \dots & \dots \\ \Phi_1(a_n) \dots & \Phi_j(a_n) \cdots & \Phi_k(a_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_i \\ \dots \\ \alpha_n \end{bmatrix}$$

Svaka alternativa ai koja je predstavljena redom αi matrice Φ može biti predstavljena točkom Ai u prostoru Rk čije su koordinate elementi vektora αi. Centar težina svih točaka Ai leži u ishodištu budući da vrijedi $\sum_{a\epsilon A} \Phi_j(a) = 0$. Nije moguće prikazati k-dimenzionalno prostor Rk, pa će se zadaća svesti na dvodimenzionalni koristeći analizu glavnih komponenti. Svaka akcija određena točkom Ai u prostoru Rk projicira se na GAIA ravninu, a jedinični vektori prostora Rk, koji predstavljaju kriterije, također se projiciraju na istu ravninu. U dvodimenionalnom GAIA ravnini vidljive su i aktivnosti i kriteriji, čime je omogućena izravna interpretacija višekriterijalnog problema.

Za kriterije mogu nastupiti sljedeći slučajevi:

- ako neki kriterij više razlikuje pojedine aktivnosti tada je duljina odgovarajuće projekcije veća i obrnuto,
- ako su za dva kriterija preferencije donositelja odluke skoro jednake, ta dva kriterija bit će u (u,v) ravnini prikazani vektorima, koji imaju skoro isti smjer,
- obrnuto, dva konfliktna kriterija imat će projekcije u suprotnim smjerovima.

Što se tiče alternativa, za njih vrijedi sljedeće:

- alternative koje imaju slične karakteristike smještene su neposredno jedna uz drugu,
- alternative koje su dobre prema nekom kriteriju smještene su u smjeru vektora, koji prezentira taj kriterij.

Metoda GAIA je povezana s metodom PROMETHEE II. Težine koje zahtjeva metoda PROMETHEE mogu se također prikazati u (u,v) ravnini pomoću tzv. " osi odluke" koja je usmjerena ka najbolje rangiranim alternativama, te je moguće interaktivnim mijenjanjem pondera promatrati posljedice rangiranja.

Konfliktni kriteriji imati će bitno različiti smjer, a međusobno suglasni kriteriji predstavljeni su vektorima bliskog smjera. Značaj kriterija za donošenje odluke geometrijski je predstavljen duljinom vektora, odnosno dominirajući kriteriji imaju veće apsolutne vrijednosti.

Geometrijska prezentacija višekriterijalne analize predstavlja vrlo snažan alat u rukama sustav-analitičara i dragocjenu pomoć kod zadaća koje karakteriziraju djelomično ili potpuno konfliktni kriterij.

8. SCENARIJI, TEŽINE TE PROGRAMSKA RJEŠENJA

8.1. Scenariji i težine

Uvijek je poželjno težinske vrijednosti odrediti sustavnom analizom što šireg kruga stručnjaka, dionika i svih drugih zainteresiranih sudionika. To podrazumijeva i odgovarajuću analizu osjetljivosti dobivenog rješenja. Usklađivanje težinskih vrijednosti grupa kriterija i kriterija pojedinačno kao i procjena potencijalnih lokacija prema predloženim kriterijima provedena je prema ocjeni grupe stručnjaka. Za sve usvojene kriterije potrebno je definirati težinske vrijednosti, odnosno potrebno je dati prioritet određenim kriterijima u odnosu na druge. Težinska vrijednost može bitno utjecati na prihvatljivost pojedine akcije, te pri tom pokazuje koliko svaki kriterij sudjeluje u određivanju prioritetne lokacije. Nakon određivanja težinskih vrijednosti kriterija za svaku potencijalnu lokaciju izvršeno je utvrđivanje vrijednosti kriterija. U ovom primjeru primijenjeno je kvalitativno ocjenjivanje u rasponu vrijednosti od 1 do 10 za sve numerički nemjerljive kriterije. Mjerljivi su kriteriji uzeti u skladu s proračunatim vrijednostima.

Prvi ekonomski scenarij ekonomske kriterije čini prioritetnima, dok sociološki padaju u drugi plan, te se valoriziraju nižom težinskom ocjenom. Suprotno tome, kod drugog scenarija su naglašeni društveni tj. sociološki kriteriji dok je vrijednost ekonomskih smanjena.

Težine koje su pridodane pojedinim kriterijima ovise o stajalištu s kojeg se razmatra problem. Idući od najniže ocjene 1, pa do maksimalne 10 definirane su važnosti svakog kriterija i s takvim tipom valorizacije se ušlo u Promethee program za određivanje boniteta rješenja.

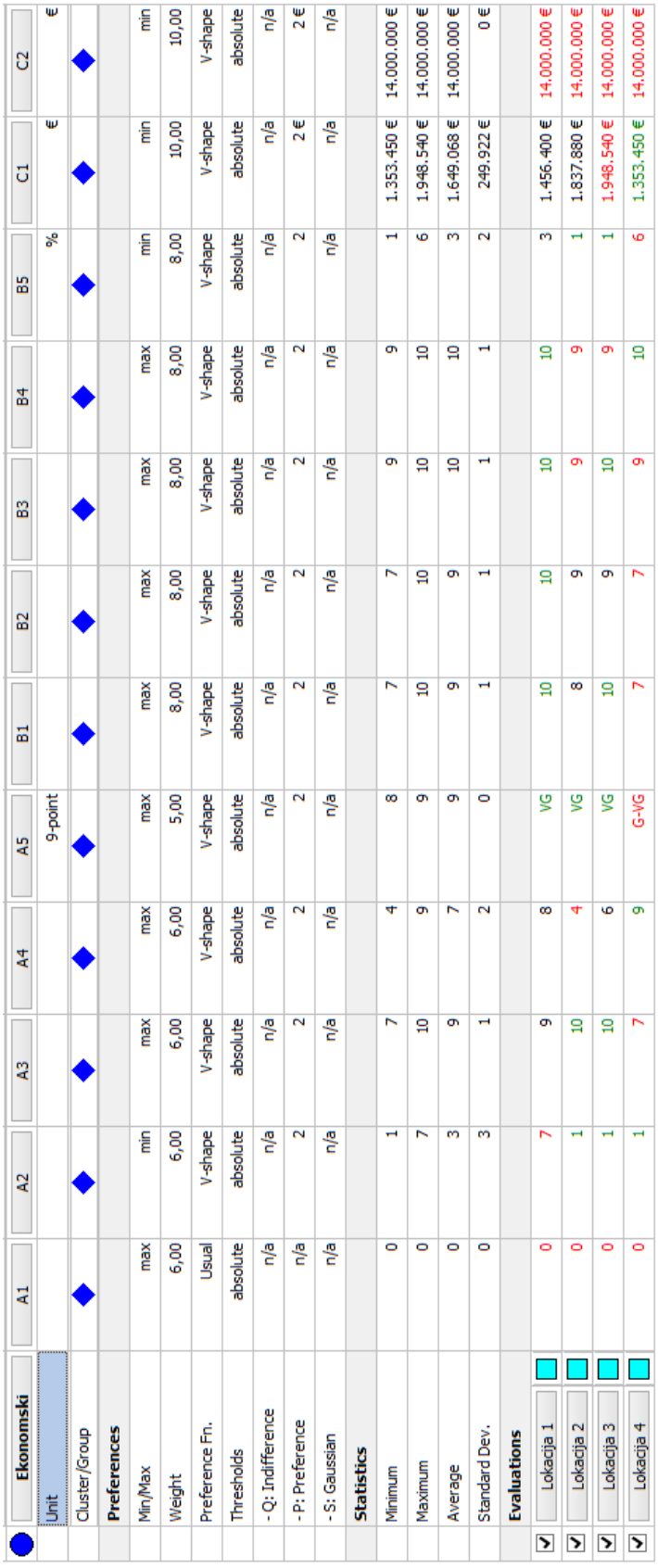
Analizom u PROMETHEE – u utvrdit će se koja lokacija je najbolje kompromisno rješenje ovog problema.

U nastavku je prikazana tablica za dva različita scenarija s pripadnim ocjenama koje predstavljaju ulazne podatke za analizu u PROMETHEE – u.

	ASPEKT	
Kriteriji	Ekonomski	Socijalni
Vlasništvo parcele	6	10
Veličina parcele	6	9
Namjena terena	6	9
Izloženost industrijskim utjecajima	6	10
Uklapanje u ambijent	5	9
Dostupnost vodoopskrbe	8	5
Dostupnost odvodnje	8	5
Dostupnost električne energije	8	5
Dostupnost prometnica	8	5
Nagib terena	8	5
Cijena zemljišta	10	5
Cijena investicije	10	5

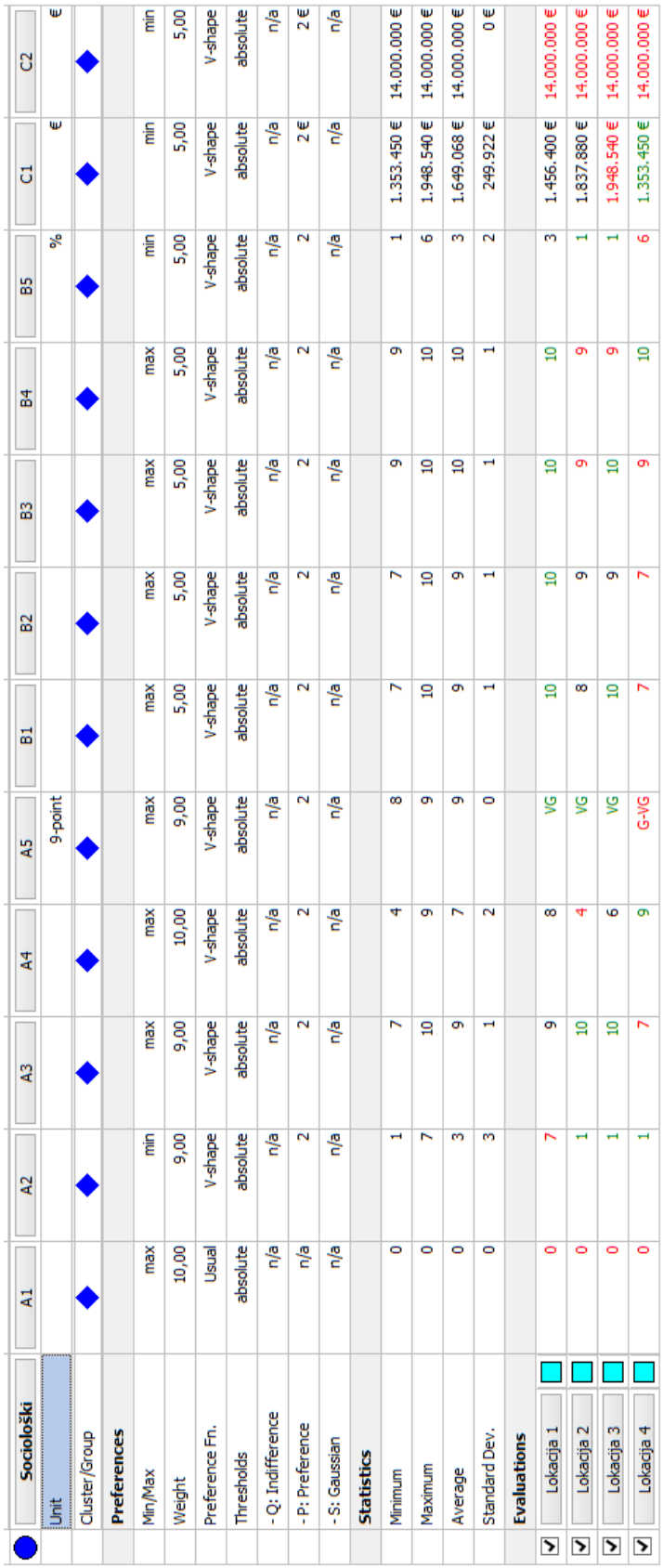
Tablica 8.1.1. Težine kriterija ovisno o pojedinom aspektu

Osnovni podaci koji se unose unutar scenarija su težina kriterija, oblik raspodjele koji je u većini slučajeva V-shape tipa, te karakteristiku svake od metoda unutar pojedinog kriterija. Također treba voditi računa o razlikama između najlošije i najbolje metode jer ta razlika omogućava kvalitetniju raščlambu svake od metoda.



Ekonomski	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2
Unit					9-point					%	€	€
Cluster/Group												
Preferences												
Min/Max	max	min	max	max	max	max	max	max	max	min	min	min
Weight	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	10,00	10,00
Preference Fn.	Usual	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 €	2 €
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics												
Minimum	0	1	7	4	8	7	7	9	9	1	1.353.450 €	14.000.000 €
Maximum	0	7	10	9	9	10	10	10	10	6	1.948.540 €	14.000.000 €
Average	0	3	9	7	9	9	9	10	10	3	1.649.068 €	14.000.000 €
Standard Dev.	0	3	1	2	0	1	1	1	1	2	249.922 €	0 €
Evaluations												
Lokacija 1	0	7	9	8	VG	10	10	10	10	3	1.456.400 €	14.000.000 €
Lokacija 2	0	1	10	4	VG	8	9	9	9	1	1.837.880 €	14.000.000 €
Lokacija 3	0	1	10	6	VG	10	9	10	9	1	1.948.540 €	14.000.000 €
Lokacija 4	0	1	7	9	G-VG	7	7	9	10	6	1.353.450 €	14.000.000 €

Slika 8.1.1. Prikaz ulaznih podataka za ekonomski scenarij



Sociološki	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2
Unit					9-point					%	€	€
Cluster/Group												
Preferences												
Min/Max	max	min	max	max	max	max	max	max	max	min	min	min
Weight	10,00	9,00	9,00	10,00	9,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Preference Fn.	Usual	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2 €	2 €
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics												
Minimum	0	1	7	4	8	7	7	9	9	1	1.353.450 €	14.000.000 €
Maximum	0	7	10	9	9	10	10	10	10	6	1.948.540 €	14.000.000 €
Average	0	3	9	7	9	9	9	10	10	3	1.649.068 €	14.000.000 €
Standard Dev.	0	3	1	2	0	1	1	1	1	2	249.922 €	0 €
Evaluations												
Lokacija 1	0	7	9	8	VG	10	10	10	10	3	1.456.400 €	14.000.000 €
Lokacija 2	0	1	10	4	VG	8	9	9	9	1	1.837.880 €	14.000.000 €
Lokacija 3	0	1	10	6	VG	10	9	10	9	1	1.948.540 €	14.000.000 €
Lokacija 4	0	1	7	9	G-VG	7	7	9	10	6	1.353.450 €	14.000.000 €

Slika 8.1.2. Prikaz ulaznih podataka za sociološki scenarij

8.2. Rezultati analiziranog problema

8.2.1. Preferance Flows

Obrada metodom PROMETHEE I daje izračunate ”Phi” vrijednosti, odnosno ulazne (-) i izlazne (+) tokove ili odnose dominacija pojedinih parova akcija, dok konačne postignute rangove, na osnovu izračuna neto vrijednosti Phi, daje metoda PROMETHEE II.

Tablica 8.2.1.1. Prikaz Unicriterion Preferance Flows za oba scenarija (metoda PROMETHEE I)

	A1	A2	A3	A4
LOKACIJA1	0,0000	-1,0000	0,0000	0,5000
LOKACIJA2	0,0000	0,3333	0,5000	-1,0000
LOKACIJA3	0,0000	0,3333	0,5000	-0,3333
LOKACIJA4	0,0000	0,3333	-1,0000	0,8333

	A5	B1	B2	B3
LOKACIJA1	0,1667	0,6667	0,6667	0,3333
LOKACIJA2	0,1667	-0,5000	0,1667	-0,3333
LOKACIJA3	0,1667	0,6667	0,1667	0,3333
LOKACIJA4	-0,5000	-0,8333	-1,0000	-0,3333

	B4	B5	C1	C2
LOKACIJA1	0,3333	-0,3333	0,3333	0,0000
LOKACIJA2	-0,3333	0,6667	-0,3333	0,0000
LOKACIJA3	-0,3333	0,6667	-1,0000	0,0000
LOKACIJA4	0,3333	-1,0000	1,0000	0,0000

Pozitivni tok Phi+ tzv. izlazni tok predstavlja koliko je preferencija akcije u usporedbi sa ostalima. On predstavlja globalnu mjeru „jačine“ akcije i što je veći to je akcija bolja.

Negativni tok Phi- tzv. ulazni tok predstavlja koliko su ostale akcije više preferirane u usporedbi sa promatranom. Što je veća negativna vrijednost manja je snaga promatrane akcije.

Balans između pozitivnih i negativnih tokova je tzv. „net preferance flow“. Ovaj tok tako ujedinjuje kako „jačinu“ tako i „slabost“ akcije u jednu vrijednost, a može biti pozitivan ili negativan. Rezultati su prikazani u sljedećim tablicama.

Tablica 8.2.1.2. Multicriteria Preferance Flow za scenarij 1

	Phi+	Phi-	Phi
Lokacija 1	0,3614	0,1985	0,1629
Lokacija 2	0,2079	0,2772	-0,0693
Lokacija 3	0,2678	0,2022	0,0655
Lokacija 4	0,2210	0,3801	-0,1592

Tablica 8.2.1.3. Multicriteria Preferance Flow za scenarij 2

	Phi+	Phi-	Phi
Lokacija 1	0,3191	0,2276	0,0915
Lokacija 2	0,2012	0,2541	-0,0528
Lokacija 3	0,2724	0,1728	0,0996
Lokacija 4	0,2195	0,3577	-0,1382

Poredak izabranih lokacija od one sa najvećom vrijednošću Phi prema onoj sa najmanjom vrijednošću dobili smo upotrebom alata **PROMETHEE Flow Table**, a oni su sljedeći:

Tablica 8.2.1.4. Prikaz Promethee Table Flow za scenarij 1

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Lokacija 1	0,1629	0,3614	0,1985
2	Lokacija 3	0,0655	0,2678	0,2022
3	Lokacija 2	-0,0693	0,2079	0,2772
4	Lokacija 4	-0,1592	0,2210	0,3801

Tablica 8.2.1.5. Prikaz Promethee Table Flow za scenarij 2

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Lokacija 3	0,0996	0,2724	0,1728
2	Lokacija 1	0,0915	0,3191	0,2276
3	Lokacija 2	-0,0528	0,2012	0,2541
4	Lokacija 4	-0,1382	0,2195	0,3577

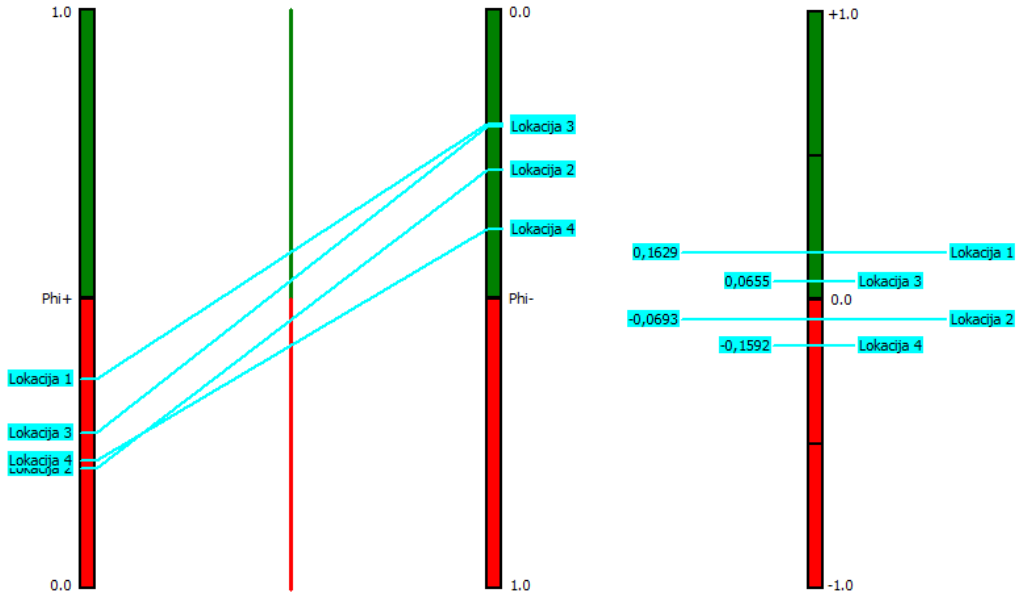
8.2.2. The PROMETHEE rankings

Postoje dva PROETHEE rangiranja, koja se računaju:

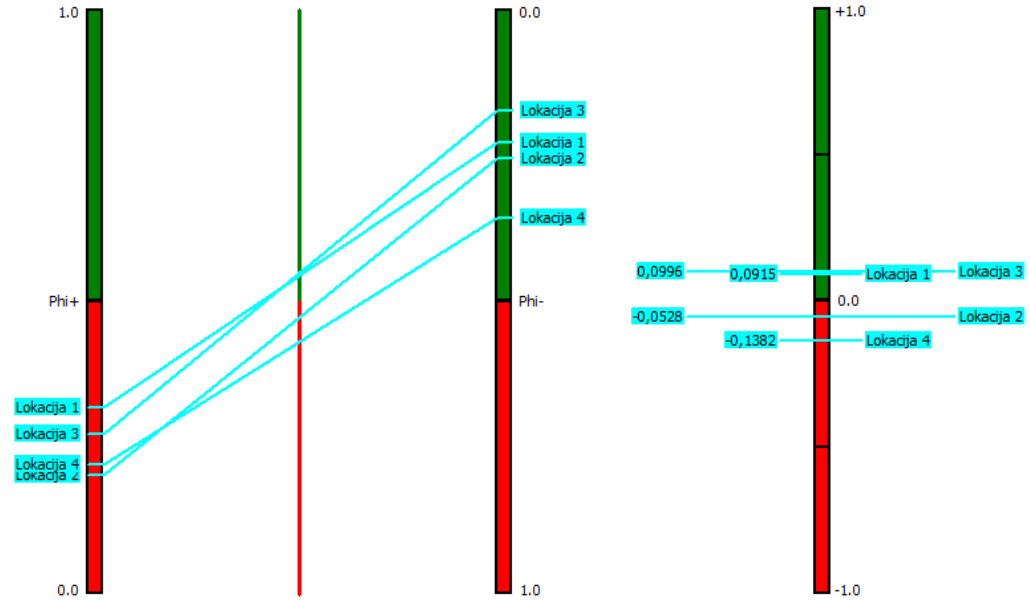
- *The PROMETHEE I Partial Ranking* koji se bazira ra proračunu tokova Phi+ i Phi-. Ono dopušta neusporedivost među akcijama kada Phi+ i Phi- daju konfliktna rangiranja.

- *The PROMETHEE II Complete* Ranking se bazira na „net preferance flow“(Phi), odnosno neto vrijednosti Phi.

Promethee II complete ranking prikazuje u prvom redu raspodjelu rezultata s obzirom na neto tok, te njihovu kvalitetu s obzirom na razmatrani scenarij. Kako je prikazano na slikama 8.2.2.1. i 8.2.2.2. može se uočiti da lokacija 3 i lokacija 1 dobro zadovoljavaju oba scenarija. S druge strane lokacija 4, te osobito lokacija 2 ne zadovoljava u svojim neto tokovima i ne može ih se odabrati ni u ekonomskom ni u sociološkom scenariju.



Slika 8.2.2.1. Prikaz rezultata u PROMETHEE I Partial Ranking i PROMETHEE II Complete Ranking za scenarij 1



Slika 8.2.2.2. Prikaz rezultata u PROMETHEE I Partial Ranking i PROMETHEE II Complete Ranking za scenarij 2

8.2.3. The GAIA plane

GAIA ravnina je opisna dopuna PROMETHEE rangiranja. GAIA je višedimenzionalna prezentacija problema odlučivanja sa brojem dimenzija jednakom broju kriterija. Matematičkom metodom koja se zove *Principle Components Analysis* reduciran je broj dimenzija uz minimalan gubitak informacija.

Korištenjem programske podrške GAIA daje se prikaz ponašanja kriterija gdje se geometrijskom prezentacijom iz višedimenzionalnog prostora dobiva položaj kriterija u ”u,v” ravnini, odnosno dvodimenzionalnom prostoru.

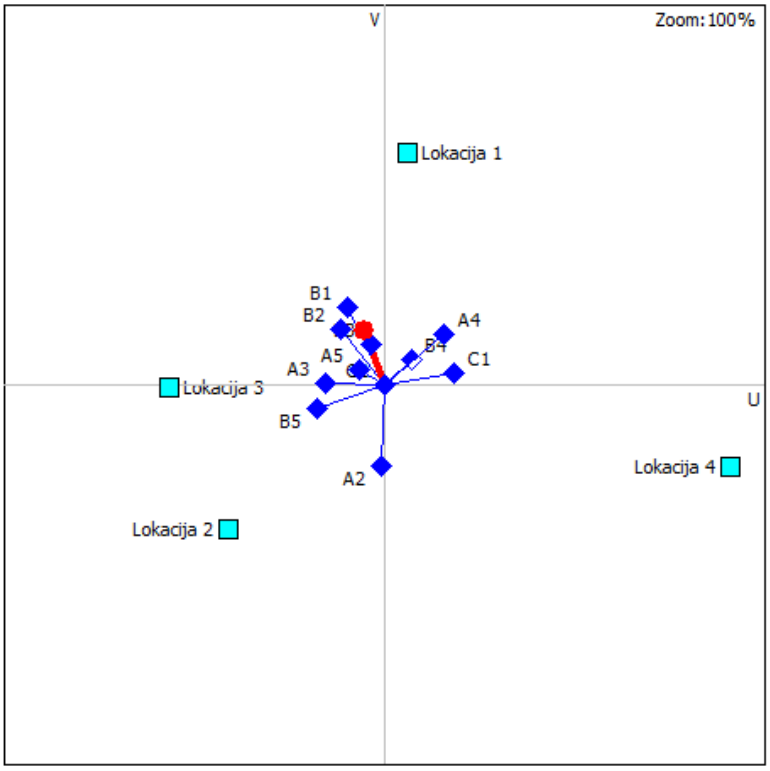
Akcije u GAIA ravnini su prikazane kao točke. Pozicija im je određena procjenom seta kriterija na način da će akcije sa sličnim profilom biti bliže jedne drugima.

Kriteriji u GAIA ravnini su prikazani kao osi iscrtane od centara ravnine. Orijentacija ovih osi je važna jer pokazuje koliko su kriteriji povezani jedni s drugima:

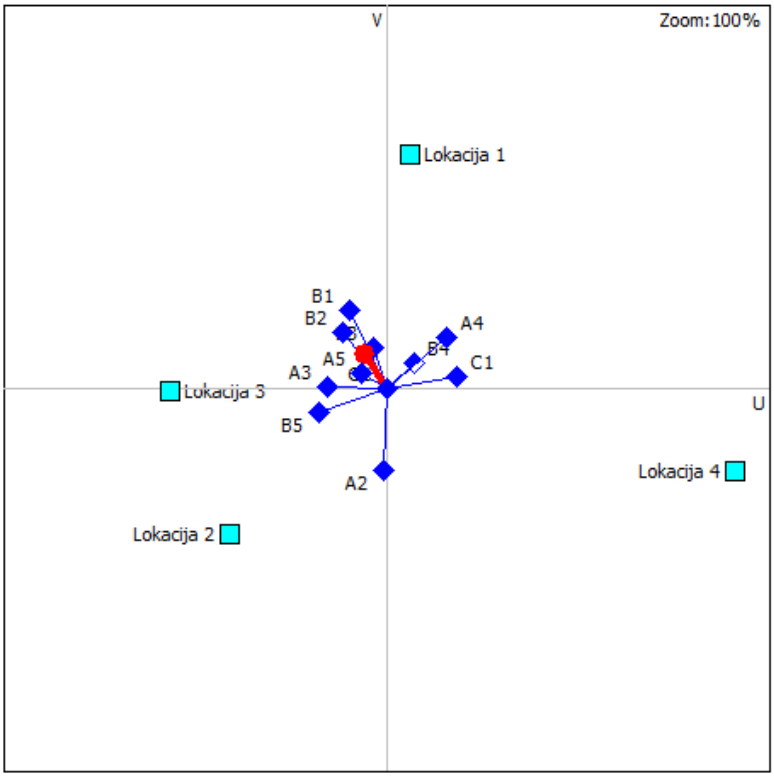
- kriteriji sa sličnim preferencijama imaju osi blizu jedne drugima

- konfliktni kriteriji imaju osi koje su usmjerene u različitim smjerovima

Dužina osi kriterija je isto važna, a ona predstavlja diskriminaciju kriterija u o odnosu na druge. Može se uočiti kako su i lokacije s pozitivnim neto tokom kao i one s negativnim udaljene od lepeze kriterija. Ono što je ustvari dobiveno je kretanje odluke u smjeru osi W. Pri tome konačnu odluku predstavlja crvena točka koja svojim tragom označava smjer kretanja odluke u smjeru lokacije3 koja i jest skupa sa lokacijom1 kvalitetno rješenje unutar oba scenarija.



Slika 8.2.3.1. Prikaz pojedinih akcija i kriterija u dvodimenzionalnoj GAIA ravnini za scenarij 1



Slika 8.2.3.2. Prikaz pojedinih akcija i kriterija u dvodimenzionalnoj GAIA ravnini za scenarij 2

Walking Weights

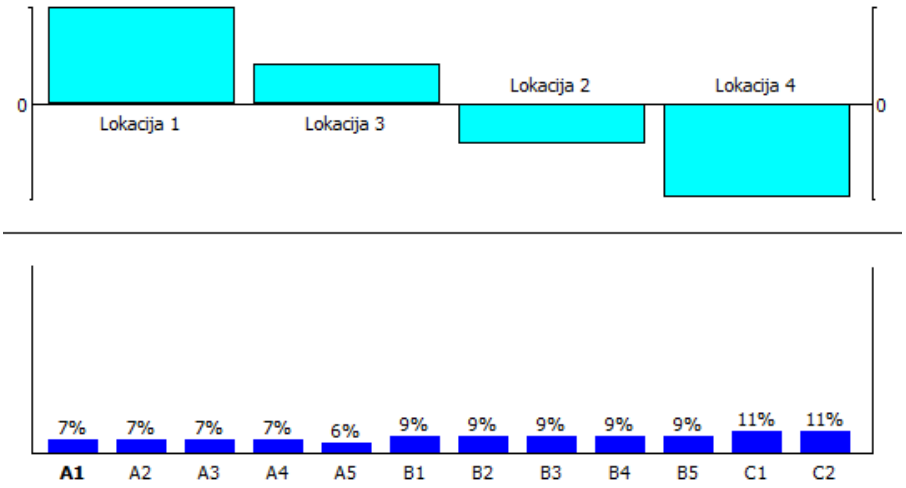
Walking weights daju mogućnost da izmjenama težina svakog od kriterija uočavamo izmjenu samog boniteta svake od lokacija. Prozor ovog alata sastoji se od dva dijela:

- gornji graf prikazuje PROMETHEE II Comlete Ranking

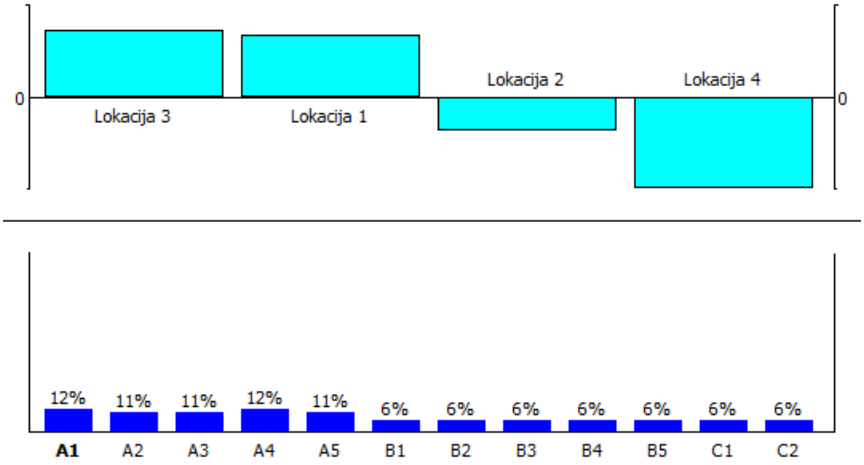
- donji graf prikazuje težine kriterija

„Slider“ dopušta promjenu težine izabranog kriterija i moguć je interaktivni uvid na utjecaj ukupne analize.

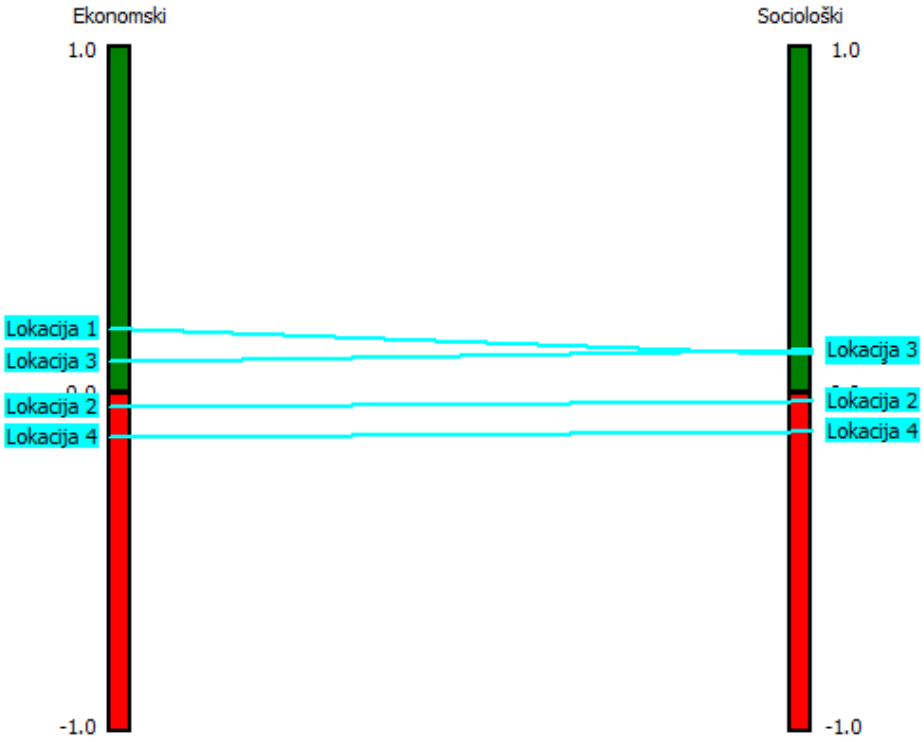
Na taj način postoji mogućnost manipuliranja rezultatima, tj. može se mijenjati rang određene lokacije ovisno o željama donositelja odluke, te pri tome mijenjati u potpunosti odnose među kriterijima na mikro skali i odnose među scenarijima na makro skali projekta.



Slika 8.2.3.3. Prikaz rezultata Walking weights za scenarij 1



Slika 8.2.3.4. Prikaz rezultata Walking weights za scenarij 2



Slika 8.2.3.5. Usporedba scenarija

Razmatrana su dva scenarija, i to ekonomski i sociološki, a program PROMETHEE pomoću alata Scenario comparison omogućuje usporedbu rezultata različitih scenarija. Posebnosti su detaljnije obrazložene u zaključku.

9. ZAKLJUČAK

Metodologija korištena u ovom radu omogućuje rješavanje zadanog problema, tj. sustavnim pristupom uz primjenu višekriterijalna analize i GIS-a se došlo do idealne lokacije za izgradnju hotela. Višekriterijalna analiza je u ovom slučaju ukazala na niz metodoloških i društveno-političkih prednosti ovakvog pristupa, ovom zaista složenom problemu. Sam proces višekriterijalne analize, ukoliko se ispravno provodi, zahtijeva suradnju svih zainteresiranih i praktično involvira u proces odlučivanja sve sudionike na koje se problem odnosi, što pak s druge strane olakšava realizaciju dobivenih prioriteta o otklanja sumnje o subjektivnom pristupu problemu.

U radu je višekriterijalna analiza provedena metodom PROMETHEE koja je dala najbolje kompromisno rješenje.

Analizirana su dva scenarija za četiri lokacije. Prvi ekonomski daje veću važnost ekonomskim kriterijima, kao što su cijena zemljišta i cijena investicije, dok drugi sociološki scenarij naglašava važnost društvenih kriterija. Najbolje rješenje u ekonomskom scenariju predstavlja lokacija 1, i to prvenstveno zbog velikog broja kriterija koji utječu na veću vrijednost neto toka. U prvom redu je to dostupnost vodoopskrbe, kanalizacije, električne energije i prometnica. Po kriteriju izloženosti industrijskim utjecajima ova lokacija je također dobro rangirana. Što se tiče namjene terena lokacija 1 je opet dobro rangirana, nalazi na području čija je namjena mješovita, tako da je to dopuštena i gradnja hotela. Negativnosti ove lokacije su: veličina parcele, tj. parcela je u vlasništvu trinaest fizičkih vlasnika, što stvara dodatne komplikacije pri otkupu zemljišta. Za lokacijom 1 ne zaostaje puno ni lokacija 3, koja također ulazi u okvir kvalitetnog rješenja, a što je vidljivo i iz rezultata analize u PROMETHEE-ju. Lokacija 2 i lokacija 4 su po oba slučaja nekvalitetna rješenja jer imaju veći broj kriterija koji im smanjuju vrijednost neto toka. Najbolje rješenje u sociološkom scenariju predstavlja lokacija 3. Lokacija se nalazi na području društvene namjene, i u tom kriteriju namjene parcele je dobro rangirana. Najveći nedostatak joj je najveća cijena zemljišta. Lokacija 1 je također dobro rangirana u sociološkom scenariju, dok lokacija 2 i lokacija 4 nisu zadovoljile.

Što se tiče samih scenarija i njihove usporedbe, nema nekih značajnih razlika među njima, što se vidi na slici 8.2.3.5. Razlog vjerojatno leži u tome što sva četiri varijantna rješenja predstavljaju lokacije na užem području. Sve lokacije karakteriziraju jako slični

društveni, tehnički te ekonomski čimbenici, stoga nema velikih amplituda pri ocjeni kriterija. Kod kvalitetnih rješenja nema promjena, dok su kod nekvalitetnih u sociološkom scenariju negativnosti reducirane.

Višekriterijalna analiza uvijek ostavlja pitanja jesu li uzeti u obzir baš svi relevantni kriteriji, te je li sve ispravno valorizirano, pogotovo oni parametri koji su „proizvod“ ekspertne prosudbe. Programska podrška Visual PROMETHEE upravo zato i ima čitav niz opcija za „post“ analizu i simulacijsku procjenu „što-ako“ (kao što je npr. „walking weights“) kako bi se maksimalno otklonila subjektivnost koja je uvijek prisutna u modeliranju „ponašanja“ u odlučivanju.

Konačna odluka o tome gdje se hotel može graditi mora biti rezultat cjelovite analize i procjene kojom se ispituje svaka prihvatljiva lokacija u određenom području, i to uz potpuno i trajno sudjelovanje svih zainteresiranih strana, kako bi rezultat osim matematičkih kriterija zadovoljio i društvene.

10. LITERATURA

1. Dr.sc. Nenad Mladineo: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, skripta za internu upotrebu, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, 2004.

2. Ajduk Ante: Diplomski rad, 2011.

4. Marija Smolić: Diplomski rad, 2014.

Internet izvori:

1.http://www.solin.hr

2.http://www.katastar.hr/dgu

3.http://www.vodovod-st.hr

4. https://hr.wikipedia.org/wiki/Solin

5. http://www.njuskalo.hr/

6. www.esri.com

7.http://www.slobodnadalmacija.hr/O-ku%C4%87o-mala/tabid/93/articleType/ArticleView/articleId/59408/Default.aspx