

Prethodno priopćenje

PRETHODNA ANALIZA IZBORA LOKACIJE CENTRA ZA ZBRINJAVANJE OTPADA

Olgica Erceg; email: ercegolgica@gmail.com

Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku

Sažetak: U radu je prezentirana metodologija izbora centra za zbrinjavanje otpada na primjeru Makarskog primorja. Izbor se zasniva na višekriterijalnom hijerarhijskom postupku. Pri odabiru optimalne lokacije u obzir se uzimaju osnovne značajke područja: klimatske, geološke, geomorfološke, hidrogeološke, hidrografske i sociološke značajke te zaštićena područja, kao i postojeće stanje. U prvom koraku primjenom zadanih eliminacijskih kriterija u geografsko – informacijskom sustavu (GIS) utvrđeno je šest potencijalnih lokacija za izgradnju lokalnog centra. U drugom koraku korištenjem višekriterijalne analize izvedene metodom PROMETHEE rangiraju se potencijalne lokacije kroz tri različita scenarija preferencija. Analiza je utvrdila da je na širem području Makarskog primorja moguće realizirati lokalni centar. Korištena metodologija se pokazala učinkovita i pouzdana te se kao takva može preporučiti za primjenu.

Ključne riječi: otpad, Makarsko primorje, centar za zbrinjavanje otpada, sustavna analiza, višekriterijalna analiza

PRELIMINARY STUDY OF THE LOCATION FOR SOLID WASTE DISPOSAL CENTRE

Abstract: This paper presents the methodology of selecting a waste disposal centre in the case of Makarska Riviera (centre). The selection is based on the multi – criteria hierarchical procedure. When selecting an optimal location the basic characteristics of the area are taken into account: climate, geological, geomorphological, hydrogeological, hydrological and sociological features and protected areas, as well as the existing state. In the first step, by using default elimination criteria in the geographic information system (GIS) six potential areas for the construction of the local centre were identified. In the second step, using the multi-criteria analysis, performed by using PROMETHEE method, potential locations were ranked through three different preference scenarios. The analysis has shown that a local centre could be realized in the wider area of the Makarska Riviera. The used methodology has proven to be effective and reliable, and as such can be recommended for implementation.

Key words: waste, Makarska Riviera, waste disposal centre, system analysis, multi-criteria analysis

1.Uvod

Želja je da se jednostavnom, ali pouzdanom prethodnom analizom na temelju raspoloživih podataka utvrdi je li realizacija lokalnog centra izvediva ili ne te gdje. Sustavna prethodna analiza štedi vrijeme i novac te stvara preduvjete za realizaciju održivih rješenja. Zbrinjavanje krutog otpada na Makarskom primorju je ekonomski, ekološki, ali i društveni problem nastao zbog kašnjenja u realizaciji centra za gospodarenje otpadom u Lećeveci. To je problem koji nastaje zbog vremenske neusklađenosti dinamike primjene propisa i realizacije projekata i nepostojanja dobrih prijelaznih rješenja kao što je upravo slučaj u Makarskoj. Kao posljedica takvog stanja troškovi zbrinjavanja otpada se drastično povećavaju, lokalno spremanje i pretovarivanje je nezadovoljavajuće, a usluga odvoza otpada nedovoljno učinkovita.

Osnovne prednosti lokalnog centra kao prijelaznog rješenja su manji transportni troškovi i bolja prilagodba rješenja lokalnim potrebama te brža realizacija. Najčešći ekonomski nedostatak je u tome što su po toni zbrinutog otpada manji centri uvijek skuplji od većih. Druga prednost je u tome što se na lokalnom centru obrađuje i odlaže „naš“ otpad, a ne „njihov“. Međutim i „naš“ centar nije omiljen od strane lokalnog stanovništva te stoga mora biti odabran tako da je prije svega društveno prihvatljiv, zatim ekonomičan i siguran za okoliš. Radi se o složenom inženjerskom zadatku koji se mora sustavno analizirati i rješavati, vodeći podjednako računa o interesima svih dionika.

Izbor lokacije centra je, kod nas, više društveni, nego ekološki ili ekonomski problem. Mjere i rješenja koja se danas mogu primijeniti kod građenja i rada centra su vrlo učinkovita i bez štetnog utjecaja na okoliš, ali imaju i svoju cijenu. Zato je od velike važnosti primjena odgovarajuće metodologije kojom se problem sveobuhvatno rješava u skladu s interesima dionika. A to je opće poznata metodologija sustavne analize (Margeta et al., 2012.). Cilj analize je na temelju raspoloživih podataka utvrditi je li ideja o lokalnom centru realna ili ne, bez razlike hoće li se takav centar realizirati. Cilj ovog rada je prezentacija postupka izbora lokacije centra za zbrinjavanje krutog otpada (u nastavku Centar) na primjeru Makarskog primorja.

2.Osnovne značajke Makarskog primorja i sustava za gospodarenje nekorisnim ostacima od potrošnje

Makarsko primorje je mikroregija Splitsko-dalmatinske županije. Nalazi se na južnom području Županije, a sastoji se od grada Makarske i pet općina: Brela, Baška Voda, Tučepi, Podgora, Gradac, koje sadrže devetnaest naselja s ukupnom površinom od 321,25 km².



Slika 1. Grafički prikaz Makarskog primorja u Splitsko – dalmatinskoj županiji

To je tipično primorsko područje u kojem je sezonski turizam glavna privredna aktivnost. Broj stanovnika prema zadnjem popisu je 26022 i značajnije se ne mijenja, dok broj turista i turističkih smještaja stalno raste.

U Makarskom primorju se gotovo sav komunalni otpad odlaže na odlagalištima izvan regije, a općina Gradac otpad odlaže na odlagalište u Baćini. Na ovom području postoji sustav sa djelomično odvojenim prikupljanjem različitih vrsta otpada. Uglavnom se, za sada, sakuplja miješani komunalni otpad te manjim dijelom papir, plastika i staklo. Sustav je decentraliziran

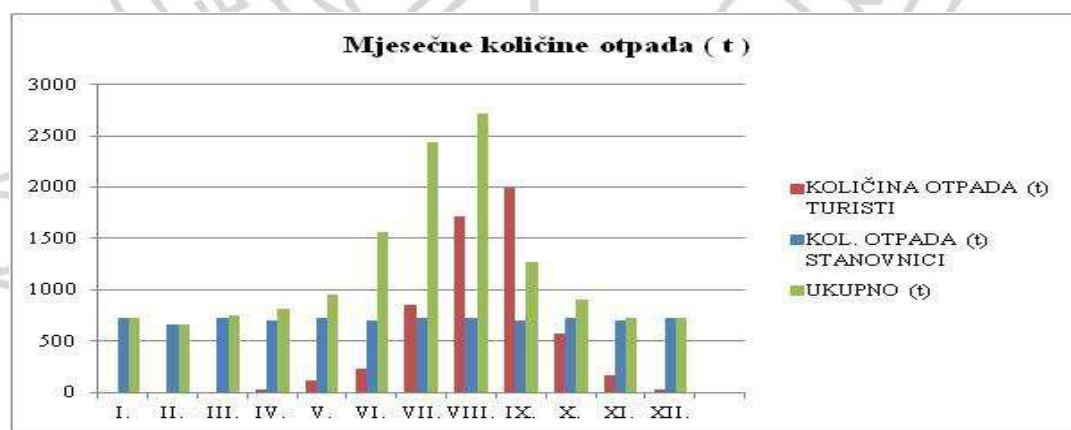
i organiziran na razini administrativne jedinice. Prostornim planovima područja Makarskog primorja nije predviđen centar i odlagalište (Grad Makarska, 2013). Doduše planom je predviđena komunalna zona u kojoj se mogu provoditi smo neke aktivnosti vezane uz otpad. Županijskim planom predviđeno je regionalno rješenje s centrom u Lećevici, tako da općine i gradovi nisu imali potrebe za takvim centrom. Vjerojatno će takvo rješenje i biti realizirano, jer isto proizlazi iz obaveza prema EU. Bez razlike na takvo stanje u radu se analizira mogućnost realizacije lokalnog centra i odlagališta, bez zareza te se prezentira metodologija izbora lokacije.

Iz komunalnog poduzeća grada Makarske i komunalnih poduzeća navedenih općina dobiveni su podaci o količinama miješanog komunalnog otpada i papira za 2013. godinu. Iz turističkih zajednica dobiveni su podaci o broju noćenja turista u Makarskoj i navedenim općinama. Pretpostavlja se da je broj veći zbog neregistriranih noćenja oko 30 %. Temeljem dobivenih podataka napravljena je procjena mogućih količina komunalnog otpada, Tablica 1. Količine koje generiraju turisti u sezoni su oko 67 % količina koje generira stalno stanovništvo tijekom cijele godine.

Tablica 1. Procijenjena godišnje količine otpada, 2013.

grad/općina	GENERATORI OTPADA		KOLIČINE OTPADA (t)		
	br.st.	Br. noćenja	Stanovnici	Turisti	UKUPNO (t)
Makarska	13834	1270026	4544,46	1270,026	5814,50
Brela	1703	684705	559,43	684,705	1244,14
Baška Voda	2775	1164129	911,58	1164,129	2075,72
Tučepi	1931	748069	634,33	748,069	1382,40
Podgora	2518	1150782	827,16	1150,782	1977,95
Gradac	3261	683753	1071,23	683,753	1754,99
UKUPNO	26022	5701464	8548,22	5701,46	14249,69

Polazeći od broja noćenja napravljen je pregled mjesečnog generiranja otpada, Grafikon 1.



Grafikon 1. Prikaz mjesečnih količina otpada

Vidljivo je da je količina tijekom ljeta i do 5 puta veća nego u periodu od IX-V mjeseca. Slično se može reći i za pojedine komponente otpada. Očito je da je za ovakve oscilacije količina teško ostvariti ekonomičan tehnološki proces gospodarenja otpadom.

Na temelju popisa stanovništva iz 2011. godine i podataka o broju turističkih noćenja, izvršena je procjena količina otpada do 2050 godine. Procjena je napravljena uz slijedeće pretpostavke (Margeta et. al., 2012):

- prosječna količina otpada koju proizvede stanovnik iznosi 0,90 kg/dan
- prosječna specifična količina komunalnog otpada će rasti po prosječnoj godišnjoj stopi od 1,0 %
- prosječna količina otpada po jednom turističkom noćenju iznosi 1,00 kg
- prosječna specifična količina otpada po jednom turističkom noćenju će rasti po prosječnoj godišnjoj stopi od 1,0 %
- porast broja turističkih noćenja od 1,0% godišnje
- broj stanovnika bazira se na popisu od 2011. godine
- godišnji porast stanovnika je 0,2%
- organiziranim sakupljanjem otpada obuhvaćeno je 99% stanovnika i 100% turista
- količine proizvodnog otpada procjenjuju se na 5% od ukupne količine komunalnog otpada

Procijenjena količina u 2050 je oko 24000 tona na godinu. Sadašnje prosječne dnevne količine su oko 40 t/dan, minimalne oko 20 t/dan, a maksimalne oko 90 t/dan.

3. Metodologija izbora lokacije centra za gospodarenje otpadom

Izbor lokacije centra je najvažnija aktivnost u sustavu gospodarenja otpadom koja dugoročno određuje uspješnost rada odlagališta i sustava u cjelini. Na izbor bitno utječu gospodarske i sociološke prilike, zaštita okoliša, topografija i uvjeti tla, geološke i hidrološke prilike, klima, troškovi gospodarenja, korištenje zemljišta i dr. Kod donošenja odluke o podobnosti mjesta za lokalni centar potrebno je provesti postupak uz vrednovanje velikog broja činitelja. U načelu, povoljna su ona mjesta koja:

- nisu u suprotnosti s korištenjem ili planiranom namjenom zemljišta za druge svrhe,
- omogućavaju pristup prometnim sredstvima za prijevoz otpada kod svih vremenskih prilika,
- imaju mogućnost priključka na energetska, vodoopskrbnu i drugu infrastrukturu,
- ne zahtijevaju povećane troškove rada,
- izazivaju najmanje moguće negativne učinke na okoliš.

S obzirom na veliki broj činitelja koji utječu na izbor korisno je postupak racionalizirati. Konačna odluka o tome gdje se i kako otpad može obrađivati i odložiti mora biti rezultat cjelovite analize i procjene kojom se ispituje svaka prihvatljiva lokacija u određenom području uz potpuno sudjelovanje svih dionika. Sve potencijalne lokacije trebaju biti predmetom detaljnih istraživanja i obuhvatne analize, kako bi se dobile pouzdane informacije i utvrdile međusobne razlike. Proces je dugotrajan i skup te se zbog toga najčešće i ne provodi, što na kraju rezultira sukobom između donositelja odluke i stanovništva, pa se projekti često ne realiziraju. Zato problem treba rješavati etapno provedbom prethodne analize, a tek potom detaljnijom analizom prihvatljivih lokacija. U prethodnoj analizi se rješenje centra ne projektira tako da su troškovi izvedbe i pogona nepoznati. Pretpostavlja se da se bitno ne razlikuju pojedinim lokacijama. Cilj prethodne analize jest:

- smanjiti mogućnost greške,

- uključiti u analizu cijelo područje i sve njegove prostorne značajke: prirodne, društvene, infrastrukturne, ekonomske itd.
- smanjiti/racionalizirati istražne radove i ukupne troškove pripreme projekta,
- povećati opseg istražnih radova samo na mogućim, realno ostvarivim lokacijama,
- jasno predstaviti donositelju odluke rješenje, njegove prednosti i mane, te moguće varijante rješenja,
- jasno prezentirati utjecaje pojedinih rješenja (ekološke, ekonomske, društvene itd.),
- postići cjelovito uključivanje javnosti u proces rješavanja problema,
- uključiti sve zainteresirane grupe u cijeli postupak,
- osigurati transparentnost i demokratičnost postupka.

Ključna “dimenzija” problema jest “prostor”, odnosno prostorni aspekti. Kod ovako jako osjetljivih društvenih tema nužno je pokazati nepristranost u razmatranju mogućih lokacija, što se može postići jedino ako se cijeli prostor na isti način i istom detaljnošću ravnopravno tretira. Druga “dimenzija” je vizualizacija, odnosno “zornost” prostora i njegovih karakteristika i utjecaja. Zornost je nužna kako bi svi sudionici imali jednake uvjete spoznavanja i razumijevanja problematike koja se obrađuje, te mogućnost aktivnog sudjelovanja u usmjeravanju rješenja ka prihvatljivom kompromisu. Svi sudionici moraju doživjeti prostor, njegova ograničenja i pogodnosti, odnosno pozitivne i negativne značajke, a posebno one vezane uz kriterije isključivosti (da/ne). Geografski informacijski sustavi (GIS) danas su nezaobilazna podrška analizama i investicijskim odlukama koje se u načelu vežu za određeni «prostor» i njegove karakteristike.

Treća „dimenzija“ je „demokratičnost“. Kako dionici imaju različite poglede na rješavanje ovog problema nužno je u postupak ravnopravno uključiti sve varijable, kriterije, poglede i preferencije. Znači, nužno je analizirati više scenarija ciljeva (preferencija) te primijeniti višekriterijski postupak i rangiranja mogućih rješenja, pri čemu treba uvažavati sve predložene kriterije.

Postoji više metoda, međutim metode "višeg ranga" su za sada najpoznatije, kako zbog svoje prilagodljivosti realnim problemima (koji su u načelu slabo strukturirani), tako i zbog činjenice da su u usporedbi sa sličnim metodama vrlo razumljive "donosiocu odluka" (Zopounidis et al., 2001; Bouyssou et al., 2006). U principu, metode "višeg ranga" se sastoje od kompromisa između siromašnih relacija dominacije i opsežnih relacija dobivenih preko funkcija korisnosti.

Svaka metoda "višeg ranga" uključuje dvije faze:

- sastavljanje relacije "višeg ranga",
- korištenje ove relacije kao pomoć "donosiocu odluke"

Navedene faze se mogu tretirati na različite načine, tako da su predložene različite metode ovisno o vrsti problema i konkretnih situacija. Pregledom raspoložive literature uočljiva je dominacija triju grupa metoda višekriterijalne analize, i to: metode ELECTRE (Roy et al., 2001), metoda Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty, 1980), i metode PROMETHEE (Brans i Vincke 1985). S obzirom na programsku podršku i koncepciju blisku "Sustavima za podršku odlučivanju", u procesima odlučivanja sugerira se korištenje metoda PROMETHEE. Karakteristike višekriterijalne analize se mogu sažeti u slijedećim postavkama:

- kao prvi korak u rješavanju problema potrebno je definirati kriterije koji

- cjelovito i sveobuhvatno karakteriziraju problem,
- alternativna rješenja problema se razvijaju kao takozvane akcije koje predstavljaju alternative, varijante rješenja, projekte, teritorijalne cjeline, varijante planova, 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.

4. Primjer Makarsko primorje

4.1. Eliminacija neprihvatljivih područja

Analiza područja napravljena je na osnovi dostupnih GIS karata i drugih podataka. Za eliminiranje negativnog područja korišteni su sljedeći eliminacijski kriteriji:

- udaljenost od površinskih voda: najmanje 400 m od obalne linije;
- udaljenost od cesta: 300 m od magistralne ceste, 150 m od ostalih cesta;
- udaljenost od naseljenih mjesta: od većih naselja 3 km, a od manjih naselja i pojedinačnih kuća 1 km ;
- udaljenost od ekoloških, povijesnih i drugih vrijednih područja (arheološka nalazišta i dr.) najmanje 500 m;
- područja s velikim nagibom terena;
- geološka pogodnost: na osnovi geološke karte izdvojeno je područje koje nije pogodno za Centar;
- udaljenost od vodozaštitnog područja najmanje 500 m;
- udaljenost od izvorišnog područja 1000 m;

Za svaki kriterij GIS alatima određeno je pripadajuće područje. Preklapanjem svih izdvojenih područja dobije se ukupno izdvojeno područje po svim eliminacijskim kriterijima. Cilj ovog postupka je izdvajanje područja koje ne treba dalje analizirati ni terenski ispitivati, pa se veća pozornost može posvetiti području koje je ocijenjeno kao pozitivno.

Korišten je ArcGIS Online.

Na temelju prethodnih eliminacijskih kriterija i ucrtavanjem istih u GIS karte, utvrđeno je da na obalnom području Makarskog primorja nema adekvatnog prostora za izgradnju. Međutim tunel Sv. Ilija otvara mogućnost zbrinjavanja otpada na sjevernoj strani Biokova, na području koje je slabo naseljeno. Koristeći prethodne eliminacijske kriterije u GIS tehnologiji utvrđena su područja za izgradnju centra, Slika 2.



Slika 2. Potencijalne lokacije (zastave) i eliminirana područja (crveno)

Detaljnijom analizom, koristeći standardne kriterije za izbor lokacije, obilaskom terena i ekspertnim procjenama na temelju raspoloživih podataka i podloga izvršen je izbor potencijalnih lokacija unutar raspoloživog područja. Kao rezultat2. b podetape predložene metodologije dobiveno je šest realnih i izvedivih lokacija koje zadovoljavaju propisane zahtjeve, Slika 2. U najsjevernijem području utvrđene su dvije potencijalne lokacije (1 i 2), u središnjem području tri (3, 4, 6) a u južnom jedna (5).

4.2. Višekriterijalna analiza

Rangiranje odabranih lokacija u višekriterijalnom postupku napravljeno je primjenom kriterija održivosti svrstanih u tri grupe: A) okolinski ; B) društveni i C) ekonomski. Za ove tri grupe izrađena je hijerarhijska struktura kriterija. Svakom kriteriju je dodana pripadajuća težinska vrijednost koja je u ovom primjeru određena na temelju ekspertne prosudbe važnosti i prosudbe lokalnih sudionika.

Težinske vrijednosti uvelike utječu na rangiranje lokacija, pa je stoga uvijek važno analizirati njihov utjecaj na rješenje. Težinske vrijednosti se u detaljnijim analizama određuju sustavno učinkovitom metodologijom, uvažavajući mišljenja i interese različitih dionika. U ovom primjeru radi se o prethodnoj studiji tako da se problem pojednostavio. Međutim, kako bi se ipak analizirala različita mišljenja/interesi problem i utjecaj na poredak lokacija problem se analizirao za tri različita scenarija težinskih vrijednosti. Takva analiza omogućava argumentirano obrazloženje rezultata i lakše prihvaćanje rješenja od strane svih sudionika. Nekima su najvažniji ekološki, drugima društveni, a trećima ekonomski kriteriji. Stoga je važno znati koliko je rješenje stabilno ako se težinske vrijednosti mijenjaju. Predložena su tri scenarija ciljeva višekriterijalne analize (C). U prvom scenariju zbog provjere stanja i neutralnog pristupa je dana jednaka težinska vrijednost okolinskim (0,33), društvenim (0,33) i ekonomskim (0,33) kriterijima. U drugom scenariju zbog turističke aktivnosti najveća težinska vrijednost je dana okolinskim kriterijima 0,5 dok je društvenim i ekonomskim kriterijima dana težinska vrijednost 0,25. U trećem scenariju zbog financijskih razloga najveća težinska vrijednost dana je ekonomskim kriterijima 0,5 dok je ekološkim i društvenim kriterijima dana

težinska vrijednost 0,25. Usklađivanje težinskih vrijednosti grupa kriterija i kriterija pojedinačno, kao i procjena potencijalnih lokacija prema predloženim kriterijima provedena je prema ocjeni grupe stručnjaka. 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. Procjena veličine kriterija napravljena je temeljem raspoloživih informacijama koje se mogu dobiti iz postojećih podloga (topografskih, prometnih, geoloških, hidrogeoloških, itd.) i studija. Za šest lokacija odabran je trideset i jedan kriterij. U nastavku je prikazana tablica 2 s ulaznim podacima za višekriterijalnu analizu.

S obzirom na slične uvjete za izvođenje i rad u provedenoj analizi pretpostavlja se da će troškovi investicije, rada i zatvaranja biti približno isti za sve lokacije. Svi mjerljivi podaci nisu dostupni u prethodnoj analizi pa su pripadajući kriteriji korišteni s istom vrijednošću. Potrebni kriteriji i njihove težinske vrijednosti se navode u tablici 2 kako bi se dobio cjeloviti uvid u postupak rangiranja temeljem projektiranih rješenja, provedenih geomehaničkih i hidrogeoloških istraživanja te uvidom u vlasničke listove najbolje rangiranih rješenja iz prethodne analize. U prethodnoj analizi s obzirom na raspoložive ulazne podatke korišten je jedino kriterij sa linearnom preferencijom.

Tablica 2. Kriteriji i težine za pojedine scenarije

	POTENCIJALNE LOKACIJE	L1	L2	L3	L4	L5	L6	TEŽINE			max/ min
								C1	C2	C3	
A	EKOLOŠKI										
A1	Značajke lokacije										
A11	Geološka pogodnost	5,0	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0	2,2	3,31	1,65	max
A12	Hidrogeološka pogodnost	4,0	4,0	4,0	4,5	3,0	7,0	4,1	6,16	3,08	max
A13	Topografska pogodnost	3,5	3,0	5,5	6,0	5,0	5,0	1,4	2,10	1,05	max
A14	Prirodne barijere	6,5	6,5	5,0	5,0	5,0	4,0	1,5	2,25	1,13	max
A15	Klimatska pogodnost	6,5	6,5	6,0	6,0	5,0	5,0	1,0	1,50	1,00	max
A16	Seizmička pogodnost	8,5	8,5	9,0	9,0	9,0	9,0	0,9	1,35	0,68	min
A2	Kriteriji utjecaja										
A21	Utjecaj na ljudsko zdravlje	5,0	4,5	6,5	6,0	4,5	5,0	6,3	9,46	4,73	min
A22	Utjecaj na ekosustav	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	6,0	2,9	4,36	2,18	min
A23	Utjecaj na zrak	6,0	5,0	6,5	6,5	4,5	6,0	1,3	1,95	0,98	min
A24	Utjecaj na buku	5,0	4,5	5,5	5,5	4,0	5,0	0,6	0,9	0,45	min
A3	Kriteriji za krš										
A31	Ukršenost terena-morfologija	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,5	1,1	1,65	0,83	max
A32	Dubina erozijskog bazisa*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,4	3,61	1,80	min
A33	Veza podzemne i pov. vode*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,7	4,06	2,03	max
A34	Udaljenost od zone sanitarne zaštite(km)	2,0	2,0	4,0	6,0	5,0	5,0	4,9	7,36	3,68	max

B	DRUŠTVENI										
B1	Udaljenost od naselja (km)	4,5	4,5	4,0	4,0	5,5	4,0	6,9	5,18	10,36	max
B2	Opća prihvatljivost	4,0	4,5	4,0	4,0	5,5	4,0	4,5	3,38	6,78	max
B3	Prihvatljivost lokalne zajednice	3,0	3,5	3,0	3,0	4,5	3,5	9,9	7,43	14,86	max
B4	Imovinsko pravni odnosi*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,3	1,73	3,45	max
B5	Utjecaj prijevoza otpada	7,5	8,0	3,0	2,5	5,0	7,5	1,4	1,05	2,10	min
B6	Utjecaj na zahvate vode	6,0	6,0	6,5	6,0	5,5	5,0	8,4	6,31	12,62	min
C	EKONOMSKI										
C1	Investicijski										
C11	Transportni troškovi	9,0	9,5	3,0	2,5	5,5	5,5	7,7	5,78	5,78	min
C12	Troškovi izgradnje*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,8	3,60	3,60	min
C13	Troškovi rada*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	3,6	2,70	2,70	min
C14	Troškovi zatvaranja*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	2,2	1,65	1,65	min
C15	Troškovi infrastrukture*	8,0	8,0	4,0	3,0	4,5	4,5	4,1	3,08	3,08	min
C2	Tehničko - tehnološki										
C21	Prostorni kapacitet	7,5	7,0	5,5	5,5	5,5	4,0	0,7	0,53	0,53	max
C22	Mogućnost etapne gradnje	7,0	7,0	5,0	5,0	5,0	3,0	0,7	0,53	0,53	max
C23	Stabilnost i nosivost tla*	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	1,6	1,2	1,21	max
C24	Mogućnost prekrivanja otpada	8,0	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	2,0	1,5	2,63	max
C25	Mogućnost zbrinjavanja procjedne vode	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,5	2,6	1,95	max
C26	Mogućnost iskorištenja odlagališnog plina	3,0	3,5	3,0	3,0	4,0	5,0	2,6	2,0	1,50	max

*Nedostupni podaci u prethodnoj analizi

4.3. Rezultati rangiranja

Preferirani tokovi: 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.

Pozitivni tok Φ^+ tzv. izlazni tok predstavlja koliko je preferencija akcije u usporedbi s ostalima. On predstavlja globalnu mjeru „jačine“ akcije i što je veći to je akcija bolja. Negativni tok Φ^- tzv. ulazni tok predstavlja koliko su ostale akcije preferiranije u usporedbi s promatranom. Što je veća negativna vrijednost manja je snaga promatrane akcije. Balans između pozitivnih i negativnih tokova je tzv. „net preference flow“. Ovaj tok ujedinjuje kako „jačinu“ tako i „slabost“ akcije u jednu vrijednost. Upotrebom alata PROMETHEE Flow Table dobiven je poredak izabranih lokacija, Tablica 3.

Tablica 3. Rezultati PROMETHEE II

	Scenarij 1		Scenarij 2		Scenarij 3	
	Phi	Lokacija	Phi	Lokacija	Phi	Lokacija
Rang 1	0,2220	5	0,1763	5	0,3105	5
Rang 2	0,0163	2	0,0460	2	0,0288	2
Rang 3	0,0006	6	-0,0047	6	-0,0251	6
Rang 4	-0,0410	4	-0,0291	1	-0,0738	1
Rang 5	-0,0581	1	-0,0361	4	-0,0807	4
Rang 6	-0,1398	3	-0,1525	3	-0,1596	3

Rezultati pokazuju da je najbolje rangirana lokacija br. 5 (Biokovsko selo), a prate je lokacija 2 (Cista Provo) i lokacija 6 (Grabovac), dok je lokacija br. 3 najlošije rangirana. Prema prezentiranoj metodologiji tri najbolje rangirane lokacije bi trebalo projektirati i detaljnije istražiti i analizirati utvrditi koja od njih je najprihvatljivija za realizaciju. U ovom radu se radi o prethodnoj analizi, tako da detaljno rangiranje prve tri rangirane lokacije nije provedeno. Međutim, programski paket na ovoj razini rješavanja problema omogućava detaljnu i širu analizu stabilnosti dobivenih rezultata u odnosu na kriterije i njihovu vrijednost.

Poredak triju lokacija je isti bez razlike na preferencije i analizu osjetljivosti, odnosno scenarije. Dobiven je stabilan rezultat koji bi mogao rezultirati prihvatljivim kompromisnim rješenjem lokacije za sve dionike, bez razlike na njihove preferencije.

5. Diskusija i zaključak

Predložena metodologija se pokazala učinkovitom i pouzdanom te se može preporučiti za primjenu. Korišteni modeli omogućavaju brzu analizu složenog problema i dobar uvid u značajke rješenja. Rezultati i postupak su zorni i prepoznatljivi za sve dionike, a ne samo za stručnjake. Problem se rješava sveobuhvatno i sustavno. Koristeći geografsko - informacijski sustav nije pronađena potencijalna lokacija u priobalnom području Makarskog primorja što je bilo i za očekivati. Izgradnjom tunela Sveti Ilija otvorila se mogućnost izbora lokacije na sjevernoj strani Biokova. Daljnjom analizom tog područja utvrđeno je šest potencijalnih lokacija. Lokacija 5 je najbolja u sva tri scenarija a prate lokacija 2 i 6. Lokacija 5 je najbolja u trećem scenariju gdje su zastupljeni ekonomski kriteriji, dok je najlošija u drugom scenariju gdje su zastupljeni ekološki kriteriji. Lokacija 2 je najbolja u drugom scenariju gdje su najvažniji ekološki kriteriji, a najlošija u prvom scenariju gdje su svi kriteriji jednako važni. Lokacija 6 je najbolja u prvom scenariju, a najlošija u trećem scenariju. Uočava se da je lokacija 6 najniže rangirana jer ima negativan balans između pozitivnog i negativnog toka, odnosno između ulaznog i izlaznog toka. Model omogućava i dublju analizu stabilnosti dobivenih rezultata. Međutim, kako se radi o prethodnoj analizi problema takva analiza nije provedena. Provedenom analizom uočeno je da se korištenom metodologijom, odnosno sustavnim pristupom, omogućava rješavanje problema izbora lokacije centra. Prethodnim eliminacijskim kriterijima u GIS tehnologiji smanjuje se broj potencijalnih lokacija i samim time racionaliziraju troškovi i vrijeme analize. Kvaliteta cijelog postupka najviše ovisi o kvaliteti ulaznih podataka. S obzirom da se u procesu eliminiranja neprihvatljivih područja uglavnom rabe pouzdani prostorni podaci/karte, i to GIS tehnologijom, greške su vrlo male.

Dobiveni rezultati pokazuju da je teoretski problem zbrinjavanja otpada Makarskog primorja moguće riješiti lokalnim centrom za zbrinjavanje otpada smještenim u zaleđu Biokova. Za lokalne donosioce odluka i širu javnost dobro je znati da postoji lokalno rješenje, bez razlike hoće li se realizirati. Vidljivo je da bez sudjelovanja administrativnih jedinica u zaleđu, lokalno rješenje nije izvedivo. Korisno bi bilo u prostornim planovima i planovima gospodarenja otpadom ovog područja predvidjeti jednu lokaciju Centra, bar kao rezervu za incidentne situacije.

Problematika gospodarenja otpadom stalno se mijenja, donose se nove strategije kao što je to EU strategija „recycling industry” (EC, 2014). Ciljevi strategije su: kreiranje zapošljavanja i ekonomskog rasta, smanjenje ispuštanja stakleničkih plinova i štetnog utjecaja na okoliš, unaprijediti recikliranje i gubitak vrijednih materijala te pokazati kako nas novi ekonomski modeli vode k nultoj veličini stvaranja otpada. Ovi ciljevi bi posebno trebali biti interesantni

za lokalno stanovništvo na širem području predložene lokacije Centra te bi moguću gradnju centra trebali podržati.

6. Literatura

- [1] ArcGIS Online: Dostupno na: <http://www.arcgis.com/home/>
- [2] Bouyssou, Marchant, Pirlot, Tsoukias, Vincke(2006).*Evaluation and decision models with multiple criteria*, Springer, New York,
- [3] Brans i Vincke,(1985).A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision making). *Management Science*, 31(6), 647-656,
- [4] European Commission(2014). Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe, Brussels,
- [5] Grad Makarska,: Plan gospodarenja otpadom grada Makarske za razdoblje 2014. – 2019.
- [6] Grad Makarska,: Prostorni plan Makarske, Makarska, Dostupno na: <https://makarska.hr/ppug-makarske>, 02.12.2022.
- [7] Grad Makarska,: Plan gospodarenja otpadom za razdoblje 2013-2020, Makarska, (2014)
- [8] Margeta, Erdelez,Prskalo(2012).*Kruti otpad - rukopis predavanja*, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split.
- [9] Mareschal, (2014)*Manual for Visual PROMETHEE Academic Edition 1.4*.
- [10] Dostupno na: <http://en.promethee-gaia.net/assets/vpmanual.pdf>, 02.12.2022.
- [11] Ministarstvo zaštite okoliša(2005)*Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske*, NN130/05,
- [12] Roy,Skalka (1984) *ELECTRE IS : Aspects m'ethodologiques et guided'utilisation*. Documentdu LAMSADE 30, Université ParisDauphine, Paris,
- [13] Saaty (1980),*The Analytical Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York,
- [14] Splitsko – dalmatinska županija, (2014): Plan gospodarenja otpadom u Splitsko – dalmatinskoj županiji, Split, Dostupno na: <https://rcco.hr/dokumenti-splitsko-dalmatinske-zupanije/> 02.12.2022.
- [15] Splitsko – dalmatinska županija: Izmjene i dopune Prostornog plana Splitsko-dalmatinske županije , "Službeni glasnik Splitsko-dalmatinske županije", broj [1/03](#), [8/04](#), [5/05](#), [5/06](#), [13/07](#), [9/13](#),[147/15](#)
- [16] Zopounidis, Hurson,(2001)*Portfolio selection and multicriteria analysis*. In C. Floudasand P.
- [17] Pardalos, editors, „Encyclopedia of Optimization“, Vol. IV, pages 310–322. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, London,