

# Analiza podobnosti potencijalnih lokacija za sidrišta na otoku Hvaru primjenom metode višekriterijalne analize

---

Glavinić, Toni

Master's thesis / Diplomski rad

2016

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:942391>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-17**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Toni Glavinić**

**Split, 2016.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Toni Glavinić**

**Analiza podobnosti potencijalnih lokacija za sidrišta  
na otoku Hvaru primjenom metode višekriterijalne  
analize**

**Diplomski rad**

**Split, 2016.**

## **Analiza podobnosti potencijalnih lokacija za sidrišta na otoku Hvaru primjenom metode višekriterijalne analize**

### ***Sažetak:***

Prikazana je metodologija utvrđivanja boniteta (pogodnosti) uvala sidrišta na otoku Hvaru koja se temelji na metodama sustavnog inženjeringa, i to višekriterijalnoj analizi uz korištenje GIS-a (Geografsko informacijskog sustava). Predložena metodologija omogućava cijelovito i sustavno rješavanje problema, pri čemu su u obzir uzeti mnogi elementi. Rezultat je prijedlog lokacije koja predstavlja najbolje kompromisno rješenje u skladu sa kriterijima i preferancijama sudionika.

### ***Ključne riječi:***

Višekriterijalna analiza; GIS; uvala; sidrište; lokacija; kriterij; rezultat; ekonomska analiza

## **An analysis of the eligibility of potential locations for anchorage on the island of Hvar multicriteria analysis method**

### ***Abstract:***

The methodology of determining the creditworthiness of (benefits) bay anchorage on the island of Hvar, which is based on the methods of systematic engineering, and multi-criterion analysis using GIS (Geographical Information System). The proposed methodology allows Full and systematic problem solving, with the obzir take many elements. The result is the site proposal that represents the best compromise in accordance with the criteria and preferancijama participants.

### ***Keywords:***

multicriteria analysis; GIS; cove; anchorage; location; criterion; result; economic analysis

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT: Toni Glavinić  
BROJ INDEKSA: 542  
KATEDRA: **Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**  
PREDMET: Sustavi odlučivanja u građevinarstvu

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Analiza podobnosti potencijalnih lokacija za sidrišta na otoku Hvaru primjenom metode višekriterijalne analize

Opis zadatka: Zadatak ovog rada je da na temelju prikupljenih podataka, uz primjenu Geografski informacijskog sustava (GIS) i višekriterijalne analize pomoću programa Visual PROMETHEE Academic, utvrdi bonitet uvala za sidrište na otoku Hvaru.

U Splitu, 07. ožujka 2016.

Voditelj Diplomskog rada:

Dr. sc. Nenad Mladineo

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

*Zahvaljujem se Prof. Dr. sc. Nenadu Mladineu na pomoći pri izradi ovog rada,  
kao i svojim roditeljima i prijateljima na podršci tijekom svog školovanja.*

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	3
<b>1.1. Pojmovno i sadržajno određivanje nautičkog turizma</b> .....	3
1.1.1. Definiranje pojmova nautičkog turizma i legislativa .....	3
1.1.2. Razvoj nautičkog turizma.....	5
<b>1.2. Obilježja dosadašnjeg razvitka i stanje ponude Splitsko-dalmatinske županije</b> .....	6
1.2.1. Prostorno ambijentalni potencijali Splitsko-dalmatinske županije.....	6
1.2.2. Raspoloživa nautička infrastruktura na području Splitsko-dalmatinske županije .....	7
1.2.3. Analiza postojećih luka nautičkog turizma (marina) na području Splitsko-dalmatinske županije .....	8
1.2.4. Prostorni planovi i njihova uloga u razvoju nautičkog turizma na području Splitsko-dalmatinske županije .....	12
<b>1.3. O otoku Hvaru</b> .....	14
<b>1.4. O Paklenim otocima</b> .....	19
<b>1.5. O otoku Šćedro</b> .....	20
<b>2. CILJNA ANALIZA</b> .....	21
<b>2.1. Definiranje ciljeva</b> .....	21
<b>2.2. Hijerarhijska struktura ciljeva</b> .....	21
2.2.1. Skupina podciljeva – Društvena korist .....	21
2.2.2. Skupina podciljeva – Funkcionalnost.....	22
2.2.3. Skupina podciljeva – Ekonomska isplativost.....	22
2.2.4. Skupina podciljeva – Minimalno ugrožavanje prostornog integriteta.....	22
<b>3. RAČUNALNA PODRŠKA</b> .....	23
<b>3.1. GIS</b> .....	23
<b>3.2. ArcGIS Online</b> .....	25
<b>4. PROBLEM I KRITERIJI</b> .....	26
<b>4.1. Općenito o problemu</b> .....	26
4.1.1. Postavljanje ciljeva.....	27
4.1.2. Određivanje kriterija .....	27
4.1.3. Standardizacija kriterija .....	27
4.1.4. Dodjeljivanje težine kriterija .....	28
4.1.5. Dodjeljivanje tipa preferencije.....	28
<b>4.2. Prikaz varijanti rješenja</b> .....	28
4.2.1. Uvala Vela Vira – Otok Hvar .....	28
4.2.2. Uvala Pribinja – Otok Hvar .....	28
4.2.3. Uvala Vela Garška– Otok Hvar .....	29

4.2.4.	Uvala Tiha– Otok Hvar .....	29
4.2.5.	Duboka uvala– Otok Hvar .....	30
4.2.6.	Uvala Pokrivenik– Otok Hvar.....	31
4.2.7.	Uvala Taršće–Pakleni otoci .....	31
4.2.8.	Uvala Vinogradišće–Pakleni otoci .....	32
4.2.9.	Uvala Malo Ždrilo i Ždrilica–Pakleni otoci .....	33
4.2.10.	Uvala Stipanska–Pakleni otoci .....	33
4.2.11.	Uvala Lovišće–Otok Šćedro.....	34
4.3.	Kriteriji .....	34
5.	<b>VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMA</b> .....	39
5.1.	Karakteristike višekriterijalne analize .....	39
5.2.	Karakteristike modela višekriterijalne analize .....	40
5.3.	Metodologija rada .....	41
5.4.	Programska podrška.....	42
5.5.	Višekriterijalna analiza metodom PROMETHEE.....	42
6.	<b>METODA RANGIRANJA PROBLEMA</b> .....	45
6.1.	Metoda PROMETHEE.....	45
6.1.1.	Obuhvat kriterija .....	45
6.1.2.	Procijenjena relacija „višeg ranga“ .....	49
6.1.3.	Korištenje relacije „višeg ranga“ .....	50
6.2.	Metoda GAIA .....	51
7.	<b>SCENARIJI, TEŽINE I PROGRAMSKA RJEŠENJA</b> .....	54
7.1.	Scenariji i težine .....	54
7.1.1.	Skup akcija.....	55
7.1.2.	Skup kriterija.....	55
7.1.3.	Težina kriterija.....	56
7.2.	Rezultati analiziranog problema.....	57
7.2.1.	Preference flows .....	57
7.2.2.	The PROMETHEE rankings .....	59
7.2.3.	The GAIA plane .....	61
7.2.4.	Walking weights .....	62
8.	<b>EKONOMSKA ANALIZA</b> .....	64
8.1.	Analiza tržišta .....	64
8.2.	Lokacija na koju se odnosi koncesija .....	66
8.3.	Formiranje ukupnih prihoda .....	68
9.	<b>ZAKLJUČAK</b> .....	70
10.	<b>LITERATURA</b> .....	72



## 1. UVOD

Zadatak ovog diplomskog rada je utvrđivanje boniteta (pogodnosti) uvala na otoku Hvaru, za sidrište s bovama u svrhu razvoja nautičkog turizma. U okviru rada razvijen je model vrednovanja najpovoljnijeg rješenja uvale za sidrenje brodova. Da bi se donijela ispravna odluka potrebno je poznavati problem, potrebu i svrhu odluke, te kriterije odlučivanja. Nakon toga se treba utvrditi najbolja alternativa kao rješenje problema. Ovim radom obuhvaćeno je jedanaest lokacija od kojih šest lokacija na otoku Hvaru, četiri lokacije na Paklenim otocima i jedna lokacija na otoku Šćedru. Riješenje problema dobit ćemo pomoću višekriterijalne analize koristeći programsku podršku Visual PROMETHEE Academic.

Nakon što dobijemo rješenje napravit ćemo ekonomsku analizu dobivene lokacije.

### 1.1. Pojmovno i sadržajno određivanje nautičkog turizma

Nautički turizam je specifičan oblik suvremenih turističkih kretanja i jedan od najzastupljenijih oblika turističke rekreacije. On predstavlja jednu novu socioekonomsku pojavu u hrvatskom društvu čija budućnost tek dolazi. Svojim višestrukim učincima pridonosi bogatijoj i svestranijoj kvaliteti življenja, urbanizaciji i uređenju površina, te ostvaruje niz drugih učinaka koji su posredno ili neposredno vezani za cjelovitu turističku humanizaciju prostora. Izuzetni ekonomski učinci i visoka profitabilnost nautičkog turizma, te brojni multiplikativni efekti govore u prilog sve većem interesu za tu pomorsku djelatnost. Pojačani interes za ulaganja u nautički turizam i izgradnju luka proizlaze iz njegove visoke stope rentabilnosti koja je rezultat pozitivnog utjecaja brojnih funkcija što se u toj djelatnosti mnogostruko generiraju, te djelotvorno isprepliću i realiziraju visoku nautičko-turističku potrošnju po nautičaru i plovilu, u prosjeku dva puta veću od potrošnje tzv. klasičnih turista.

#### 1.1.1. Definiranje pojmova nautičkog turizma i legislativa

Nautički turizam, kao jedan od najperspektivnijih oblika hrvatskog turizma, složen je turističko-pomorski pojam, a zbog njegove intenzivne povezanosti s morem i plovidbom, i

njegovo je definiranje složeno. Pomorska ga komponenta, naime, u cijelosti ne određuje, iako bi se to pri površnoj analizi tako moglo činiti. S obzirom da su i turizam i nautički turizam izvedeni pojmovi koji u biti predstavljaju skup djelatnosti koje se pod njima svrstavaju, a koje se mogu s vremenom mijenjati i nadopunjavati, kažemo da je nautički turizam multidisciplinarni fenomen.

Zakonska definicija nautičkog turizma definirana hrvatskim Zakonom o turističkoj djelatnosti: "Nautički turizam je plovidba i boravak turista – nautičara na plovnim objektima, kao i boravak u lukama nautičkog turizma radi odmora i rekreacije."

U teoretskom i pojmovnom smislu nautički turizam zasad ima svoja tri osnovna pojavna oblika, a oni se grupiraju u sljedeće skupine poslovanja:

- luke nautičkog turizma,
- charter ili chartering i
- cruising.

Luka nautičkog turizma, a posebno se to odnosi na marinu, ključni je nositelj razvoja i temeljni infrastrukturni objekt u sustavu nautičkog turizma na nekom prostoru. Ona je i složen sustav kojega se mora racionalno osmisliti u pogledu investiranja, izgradnje i funkcionalnosti radi optimalne valorizacije prostora.

Luke nautičkog turizma svrstane su u luke posebne namjene čiju kategorizacija regulira Zakon o turističkoj djelatnosti (NN 8/96., 19/96. i 76/98). Nadalje, provedbenim propisima i to Pravilnikom o razvrstavanju i kategorizaciji luka nautičkog turizma kao i nizom njegovih dopuna, propisuju se vrste i kategorije luka, te minimalni uvjeti koje moraju ispunjavati kao i način njihove kategorizacije.

Prema Zakonu o pružanju usluga u turizmu (NN 68/07, 88/10), u 2008. godini objavljen je novi Pravilnik o kategorizaciji luka nautičkog turizma (NN 72/08) s naznakom da luke nautičkog turizma koje imaju rješenja prema prethodnom Pravilniku nemaju obvezu usklađivanja. Pravilnikom se luke nautičkog turizma razvrstavaju kao:

- sidrište;
- odlagalište plovnih objekata;
- suha marina;

- marina.

### 1.1.2. Razvoj nautičkog turizma

Počeci razvoja tzv. zabave navigavanja sežu u 18. stoljeće kad je u Velikoj Britaniji osnovan prvi yachting klub, a nešto kasnije se takvi klubovi osnivaju u Italiji i Francuskoj. U 19. stoljeću taj oblik rekreacije bilježi porast u SAD-u i Kanade.

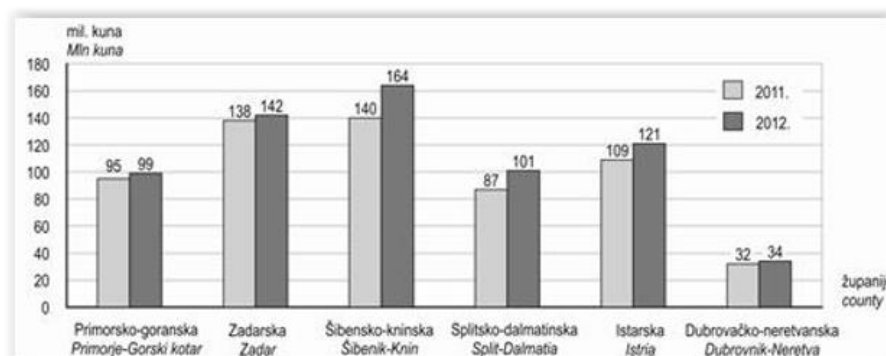
Počeci nautičkog turizma na našoj obali javljaju se između dvaju svjetskih ratova, a nautičari su koristili usluge postojećih obalnih i otočnih luka. Do početka devedesetih godina na ovom prostoru bilo raspoređeno 39 marina s ukupno 10.280 vezova u moru. Posljednjih 15 godina, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj, zabilježen je intenzivan razvoj nautičkog turizma, a tome u prilog idu i najnoviji statistički podaci Državnog zavoda za statistiku RH o stanju u lukama nautičkog turizma za 2012.

Tablica 1. Kapaciteti luka nautičkog turizma (2004.-2012.)

	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.
<b>Broj luka nautičkog turizma</b>	83	84	95	94	97	98	98	98	98
<b>Od toga marina</b>	50	50	56	56	58	58	60	55	58
<b>Površina akvatorija, m<sup>2</sup></b>	3 673 004	3 901 705	4 241 550	3 309 958	3 387 879	3 293 558	3 313 110	3 293 891	3 266 746
<b>Broj vezova</b>	15 407	15 058	15 827	15 834	16 403	16 848	16 913	17 059	17 454
<b>Od toga za plovila dužine</b>									
<b>do 6 m</b>	1 876	1 094	1 014	1 056	1 054	1 184	1 239	1 074	913
<b>6 - 8 m</b>	2 450	2 154	2 096	2 144	2 128	2 136	2 097	1 470	1 385
<b>8 - 10 m</b>	3 540	3 387	3 475	3 566	3 602	3 579	3 542	2 905	2 932
<b>10 - 15 m</b>	6 519	6 870	7 564	7 414	7 591	7 827	3 225	8 714	9 239
<b>Više od 15 m</b>	1 022	1 553	1 678	1 654	2 028	2 122	1 577	2 896	2 985
<b>Dužina razvijene obale za privez</b>	113 302	121 172	116 455	117 127	66 038	63 824	64 715	64 345	58 634
<b>Prostor za smještaj plovila</b>	5 518	5 065	5 127	5 186	5 189	5 209	5 125	5 231	5 359
<b>Ukupna površina prostora na kopnu, m<sup>2</sup></b>	1 028 806	839 814	792 609	83 1372	760 469	753 369	756 538	772 338	783 168
<b>Od toga natkriveni prostor</b>	7 050	7 550	7 930	5 450	5 756	5 246	6 596	8 646	8 026

Izvor: Izrađeno prema podacima DZS-a (2004.-2012.)

Ukupno ostvaren prihod luka nautičkog turizma u 2012. iznosio je 660,0 milijuna kuna, pri čemu su 487,8 milijuna kuna ostvarena od iznajmljivanja vezova, što od ukupno ostvarenog prihoda iznosi 73,9%. U odnosu na 2011., ukupan prihod veći je za 10,0%, dok je prihod od iznajmljivanja vezova veći za 11,0%.



Slika 1. Ostvareni prihod luka nautičkog turizma bez PDV-a u 2011. i 2012.

(Izvor DZS 2012.)

## 1.2. Obilježja dosadašnjeg razvitka i stanje ponude Splitsko-dalmatinske županije

### 1.2.1. Prostorno ambijentalni potencijali Splitsko-dalmatinske županije

Županija Splitsko-dalmatinska zauzima površinu od 14 045 km<sup>2</sup>, od toga na kopneni dio otpada 4 572 km<sup>2</sup> (32,5%), a na morski dio 9 473 km<sup>2</sup> (67,5%). Na navedenom teritoriju živi 455 242 stanovnika, od čega u priobalju 67%, otocima 7%, a u zaobalju 26%. Obuhvaća 368 naselja ustrojenih u 16 gradova i 39 općine. Dominantnu ulogu u Splitsko-dalmatinskoj županiji zauzima grad Split (188.694 st.) koji je središte županije. Split je grad s poznatim povijesnim nasljeđem u svojem središtu i u bližoj okolini. Grad je sa značajem hrvatske najveće putničke luke. U Splitu su smještene brojne obrazovne, kulturne, zdravstvene, upravne i sportske funkcije. Razvijeni su gospodarstvo i servisi. Gradovi uz obalu sa središnjim funkcijama su Trogir (12.995 st.), Kaštela (34.103 st.), Omiš (15.472 st.) i Makarska (13.716 st.). Gradovi sa središnjim funkcijama na otocima su Supetar (3.889 st.), Hvar (41.38 st.), Stari Grad (2.817 st.), te Vis (1.960 st.) i Komiža (1.677 st.).

Obalni prostor Splitsko-dalmatinske županije, kao najnaseljeniji i najrazvijeniji dio Dalmacije, imao je uvijek značajnu prometnu ulogu u ovom dijelu Jadrana. Ovdje je sjecište

prometnih koridora usporednih s obalnom crtom i onih koji okomito na njih dolaze iz zaobalja (susjedna BiH) te se nastavljaju u smjeru otoka i dijelom produžuju preko Jadrana.

- Ceste

Dolaskom suvremene jadranske autoceste u neposredno zaleđe grada Splita, ovaj dio Dalmacije značajno se prometno približio ostalim dijelovima Hrvatske. Time se stara Jadranska turistička cesta uvelike oslobodila tranzitnog prometa i dobiva novu ulogu u kvalitetnijem povezivanju uskog obalnog prostora. Zasad je još uvijek ostao teže dostupan prostor Makarskog primorja, no to se bitno izmijenilo završetkom dijela autoceste od Dugopolja do Šestanovca. Cestovna mreža na većim otocima relativno je zadovoljavajuća.

- Promet morem

Luka Split je naša najveća putnička luka i od državnog je značaja. Ona je ishodište plovnih putova južnog dijela Jadrana. Posebno je intenzivan promet brodovima/trajektima s većim otocima ovog dijela Dalmacije. Luke županijskog značaja na otocima su Supetar (Brač), Stari Grad, Hvar i Sućuraj (Hvar), Vis te na kopnu Drvenik.

- Zračni promet

Zračna luka Split (u Kaštelima) je više kategorije i ima najintenzivniji zračni promet na našoj obali Jadrana. Na otoku Braču je zračna luka niže kategorije, a nekategorizirana zračna luka je na otoku Hvaru.

- Željeznica

Željeznička pruga se iz kopnenog područja spušta prema Trogiru i prolazi uz Kaštela te završava željezničkom postajom na obali u središtu grada Splita.

Najznačajnije gospodarske grane čine turizam, vanjsko-trgovinska razmjena, poljoprivreda te pomorsko-prometna djelatnost. Na otocima od gospodarskih djelatnosti prevladavaju turizam i ugostiteljstvo, a manje poljoprivreda i ribarstvo.

### **1.2.2. Raspoloživa nautička infrastruktura na području Splitsko-dalmatinske županije**

Splitsko-dalmatinska županija ima dugu pomorsku tradiciju i stoga ne čudi činjenica da upravo pomorski promet, te lučko gospodarstvo predstavljaju temelj pomorskog i

gospodarskog razvitka cijele županije, pa i Republike Hrvatske. Uslijed promijenjene geopolitičke situacije, rata procesa tranzicije, došlo je do znatne recesije ove značajne gospodarske grane. No, ponovno oživljavanje gospodarskih aktivnosti u spomenutoj grani rezultiralo je kontinuiranim porastom prometa brodova, putnika i tereta. Što se same pomorske infrastrukture tiče, lučka infrastruktura županije sastoji se od: tri trgovačko-industrijske luke (2 županijskog i 1 državnog značaja), devet luka nautičkog turizma (8 županijskog i 1 državnog značaja), 51 luka otvorene za javni promet (44 lokalnog, 6 županijskog i 1 međunarodnog značaja), 49 športsko-rekreativnih luka (županijskog značaja), 8 pristaništa (5 županijskog i 3 državnog značaja), 4 brodogradilišta (2 županijskog i 2 državnog značaja) i 1 servisne baze.

Splitska luka je jedna od najvećih hrvatskih luka, a dijeli se na putničku (Gradska luka) i teretnu (Sjeverna luka). Gradska luka Split se suočava s nedostatkom parkirališnog prostora za automobile i privezišta za mega jahte, kao i veza za prihvat cruisera dok se Sjeverna luka suočava s problemom nepostojanja, manjka i/ili zastarjelosti postojeće lučke suprastrukture.

Trajektne luke na glavnim prometnim pravcima uglavnom imaju problem nedostatnog kapaciteta i opremljenosti. Općenito, može se istaknuti da su morske luke županijskog značenja (posebno one gospodarske namjene) nedovoljno iskorištene s obzirom na potencijale i rastuće potrebe. Sa godišnjim prometom od 3,5 milijuna putnika i 650 000 vozila, splitska luka je treća luka na Mediteranu (poslije Napulja i Pireja). Prema podacima Državnog zavoda za statistiku, u 2012. godini luka Split sudjelovala je s 30% udjela u prometu brodova u Republici Hrvatskoj, te je u 2012. ostvarila porast u odnosu na 2011. godinu. U prometu tereta, luka Split sudjelovala je s 20%, te je u odnosu na 2011.godinu u 2012. ostvarila blagi porast od 11%. U ukupnom prometu putnika, u 2012.godini luka Split sudjelovala je s 50%. U odnosu na 2011.godinu ostvarila je porast broja putnika za 4%.

### **1.2.3. Analiza postojećih luka nautičkog turizma (marina) na području Splitsko-dalmatinske županije**

Kako bi se stvorila bolja predodžba o razvijenosti te brojnosti luka nautičkog turizma Splitsko-dalmatinske županije, daje se usporedni prikaz podataka za županiju u odnosu na RH, po različitim kriterijima navedenima u tablicama koje slijede.

Tablica 2. Površina akvatorija u RH i Splitsko-dalmatinskoj županiji, 2006.- 2012.

Godina	Površina akvatorija		Udio Sdž u %	Indeksi	
	RH	SDŽ		RH	SDŽ
2006.	4 274 010	225 133	5,3%	-	-
2007.	3 309 958	226 417	6,8%	77,4	100,6
2008.	3 387 879	226 077	6,7%	102,3	99,8
2009.	3 293 558	241 188	7,3%	97,2	106,7
2010.	3 313 110	237 852	7,2%	100,6	98,6
2011.	3 293 891	239 150	7,3%	99,4	100,5
2012.	3 266 746	255 278	7,3%	99,2	106,7

U tablici 2. dat je prikaz površine akvatorija te broja luka nautičkog turizma u SDŽ i RH, po godinama. Primjećuje se trend rasta u SDŽ, te blagi pad u RH.

Tablica 3. Luke nautičkog turizma u RH i Splitsko-dalmatinskoj županiji, 2006.- 2012.

Godina	Luke nautičkog turizma, ukupno		Udio Sdž u %	Indeksi	
	RH	SDŽ		RH	SDŽ
2006.	95	11	11,6%	-	-
2007.	94	11	11,7%	99	100
2008.	97	11	11,3%	103,2	100
2009.	98	13	13,3%	101	118,2
2010.	98	13	13,3%	100	100
2011.	98	13	13,3%	100	100
2012.	98	13	13,3%	100	100

Tablica 3. prikazuje broj luka nautičkog turizma u SDŽ i RH, i iz nje se može zaključiti kako taj broj kontinuirano raste u RH tokom godina, s tim da je najveći porast vidljiv upravo u 2008. godini. Trend rasta vidljiv je i u SDŽ, a najveći porast vidljiv je u 2009. godini.

Tablica 4. Broj vezova u RH i Splitsko-dalmatinskoj županiji, 2006.-2012.

Godina	Luke nautičkog turizma, br. vezova		Udio Sdž u %	Indeksi	
	RH	SDŽ		RH	SDŽ
2006.	15 973	1 591	9,9%	-	-
2007.	15 834	1 581	9,9%	99,1	98,4
2008.	16 403	1 576	9,6%	103,6	103,6
2009.	16 848	1 789	10,6%	102,7	101,1
2010.	16 913	1 792	10,6%	100,4	101,1
2011.	17 059	1 913	11,2%	100,9	106,8
2012.	17 454	2 238	12,8%	102,3	117

U tablici 4. dat je prikaz broja vezova u lukama nautičkog turizma u PGŽ i RH, po godinama. Vidljiv je trend rasta u SDŽ i u RH, kao i to da SDŽ čini desetinu svih vezova u moru, u RH.

Tablica 5. Broj mjesta za smještaj plovila na kopnu u RH i Splitsko-dalmatinskoj županiji, 2006.-2012.

Godina	Mjesta za smještaj plovila na kopnu		Udio Sdž u %	Indeksi	
	RH	SDŽ		RH	SDŽ
2006.	5 187	385	7,4%	-	-
2007.	5 186	390	7,5%	99,98	103
2008.	5 189	400	7,7%	100,06	100
2009.	5 209	410	7,9%	100,4	100
2010.	5 125	381	7,4%	98,4	91,2
2011.	5 231	443	8,5%	102,1	116,3
2012.	5 359	494	9,2%	102,4	111,5

U tablici 5. dat je prikaz broja vezova na kopnu u SDŽ i RH, i iz nje je vidljiv blagi rast broja vezova u RH te istovremeno i blagi rast broja vezova u SDŽ.



Tablica 6. Broj luka nautičkog turizma, u RH i SDŽ, po kategorijama, 2006.-2012.

Godina	Republika Hrvatska									Splitsko-dalmatinska županija						
	UKUPNO	Sidrište	Privezište	Suha marina	Marina I. kategorije	Marina II.kat.	Marina III.kat.	Nerazvrstane luke NT	UKUPNO	Sidrište	Privezište	Suha marina	Marina I. kategorije	Marina II. kategorije	Marina III.kat.	Nerazvrstane luke NT
2006.	95	15	17	10	6	27	13	7	11	-	2	2	-	5	1	1
2007.	94	15	17	9	6	26	15	6	11	-	2	2	-	5	1	1
2008.	97	15	18	10	6	24	18	6	11	-	1	2	-	5	2	1
2009.	98	15	19	10	6	24	18	5	13	-	1	2	-	5	3	2
2010.	98	16	18	10	6	24	17	4	13	-	1	2	-	5	3	1
2011.	98	19	14	11	6	24	17	4	13	-	1	2	-	5	3	1
2012.	98	17	13	11	6	24	17	6	13	1	2	2	-	5	3	1

Tablica 6. prikazuje broj luka nautičkog turizma u SDŽ i RH, po kategorijama i po godinama. Zaključuje se da je taj broj porastao godinama i u SDŽ i u RH. Također se može primijetiti da je najveća promjena upravo u broju nerazvrstanih luka nautičkog turizma.

Tablica 7. Ostvareni prihod luka nautičkog turizma u RH i Splitsko-dalmatinskoj županiji, 2006.-2012.

Godina	Prihod luka NT bez PDV-a (000)		Udio Sdž u %	Indeksi	
	RH	SDŽ		RH	SDŽ
2006.	414 172	50 679	12,2%	-	-
2007.	439 178	58 581	13,3%	106,0	115,6
2008.	491 320	58 668	11,9%	111,9	100,1
2009.	543 376	72 580	13,4%	111,1	123,7
2010.	574 112	78 982	13,8%	105,7	108,8
2011.	600 225	86 666	14,4%	104,5	109,7
2012.	659 990	100 951	15,3%	110	116,5

U tablici 7. dat je prikaz ostvarenog prihoda luka nautičkog turizma u SDŽ i RH, po godinama. Primjećuje se kontinuirani rast prihoda tokom godina, kako u RH, tako i u SDŽ, a najveći porast i u RH i u SDŽ vidljiv je u 2009. i 2012.godini.

#### **1.2.4. Prostorni planovi i njihova uloga u razvoju nautičkog turizma na području Splitsko-dalmatinske županije**

Prostorno planiranje u užem smislu podrazumijeva izradu urbanističkih planova za izgradnju novih ili uređenje postojećih objekata na nekom prostoru. U širem smislu to je znanstvena disciplina čiji je predmet istraživanje, uređenje i oblikovanje prostora u svim njegovim elementima. Planiranje i uređenje prostora je pretpostavka za postizanje boljeg razmještaja gospodarskih funkcija u prostoru, zaštitu i unaprjeđenje prirodnih i od čovjeka stvorenih vrijednosti, te optimalan razmještaj objekata namijenjenih pojedinim djelatnostima, pa tako i u lučkom gospodarstvu.

Planovi prostornog uređenja se temelje na planovima društveno-ekonomskog razvoja, tako i na prirodnim, povijesnim i demografskim karakteristikama prostora. U tu svrhu prikupljaju se podatci na terenu. Kao podloga mogu poslužiti: pomorske karte, postojeći planovi društveno ekonomskog razvoja, geografske karte, prostorni planovi, geodetski planovi, snimci iz zraka, panoramski snimci, statistički podatci o kretanju i boravku sportsko-rekreacijskih brodova u prethodnom periodu, podatci i informacije lokalnih organa o dosadašnjim inicijativama na projektima i izgradnji pomorske infrastrukture.

U sklopu Planova RH definirani su režimi korištenja prostora:

- kapacitet nautičkih centara za komercijalne vezove ograničava se najviše do 1.000 vezova, dok se najmanji kapacitet određuje sa 200 vezova.
  - broj vezova nautičkih luka određuje se ovisno o namjeni površine akvatorija, pri čemu će se luke nautičkog turizma s manje od 100 vezova smatrati poput luka u svjetskim ekskluzivnim nautičkim centrima u kojima nautičari traže vrhunsku kvalitetu usluga. Planiranje luka nautičkog turizma na Sjevernom Jadranu potrebno je usmjeriti upravo prema izgradnji takvih smještajnih kapaciteta.

Minimalni kapacitet određuje granicu od koje zavisi djelotvorna uporaba komunalnih i tehničko–sanitarnih objekata i uređaja. S druge strane, optimalni kapacitet označava granicu iznad koje se ne bi smjelo ići zbog ekonomskih, funkcionalnih i ekoloških razloga. Broj objekata u lukama nautičkog turizma i njihova kapacitiranost odražava optimalnu granicu funkcionalnosti – uvjete u kojima je mjesna infrastruktura sposobna zadovoljiti potrebe. Pri tom su selektivni oblici turizma, kao što je i nautički turizam, najprihvatljiviji oblici turizma zbog svoje kompatibilnosti s prirodnim značajkama i mogućnostima koje pridonose optimalnom korištenju turističkih posebnosti tržišta.

Prostornim planovima Splitsko-dalmatinske županije utvrđeni su prioriteti i preporuke za određivanje standarda u izgradnji cijeloukupne infrastrukture, pa tako i pomorske. Navedeno se temelji na Prostornom planu RH iz 1989. godine, te strategiji Prostornog uređenja, a sukladno Zakonu o prostornom uređenju RH (NN 30/94). U planovima razvoja luka nautičkog turizma Splitsko-dalmatinske županije utvrđena su ograničenja s obzirom na kapacitet marina za komercijalne vezove. Utvrđen je maksimalni kapacitet od 1.000 vezova, odnosno minimalni kapacitet od 200 vezova. Za komunalne vezove ograničenja nisu utvrđena kao ni za sportska društva, odnosno sportske lučice.

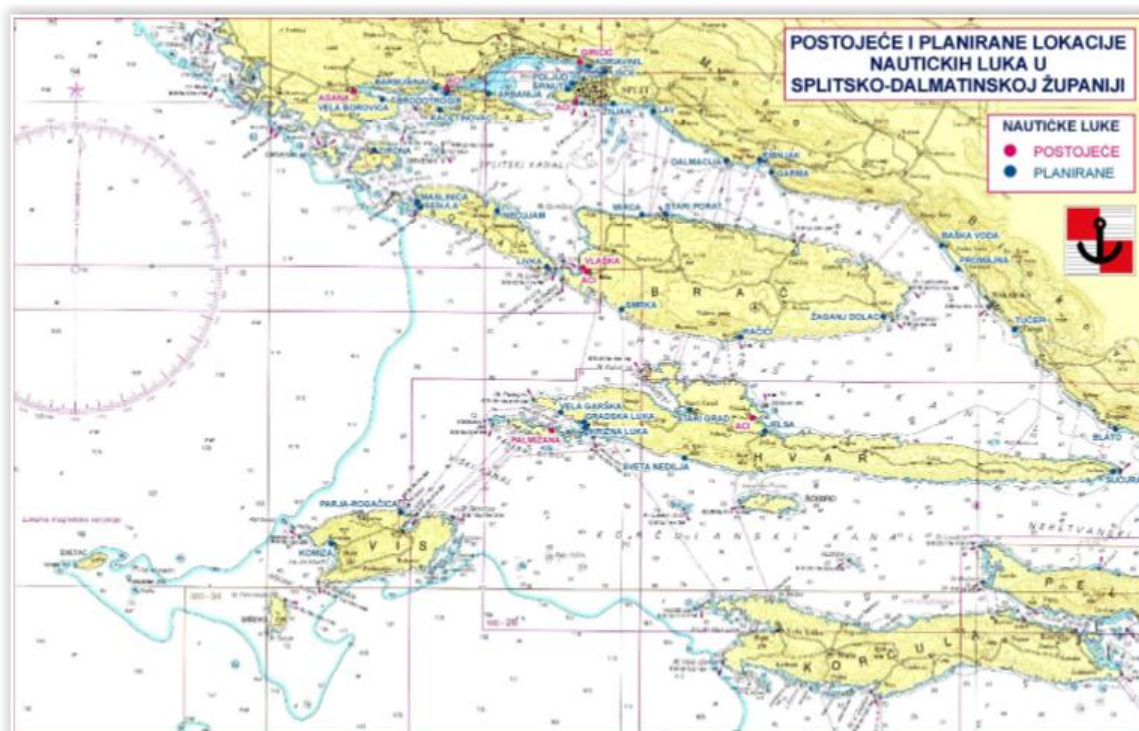
Prema posljednjim Izmjenama i dopunama Prostornog plana Splitsko-dalmatinske županije (2007.), na području Splitsko dalmatinske županije određene su lokacije luka nautičkog turizma-marine prikazane na slici.

### KAPACITET

Postojeće 1.735 vezova

Planirano 6.422 vezova

Ukupno: 8.157 vezova



Slika 2. Postojeće i planirane lokacije nautičkih luka u Splitsko-dalmatinskoj županiji (Izvor: HHI)

### 1.3. O otoku Hvaru

Otok Hvar smješten je ispred istočne obale Jadranskog mora i pripada skupini srednjodalmatinskih otoka. Nalazi se u Splitsko-dalmatinskoj županiji, usred skupine otoka koji su dijelom ove županije. Gledano po neposrednom susjedstvu, sjeverno od njega se nalazi otok Brač, a južno od njega se nalaze otoci Šćedro, Vis, Pakleni otoci, Korčula i poluotok Pelješac. Duljine je 72 km, a u najširem dijelu je širok 10,5 km. Ukupna duljina obale mu je 254,2 km, a ukupna površina je 299,7 km<sup>2</sup> što ga čini četvrtim hrvatskim otokom po površini. Najviši vrh je sv. Nikola, visok 628 m.



Slika 3. Lokacija otoka Hvara

Današnje ime otoka je grčkog porijekla od grč. Pharos – svjetionik. Iz tog su naziva Rimljani oblikovali ime Pharia. Dalmatinski Romani pretvorili su ga u Fara, a u ranom Srednjem vijeku doseljeni Hrvati suglasnik f zamjenjuju grupom suglasnika hv, te mijenjaju naziv u Hvar. Lokalno stanovništvo naziva ga "Hvor" (u Starom Gradu), "For", a standardni oblik "Hvar" se javlja na istočnom dijelu otoka, gdje su se naknadno naselili štokavci s kontinenta.



Slika 4. Kapelica na najvišem vrhu Hvara, Sv. Nikoli (626 m)

### **Povijest**

Otok je naseljen u pretpovijesno doba, još prije 6000 godina. Iz tog razdoblja na otoku postoje nalazi osebuje Hvarske kulture (3500.--2500. g.pr.Kr.), poznate po bojanoj keramici. Poznati su nalazi iz Markove i Grapčeve špilje, u kojoj je pronađen najstariji prikaz broda u Europi na ulomku keramičke vaze, te lokalitet Purkin kuk sa megalitima. Kasnije otok naseljavaju Iliri. Hvar je bio mjesto starogrčke kolonizacije u 4. st. pr. Kr.. Na njemu je u to doba, 385. g. pr.Kr. osnovan Pharos, na mjestu današnjeg Starog Grada. Rečeni Pharos je bio polisom. Ne zna se je li bilo ostalih starogrčkih naselja na otoku, možda neko na mjestu današnjeg Hvara (znanstvenici su tu smještali Herakleju ili Dimos). U Starigradskom polju sačuvan je ager, izvorna starogrčka katastarska podjela zemlje s kamenim međašima (gomilama) koji je i danas vidljiv. Padom Sirakuze, bitne zaštitnice ovog otoka, dolazi kraj vlasti starih Grka. Otok pada pod vlast starog Rima 219. pr.Kr., a Pharos dobija ime *Pharia*. Nakon pada zapadnog Rimskog carstva, otok ostaje u okviru Bizanta. U vrijeme kasne antike povećalo se stanovništvo otoka. To razdoblje obiluje arheološkim nalazima. Nastao je veliki broj novih villa rustica na povjesnom ageru, ali i na do tada zapuštenim istočnim dijelovima otoka. O tom razdoblju postoji praznina u pisanim izvorima sve do doseljenja Slavena. Tada dolazi u trostoljetni posjed Neretvanske kneževine. U istom razdoblju, stanovništvo se poslavenjuje u potpunosti i poprima hrvatski jezik, kulturu i nazive. Tada se na otoku i naselilo starohrvatsko pleme Slavogosta. U 11. stoljeću postaje dijelom srednjovjekovne hrvatske kraljevine Petra Krešimira IV.. Poslije se u vlasti smjenju Mletačka Republika, Bizant, Hrvatsko-ugarska kraljevina. 1331. se komuna konačno stavlja pod mletačku zaštitu

od omiških gusara. 1420. godine ga Mlečani u potpunosti nadziru. Mletačka vlast je bila sve do pada Mletaka, 1797. godine. U tom razdoblju je grad Hvar bio glavna mletačka luka na istočnoj jadranskoj obali. Otok Hvar je bio dijelom iste upravne jedinice, kao i otok Vis, Hvarske komune. Trag te podjele je današnja Hvarsko-bračko-viška biskupija. Od 1510. do 1514. godine traje Ustanak hvarskih pučana pod vodstvom Matija Ivanića protiv hvarskih plemića. Pučani su svrgnuli plemićku vlast na otoku, a ustanak je na kraju ugušila Venecija.

Nakon 1797. godine, otok Hvar dolazi pod vlast Habsburške Monarhije. Od 1806. do 1814. kratkotrajno je pod Napoleonovom Francuskom, a potom je ponovno u sastavu Habsburške Monarhije, odnosno reorganiziranjem iste, u austrijskom dijelu Austro-Ugarske. Tada dolazi "malo zlatno razdoblje" za ovaj otok: uređene su sve otočne luke, napravljen je katastar, događa se mala industrijalizacija, a uzlazni konjunktorni krug na poljodjelskom tržištu (vinova loza, buhač, levanda) jača srednji sloj stanovništva, a zaostajanje nižih slojeva se ublažilo uljevom glavnice na otok. Do pojave parobroda, otok je imao svoju trgovačku mornaricu. U gradu Hvaru su tada otvorili konzulate Grčka, Parma, Papinska država i Napuljsko Kraljevstvo. Godine 1858. na Hvaru je otvorena prva meteorološka postaja u Hrvatskoj, a 1868. je osnovano prvo turističko društvo ("Higijeničko društvo").

Raspadom Austro-Ugarske 1918. godine, ulazi u Državu SHS. Kraljevina Italija zaposjeda otok iste 1918. godine i ostaje sve do 1921., kada konačno postaje dijelom Kraljevinu SHS/Kraljevine Jugoslavije. 1941. godine, padom Kraljevine, Hvar ulazi u sastav NDH, gdje je bio dijelom velike župe Cetina. Padom vlasti NDH, dijelom je NR Hrvatske/SR Hrvatske. Otok je bio jedna upravna jedinica, općina Hvar sa sjedištem u gradu Hvaru. Osamostaljenjem Hrvatske 1991. godine, Hvar se dijeli na četiri općine: Grad Hvar, Stari Grad, Jelsa i Sućuraj. Početkom Domovinskog rata, otočko stanovništvo i gospodarstvo trpilo je posljedice pomorske blokade, koju je uspostavila JRM.

### **Demografija**

Prema popisu stanovništva iz 2011. godine na otoku Hvaru živi 10.648 stanovnika. Najveća mjesta na obali otoka su: grad Hvar, Stari Grad, Jelsa, Sućuraj i Vrboska. Ostala mjesta na obali su: Milna, Sveta Nedilja, Ivan Dolac i Zavala. Mjesta u unutrašnjosti su: Brusje, Grablje, Selca kod Starog Grada, Dol, Rudina, Vrbanj, Svirče, Vrisnik, Pitve, Humac, Poljica, Zastraišće, Gdinj, Bogomolje i Selca kod Bogomolja.

## Gospodarstvo

Kroz dugu povijest ovog otoka, stanovništvo se uvijek bavilo ribarstvom i poljoprivredom, a od 1868. godine počinje se organizirano baviti i turizmom, koji je danas većini otočana najvažniji izvor prihoda. Od poljoprivrednih proizvoda najznačajniji su vino te maslinovo i lavandino ulje. Zahvaljujući rekordnom broju sunčanih sati te čistoj i nezagađenoj prirodi svi poljoprivredni proizvodi s otoka Hvara su vrhunske kvalitete. Otočka kuhinja tako se temelji na zdravoj domaćoj hrani, a naročito na svježoj ribi i maslinovom ulju. Turistima je ovaj otok najviše privlačan zbog netaknute prirode, brojnih slikovitih uvala i plaža, kristalno čistog mora, ugodne klime, povijesno – kulturnih znamenitosti, gastronomske ponude, zabavnih sadržaja, kvalitetnih smještajnih objekata, ljubaznih domaćina te ugodne i opuštene atmosfere koja vlada na cijelom otoku. Glavna mjesta na otoku povezana su državnim cestom D-116 (Hvar - Stari Grad - Jelsa - Bogomolje - Sućuraj). Trajektne linije: Sućuraj – Drvenik, Stari Grad – Split, Stari Grad – Ancona (Italija). Brodske linije: Hvar - Split i Jelsa – Bol (otok Brač) - Split.



Slika 5. Polja hvarske lavande u unutrašnjosti otoka

## Kultura i zanimljivosti

Otok Hvar je vodeći u suvremenom čakavskom pjesništvu po razvedenosti suvremenoga dijalektalnog pjesništva, a poznata su imena: Tin Kolumbić, Marin Franičević-Pločar, Jure Franičević-Pločar, Pere Ljubić, Lucija Rudan, Rajka Anđelić Maslovarić, Tatjana Radovanović, Mirko Barbarić, Zlatan Plenković, Sibe Miličić, Miki Bratanić, Marica Buratović...

Od 2004. godine održava se književna manifestacija Susret čakavskih pjesnikinja otoka Hvara posvećena pjesništvu na čakavskom narječju otoka Hvara, autorice čijih su pjesama žene.

Punih pet stoljeća Hvarani na poseban način proslavljaju Uskrs - procesijom 'Za Križem'. Riječ je o jedinstvenom obredu osobite pobožnosti te izrazu vjerskog i kulturnog identiteta stanovnika središnjeg dijela otoka Hvara koji se razvio iz procesije koja se održala kao znak pokajanja nakon što je, u jeku društvenih previranja na otoku 1510. godine, uoči same bune hvarskih pučana, jedan mali križ u gradu Hvaru čudom proplakao krvavim suzama. Procesija „Za Križen“ na Hvaru je 2009. godine, kao nematerijalna kulturna baština, postala UNESCO-va svjetska baština.

Hvar je dao mnoge poznate rimokatoličke znanstvenike, autore i velikodostojnike: Tomislav Koljatić Maroević, Jordan Zaninović, Šime Ljubić, Nikola Dominik Budrović, Jordan Kuničić, Rajmund Kupareo, Juraj Carić, Estanislao Esteban Karlic, Jorge Novak...

Hvar su posjetile mnoge poznate osobe kao što su: car Franjo Josip I., Clint Eastwood, Michael Douglas, Catherine Zeta-Jones, John Malkovich, Brad Pitt, Jodie Foster, Eva Longoria, Gwyneth Paltrow, Steven Spielberg, George Clooney, Jack Nicholson, Kevin Spacey, Sean Connery, Daniel Craig, Pierce Brosnan, Andre Agassi, Jennifer Capriati, Gabriela Sabatini, David Beckham, Bernie Ecclestone, Eddie Jordan, Michael Schumacher, Bill Gates, Roman Abramovič, Beyonce, Jay-Z i dr.



Slika 6. Procesija „Za Križen“ - pod zaštitom UNESCO - a



#### 1.4. O Paklenim otocima

Paklinski otoci ili Pakleni otoci su skup vapnenačkih otoka u Jadranskom moru, na hrvatskom dijelu Jadrana. Nalaze se nekoliko stotina metara južno od grada Hvara. Ime su dobili prema paklini, vrsti borove smole, koja se koristila u brodogradnji. Kao posljedica lokalnog dijalekta, iskrivljavanjem riječi "paklina", skupina se naziva i "Pakleni otoci", mada sam naziv nema veze sa nikakvim "paklom". U ovoj otočnoj skupini, na zapadnom kraju, označen svjetionikom, nalazi se Vodnjak Veli (44 m), prema sjeverozapadnom kraju otočja je Vodnjak Mali, a sjeverno od njih hridi Karbun i Lengva. Dalje prema istoku slijede još otočići Travna, Paržanj i Borovac. Do njih se nalazi najveći otok u skupini, Sveti Klement (94 m) na kojemu su, od istoka prema zapadu, tri naselja: Momića polje, Vlaka i Palmižana. Ploveći uz njegovu sjevernu stranu nailazimo na otočić Škojić ispred uvale Vlake i hrid Baba ispred uvale Palmižane u kojoj je marina. Na hridi Babi nalazi se svjetionik. Sa južne strane otoka Sveti Klement, štiteći uvalu Soline od južnih vjetrova, nalazi se otok Dobri otok, a dalje prema zapadu ispred uvale Vinogradišća otočić Stambedar i hridi Pločice. Ploveći prema istoku od Svetog Klementa nailazimo na otočiće Gojca, Borovac (46 m), Planikovac (27 m), Marinkovac (47 m) i Jerolim (ili Sveti Jerolim, 22 m). Prolazi između otoka Sveti Klement, Borovac, Planikovac i Marinkovac nazivaju se redom Velo ždrilo, Malo ždrilo i Ždrilca. Od otoka Hvara cijelu ovu skupinu otoka dijeli Pakleni kanal. Pred samim gradom Hvarom, nalazi se otočić Gališnik, a dalje prema jugoistoku ispred istoimene uvale se nalazi otočić Pokonji Dol označen svjetionikom. Mada sa suprotne strane kanala, ovi otočići također spadaju u navedenu skupinu. Plovnost između otoka je otežana i opasna, zbog jakih morskih struja, posebica za juga i zbog brojnih hridi i grebena. Na otoku Svetom Klementu se nalaze tri naselja: Momića Polje, Vlaka i Palmižana, koja nemaju stalnih stanovnika, pa prema tome u Zakonu o područjima županija, gradova i općina u Republici Hrvatskoj nisu uvedena u popis naselja Republike Hrvatske. Krajem 19. vijeka u naselju Vlaka je živjelo oko 70 stanovnika. Naselja su danas naseljena tek sezonski ljeti.

## 1.5. O otoku Šćedro

Šćedro je otok uz južnu obalu Hvara, udaljen oko milju od mjesta Zavala na Hvaru. Šćedro od Hvara dijeli Šćedorski kanal, a od Korčule - Korčulanski kanal. Pored Hvara, Šćedru najbliže kopno su hridi Lukavci - 3 hridi oko 3 km zapadno od Šćedra. Na otoku ljeti živi otprilike 30 ljudi, a zimi oko 15. Nekad su na otoku bila primorska naseljena mjesta Lovišće, Srida i Rake (zaljev Lovišće), Mostir/Moster u uvali Mostir, i Nastane odnosno selo Stan u unutarnjem dijelu otoka. Danas selo Nastane ima samo dvije održavane kuće a ostalo su ruševine. Na otoku su i 4 restorana. Od kulturnih objekata, na otoku se nalaze ostatci dominikanskog samostana. Otok nema struje ni vode pa se koriste gustirne kojim se svake godine provjerava kakvoća vode, a za struju se koriste agregati i solarna struja. Na južnoj strani otoka se nalazi krilo aviona iz drugog svj. rata, a trup aviona je malo dublje u moru. Prema povijesnim zapisima, otok se prije zvao Torkola. Šćedro ima nešto vlažniju klimu nego sjeverniji Hvar, zbog čega je u prošlosti na Šćedru jako dobro uspijevala pšenica.

Uvale otoka Šćedra poznata su sidrišta i sigurne luke još od starog vijeka. U pomorju otoka Šćedra vodile su se poznate bitke iz doba starog Rima, poput one između Pompeja i Cezara 49. pr. Krista. Tragovi bitke nalaze su u morskim dubinama oko Šćedra. Danas je zaštićen kao park prirode.

## 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 zadatka, cilj je jasno definiran: „Analiza podobnosti potencijalnih lokacija za sidrišta na otoku Hvaru primjenom metode višekriterijalne analize“. 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 sidrišta na predloženim lokacijama, kao glavni podcilj postavlja se određivanje optimalnog redoslijeda realizacije sidrišta. 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

Potrebno je osigurati uravnotežen razvoj, razmještaj i strukturu središnjih funkcija, kojima pripadaju društvene djelatnosti i uslužne funkcije.

U ovu skupinu spadaju sljedeći podciljevi:

- Izgradnja sidrišta vodeći računa o krajnjem korisniku

- Izbor najadekvatnije lokacije
- Vođenje računa o području oko sidrišta koje neminovno čini integralni dio sa samom okolinom

### **2.2.2. Skupina podciljeva – Funkcionalnost**

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

- Osigurati funkcionalnost uvale sidrišta
- Unutar uvale sidrišta osmisлити dodatne sadržaje poput restorana i sličnih sadržaja

### **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 izgradnje sidrišta u uvalama.

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 izgradnje 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 sidrišta i okoline:

- Vodeći računa o uklapanju sidrišta u okolni prostor u smislu cjelokupnog prostornog 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 godina 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 attribute), 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

Hrvatska je sredozemna zemlja s razvedenom obalom i otocima po čemu je prepoznata u svijetu. Otočni arhipelag s više od tisuću otoka prepoznatljiv je znak hrvatskog turizma i komparativna prednost u razvoju. Upravo radi takvih prirodnih potencijala posebno vrijedan i uspješan dio hrvatskog turizma je nautički turizam. Unatoč tome, hrvatski nautički turizam još iskoristio sve svoje razvojne potencijale. Polazeći od navedenog i činjenice da je nautički turizam poseban oblik turizma koji se po svojim specifičnim obilježjima bitno razlikuje od ostalih oblika turizma, a posebno zbog modela gospodarenja pomorskim dobrom i sustava sigurnosti plovidbe na moru, Hrvatski hidrografski institut, višedisciplinarnim pristupom izradio je Studiju razvoja nautičkog turizma Republike Hrvatske u kojoj je nautički turizam po prvi puta sagledan u cjelini svih svojih pojava oblika, sadržajnih elemenata i učinaka, posebno u odnosu na nautičara koji je njegov pokretač, smisao i svrha svih aktivnosti.

U ovom diplomskom radu razmatramo problem utvrđivanja boniteta (pogodnosti) uvala, za sidrište sa bovama, na otoku Hvaru. Razmatranje provodimo za jedanaest uvala, od kojih se šest nalazi na otoku Hvaru, četiri na Paklenim otocima i jedna na otoku Šćedru.



Slika 7. Promatrana sidrišta



#### **4.1.1. Postavljanje ciljeva**

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:

- Specific
- Measurable
- Achievable/Attainable
- Realistic/Relevant
- Time-bound

U radu je glavni problem, a ujedno i cilj utvrđivanje boniteta uvala za izgradnju sidrišta sa bovama na otoku Hvaru.

#### **4.1.2. 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.

#### **4.1.3. Standardizacija kriterija**

Ovaj korak podrazumijeva rangiranje faktora na zajedničkoj skali kako bi se slični kriteriji mogli usporediti.

#### 4.1.4. Dodjeljivanje težine kriterija

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.

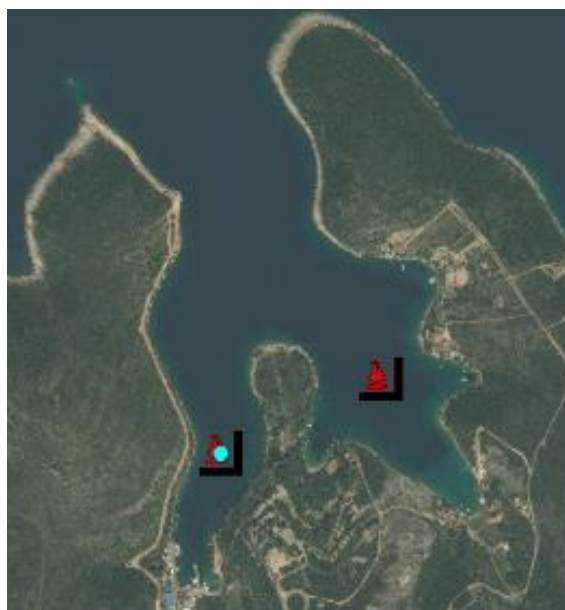
#### 4.1.5. Dodjeljivanje tipa preferencije

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

### 4.2. Prikaz varijanti rješenja

#### 4.2.1. Uvala Vela Vira – Otok Hvar

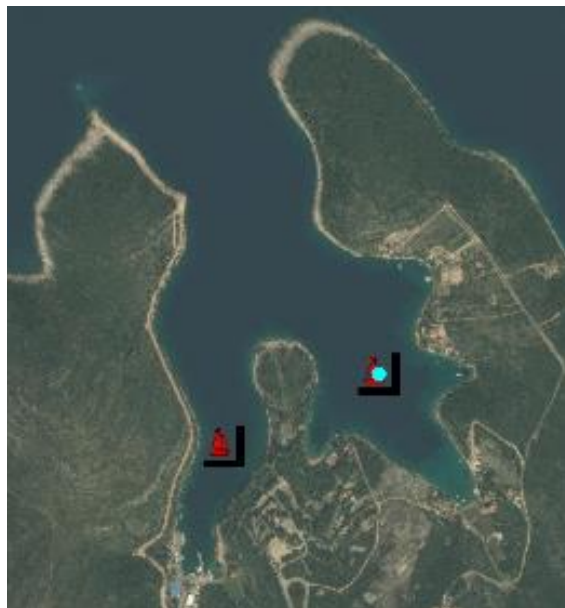
Uvala Vela Vira nalazi se na sjeverozapadnoj strani otoka Hvara, oko 2,7 milja istočno od rta Pelegrin. Smještena je na morskom prostoru u zapadnom dijelu luke Vira, uvale sa dva kraka. Prilaz uvali je Hvarskim kanalom, a akvatorij je poznat kao omiljeno sidrište nautičara.



Slika 8. Uvala Vela Vira

#### 4.2.2. Uvala Pribinja – Otok Hvar

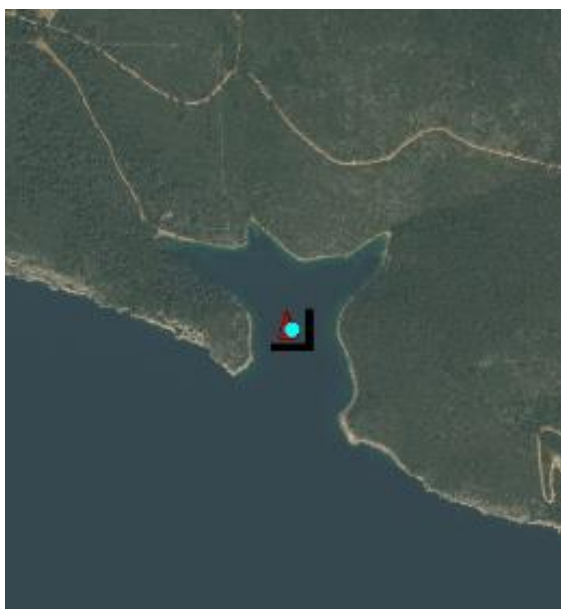
Uvala Pribinja nalazi se na sjeverozapadnoj strani otoka Hvara, oko 2,7 milja istočno od rta Pelegrin. Smještena je na morskom prostoru u istočnom dijelu luke Vira, uvale sa dva kraka. Prilaz uvali je Hvarskim kanalom, a akvatorij je poznat kao omiljeno sidrište nautičara.



Slika 9. Uvala Pribinja

#### 4.2.3. Uvala Vela Garška– Otok Hvar

Uvala Vela Garška nalazi se na jugozapadnoj strani otoka Hvara, oko 2,0 milja istočno od rta Pelegrin i oko 1,6 milja zapadno od luke Hvar. Smještena je na morskom prostoru u središnjem dijelu uvale. Prilaz uvale je Paklenim kanalom, a akvatorij je poznat kao omiljeno sidrište nautičara.

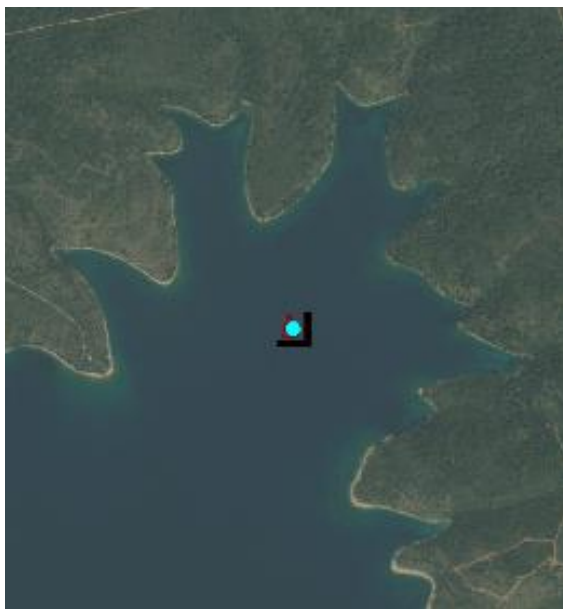


Slika 10. Uvala Vela Garška

#### 4.2.4. Uvala Tiha– Otok Hvar

Uvala Tiha nalazi se na sjevernoj obali Starogradskog zaljeva na oko 3 milje od svjetla u luci Stari grad. Duboka je i razvedena uvala, dubine od oko 34 m na ulazu do oko 10 m

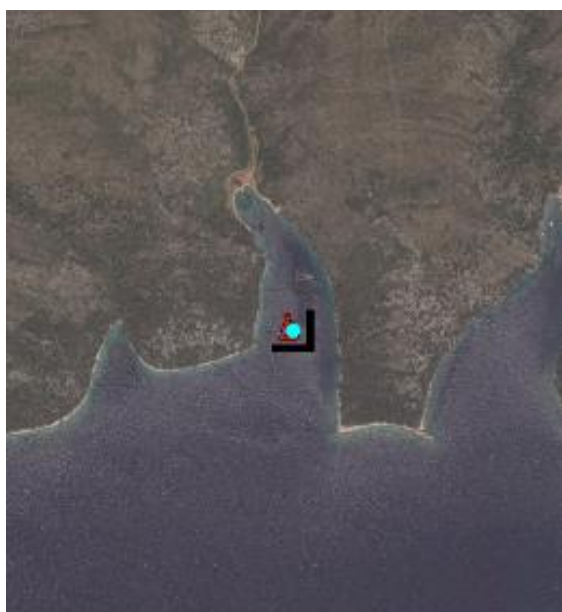
gotovo do obalne crte. Morsko dno je pjeskovito do šljunkovito, a prema sredini uvale sediment morskog dna je pojesak do muljeviti pijesak. Smještena je na morskom prostoru u sjevernom dijelu Starogradskog zaljeva, u središnjem dijelu uvale s nekoliko krakova. Akvatorij je poznat kao omiljeno sidrište nautičara.



Slika 11. Uvala Tiha

#### 4.2.5. Duboka uvala– Otok Hvar

Duboka uvala nalazi se na južnoj obali otoka Hvara, na oko 6,9 milja od svjetla Rt Sućuraj. Uvala je uska i uvučena, a morsko dno je uglavnom pjeskovito. Sidri se isključivo na ulazu u uvalu zbog naprava marikulture u uvali.



Slika 12. Duboka uvala

#### 4.2.6. Uvala Pokrivenik– Otok Hvar

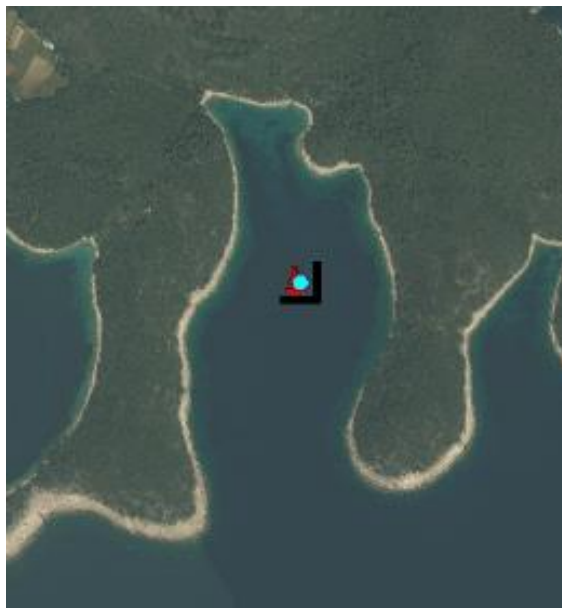
Uvala Pokrivenik nalazi se na sjevernoj obali otoka Hvara, na oko 8,6 milja istočno od svijetla na ulaznom rtu luke Jelsa. Uvala je uska i uvučena, a sastoji se od niza uvalica, te je pogodna za sidrenje. Uz obalni rub morsko dno je kamenito, a prema otvorenom moru prevladava pijesak do šljunkoviti pijesak. Smještena je na morskome prostoru u središnjem dijelu uvale.



Slika 13. Uvala Pokrivenik

#### 4.2.7. Uvala Taršće–Pakleni otoci

Uvala Taršće nalazi se na južnoj strani otoka Sv. Klement. Može joj se pristupiti iz Viškog i Korčulanskog kanala. Smještena je na morskome prostoru u središnjem dijelu uvale i zauzima njen veći dio. Akvatorij je poznat kao omiljeno sidrište nautičara.



Slika 14. Uvala Taršće

#### 4.2.8. Uvala Vinogradišće–Pakleni otoci

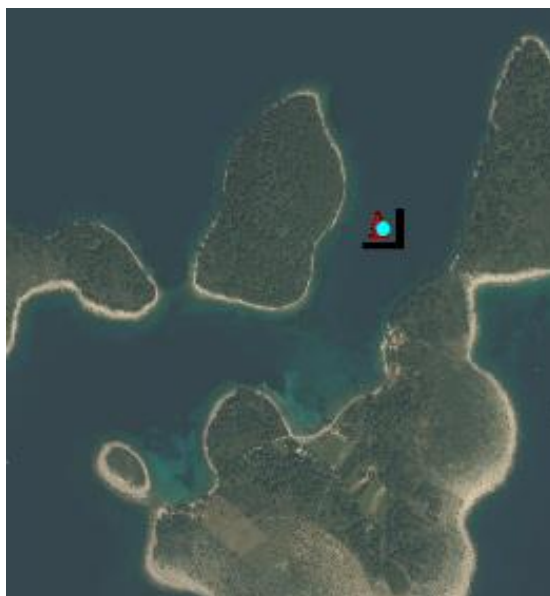
Uvala Vinogradišće nalazi se na južnoj strani otoka Sv. Klement. Može joj se pristupiti iz Viškog i Korčulanskog kanala. Smještena je na morskom prostoru u središnjem dijelu uvale i zauzima njen veći dio. Akvatorij je poznat kao omiljeno sidrište nautičara.



Slika 15. Uvala Vinogradišće

#### 4.2.9. Uvala Malo Ždrilo i Ždrilica–Pakleni otoci

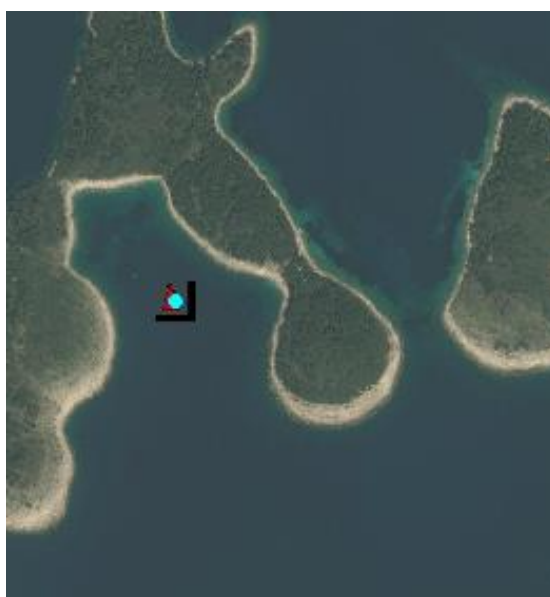
Uvala Malo Ždrilo i Ždrilica nalazi se u prolazu između otočića Planikovac i Marinkovac. Dobro je sidrište po svakom vremenu osobito za vrijeme juga. Može joj se pristupiti iz pravca Paklenog kanala. Smještena je na morskom prostoru po sredini navedenih otočića, kao i između otočića Mlin i Marinkovac, te u uvali u jugozapadnom dijelu otočića Borovac.



Slika 16. Uvala Malo Ždrilo i Ždrilica

#### 4.2.10. Uvala Stipanska–Pakleni otoci

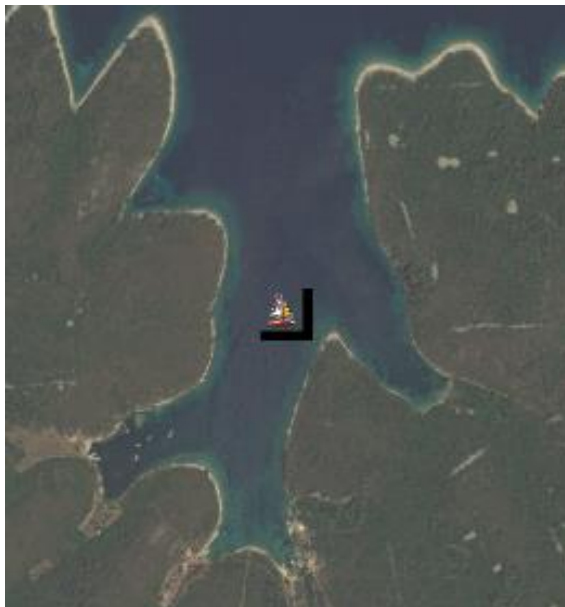
Uvala Stipanska nalazi se na južnoj strani otoka Marinkovac. Prilaz uvali je Korčulanskim kanalom. Smještena je na morskom prostoru zapadnog dijela uvale.



Slika 17. Uvala Stipanska

#### 4.2.11. Uvala Lovišće–Otok Šćedro

Uvala Lovišće nalazi se na sredini sjeverne obale otoka Šćedro sa četiri manje uvalice duboko uvučene u obalu otoka. Prilaz uvali ke šćedrovskim kanalom. Smještena je na morskom prostoru u sredini uvalice.



Slika 18. Uvala Lovišće

### 4.3. Kriteriji

U problemima primjene višekriterijalne analize koriste se razni kriteriji. Kod rješavanja ovog problema korišteni su sljedeći kriteriji:

#### ➤ Izloženost

Ovaj kriterij nam govori kojim je vjetrovima izložena uvala sidrišta. U programu ArcGIS Map ovaj kriterij definirali smo kako je prikazano u tablici:

Tablica 8. Smjerovi vjetra

Vjetrovi	Kriterij
Zaštićena od vjetrova	0
Sjeverni vjetar	1
Sjeveroistočni vjetar	2
Istočni vjetar	3
Jugoistočni vjetar	4
Južni vjetar	5
Jugozapadni vjetar	6
Zapadni vjetar	7
Sjeverozapadni vjetar	8



U programu Visual PROMETHEE Academic definirana vrijednost kriterija je:

- Zaštićena uvala – 0
- Izložena vjetru – 1

➤ **Morske struje**

Ovaj kriterij govori nam kolike struje morskih mijena prevladavaju u uvali sidrišta. Kao kriterij uzeta je maksimalna brzina struje, u čvorovima (čv), koja se javi u uvali sidrišta.

➤ **Najbliže naselje**

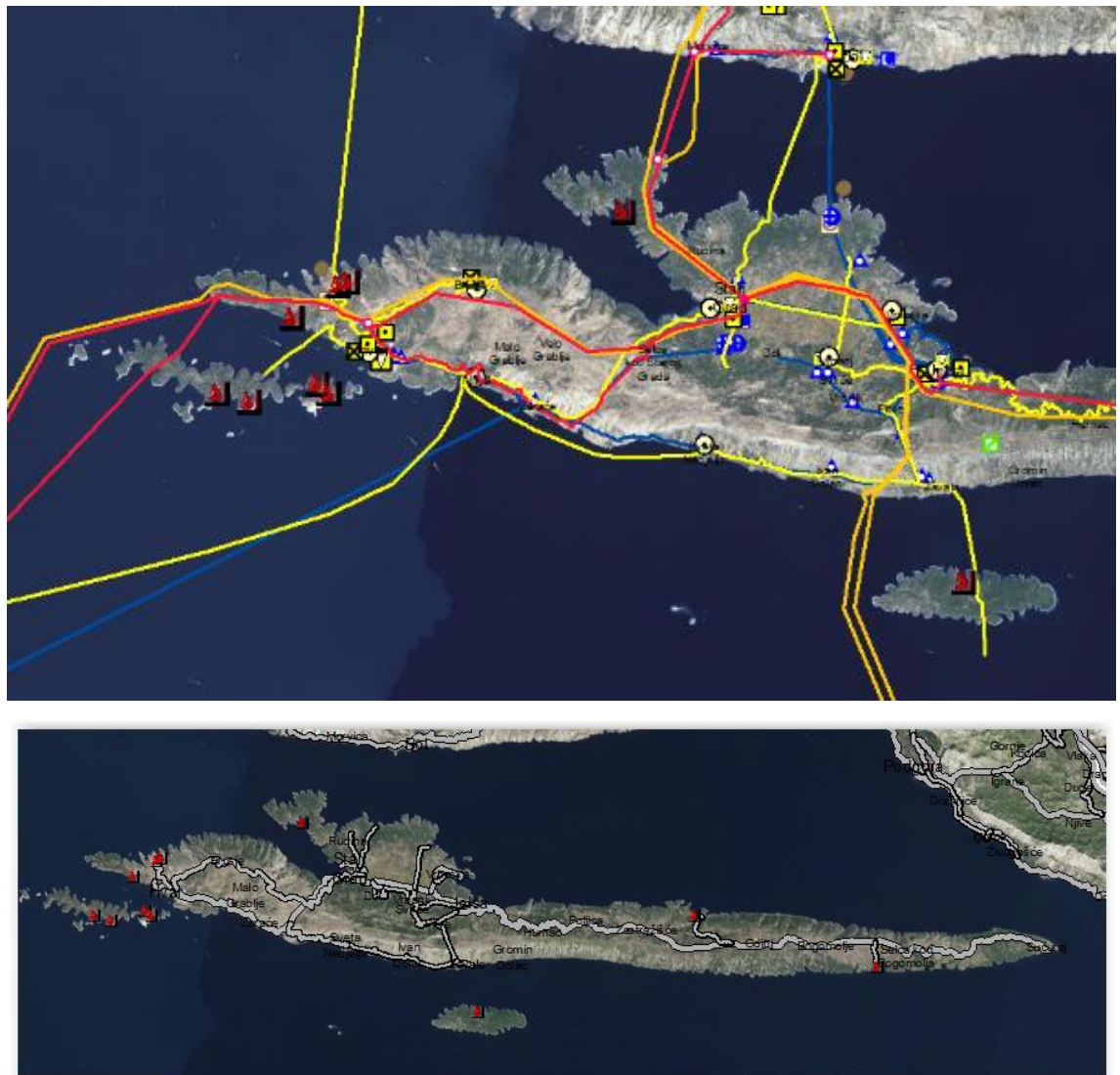
Ovaj kriterij nam kazuje kolika je udaljenost najbližeg naselja od uvale sidrišta. Udaljenost je prikazana u kilometrima (km).



Slika 19. Primjer kriterija najbližeg naselja u programu ArcGIS Map

➤ **Infrastruktura**

Kriterij infrastrukture nam govori da li na obali uvale postoje prilazni putevi, struja, voda...



Slika 20. Primjeri kriterija infrastrukture u programu ArcGIS Map

➤ **Prometne veze**

Kriterij nam govori postoji li povezanost otoka na kojem se nalazi uvala sa kopnom.

➤ **Najbliža privezišta**

Navedeni kriterij nam govori koliko je najbliže privezište udaljeno od uvale sidrišta. Udaljenost je prikazana u nautičkim miljama (NM).



Slika 21. Primjer kriterija najbližeg privezišta u programu ArcGIS Map

➤ **Najbliža marina**

Navedeni kriterij nam govori koliko je najbliža marina udaljena od uvale sidrišta. Udaljenost je prikazana u nautičkim miljama (NM).

➤ **Površina akvatorija**

Ovaj kriterij nam kazuje kolika je iskoristiva kvadratura akvatorija u kvadratnim metrima (m<sup>2</sup>).

➤ **Dubina**

Kriterij dubine nam kazuje kolika je dubina u uvali. Dubina je iskazana u metrima.



Slika 22. Primjer kriterija dubine u programu ArcGIS Map

➤ **Broj plovila**

Ovaj kriterij nam govori koliko plovila stane u pojedinoj uvali. Kriterij je podijeljen na četiri skupine:

- Plovila do 12m duljine
- Plovila do 15m duljine
- Plovila do 20m duljine
- Plovila do 30m duljine

Tablica 9. Tablica kriterija u programu ArcGIS Map

FIJ	Shape *	Id	Uvala	Izloženost	M struje	Naselle	Infrastruk	Pr veze	Privezišt	Marine	P akvatori	Dubina	Plovila 12	Plovila 15	Plovila 20	Plovila 30
0	Point	0	Uvala Vela Vira	1	0,8	16	DA	DA	7	5,5	10000	15	10	3	2	0
1	Point	0	Uvala Pribinja	0	1	16	DA	DA	7	5,5	37500	20	34	14	5	2
2	Point	0	Uvala Vela Garška	5	1	3,5	NE	DA	1,7	1,3	15000	30	12	7	2	1
3	Point	0	Uvala Tina	8	1,5	4	NE	DA	12	10,5	73000	25	42	23	5	3
4	Point	0	Duboka uvala	5	1,2	7	NE	DA	7	7,5	29000	25	16	10	2	0
5	Point	0	Uvala Pokrivenik	1	1	20	NE	DA	8,5	9	4000	15	4	2	0	0
6	Point	0	Uvala Taršča	0	0,8	5	NE	DA	4	5,8	45000	20	40	18	7	2
7	Point	0	Uvala Vinogradčić	6	1	5	NE	DA	3,4	5,2	45000	15	40	18	7	2
8	Point	0	Uvala malo Žrnica	6	1	2	NE	DA	1,1	1,5	64000	20	55	28	10	3
9	Point	0	Uvala Slipanska	4	1	3	NE	DA	1,9	3,6	30000	25	25	12	5	2
10	Point	0	Uvala Lovišće	2	1	0	NE	DA	12,5	14,5	35000	25	30	14	5	2

## 5. VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMA

### 5.1. 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.

## 5.2. 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 razini 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.

### **5.3. 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 (varijantna težina kriterija)
- elaboriranje rezultata višekriterijalne analize s verbalnom i grafičkom interpretacijom dobivenih rangova

#### **5.4. 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 "spreadsheetsa".

#### **5.5. 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):

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

gdje je  $A$  skup mogućih akcija (alternativa) i  $f:A \rightarrow \mathbb{R}^1$  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:

$$\text{Max}\{f_1(a), \dots, f_j(a), \dots, f_k(a) \mid a \in A\}$$

$f_j(a), j=1,2,\dots,k$ , 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 „ $\tilde{a}$ “ 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  $f(a) \geq f(b), \forall j \in \{1,2,\dots,k\}$ , 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"<sup>1</sup> (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).

## 6. METODA RANGIRANJA PROBLEMA

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.

### 6.1. 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.

#### 6.1.1. 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  $f(\cdot)$  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:

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

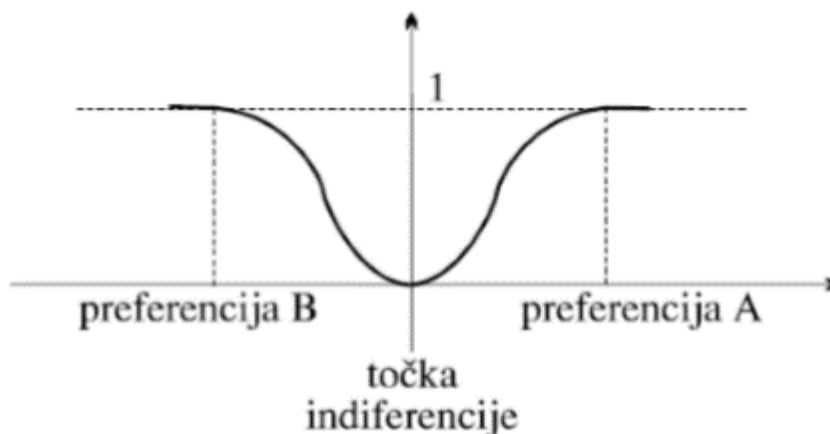
Za konkretne slučajeve najbolje je izabrati  $p(\cdot)$  funkcije sljedećeg tipa:

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

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

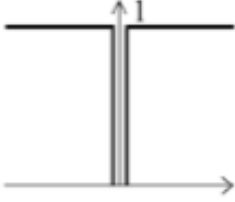
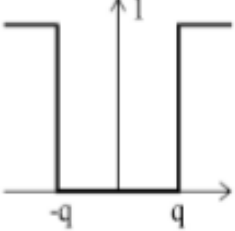
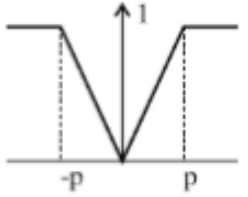
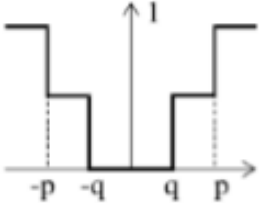
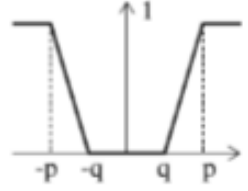
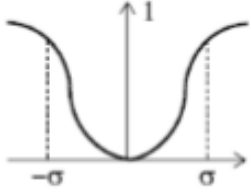
$$H(d) = \begin{cases} P(a, b), & \text{ako je } d \geq 0 \\ P(a, b), & \text{ako je } d \leq 0. \end{cases}$$

Izgled funkcije:



Slika 23. 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 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	$p(d) = \begin{cases} 0, &  d  < q \\ 1, &  d  \geq q \end{cases}$		q
Kriterij s linearnom preferencijom	$p(d) = \begin{cases} \frac{ d }{p}, &  d  < p \\ 1, &  d  \geq p \end{cases}$		p
Kriterij razina	$p(d) = \begin{cases} 0, &  d  < q \\ 0.5, & q <  d  < p \\ 1, &  d  > p \end{cases}$		q,p
Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije	$p(d) = \begin{cases} 0, &  d  < q \\ \frac{ d  - q}{p - q}, & q <  d  < p \\ 1, &  d  > p \end{cases}$		q,p
Gaussov kriterij	$p(d) = 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}$		$\sigma$

Tablica 10. 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  $f(\cdot)$  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 " $\sigma$ ", 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 " $\sigma$ " kao nepromjenjivi, te su funkcije  $H(d)$  simetrične s obzirom na ishodište, međutim, nema razloga da se ovi pragovi ne promatraju kao promjenjivi.

### 6.1.2. Procijenjena relacija „višeg ranga“

Za svaki par akcija  $a, b \in A$ , 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  $P_j(a, b)$  definirane za svaki  $j=1, 2, \dots, k$ . Višekriterijalni indeks preferencije definiran je slijedećim izrazom:

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

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  $P_j(a, b)$  i težine kriterija  $W_j$  specificiraju za svaki kriterij  $j=1, \dots, k$ , tada se za  $\forall a, b \in A$  višekriterijalni indeks preferencije definira kao:

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

Usmjeren graf, čiji su čvorovi akcije iz  $A$ , takav da  $\forall a, b \in A$ , grana  $(ab)$  ima vrijednost  $\Pi(a, b)$ , 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 " $b$ ",  $\Pi(b, a) = 0$ . Međutim,  $\Pi(a, b)$  nije nužno jednako 1, jer " $a$ " može biti bolji od " $b$ " za svaki kriterij, a da ta preferencija ne bude stroga.

### 6.1.3. 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 predač 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  $a \in A$  dobiju se sljedeći tokovi:

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

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:

$$\begin{cases} aP^+b, \text{ ako i samo ako } \Phi^+(a) > \Phi^+(b), \\ aP^-b, \text{ ako i samo ako } \Phi^-(a) > \Phi^-(b); \\ \\ aI^+b, \text{ ako i samo ako } \Phi^+(a) = \Phi^+(b), \\ aI^-b, \text{ ako i samo ako } \Phi^-(a) = \Phi^-(b). \end{cases}$$

Razmatrajući njihove međusobne presjeke, dobiva se sljedeći djelomični poredak:

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

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

- "a" je indiferentno "b" ako vrijedi  $aI^+b$  i  $aI^-b$
- "a" i "b" su neusporedivi 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  $a \in A$  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.

## 6.2. 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 efektanu 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:

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

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

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

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

$$\alpha_i = (\Phi_1(a_i), \dots, \Phi_j(a_i), \dots, \Phi_k(a_i)).$$

Tokovi  $\Phi_j$  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  $f_j(a)$ ,  $a \in A$  koje rezultiraju slabom preferencijom ili indiferencijom među tim akcijama imaju vrlo mali ili nikakav doprinos na  $\Phi_j(a_i)$  i obrnuto, razlike koje su važne za donositelja odluke imati će veliki doprinos na  $\Phi_j(a_i)$ . Neka se definira matrica  $\Phi$  na sljedeći način:

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

Svaka alternativa  $a_i$  koja je predstavljena redom  $a_i$  matrice  $\Phi$  može biti predstavljena točkom  $A_i$  u prostoru  $R_k$  čije su koordinate elementi vektora  $a_i$ . Centar težina svih točaka  $A_i$  leži u ishodištu budući da vrijedi  $\sum_{a \in A} \phi_j(a) = 0$ . Nije moguće prikazati  $k$ -dimenzionalno prostor  $R_k$ , pa će se zadaća svesti na dvodimenzionalni koristeći analizu glavnih komponenti. Svaka akcija određena točkom  $A_i$  u prostoru  $R_k$  projicira se na GAIA ravninu, a jedinični vektori prostora  $R_k$ , koji predstavljaju kriterije, također se projiciraju na istu ravninu. U dvodimenzionalnom 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.

## 7. SCENARIJI, TEŽINE I PROGRAMSKA RJEŠENJA

### 7.1. 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.

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 Visual PROMETHEE Academic program za određivanje boniteta rješenja.

Analizom u Visual PROMETHEE Academic-u utvrdit će se koja lokacija je najbolje kompromisno rješenje ovog problema.

U nastavku definiramo karakteristike problema, odnosno skup akcija i skup kriterija, te tablicu kriterija s pripadnim ocijenama koje predstavljaju ulazne podatke za analizu u PROMETHEE – u.

### **7.1.1. Skup akcija**

Skup akcija:

1. Uvala Vela Vira
2. Uvala Pribinja
3. Uvala Vela Garška
4. Uvala Tiha
5. Duboka uvala
6. Uvala Pokrivenik
7. Uvala Taršće
8. Uvala Vinogradišće
9. Uvala Malo Ždrilo i Ždrilica
10. Uvala Stipanska
11. Uvala Lovišće

### **7.1.2. Skup kriterija**

Skup kriterija:

1. Izloženost
2. Morske struje
3. Najbliže naselje
4. Infrastruktura
5. Prometne veze
6. Najbliže privezište
7. Najbliža marina
8. Površina akvatorija
9. Dubina
10. Broj plovila do 12 metara
11. Broj plovila do 15 metara
12. Broj plovila do 20 metara
13. Broj plovila do 30 metara

### 7.1.3. Težina kriterija

Tablica 11. Težina kriterija

Kriterij	Težina
Izloženost	3
Morske struje	5
Najbliže naselje	6
Dostupnost infrastrukture	6
Prometne veze	4
Najbliže privezište	7
Najbliža marina	7
Površina akvatorija	10
Dubina	9
Broj plovila do 12 metara	9
Broj plovila do 15 metara	9
Broj plovila do 20 metara	10
Broj plovila do 30 metara	10

Osnovni podaci koji se unose unutar scenarija su težina kriterija, oblik raspodjele koji je u većini slučajeva linearnog 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.

Analysis	Izloženost	Morske struje	Naselje	Infrastruktura	Prometne veze	Privezište	Marine	Površina akv...	Dubina	Plovila do 12 m	Plovila do 15 m	Plovila do 20 m	Plovila do 30 m	
Unit	y/n	čv	km	y/n	y/n	NM	NM	m <sup>2</sup>	m	Broj plovila	Broj plovila	Broj plovila	Broj plovila	
Cluster/Group	■	◆	◆	■	■	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
<b>Preferences</b>														
Min/Max	max	min	min	max	max	min	min	max	max	max	max	max	max	
Weight	3,00	5,00	6,00	6,00	4,00	7,00	7,00	10,00	9,00	9,00	9,00	10,00	10,00	
Preference Fn.	Usual	Linear	Linear	Usual	Usual	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	0,19	5,9	n/a	n/a	3,13	3,21	16760,57	4,13	12	6	2	1	
- P: Preference	n/a	0,38	13,3	n/a	n/a	7,79	7,68	42524,21	9,95	31	15	6	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	n/a	
<b>Statistics</b>														
Minimum	0	0,80	0,0	0	1,0	1,10	1,30	4000,00	15,00	4	2	0	0	
Maximum	1	1,50	20,0	1	1,0	12,50	14,50	73000,00	30,00	55	26	10	3	
Average	1	1,03	7,4	0	1,0	6,01	6,35	34409,09	21,36	28	13	5	2	
Standard Dev.	0	0,18	6,4	0	0,0	3,78	3,71	20721,99	4,81	15	7	3	1	
<b>Evaluations</b>														
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Vela Vira	■	yes	0,80	16,0	yes	yes	7,00	5,50	10000,00	15,00	10	3	2	0
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Pribinja	■	no	1,00	16,0	yes	yes	7,00	5,50	37500,00	20,00	34	14	5	2
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Vela Garška	■	yes	1,00	3,5	no	yes	1,70	1,30	15000,00	30,00	12	7	2	1
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Tiha	●	yes	1,50	4,0	no	yes	12,00	10,50	73000,00	25,00	42	23	5	3
<input checked="" type="checkbox"/> Duboka Uvala	■	yes	1,20	7,0	no	yes	7,00	7,50	20000,00	25,00	16	10	2	0
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Pokrivenik	■	yes	1,00	20,0	no	yes	8,50	9,00	4000,00	15,00	4	2	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Taršće	■	no	0,80	5,0	no	yes	4,00	5,80	45000,00	20,00	40	16	7	2
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Vinogradišće	■	yes	1,00	5,0	no	yes	3,40	5,20	45000,00	15,00	40	16	7	2
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Malo Ždrilo...	■	yes	1,00	2,0	no	yes	1,10	1,50	64000,00	20,00	55	26	10	3
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Stpanska	■	yes	1,00	3,0	no	yes	1,90	3,60	30000,00	25,00	25	12	5	2
<input checked="" type="checkbox"/> Uvala Lovišće	■	yes	1,00	0,0	no	yes	12,50	14,50	35000,00	25,00	30	14	5	2

Slika 24. Prikaz ulaznih podataka u programu Visual PROMETHEE Academic

## 7.2. Rezultati analiziranog problema

### 7.2.1. Preference 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 12. Prikaz Unicriterion Preference Flows (metoda PROMETHEE I)

	Izloženost	Morske	Naselje	Infrastruktura	Privezište	Marine	Površina	Dubina	Plovila do 12	Plovila do 15	Plovila do 20	Plovila do 30
Uvala Vela Vira	0,2000	0,2368	-0,6465	0,9000	-0,0674	0,1067	-0,4278	-0,5448	-0,5105	-0,5111	-0,3500	-0,7000
Uvala Pribinja	-0,9000	0,0947	-0,6465	0,9000	-0,0674	0,1067	0,0213	-0,1149	0,1947	0,0333	0,0750	0,3000
Uvala Vela Garška	0,2000	0,0947	0,2780	-0,2000	0,4185	0,4555	-0,3376	0,6598	-0,4526	-0,2889	-0,3500	-0,2000
Uvala Tiha	0,2000	-0,9579	0,2646	-0,2000	-0,6283	-0,4251	0,7424	0,3299	0,3895	0,5222	0,0750	0,4000
Duboka Uvala	0,2000	-0,1789	0,1646	-0,2000	-0,0674	-0,0600	-0,2668	0,3299	-0,3421	-0,1444	-0,3500	-0,7000
Uvala Pokrivenik	0,2000	0,0947	-0,7958	-0,2000	-0,2899	-0,2199	-0,5443	-0,5448	-0,6158	-0,5778	-0,6000	-0,7000
Uvala Taršće	-0,9000	0,2368	0,2376	-0,2000	0,2294	0,0801	0,1959	-0,1149	0,3421	0,1444	0,3000	0,3000
Uvala Vinogradišće	0,2000	0,0947	0,2376	-0,2000	0,2725	0,1336	0,1959	-0,5448	0,3421	0,1444	0,3000	0,3000
Uvala Malo Ždrilo i	0,2000	0,0947	0,3000	-0,2000	0,4700	0,4291	0,5696	-0,1149	0,6474	0,7111	0,7500	0,4000
Uvala Stipanska	0,2000	0,0947	0,2915	-0,2000	0,4013	0,2470	-0,1185	0,3299	-0,0842	-0,0667	0,0750	0,3000
Uvala Lovišće	0,2000	0,0947	0,3148	-0,2000	-0,6712	-0,8537	-0,0301	0,3299	0,0895	0,0333	0,0750	0,3000

**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 preference 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 13. Multicriteria Preference Flow

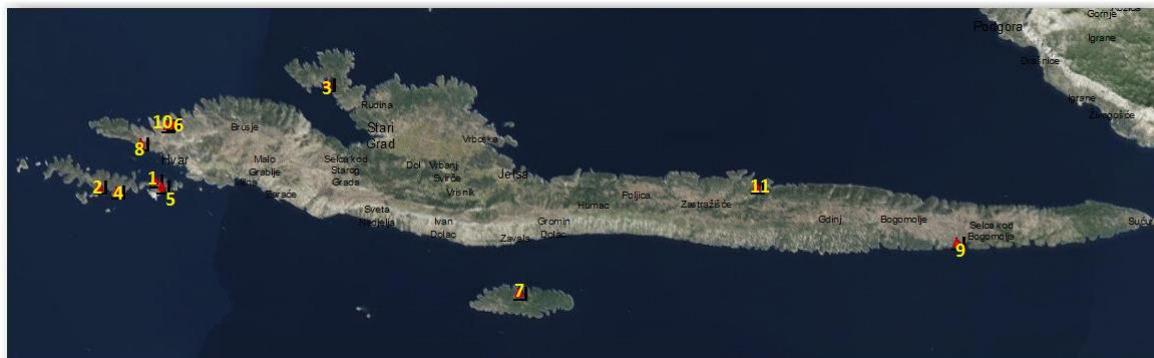
	Phi+	Phi-	Phi
Uvala Vela Vira	0,0972	0,3752	-0,2780
Uvala Pribinja	0,1889	0,1389	0,0500
Uvala Vela Garška	0,1632	0,1846	-0,0215
Uvala Tiha	0,2922	0,1584	0,1338
Duboka Uvala	0,0725	0,2481	-0,1756
Uvala Pokrivenik	0,0184	0,4860	-0,4677
Uvala Taršće	0,2122	0,0783	0,1338
Uvala Vinogradišće	0,2124	0,0852	0,1272
Uvala Malo Ždrilo i	0,4291	0,0296	0,3995
Uvala Stipanska	0,1848	0,0712	0,1136
Uvala Lovišće	0,1565	0,1717	-0,0153

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 14. Prikaz Promethee Table Flow

Rank	Car		Phi	Phi+	Phi-
1	Uvala Malo Ždrilo i	■	0,3827	0,4110	0,0283
2	Uvala Taršće	■	0,1282	0,2032	0,0750
3	Uvala Tiha	●	0,1281	0,2799	0,1518
4	Uvala Vinogradišće	■	0,1219	0,2035	0,0816
5	Uvala Stipanska	■	0,1088	0,1770	0,0682
6	Uvala Pribinja	■	0,0479	0,1809	0,1330
7	Uvala Lovišće	■	-0,0146	0,1499	0,1645
8	Uvala Vela Garška	■	-0,0206	0,1563	0,1769
9	Duboka Uvala	■	-0,1682	0,0695	0,2377
10	Uvala Vela Vira	■	-0,2663	0,0931	0,3594
11	Uvala Pokrivenik	■	-0,4480	0,0176	0,4656





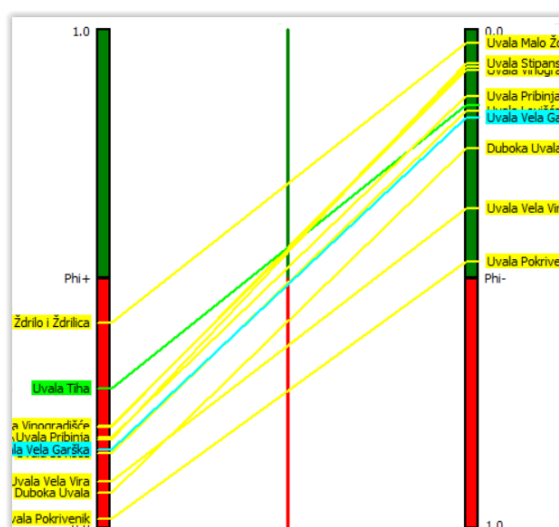
Slika 25. Rangiranje rješenja nakon provedene analize

### 7.2.2. The PROMETHEE rankings

Postoje dva PROMETHEE rangiranja, koja se računaju:

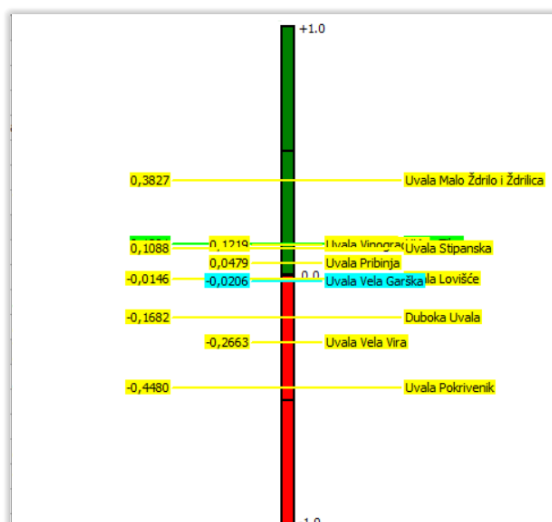
- The PROMETHEE I Partial Ranking koji se bazira na proračunu tokova  $\Phi^+$  i  $\Phi^-$ . Ono dopušta neusporedivost među akcijama kada  $\Phi^+$  i  $\Phi^-$  daju konfliktna rangiranja.
- The PROMETHEE II Complete Ranking se bazira na „net preference flow“ ( $\Phi$ ), odnosno neto vrijednosti  $\Phi$ .

Promethee II complete ranking prikazuje u prvom redu raspodjelu rezultata s obzirom na neto tok, te njihovu kvalitetu s obzirom na razmatrani scenarij.



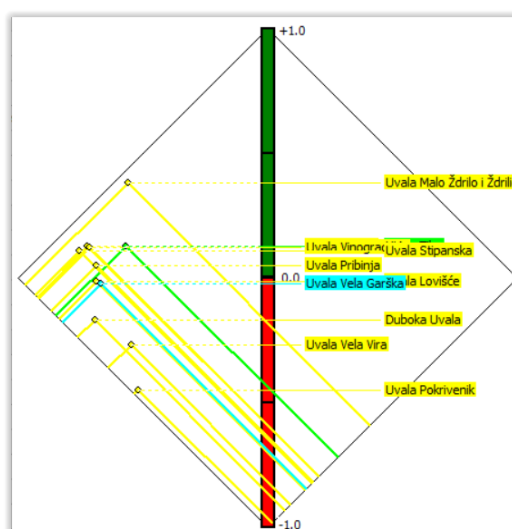
Slika 26. Prikaz rezultata u PROMETHEE I Partial Ranking

Slika 26 predstavlja djelomični poredak akcija s obzirom na pozitivni tok koji je prikazan lijevim štapom i negativni tok prikazan desnim štapom.



Slika 27. PROMETHEE II Complete Ranking

Rezultat koji je prikazan na Slici 27. odnosi se na rangiranje akcija potpunim poretkom. Rangiranje je izvršeno pomoću neto toka. Kod ove metode gubi se dio informacija zbog balansirajućeg efekta između ulaznog i izlaznog toka.



Slika 28. PROMETHEE I diamond

Slika 28. prikazuje analizu pozitivnih i negativnih tokova za sve navedene akcije. Negativni tok je prikazan na lijevoj donjoj strani dijamanta, dok je pozitivan tok prikazan na desnoj gornjoj strani dijamanta. Zeleni dio štapa prikazuje pozitivne, a crveni dio negativne vrijednosti neto toka. Ova analiza se može prikazati tablično u brojkama o pojedinim tokovima. Najvišu poziciju zauzima Malo Ždrilo i Ždrilica s pozitivnim tokom 0,4110, a negativnim 0,0283 i njihovom razlikom neto tokom u iznosu od 0,3827.

### 7.2.3. 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.

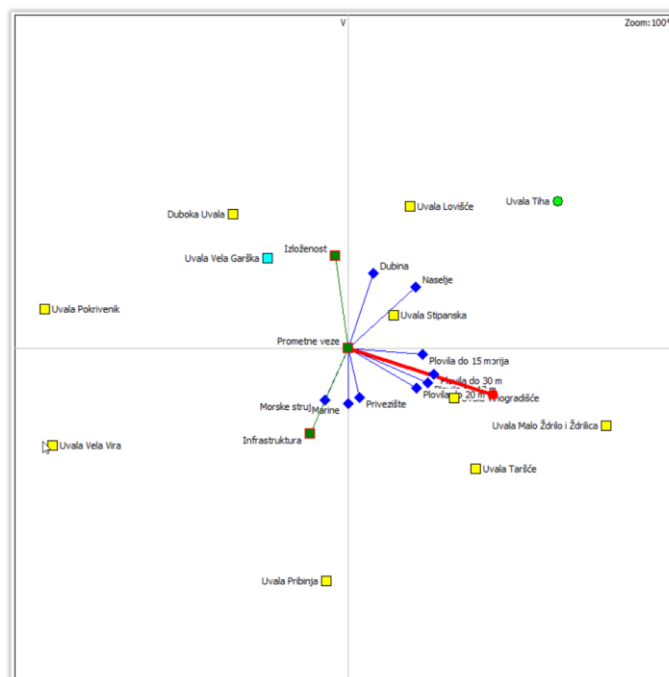
Korištenjem programske podrške GAIA daje se prikaz ponašanja kriterija gdje se geometrijskom prezentacijom iz višedimenzionalnog prostora dobiva položaj kriterija u "u,v" ravnini, odnosno dvodimenzionalnom prostoru.

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 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 IV kvadranta. Pri tome konačnu odluku predstavlja crvena točka koja svojim tragom označava smjer kretanja odluke u smjeru Uvale Malo Ždrilo i Ždrilica koja je ujedno i najbolje rješenje problema.



Slika 29. Prikaz pojedinih akcija i kriterija u dvodimenzionalnoj GAIA ravnini

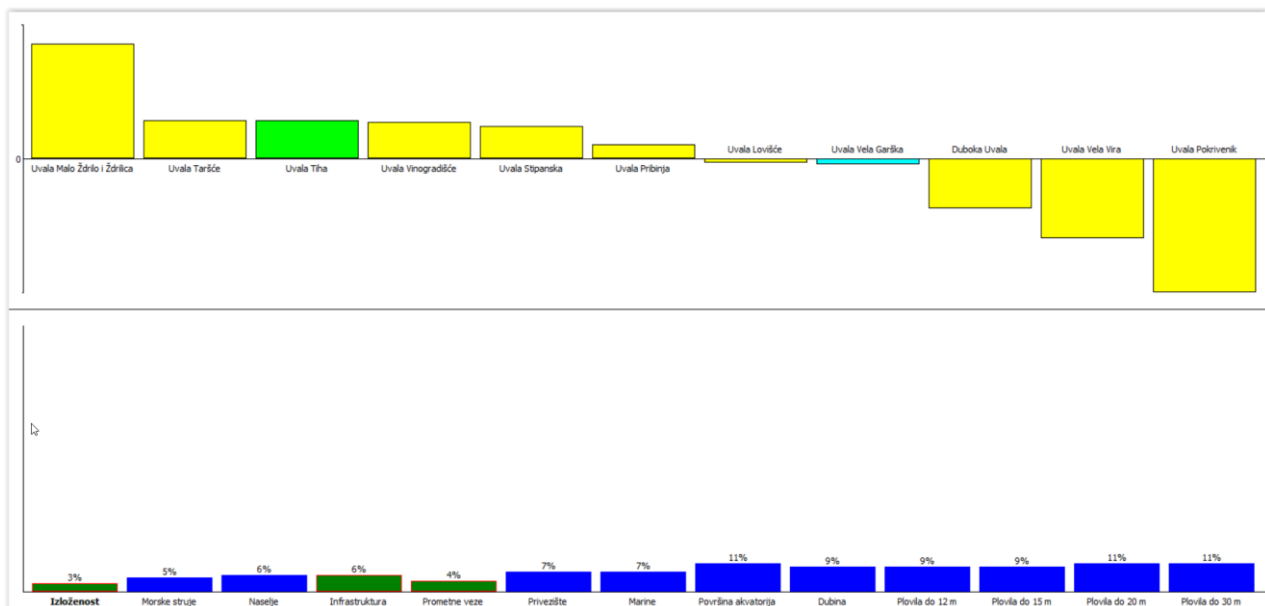
#### 7.2.4. Walking weights

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 Complete 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 30. Prikaz rezultata Walking weight

## 8. EKONOMSKA ANALIZA

### 8.1. Analiza tržišta

Nautički turizam zasigurno predstavlja jedan od najatraktivnijih segmenata hrvatske turističke ponude.

Za analizu tržišta u ovoj studiji treba istaknuti da RH raspolaže sa izrazito vrijednim resursima i pretpostavkama nautičkog turizma.

Ta se konstatacija temelji na ekološki sačuvanom i čistom moru razvedenosti Jadranske obale, prirodnim ljepotama kojima RH obiluje te povoljnim meteorološkim uvjetima.

Slijedom toga dovoljno je istaknuti da Jadransku obalu čine: 718 otoka, 389 hridi i 78 grebena od kojih je stalno naseljeno 60 otoka, te mnoga prirodna pristaništa, uvale, plaže i marine (preko 7.000 suhih vezova).

Slijedeća bitna činjenica je sadržana u tome što nautički turizam predstavlja najelitniji dio turističkog poslovanja, s izgledima za dinamičniji rast i razvitak od ostalog turizma u narednom razdoblju.

U odnosu na 2010. godinu broj luka nautičkog turizma povećan je za 31 % a broj vezova za 12 %.

Tablica 15. Luke nautičkog turizma po područjima SDŽ 2011.

Mjesto	Broj luka	Broj vezova u moru	Broj vezova na kopnu	Ukupno vezova
Trogirska rivijera	3	314	230	544
Kaštelanska rivijera	-	-	-	-
Splitsko područje	3	440	220	660
Omiška rivijera	-	-	-	-
Makarska rivijera	1	150	-	150
Otok Brač	5	297	20	317
Otok Hvar	6	259	182	441
Otok Vis	3	70	3	73
<b>UKUPNO</b>	<b>21</b>	<b>1.530</b>	<b>655</b>	<b>2.185</b>

Izvor: Ured državne uprave SDŽ, Odsjek za turizam

Nautički turizam ostvaruje oko 10% ukupnog turističkog prometa u RH, a sve brojniji nautičari koji svake godine posjećuju Jadran poznati su kao kvalitetni gosti.

Naime, riječ je o visoko obrazovanim gostima, veće platežne moći koji u RH prosječno borave 14 dana. Nautička sezona traje od Uskrsa do listopada.

Broj plovila u tranzitu u hrvatskim lukama nautičkog turizma u 2011. godini iznosio je 188.457 plovila, dok je u 2014. godini iznosio 181.322 plovila, što je blagi pad od 3,8% u odnosu na 2011. godinu.

Hrvatski Jadran je i dalje najpovoljnija destinacija za nautičare i interesantno je pogledati dolaske i noćenja nautičara po županijama.

Tablica 16. Dolasci i noćenja, nautički turizam po županijama

Razdoblje siječanj - listopad 2014		Ukupno	Domaći	Strani	Index UK	%
Ukupno Jadran	dolasci	345 753	22 620	323 133	102	100
	noćenja	2 371 047	123 505	2 247 542	102	100
Primorsko-goranska županija	dolasci	8 427	645	7 782	87	2
	noćenja	54 626	3 393	51 233	92	2
Ličko-senjska županija	dolasci	60	14	46	111	0
	noćenja	386	76	310	121	0
Zadarska županija	dolasci	93 042	5 482	87 560	95	27
	noćenja	624 252	28 262	595 990	94	26
Šibensko-kninska županija	dolasci	75 398	5 031	70 367	95	22
	noćenja	515 389	26 856	488 533	93	22
Splitsko-dalmatinska županija	dolasci	133 491	9 521	123 970	116	39
	noćenja	928 919	53 324	875 595	116	39
Istarska županija	dolasci	20 773	629	20 144	104	6
	noćenja	144 822	3 486	141 336	103	6
Dubrovačko-neretvanska županija	dolasci	14 562	1 298	13 264	95	4
	noćenja	102 653	8 108	94 545	91	4

Izvor: HTZ, Zagreb

Prema podacima Hrvatske turističke zajednice u razdoblju od siječnja do listopada 2014.g. u nautičkom turizmu ostvareno je približno 346 tisuća dolazaka domaćih i stranih turista koji su realizirali ukupno 2,371 milijuna noćenja što je porast od 2 % u dolascima i noćenjima.

Od toga je bilo 22,62 tisuća domaćih i 323 tisuće stranih turista u nautičkom turizmu, od čega su domaći turisti realizirali 123,5 tisuća noćenja a strani nešto više od 2,247 milijuna noćenja.

Slijedom toga treba konstatirati da će sidrište pozitivno utjecati na razvoj nautičkog turizma grada Hvara – Sv. Klement.

Tablica 17. Turisti i noćenja od siječnja do listopada 2014.g.

DESTINACIJE	DOLASCI TURISTA			INDEXI 14/13		
	Domaći	Strani	Ukupno	Domaći	Strani	Ukupno
OTOK HVAR	100 131	1 200 827	1 300 958	101	100	100
Sućuraj	5 246	63 221	68 467	229	107	111
Jelsa	18 111	329 697	347 808	91	98	98
Vrboska	12 880	96 223	109 103	214	86	92
Stari Grad	36 085	175 267	211 352	90	98	96
Hvar	27 809	536 419	564 228	91	104	103

Izvor: Uredi TZ SDŽ

Iz prethodne tablice je vidljivo da otok Hvar ostvaruje respektabilan turistički promet koji u 2014.g. iznosi 10% ukupnog prometa SDŽ-e.

Imajući u vidu sve navedeno može se konstatirati da tržište nije limitirajući čimbenik za odobrenje koncesije na pomorskom dobru u uvali Malo Ždrilo i Ždrilica otok Sv. Klement Hvar.

## 8.2. Lokacija na koju se odnosi koncesija

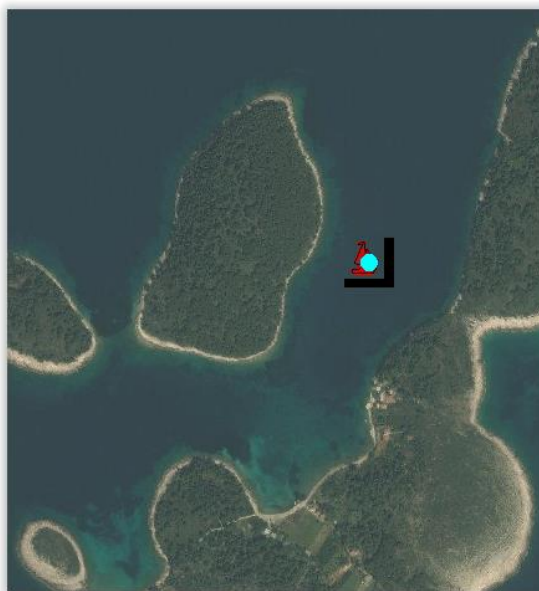
Planirani zahvat koji je predmet ovog elaborata odnosi se na formiranje sidrišta s plutačama za rivez plovila u uvali Malo Ždrilo i Ždrilica na otoku Sveti Klement, koji je najveći otok u skupini Paklenih otoka koji pripadaju jedinici lokalne samouprave grada Hvara.

Uvala Malo Ždrilo i Ždrilica na južnoj strani otoka Sveti Klement u pomorskim publikacijama – peljari označen je kao sidrište.





Slika 31. Uvala Malo Ždrili i Ždrilica



Slika 32. Uvala Malo Ždrili i Ždrilica – ArcGIS Map

Lokacija uvale ima izuzetno dobru poziciju u odnosu na vremenske utjecaje osim na jugozapadni vjetar, tako da je ista pogodna za postavu sidrišta s plutačama, koje će koristiti domaći i inozemni nautičari.

Površina planiranog zahvata iznosi 64 000 m<sup>2</sup>

Broj predviđenih sidrišta je:

- 55 plutača za brodove do 12 m
- 26 plutače za brodove do 15 m
- 10 plutača za brodove do 20 m
- 3 plutača za brodove do 30 m

### 8.3. Formiranje ukupnih prihoda

Izrada studije gospodarske opravdanosti je procijeniti opravdanost ulaganja u određeni projekt, u ovom slučaju u izgradnju i opremanje luke posebne namjene – sidrišta na lokaciji uvala Malo Ždrilo i Ždrilica.

Kod planiranja prihoda imamo u vidu kapacitete privezanih brodova, odnosno broj privezišta, očekivano trajanje sezone sidrenja.

Pri formiranju prihoda od djelatnosti usluga priveza brodova u uvali Malo Ždrilo i Ždrilica koristit će se cijene dnevnog sidrenja:

- |                    |                      |                       |
|--------------------|----------------------|-----------------------|
| - Brod do 12 m'    | 375,00 kuna s PDV-om | 300,00 kuna bez PDV-a |
| - Brod od 12-15 m' | 500,00 kuna s PDV-om | 400,00 kuna bez PDV-a |
| - Brod od 15-20 m' | 625,00 kuna s PDV-om | 500,00 kuna bez PDV-a |
| - Brod od 20-30 m' | 750,00 kuna s PDV-om | 600,00 kuna bez PDV-a |

Tablica 18. Prihodi usluga sidrišta uvala Malo Ždrilo i Ždrilica

Dužina brodova	Broj dana	Dnevni vez	Godišnji broj vezova	Cijena Kn	Ukupno
Do 12 m'	90	55	4.950	300,00 kn	1.485.000,00 kn
Od 12-15 m'	90	26	2.340	400,00 kn	936.000,00 kn
Od 15-20 m'	90	10	900	500,00 kn	450.000,00 kn
Od 20-30 m'	90	3	270	600,00 kn	162.000,00 kn
<b>UKUPNO:</b>					<b>3.033.000,00 kn</b>

Iz prethodne tablice je vidljivo da su prihodi sidrišta projicirani na pretpostavkama da će se u tijeku sezone sidrište u uvali Malo Ždrilo i Ždrilica koristiti u prosjeku 90 dana.

Na temelju navedenog ukupni godišnji prihodi bez PDV-a od korištenja koncesija sidrišta u uvali Malo Ždrilo i Ždrilica očekuje se u visini 3.033.000,00 Kn. Pretpostavljeni rast prihoda temelji se na očekivanom nastavku povoljnih kretanja u turizmu, a posebno nautičkom i povećanja broja dana korištenja izgrađenog kapaciteta.

Iz ovog proizlazi da je plan prihoda dosta realan.

## 9. ZAKLJUČAK

U ovom radu je korištena metodologija koja omogućuje rješavanje zadanog problema. Koristi se sustavni pristup višekriterijalne analize i GIS-a, te se utvrdio bonitet uvala za izradu sidrišta i davanje u koncesiju. 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 uključiva u proces odlučivanja sve sudionike na koje se problem odnosi, što pak s druge strane olakšava realizaciju dobivenih prioriteta o otklanjanju sumnje o subjektivnom pristupu problemu.

U radu je višekriterijalna analiza provedena u programu Visual PROMETHEE Academic i dala je najpovoljnije rješenje, te je za to rješenje napravljena kratka ekonomska analiza.

U prvom dijelu rada je analizom obuhvaćeno jedanaest lokacija sidrišta, od toga šest na otoku Hvaru, četiri na Paklenim otocima, te jedna lokacija na otoku Šćedru. U analizi smo koristili sljedeće kriterije: izloženost uvale vjetrovima, utjecaj morskih struja, udaljenost do najbližeg naselja, postojanje infrastrukture (vode, struje, prometnice...), udaljenost do najbližeg privezišta i marine, površina akvatorija, dubina uvale, te broj plovila koje smo grupirali u četiri grupe – do 12m, do 15m, do 20m i do 30m. Analizirajući podatke u programu PROMETHEE vrednovano je najpovoljnije rješenje, a to je uvala Malo Ždrilo i Ždrilica. Ta uvala je najbolja prvenstveno zbog velikog broja kriterija koji utječu na veću vrijednost neto toka. To su ponajprije kriteriji broja plovila, dubine, površine akvatorija, ali i udaljenost od najbližeg privezišta. Od ostalih uvala koje su obuhvaćene ovom analizom za uvalom Malo Ždrilo i Ždrilica zaostaju, sa manjom vrijednošću neto toka, redom uvale Taršće, Tiha i Vinogradišće. Njihova vrijednosti neto toka su vrlo međusobno vrlo bliske te su također povoljne za izradu sidrišta. Najslabije rangirana uvala je uvala Pokrivenik koja svojom površinom i dubinom, te brojem primljenih plovila ne može konkurirati većim uvalama.

U drugom dijelu ovog rada napravljena je kratka ekonomska analiza za najpovoljniju uvalu koju smo dobili višekriterijalnom analizom. Na temelju dobivenih podataka u ovoj ekonomskoj analizi za davanje koncesije na pomorskom dobru u svrhu korištenja luke posebne namjene – sidrište na dijelu K.O.Hvar otok Sveti Klement, Uvala Malo Ždrilo i Ždrilica dolazimo do zaključka:

- Izgradnjom luke posebne namjene – sidrišta u uvali Malo Ždrilo i Ždrilica dobio bi se objekt nautičkog turizma koji bi bio u službi razvoja samog nautičkog turizma kao i ukupne turističke ponude otoka Hvara. Također bi se nautičarima osiguralo sigurno i organizirano sidrište u tijeku nautičke sezone. Imajući u vidu da je sidrište organizirano i nadgledano od strane koncesionara može se zaključiti da je lakše i jednostavnije voditi računa o samoj zaštiti očuvanja okoliša.
- Ovom investicijom bi se povećao kapacitet vezova u akvatoriju grada Hvara kao i osiguranje sigurnosti za sve kupče i sudionike pomorskog prometa u akvatoriju.
- Po prethodnoj procjeni tržište je osigurano, jer je analiza rađena prema statističkim podacima nautičkog turizma RH, a i zbog povećanja potražnje nautičara za sigurnim vezovima.
- Imajući u vidu navedeno i planirane rezultate koje će ostvarivati djelatnost, predviđena koncesijom može se zaključiti da je odobravanje koncesije potpuno gospodarski opravdano sa stajališta korisnika i davatelja koncesije, kao i stajališta općih interesa te da odluku o realizaciji treba podržati.

## 10. LITERATURA

- Wikipedija:
  - [hr.wikipedia.org/wiki/Hvar](http://hr.wikipedia.org/wiki/Hvar)
  - [hr.wikipedia.org/wiki/Paklinski\\_otoci](http://hr.wikipedia.org/wiki/Paklinski_otoci)
  - [hr.wikipedia.org/wiki/Šćedro](http://hr.wikipedia.org/wiki/Šćedro)
- Strategija razvoja nautičkog turizma Republike Hrvatske za razdoblje od 2009.-2019.
- Akcijski plan razvitka nautičkog turizma Splitsko-dalmatinske županije
- Dr.sc. Nenad Mladineo: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, manuskripta za internu uporabu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, 2004.
- Jokić Anto Bojan: Diplomski rad, 2015.
- Državni zavod za statistiku
- Institut za turizam – „Hrvatski turizam u brojkama“
- Turistička zajednica Splitsko-dalmatinske županije – „Analiza turističke sezone 2014. godine i osnovne smjernice za pripremu turističke sezone 2015. godine“