

# PRIMJENA AHP METODE ZA IZBOR LOKACIJE LUKE NAUTIČKOG TURIZMA NA PRIMJERU SJEVERNOG JADRANA

## *AHP Method Applied in Selecting a Location for a Nautical Tourism Port (Case Study of the Northern Adriatic)*

dr. sc. Mirjana Kovačić

Primorsko-goranska županija  
Upravni odjel za pomorstvo, promet i veze  
mirjana.kovacic@pgz.hr

UDK 338.48:797.1

### Sažetak

*U radu se sustavno i pregledno iznosi problem istraživanja - izbor optimalne lokacije za luku nautičkog turizma na sjevernom Jadranu. Posebno se daje prikaz AHP metode kao višekriterijske analize (engl. Analytic Hierarchy Process). Metodom analize u prethodnom koraku definiran je cilj ovoga rada, a na temelju toga definirani su kriteriji i provedeno je njihovo vrednovanje uz pomoć ekspertnih mišljenja i konkretne situacije na odabranoj lokaciji. Za rangiranje varijantnih rješenja poslužila je metoda višekriterijske analize - AHP metoda.*

*U nastojanju da se poboljša gospodarenje u djelatnosti nautičkog turizma, planiranje i izbor optimalne lokacije za luku nautičkog turizma imaju veliko značenje. To je moguće provesti uz odgovarajuće postupke s pomoću kojih se procjenjuje da se najkvalitetniji napredak može ostvariti poboljšanjem procesa izbora rješenja. Postupak obuhvaća definiranje osnovnih ciljeva, kriterija i mjera te provedbu ocjene odabranih rješenja.*

*U članku se naglašava značenje višekriterijske analize i uporaba višekriterijskog modela koji sadržava kriterije i potkriterije za izbor optimalne lokacije za luku nautičkog turizma. Model je rezultat istraživanja „Kriteriji za odabir lokacije luke nautičkog turizma“, koje je provedeno tijekom 2006./2007. godine. Uz pomoć toga modela može se utvrditi najprihvatljivija lokacija u skladu s načelima održivog razvoja.*

*Ključne riječi: luka nautičkog turizma, izbor lokacije, višekriterijska analiza, AHP metoda, istraživanje.*

### Summary

*This paper systematically and clearly presents the research problem, that is, the selection of an optimum location for a nautical-tourism port in the Northern Adriatic. The paper also focuses on the Analytic Hierarchy Process (AHP) as a method of multiple criteria analysis. Using the analysis method, the aim of this paper – the selection of an optimum location – has been defined. Pursuant to the established aim, criteria have been identified and assessed with the aid of expert opinions and the concrete situation at the location selected. AHP was the multiple criteria analysis method used in ranking alternative solutions.*

*Planning and selecting an optimum location for a port of nautical tourism are vital in improving the way nautical tourism is managed. To do this, the appropriate decision-solving procedures need to be applied. In problem solving, it is considered that the best progress can be achieved by improving the process by which solutions are selected. The procedure involves setting out basic goals, criteria and measures, and assessing the solutions identified. This article underlines the importance of applying multiple criteria analysis and using a multi-criteria model that contains the criteria and sub criteria for selecting an optimum location for a nautical-tourism port. The result of the study "Criteria for Selecting the Location for a Port of Nautical Tourism" conducted throughout 2006 and 2007, this model can be used to determine the most acceptable location in accordance with sustainable development principles.*

**Keywords:** port of nautical tourism, selecting a location, multiple criteria analysis, AHP, research.

### UVOD / Introduction

Predmet je rada primjena modela optimizacije pri izboru lokacije nautičke luke uz uporabu AHP metode na primjeru sjevernog Jadrana. Cilj je radu uputiti na značenje metoda višekriterijske analize u optimizaciji izbora lokacije za nautičke luke. Iz tako postavljenog predmeta i cilja rada proizlazi sljedeća hipoteza:

Uz primjenu optimizacijskog modela višekriterijske analize za izbor nautičke luke, moguće je utvrditi najprihvatljiviju lokaciju za njezin smještaj na sjevernom Jadranu.

U postupku optimizacije koristit će se metodologijom višekriterijske analize, to jest AHP metodom.

### DEFINIRANJE PROBLEMA ISTRAŽIVANJA / Defining the Problem of Research

Pitanje izbora lokacije luka nautičkog turizma posebno je važan problem za Hrvatsku i njezin daljnji gospodarski razvoj, nadasve na obalnom i otočnom području. Naznačeno proizlazi iz činjenice da postojeći razmještaj, kapaciteti i kvaliteta usluga u lukama nautičkog turizma u Hrvatskoj nisu u potpunosti primjereni prostornim mogućnostima. Često nije postignuto uklapanje u ambijent i nedostaje učinkovita zaštita prirodnih vrijednosti. Razmještaj je kapaciteta neusklađen sa stvarnim mogućnostima prostora, a kvaliteta i razina opremljenosti i usluga znatno se razlikuju, i općenito je nedostatne. U postojećoj raspodjeli najviše vezova smješteno je na srednjem Jadranu. Planovima županija najveći kapacitet luka nautičkog turizma predviđen je u Istarskoj županiji, što je potaknuto blizinom emitivnih područja, osobito Italije, Austrije i Slovenije. Ocjenjuje se da je planovima određen kapacitet luka nautičkog turizma u Dubrovačko-neretvanskoj županiji ispod mogućnosti toga prostora i zanimanja nautičara. Najvećim brojem hrvatskih luka nautičkog turizma pojačano se koristi samo u ljetnoj sezoni. Postojećim lukama i lučicama koje nemaju status luka nautičkog

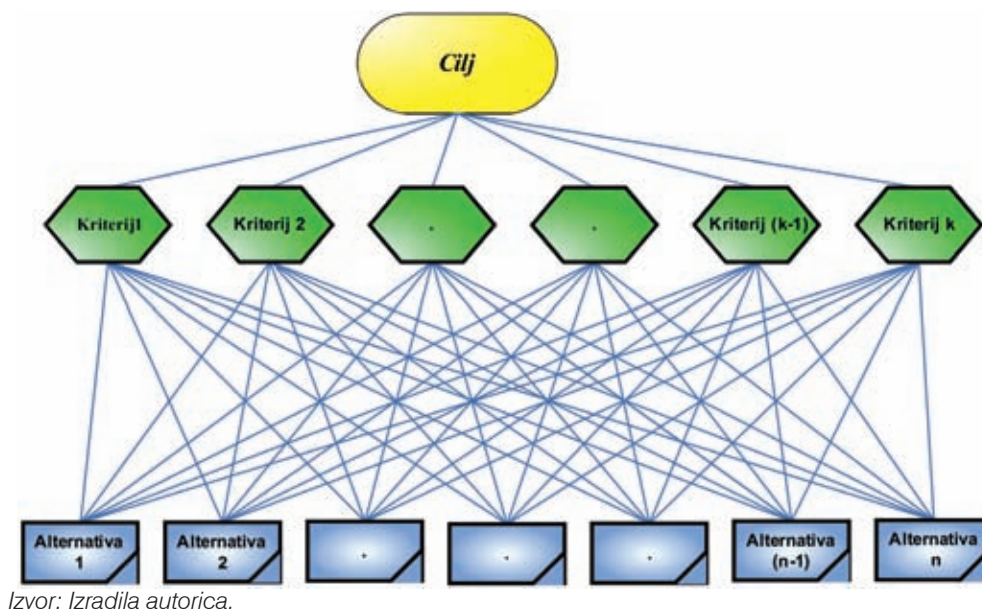
turizma, ekstenzivno se koristi, a njihov je akvatorij najčešće zauzet malim plovilima, bez mogućega gospodarskog učinka za lokalnu zajednicu.

### VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA – METODOLOŠKI PRISTUP / Multicriteria Analysis Methodological Approach

S metodološkog aspekta, višekriterijska analiza pretpostavlja sustavni pristup, a time i metodološki najefikasniji i najfunkcionalniji pristup rješavanju problema [5]. Kako se radi o višekriterijskom problemu, sustavni pristup njegova rješavanja zahtijeva primjenu metode višekriterijske analize poradi optimiziranja rješenja utvrđenog problema. Metodom analize u prethodnom koraku definirani su ciljevi ovoga rada. Na temelju tako utvrđenih ciljeva definirat će se kriteriji i provesti njihovo vrednovanje uz pomoć ekspertnih mišljenja i konkretne situacije na odabranoj lokaciji. Problem će se ispitati s pomoću metode AHP (analitički hijerarhijski proces), a dobivena će se rješenja međusobno usporediti.

### Prikaz metode svojstvenog vektora (AHP - engl. Analytic Hierarchy Process)

Pri odabiru programskog alata za izbor lokacije nautičke luke prvi je korak razmotriti ciljeve i definirati kriterije izbora, pri čemu relativna važnost kriterija proizlazi iz preferencija donositelja odluke. Ako kriteriji imaju različitu važnost, treba uzeti u obzir i njihove težine. Jedna od najpoznatijih metoda za uspoređivanje i rangiranje alternativa u problemima odlučivanja je AHP metoda. Ona se temelji na uspoređivanju alternativa u parovima. Metodu svojstvenog vektora razvio je Thomas L. Saaty [6] a njezina popularnost proizlazi iz činjenice da je vrlo bliska načinu na koji pojedinac rješava složene probleme rastavljajući ih na jednostavnije, to jest na komponente, cilj, kriterije i alternative (slika 1.). Te se komponente povezuju u model u kojemu je na najvišoj razini cilj, na prvoj nižoj razini se nalaze kriteriji (i njihovi potkriteriji), a na najnižoj razini su alternative.



Izvor: Izradila autorica.

Slika 1. Prikaz složenosti problema  
Figure 1. Diagram showing the complexity of a problem

U metodi svojstvenog vektora donositelj odluke mora prosuditi relativne važnosti dvaju kriterija, to jest usporediti po važnosti sve moguće parove kriterija. Broj procjena koje se traže od donositelja odluke jednak je broju kombinacija bez ponavljanja drugog razreda od

$n$  elemenata, to jest  $\binom{n}{2} = \frac{n \cdot (n-1)}{2}$ , gdje je  $n$  broj kriterija.

Ideja na kojoj je razvijena metoda svojstvenog vektora polazi od pretpostavke da je donositelju odluke lakše procijeniti relativne važnosti za svaki par kriterija nego odjednom odrediti težine ili rangirati sve kriterije zajedno. Da bi se došlo do težina kriterija, potrebno je za svaki par  $(X_i, X_j)$  procijeniti relativnu važnost na taj način da se donositelj odluke odluči za jednu od sljedećih tvrdnja [6]:

- oba kriterija jednako su važna,
- kriterij  $X_i$  je važniji od kriterija  $X_j$ ,
- kriterij  $X_j$  je važniji od kriterija  $X_i$ .

Izbor pojedine od tih tvrdnja povlači za sobom i odgovarajuću kvantifikaciju omjera težina tih kriterija  $w_i$  i  $w_j$  na sljedeći način [6]:

1. uzima se da je  $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} = 1$ ,
2. uzima se da je  $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} > 1$ ,
3. uzima se da je  $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} < 1$ .

Ako se odabere jedna od tvrdnja, 2. ili 3., moguće je intenzitet preferencije u kojoj je mjeri jedan kriterij važniji od drugoga izraziti s više stupnjeva.

Primjena metode svojstvenog vektora zahvaljujući softverskim paketima (prvenstveno Expert Choice i Decision Lab) vrlo je jednostavna, i potrebno je samo prikupiti podatke za matricu međusobnih usporedba kriterija A, a sav ostali posao obavlja računalni program i on kao finalni rezultat daje težine kriterija.

AHP metodu bolje je primijeniti kad su usporedbe među varijantama dane po kriterijima ili kada su usporedbe kriterija izražene ocjenama. AHP metoda dopušta mogućnost različitog definiranja ocjena za odnose između varijanata i kriterija (grafički, numerički i drugo) te definiranja potkriterija. Nedostatak AHP metode je u tome što se može koristiti samo običnim kriterijem, dok drugi oblici preferencija nisu mogući.

### OPIS PODRUČJA I VREDNOVANJE ČINITELJA LOKACIJE / The Description of the Area and Validation of the Factors of Location

Predmet višekriterijske analize područja su mikrolokacije u sjevernom Jadranu (Istri i Kvarnerskom primorja) te je odabrano deset mikrolokacija na predmetnom području. Analitički postupak ispitivanja eliminacijskih potkriterija u prvoj fazi, uz odabrane mikrolokacije, obuhvatio je šire područje, dakle sjeverni Jadran, na kojemu se prostoru nalaze odabrane mikrolokacije.

### Opis područja / Description of the Area Istra - Opće karakteristike područja / Istria – General Characteristics of the Area

U priobalnom dijelu Istarske županije živi oko 145.000 stanovnika (oko 70% ukupnog stanovništva Županije).

Dužina istarske obale zajedno s otocima iznosi 539 km. Zapadna je obala razvedenija, i duga je zajedno s otocima 327 km. Istočna je obala zajedno s otočićima duga 212 km. Duž zapadne obale ističe se nekoliko dubokih zaljeva: ušće Dragonje, ili Piranski zaljev, ušće Mirne, ili Tarska vala, te Linski kanal i na krajnjem jugu Pulski, Verudski, Vinkuranski i Banjolski zaljev. Sjeverno od Tarske vale obala je plitka, bez otoka i podvodnih hridi. U srednjem dijelu i južno od Poreča obala je razvedenija. U donjem dijelu, južno od Linskog kanala, nalazi se skupina od dvadesetak otoka i hridi, a na krajnjem jugu smješten je Brijunski arhipelag. Na najjužnijem dijelu pored rta Kamenjak/Premantura je Medulinski ili Pomerski zaljev s većim brojem otoka i hridi. Osim na krajnje južnom dijelu istočna obala Istre je bez otoka.

Na osnovi obilježja prostora i prikaza ograničavajućih čimbenika za povećanje postojećih kapaciteta (vrijedne biocenoze, mrijestilišta riba, uzgajališta školjkaša i riba, vapnenačke tvorbe i nacionalni parkovi) daje se popis područja i mikrolokacija na kojima ne bi trebalo povećati postojeće kapacitete, ili graditi nove, fiksne kapacitete:

- Plomin, preporuka - samo uz povećana ulaganja u zaštitu okoliša,
- Raša, preporuka - samo uz povećana ulaganja u zaštitu okoliša,
- Nacionalni park Brijuni,
- Rt Kamenjak,
- Linski kanal,
- Estuarij Mirne, Tarska vala.

#### Primorje - opće karakteristike područja / *Primorje – General Characteristics of the Area*

Priobalje je vitalni dio Primorsko-goranske županije. Prostor je visoko urbaniziran, s velikom koncentracijom stanovništva. Na površini od oko 17% površine Županije nalaze se naselja s oko 70% ukupnog broja stanovnika. Obalno područje Ličko-senjske županije slabije je naseljeno. Otočno područje sastavljeno je od dvaju nizova kvarnerskih otoka: zapadni s Cresom i Lošinjem i nekoliko manjih otoka, te istočni s Krkom i Rabom i nekim manjim nenaseljenim otocima između njih. Na osnovi obilježja prostora i prikaza ograničavajućih čimbenika, na području Primorsko-goranske županije nema izrazito nepovoljnih područja za povećanje postojećih nautičkih kapaciteta.

#### Vrednovanje činitelja lokacije za luku nautičkog turizma / *Validation of the Factors of Location of the Ports of Nautical Tourism*

Analiza kriterija i potkriterija pri izboru lokacije pokazuje da je preduvjet izboru mikrolokacije status pomorskog dobra mikrolokacije i prostornoplanska određenost. Problematika prostornih planova je proces u kojemu

sudjeluju relevantne institucije i zainteresirane strane. Prostorni plan područja usmjerava budući razvoj tako da se preciznim određenjem utvrđuju uvjeti i mogućnosti lokacije, izgradnje i razvoja luka nautičkog turizma na određenom području.

Prostorni planovi višega i nižeg reda za odabrane mikrolokacije u fazi su prihvaćanja, pri čemu važnu ulogu ima lokalna zajednica, i time se omogućuje njezino sudjelovanje u odlučivanju o budućem smjeru razvoja. Nadalje, pri vrednovanju potencijalnih lokacija za luke nautičkog turizma važno je usuglasiti maritimnu sigurnost luke s uravnoteženom zaštitom prirodnog ambijenta. To su važni parametri u vrednovanju mikrolokacije.

Za ostvarivanje sigurnosti plovila, luka nautičkog turizma mora udovoljiti najmanje ovim preduvjetima [3]:

- zaštita od valova i vjetrova,
- fizička zaštita plovila i opreme luke.

U ostvarivanju sigurnosti nautičara, luka mora udovoljiti najmanje ovim preduvjetima [1]:

- zaštita od nevremena,
- uspostavljene službe pomoći u nevolji.

Za očuvanje prirodnih vrijednosti, lokacija luke nautičkog turizma mora zadovoljiti ove preduvjete:

- uspješna zaštita, uređenje i očuvanje ambijenta,
- uklopljenost u ambijent,
- opremljenost uređajima za prihvat otpada s plovila.

Uz nabrojene treba vrednovati i druge parametre mikrolokacije za luku nautičkog turizma, i to, ovisno o mogućnostima, da se sa što manjim građevnim intervencijama osigura optimalan kapacitet, funkcioniranje i održavanje akvatorija i kopnenog prostora, uz ocjenu sljedećih pogodnosti:

- korištenje postojećim lučkim potencijalom,
- dubina mora pogodna za uspostavu luke,
- uporaba kopna za smještaj plovila.

#### NUMERIČKA OBRADA PROBLEMA UZ PRIMJENU METODE VIŠEKRITERIJSKE ANALIZE / *Numerical Study of the Problem by Means of the Method of Multicriteria Analysis*

Opći model za izbor lokacije globalnom analizom ne daje odgovore na bitne uvjete u vezi sa svakim konkretnim izborom lokacije, to jest koja je najpovoljnija lokacija u višekriterijskom smislu (poštujući ostale kriterije na odgovarajućim nivoima) [4]:

- s najvećim brojem vezova,
- s najboljom ponudom,
- s odgovarajućom dubinom akvatorija,

- s odgovarajućim sigurnosnim i plovidbenim uvjetima
- s relativno najnižim troškovima za izgradnju i prihvatljivim pokazateljima za ostale karakteristike.

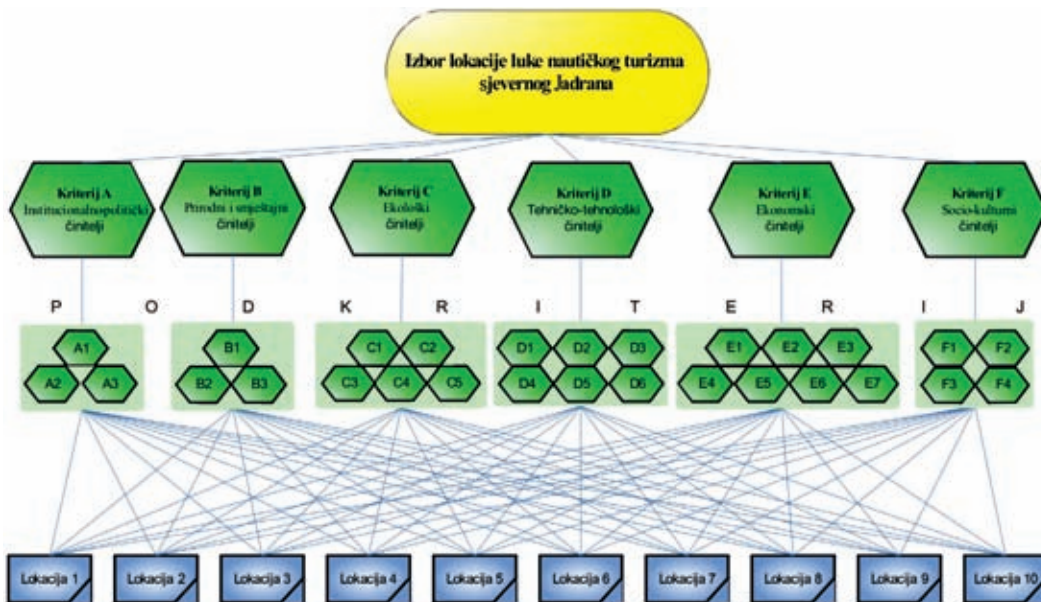
Poradi toga se provodi konkretna analiza za izbor nautičke luke sukladno utvrđenim kriterijima i potkriterijima, i to poradi operativnoga odlučivanja, i treba ju ponavljati pri svakom novom izboru.

**Numerička obrada problema uz primjenu metode AHP / Numerical Study of the Problem by Means of the AHP Method**

Tijekom 2006./2007. godine provedeno je istraživanje „Kriteriji za odabir lokacije luke nautičkog turizma“, koje je obuhvatilo veći broj eksperata iz Hrvatske i Europe, iz različitih područja povezanih s predmetnom tematikom.

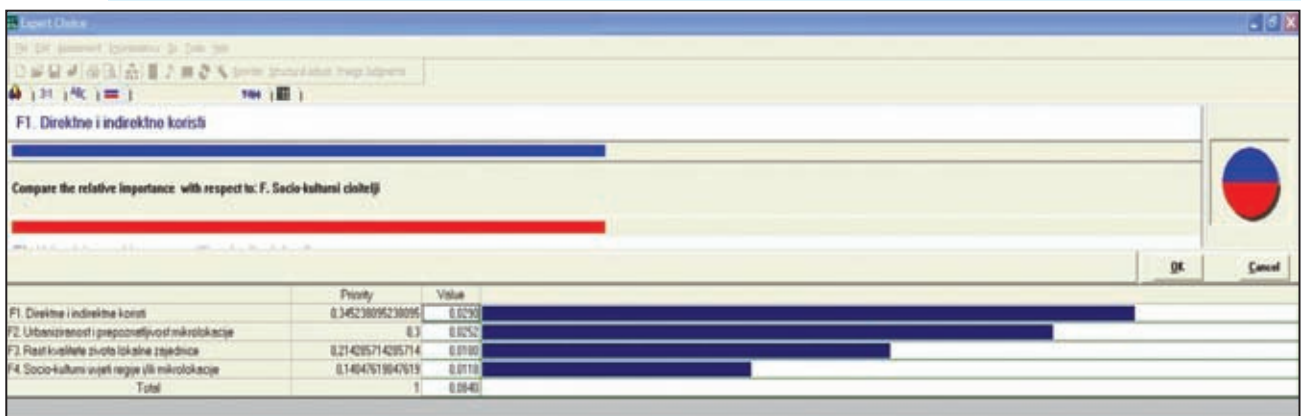
Tematski, pitanja su se odnosila na specifičnu problematiku luka nautičkog turizma, a koncipirana su tako da eksperti svojim odgovorima i sugestijama daju relevantne ocjene. Rezultati istraživanja prezentirani u doktorskom radu 2008. godine omogućili su definiranje 6 skupina kriterija i 28 potkriterija, što je kvalitetan predložak za praktični primjer AHP analize [4]. Na slici 2. prikazana je hijerarhijska struktura predmetnog problema prema AHP metodi.

Postavljenom problemu odgovara složena hijerarhijska struktura s obzirom na postavljeni cilj, utvrđene kriterije, brojnost potkriterija te broj alternativa. Prethodno su iskazane brojne vrijednosti za kriterije i potkriterije te se može započeti rješavati problem. Slijedi prikaz (slika 3.) direktnog unosa težine, i to za potkriterije F1 - F4, kriterija F u Expert Choicu.



Izvor: Izradila autorica.

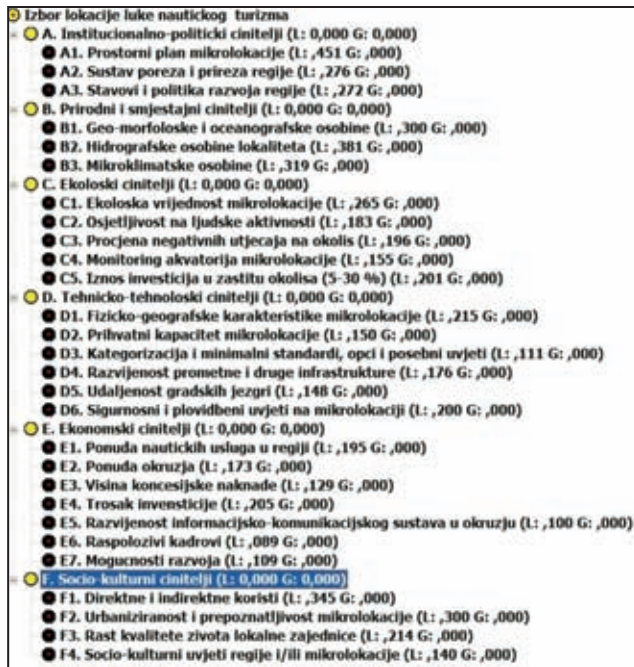
Slika 2. Hijerarhijska struktura modela uz primjenu AHP metode  
Figure 2. Hierarchic structure of the model by means of AHP method



Izvor: Izradila autorica.

Slika 3. Prikaz direktnog unosa težine potkriterija F1 - F4 kriterija F u Expert Choicu  
Figure 3. The diagram of direct input of values of subcriteria F1 – F4 criterion F in Expert Choice

Na slici 4. daje se prikaz težina nakon unosa svih potkriterija. Na taj način moguće je odrediti lokalne težine.

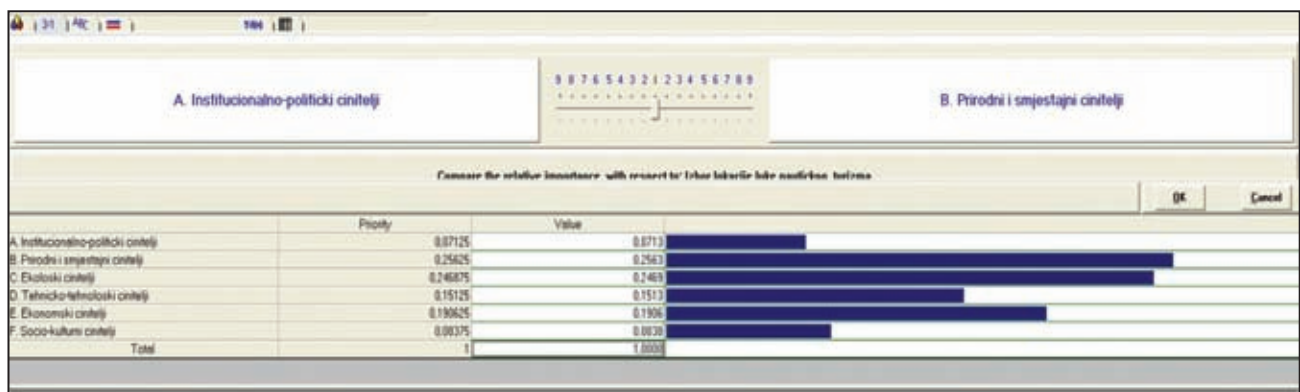


Izvor: Izradila autorica.

Slika 4. Prikaz težina potkriterija nakon samo njihova unosa

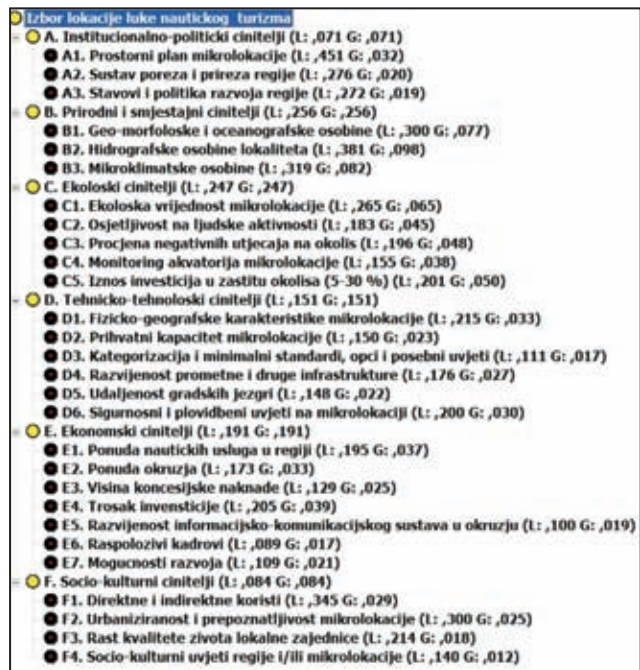
Figure 4. The scheme of the values of subcriteria after the input of only their subcriteria

Slijedi prikaz unesenih kriterija (slika 5.) te izračun globalnih i lokalnih težina (slika 6.) za unesene kriterije i potkriterije. Prioritet koji se odnosi na cilj naziva se globalnim prioritetom a dobiva se množenjem lokalnoga prioriteta za svaki pojedini potkriterij globalnim prioritetom kriterija.



Izvor: Izradila autorica.

Slika 5. Prikaz unesenih kriterija direktnim načinom u Expert Choiceu  
Figure 5. The scheme of criteria entered by direct way in Expert Choice

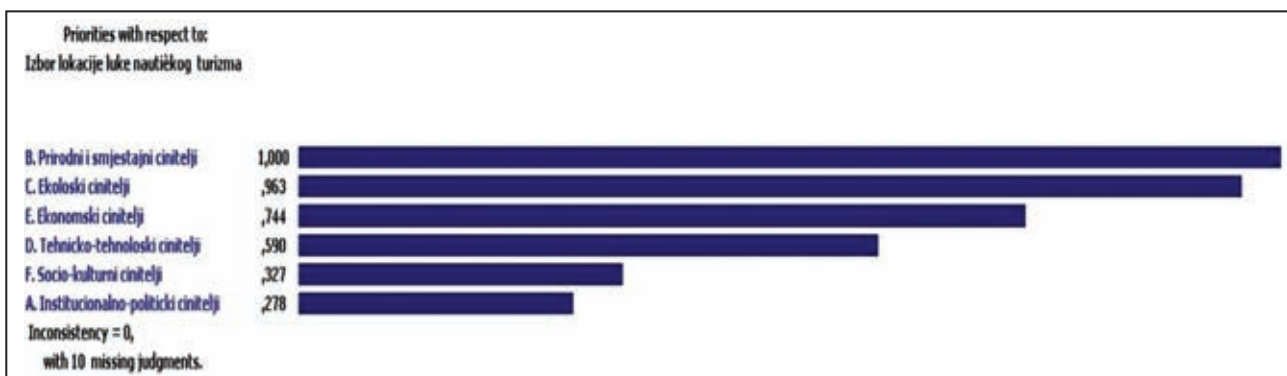


Izvor: Izradila autorica.

Slika 6. Prikaz globalnih i lokalnih težina kriterija i potkriterija nakon svih unesenih podataka  
Figure 6. The scheme of global and local values of criteria and subcriteria after all data entered

Do sveukupne odluke o problemu dolazi se procesom sinteze [5]. To podrazumijeva računanje globalnih prioriteta za sve kriterije.

Na slici 7. uočava se međuodnos pojedine skupine kriterija, pri čemu se ističu na prvome mjestu prirodni i smještajni, a slijede ekološki kriteriji. Institucionalno politički kriteriji imaju gotovo četiri puta manje značenje od prirodnih i smještajnih. Tako sortirani sveukupni rezultati sinteze omogućuju uvid u prioritete za svaku pojedinu skupinu kriterija.

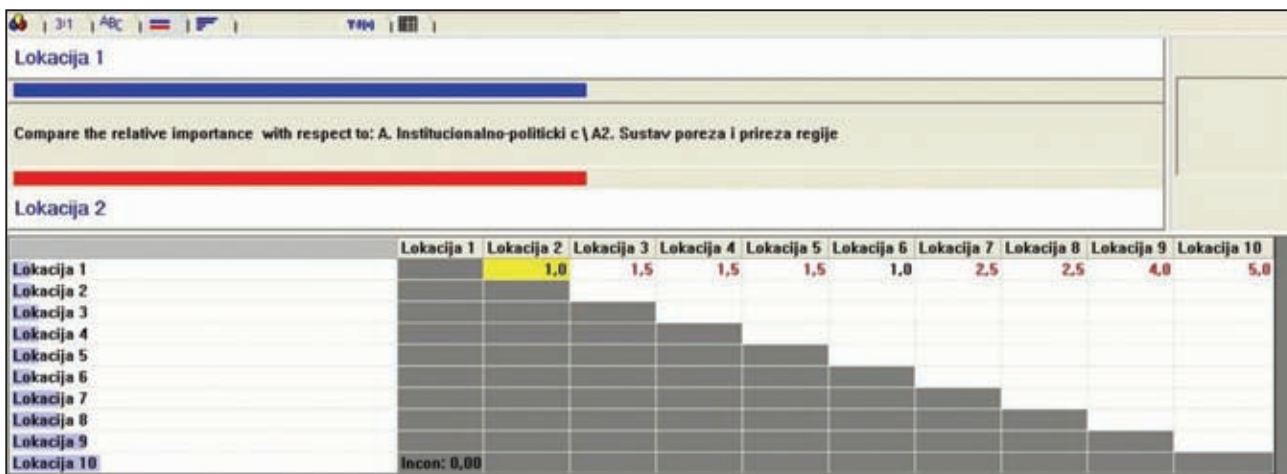


Izvor: Izradila autorica.

Slika 7. Međusobni odnos kriterija nakon unosa svih težina kriterija i potkriterija  
Figure 7. Interrelation of criteria after entering all values of criteria and subcriteria

U nastavku rada daju se normalizirane vrijednosti težina kriterija s obzirom na deset lokacija, i u ovom slučaju u odnosu prema prvom kriteriju (slika 8.).

U tablici 1. daje se analitički prikaz kriterija, potkriterija, njihove težine i ocjene uz utvrđeni minimum/maksimum za svaku pojedinu vrijednost.



Izvor: Izradila autorica.

Slika 8. Grafički prikaz normaliziranih težina kriterija  
Figure 8. Scheme of normal values of criteria

Tablica 1. Skupna tablica deset istraživanih lokacija na sjevernom Jadranu, s pripadajućim kriterijima i potkriterijima te njihovim težinama, prema ekspertima i autoričinim ocjenama  
Table 1. Collective table of 10 research locations on North Adriatic with respective criteria and subcriteria and their values according to experts and author values

Pot-kriteriji	min / max	težina $W_j$	LOK 1	LOK 2	LOK 3	LOK 4	LOK 5	LOK 6	LOK 7	LOK 8	LOK 9	LOK 10
A1	max	0,0343	10	5	5	5	5	5	10	10	10	5
A2	max	0,0210	2	2	3	3	3	2	5	5	8	10
A3	min	0,0207	8	2	7	6	5	5	4	8	10	3
B1	max	0,0750	8,5	9	7,5	7	6	5	7	8	5	6
B2	max	0,0953	1	1	2	1	1	3	1	1	1	2
B3	max	0,0797	10	10	7	6,5	7	4	7,5	7,5	5	8
C1	min	0,0663	7	10	5	4,5	4	4	3,5	4	8	7,5
C2	min	0,0457	8	10	5,5	4,5	5	4	2,5	3	7	6
C3	min	0,0490	3	5	4	4	4,5	2	3,5	3,5	8	7
C4	max	0,0387	6,5	10	7	7,5	6	4	8,5	8	7	7
C5	max	0,0503	8	10	7	7	6,5	6	9	8	10	10

D1	max	0,0330	8,5	9,5	6	7	8	5	7,5	4	5	6,5
D2	max	0,0230	6	7	9	8	9	5	6	5	7	10
D3	max	0,0170	5	3	3,5	3	4	5,5	8	7	6	7
D4	max	0,0270	5	5	2	2	5	4	8,5	8	6	7,5
D5	min	0,0227	1	1	4	4	2	2	2	1	3	2
D6	max	0,0307	10	10	8	7	6	5	8,5	8	10	9
E1	min	0,0363	4	4,5	4	3,5	5,5	6	9	8,5	9	8
E2	max	0,0323	8,5	8	3	4	7	6	10	9	2	4
E3	min	0,0240	2	2	1	2	2	1	5	5	3	3
E4	min	0,0383	4,4	4,5	4,7	5,2	6,8	6,3	5,5	5,3	5,4	5,6
E5	max	0,0187	4,5	4	5	4,5	4,5	5	7	6	5	5
E6	max	0,0167	5	2	3	3,5	3,5	4	6	6	4,5	4,5
E7	max	0,0203	9	2	3	5	7	3	6	3	4	8
F1	max	0,0290	10	5	5	7	8	8	9	8	10	10
F2	max	0,0252	4	4,5	5	4	7,5	8	10	9	2	3
F3	max	0,0180	3	3	5	5	6	5	6,5	7	10	10
F4	max	0,0118	8	7,5	6	6	8,5	7	9	7	3	4
$\sum_{j=1}^m w_j$		1,0000										

Izvor: Izradila autorica.

Ocjene su rezultat autoričina istraživanja koji se temelji na dostupnim podacima i kartografskim prikazima Hrvatskog hidrografskog instituta iz Splita, za svaku pojedinu lokaciju. Polazeći od tako pribavljenih podataka uz elaboriranje značenja činitelja za izbor lokacije nautičke luke, obrazloženje ocjena daje se u nastavku. Institucionalno politički činitelji, kriterij A, sastoji se od nekoliko potkriterija, a ocjenjivani su ocjenama od 1 do 10, pri čemu su pojedini potkriteriji i njihov utjecaj maksimizirani, a za neke je pretpostavljeno da imaju manji utjecaj na donositelja odluke, ali imaju svoje značenje u izboru lokacije.

Prirodni i smještajni činitelji, kriterij B, ocjenjivani su ocjenama od 1 do 10, i to B1 i B3, dok je potkriterij B2 ocjenjivan od 1 do 3, i to tako da je formirana tablica koja daje prikaz ocjena sukladno dubinama - tablica 2.

Tablica 2. Ocjena dubina  
Table 2. The marks for depths

Dubina	Ocjena
Od 2 do 6 m	1
Od 6 do 10 m	2
Više od 10 m	3

Izvor: Izradila autorica prema HHI: Peljar za male brodove, 1. i 2. dio, Split, 2002.

Za svaku pojedinu lokaciju utvrđena je dubina u akvatoriju, za što je pridodana određena vrijednost. Sva tri potkriterija su maksimizirana. Ekološki činitelji, kriterij C, ocjenjivani su uz pomoć pet potkriterija, ocjenama od 1 do 10. Važnost i utjecaj tih potkriterija pretežno su maksimizirani, dok su neki minimizirani (C2 i C3). Tehničko-tehnološki činitelji, kriterij D, obuhvaćaju šest osnovnih

potkriterija ocjenjivanih ocjenama od 1 do 10. Njihova je vrijednost maksimizirana, zbog njihova značenja. Potkriterij D5, udaljenost nautičke luke od gradskog središta, iskazan je ocjenama od 1 do 4. Za svaku pojedinu lokaciju utvrđena je udaljenost od gradskog središta te je određena pripadajuća vrijednost u bodovima. Slijedi tablični prikaz udaljenosti od gradskih središta (tablica 3.):

Tablica 3. Ocjena udaljenosti od gradskih središta (u km)  
Table 3. The marks of distance from city centers

Udaljenost u km	Ocjena
Do 5 km	1
Od 5 do 10 km	2
Od 10 do 15 km	3
Više od 15 km	4

Izvor: Izradila autorica prema podacima ŽUC-a: Primorsko-goranska i Istarska županija, 2007.

Ekonomski činitelji, kriterij E, raščlanjeni su na sedam potkriterija i ocjenjivani su ocjenom od 1 do 10, osim potkriterija (E4), koji je iskazan stvarnom novčanom vrijednošću. Pritom valja naglasiti da procjene visine troškova izgradnje luke nautičkog turizma na odabranim lokacijama nije moguće napraviti bez kompleksne analize troškova za pojedinu lokaciju. Takva analiza uključuje meteorološke i hidrografske osobine područja, pa se na temelju specifičnih osobina za pojedinu lokaciju određuje potreba izgradnje lukobrana ili postavljanje pontonskoga plutajućeg valobrana, što znatno utječe na cijenu. Nadalje, dostupnost infrastrukture, uređena obala (kamena riva ili stjenovita obala puna sika) uvelike utječu



na cijenu troškova za izgradnju nautičke luke. Procjena je obuhvatila stanje troškova izgradnje nautičke luke (od 50, 100, 150 ili 200 vezova) s osnovnom prirodnom zaštićenošću od vjetrova i valova. Lokacije koje su bile predmetom višekriterijske analize obuhvaćene su preliminarnom procjenom troškova koja pretpostavlja osnovne preduvjete za izgradnju nautičke luke. Navedena procjena predstavlja minimalna ulaganja u izgradnju luke nautičkog turizma, i u ovoj fazi istraživanja omogućuje prednost u odabiru lokacije, ali još uvijek nije odlučujući kriterij, ili potkriterij. Ovisno o planiranim sadržajima i tehnološkom kapacitetu nautičke luke, raste i vrijednost ukupnog ulaganja. Sociokulturni činitelji,

kriterij F, obuhvaćaju četiri potkriterija kojih je važnost maksimizirana. Prepoznatljivost mikrolokacije pridonosi odabiru i omogućuje direktne i indirektno koristi lokalnom stanovništvu. Tako vrednovani kriteriji i potkriteriji, uz utvrđivanje njihova maksimuma, ili minimuma, omogućuju prikaz provedenog postupka višekriterijske analize.

Slijedi prikaz usporednog odnosa lokacija s obzirom na dva odabrana kriterija (slika 9.), nakon što su uvrštene normalizirane vrijednosti ocjena za svaku pojedinu lokaciju. Usporedba parova kriterija pridonosi jasnijem iskazivanju preferencija donositelja odluke, posebno u procesu analize osjetljivosti rješenja za odgovarajuće promatrane kriterije i njihove prioritete.

Model Name: LUKE prilog 1

Data Grid

AID	Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
		A. Institucionalno-politički c A1. Prostorni plan mikrolokacije (L: .451)	A. Institucionalno-politički c A2. Sustav poreza i prireza regije (L: .276)	A. Institucionalno-politički c A3. Stavovi i politika razvoja regije (L: .272)
A1	✓ Lokacija 1	1,000	,200	,250
A2	✓ Lokacija 2	,500	,200	1,000
A3	✓ Lokacija 3	,500	,300	,358
A4	✓ Lokacija 4	,500	,300	,333
A5	✓ Lokacija 5	,500	,300	,400
A6	✓ Lokacija 6	,500	,200	,400
A7	✓ Lokacija 7	1,000	,500	,500
A8	✓ Lokacija 8	1,000	,500	,250
A9	✓ Lokacija 9	1,000	,800	,200
A10	✓ Lokacija 10	,500	1,000	,668

AID	Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
		B. Prirodni i smjestajni činitelj B1. Geo-morfološke i oceanografske osobine (L: .300)	B. Prirodni i smjestajni činitelj B2. Hidrografske osobine lokaliteta (L: .381)	B. Prirodni i smjestajni činitelj B3. Mikroklimatske osobine (L: .319)
A1	✓ Lokacija 1	,943	,333	1,000
A2	✓ Lokacija 2	1,000	,333	1,000
A3	✓ Lokacija 3	,835	,667	,699
A4	✓ Lokacija 4	,780	,333	,649
A5	✓ Lokacija 5	,664	,333	,699
A6	✓ Lokacija 6	,555	1,000	,400
A7	✓ Lokacija 7	,780	,333	,752
A8	✓ Lokacija 8	,890	,333	,752
A9	✓ Lokacija 9	,555	,333	,500
A10	✓ Lokacija 10	,664	,667	,800

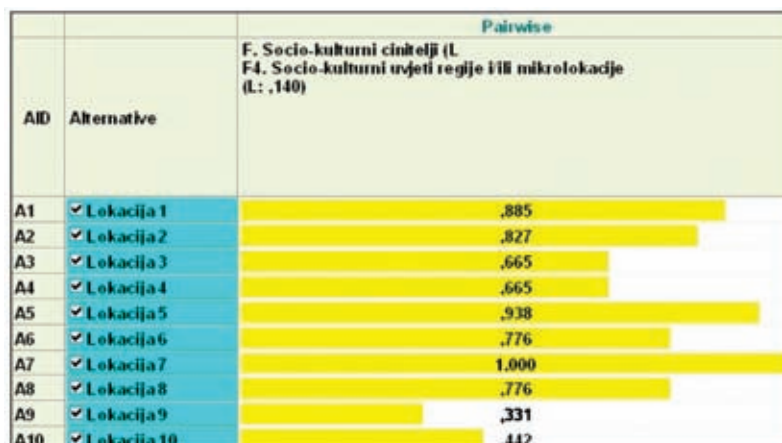
AID	Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
		C. Ekološki činitelji C1. Ekološka vrijednost mikrolokacije (L: .265)	C. Ekološki činitelji C2. Osjetljivost na ljudske aktivnosti (L: .183)	C. Ekološki činitelji C3. Procjena negativnih utjecaja na okolis (L: .196)
A1	✓ Lokacija 1	,500	,313	,667
A2	✓ Lokacija 2	,350	,250	,399
A3	✓ Lokacija 3	,700	,453	,501
A4	✓ Lokacija 4	,780	,556	,501
A5	✓ Lokacija 5	,875	,500	,444
A6	✓ Lokacija 6	,875	,625	1,000
A7	✓ Lokacija 7	1,000	1,000	,570
A8	✓ Lokacija 8	,875	,834	,570
A9	✓ Lokacija 9	,439	,356	,250
A10	✓ Lokacija 10	,467	,416	,286

AID	Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
		C. Ekološki ciniitelji C4. Monitoring akvatorija mikrolokacije (L: .155)	C. Ekološki ciniitelji C5. Iznos investicija u zaštitu okolisa (5-30 %) (L: .201)	D. Tehničko-tehnološki ciniitelj D1. Fizičko-geografske karakteristike mikrolokacije (L: .215)
A1	✓ Lokacija 1	.649	.800	.893
A2	✓ Lokacija 2	1,000	1,000	1,000
A3	✓ Lokacija 3	.701	.702	.629
A4	✓ Lokacija 4	.747	.702	.738
A5	✓ Lokacija 5	.601	.650	.842
A6	✓ Lokacija 6	.398	.602	.525
A7	✓ Lokacija 7	.851	.904	.790
A8	✓ Lokacija 8	.799	.800	.419
A9	✓ Lokacija 9	.701	1,000	.525
A10	✓ Lokacija 10	.701	1,000	.682

AID	Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
		D. Tehničko-tehnološki ciniitelj D2. Prihvatni kapacitet mikrolokacije (L: .150)	D. Tehničko-tehnološki ciniitelj D3. Kategorizacija i minimalni standardi, opci i posebni uvjeti (L: .111)	D. Tehničko-tehnološki ciniitelj D4. Razvijenost prometne i druge infrastrukture (L: .176)
A1	✓ Lokacija 1	.599	.625	.588
A2	✓ Lokacija 2	.701	.374	.588
A3	✓ Lokacija 3	.898	.437	.235
A4	✓ Lokacija 4	.796	.374	.235
A5	✓ Lokacija 5	.898	.500	.588
A6	✓ Lokacija 6	.499	.687	.471
A7	✓ Lokacija 7	.599	1,000	1,000
A8	✓ Lokacija 8	.499	.875	.941
A9	✓ Lokacija 9	.701	.750	.706
A10	✓ Lokacija 10	1,000	.875	.882

AID	Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
		D. Tehničko-tehnološki ciniitelj D5. Udaljenost gradskih jezgri (L: .148)	D. Tehničko-tehnološki ciniitelj D6. Sigurnosni i plovidbeni uvjeti na mikrolokaciji (L: .200)	E. Ekonomski ciniitelji E1. Ponuda nautičkih usluga u regiji (L: .195)
A1	✓ Lokacija 1	1,000	1,000	.877
A2	✓ Lokacija 2	1,000	1,000	.776
A3	✓ Lokacija 3	.250	.800	.877
A4	✓ Lokacija 4	.250	.699	1,000
A5	✓ Lokacija 5	.500	.599	.636
A6	✓ Lokacija 6	.500	.500	.585
A7	✓ Lokacija 7	.500	.847	.390
A8	✓ Lokacija 8	1,000	.800	.412
A9	✓ Lokacija 9	.333	1,000	.390
A10	✓ Lokacija 10	.500	.901	.439

AID	Alternative	Pairwise	Pairwise	Pairwise
		F. Socio-kulturni ciniitelji (L: F1. Direktno i indirektno koristi (L: .345)	F. Socio-kulturni ciniitelji (L: F2. Urbaniziranost i prepoznatljivost mikrolokacije (L: .300)	F. Socio-kulturni ciniitelji (L: F3. Rast kvalitete života lokalne zajednice (L: .214)
A1	✓ Lokacija 1	1,000	.400	.299
A2	✓ Lokacija 2	.500	.452	.299
A3	✓ Lokacija 3	.500	.500	.500
A4	✓ Lokacija 4	.699	.400	.500
A5	✓ Lokacija 5	.800	.752	.599
A6	✓ Lokacija 6	.800	.800	.500
A7	✓ Lokacija 7	.901	1,000	.650
A8	✓ Lokacija 8	.800	.900	.698
A9	✓ Lokacija 9	1,000	.200	1,000
A10	✓ Lokacija 10	1,000	.301	1,000



Izvor: Izradila autorica.

Slika 9. Prikaz usporednih odnosa lokacija u parovima (pairwise) na osnovi ocjena lokacija za pojedini potkriterij i tzv. „Datagrid“ odnosa lokacija i normaliziranih vrijednosti ocjena lokacija

Figure 9. The scheme of parallel relation of locations in pairs on the basis of the location for specific subcriterion and so called Datagrid relations and normal values of the locations

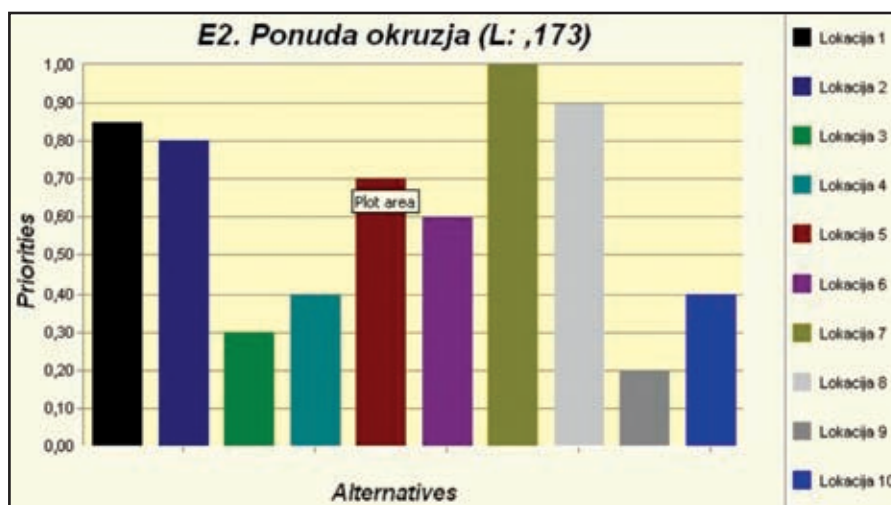
Usporedbom u parovima omogućuje se uvid u vrijednost svake pojedine lokacije u odnosu prema pojedinom kriteriju ili potkriteriju. Na taj način može se odabrati lokacija koja u odnosu prema postavljenim ciljevima donositelja odluke zadovoljava definirane kriterije u najviše slučajeva. To znači da će takva lokacija biti najbolje vrednovana.

Zaključuje se da je lokacija 7 najbolje vrednovana s obzirom na definirane kriterije. Međutim, i lokacije 1, 2, 8, 9 i 10 imaju određenu vrijednost, pa ih svakako treba uzeti u razmatranje u procesu odlučivanja. To proizlazi iz činjenice da sociokulturni kriterij uz prirodosmještajni i ekološki može imati važnu ulogu s obzirom na poticaj gospodarskom razvoju što ga smještaj nautičke luke na mikrolokaciji ima za regiju i lokalnu zajednicu.

Na slici 10. grafikonom se daju normalizirane ocjene po lokacijama za potkriterij E2, koji označava ponudu okružja. Uvidom u grafikon ističu se lokacije 7 i 8, a slijede lokacije 1 i 2. Kako razlike nisu velike, donositelj odluke mora razmotriti i ostale potkriterije kako bi se donijela odluka o izboru.

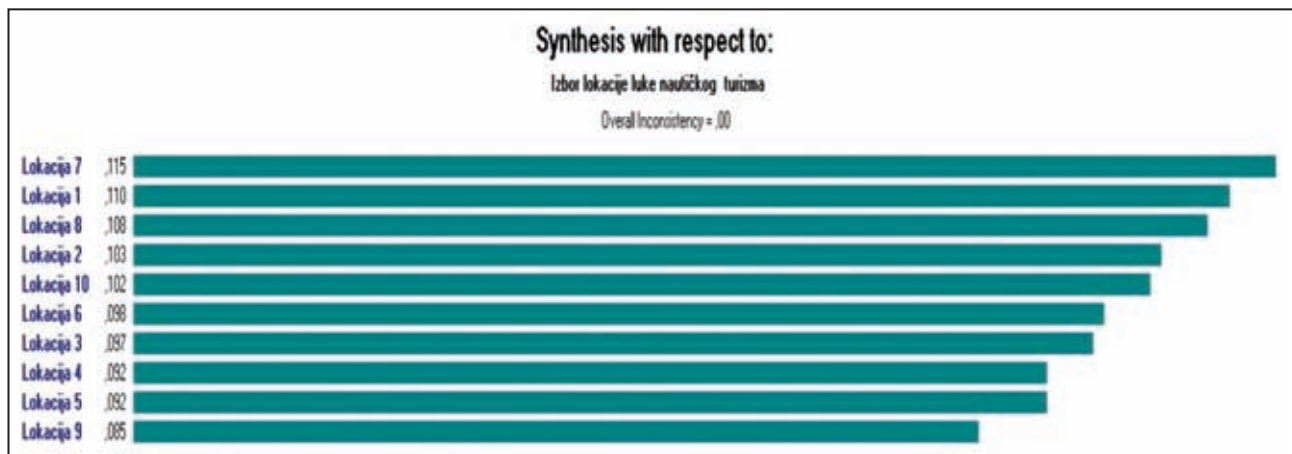
### Analiza rezultata / Analysis of the Results

Grafikon na slici 10. daje prikaz rangiranja lokacija s obzirom na cilj, nakon provedenih prethodnih analiza. Zaključuje se da predvodi lokacija 7 ispred lokacije 1, za kojom neznatno zaostaju lokacije 8 i 2. Posljednja je lokacija 9, koju kao i lokaciju 5 treba uzeti u obzir u nekomu budućem investicijskom ciklusu.



Izvor: Izradila autorica.

Slika 10. Grafikon normaliziranih ocjena po lokacijama za potkriterij E2  
Figure 10. Scheme of the normal values on locations for subcriterion E2

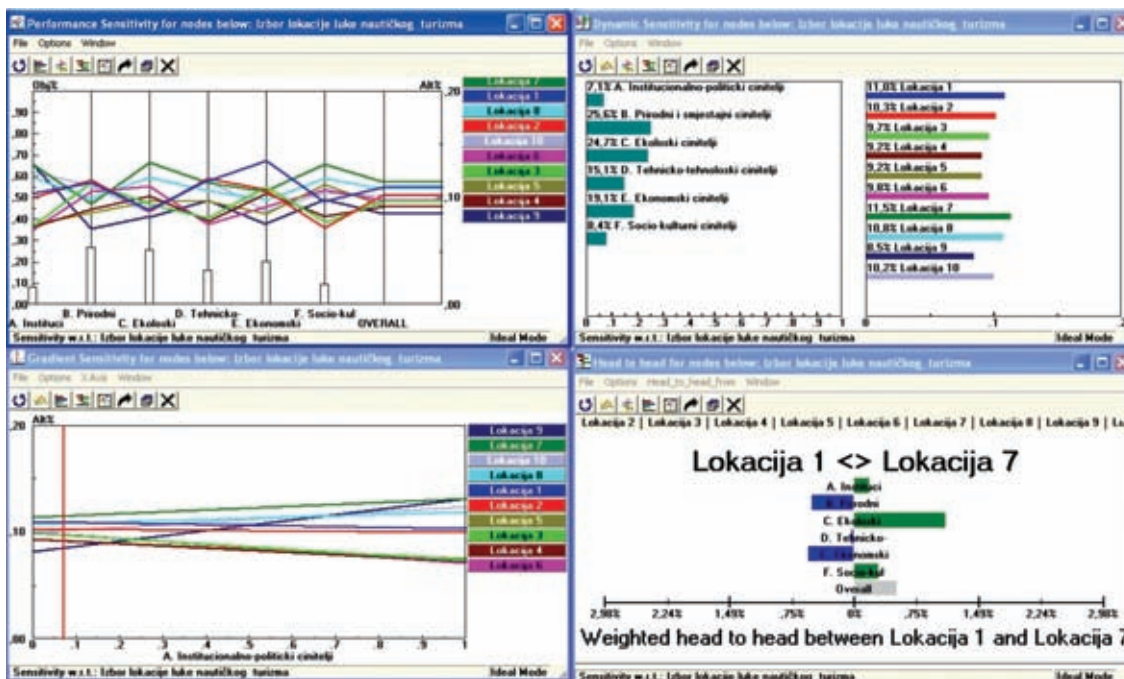


Izvor: Izradila autorica.

Slika 11. Grafikon rangiranja lokacije s obzirom na cilj  
Figure 11. Ranging the location in relation to a target

Analiza osjetljivosti omogućuje izradbu proračuna i prikaz odnosa promjena prioriteta alternativa kao funkcije značenja kriterija. To je važno jer pruža donositelju odluke ispitivanje različitih skupova alternativnih rješenja. Na slici 12. analiza je osjetljivosti performansa i graf dinamičke analize osjetljivosti. Također daje se prikaz gradijentne analize osjetljivosti kriterija A i usporedna analiza dviju lokacija koje imaju gotovo iste rezultate te se ovom analizom iskazuju usporedni odnosi po svakome utvrđenom kriteriju.

Logično je zaključiti da je lokacija 7 prema institucionalnom, ekološkom, tehničko-tehnološkom i sociološkom kriteriju ispred lokacije 1. Lokacija 1 ima prednost s obzirom na ekonomski i prirodno-smještajni kriterij, no na donositelju odluke je da utvrdi vlastite prioritete za pojedine kriterije. Promatrajući ukupan odnos dviju lokacija zaključuje se da lokacija 7 ima malu prednost jer je nešto bolje vrednovana u odnosu prema lokaciji 1.



Izvor: Izradila autorica.

Slika 12. Performance, Dynamic, Gradient i Head to head graf za prikaz i analizu dobivenih rezultata  
Figure 12. Performance, Dynamic, Gradient and Head to head for the scheme and analysis of the results obtained

Metodologija višekriterijske analize kvalitetan je alat koji omogućuje donositelju odluke izbor optimalne lokacije za luku nautičkog turizma, pri čemu treba upozoriti da je prema provedenom istraživanju lokacija L7 optimalna lokacija, pa se može očekivati da će je ubrzo investitori prepoznati.

### ZAKLJUČAK / Conclusion

Odabrani postupci višekriterijske optimizacije, uz kritički ispitane ulazne podatke, primjereni su i korisni za provedbu izbora rješenja lokacije za luku nautičkog turizma. AHP metodom višekriterijske analize poslužilo se za izbor optimalne lokacije za izgradnju luke nautičkog turizma na sjevernom Jadranu. Izbor je proveden između deset (10) generiranih varijanta, njihovim vrednovanjem po šest (6) različitih skupina kriterija i dvadeset i osam (28) dimenzionalnih potkriterija prema utvrđenom planu ispitivanja. Na strateškoj razini, ovakav pristup omogućava optimalno gospodarenje i upravljanje nautičkim turizmom. Daljnja istraživanja poradi poboljšanja u procesu rješavanja problema izbora lokacije za luku nautičkog turizma na mikrolokaciji, ali i rješavanja problema nautičkih lokacija na razini regije, prvenstveno treba usmjeriti na složeni postupak odlučivanja i primjenu metodologije višekriterijske analize.

Rezultati dobiveni višekriterijskom analizom uz uporabu prezentirane metode, upućuju na četiri (4) mikrolokacije koje su dodatno istražene kako bi se analizirale njihove prednosti i nedostaci. Tako dobiveni rezultati pomažu donositelju odluke u odabiru optimalne lokacije, L7, jer ona omogućuje brži povrat investicijskog

ulaganja, a ujedno pridonosi kvalitativnom razvoju okružja i regije. Preostale lokacije nemaju takav značaj. Međutim, s obzirom na razinu odlučivanja, one mogu biti predmetom odlučivanja na strateškoj razini jer se njihovom izgradnjom izravno utječe na razvoj okružja. Tako odabrane lokacije imaju duži investicijski ciklus, ali i povrat uloženi sredstava, no njihova je prednost u gospodarskom i sociološkom smislu velika.

### LITERATURA / References

- [1] Hrvatski hidrografski institut i suradnici: Studija razvoja nautičkog turizma RH, Split, 2006.
- [2] Hrvatski hidrografski institut i suradnici: Peljar za male brodove, 1. i 2. dio, Split, 2002.
- [3] Kovačić, M., Gržetić, Z., Dundović, Č.: „Planiranje i izbor lokacije za luku nautičkog turizma u funkciji održivog razvoja“, „Naše more“ 53 (3-4)/2006., Dubrovnik, 118-124.
- [4] Kovačić, M.: Optimizacija izbora lokacije i sadržaja luke nautičkog turizma, doktorska disertacija, Pomorski fakultet u Rijeci, 2008.
- [5] Nikolić, I., Borović, S.: Višekriterijumska optimizacija: metode, primena u logistici, softver, Centar vojnih škola VJ., Beograd, 1996.
- [6] Saaty, T. L.: How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research 48, pp. 9-26, North-Holland, 1990
- [7] Županijska uprava za ceste: ŽUC Primorsko-goranske županije i ŽUC Istarske županije, 2007.

Rukopis primljen: 23. 10. 2008.

