

VIŠEKRITERIJUMSKA OPTIMIZACIJA LOKACIJA MARINA NA CRNOGORSKOM PRIMORJU

Dr Sreten TOMOVIĆ, dipl. inž. građ.
Građevinski fakultet Univerziteta u Podgorici
E- mail: tomovic.s@cg.yu

REZIME

U radu je prikazano višekriterijumsko određivanje lokacija marina, u sadašnjim i budućim uslovima, na crnogorskom primorju. Definisan je izbor kriteijumskih funkcija sa ekološkog, ekonomskog, bezbjednosnog za plovību, specifičnog aspekta, aspekta ocjene pogodnosti lokacije i prikazan je postupak zadavanja težina kriterijumima. Višekriterijumskom analizom određuje se kompromisno rješenje kojom se usklađuju različiti interesi. Kompromisno rješenje je predlog, konačnu odluku donosi donosilac odluke.

Ključne riječi: lokacije marina, višekriterijumska optimizacija, ekologija

1. UVOD

Crnogorsko primorje predstavlja vrijedan kompleks prirodnih i stvorenih resursa na kome se, u najvećem dijelu, oslanjaju glavne privredne grane Republike, u prvom redu turizam. Proglašenjem Zakona o morskom dobru 1992 god. Republika Crna Gora prepoznala je poseban značaj izuzetnih vrijednosti obalnog područja i definisani su okviri za poseban režim zaštite, korišćenja i unapređenja ovog značajnog resursa. Usvajajući i primjenjujući osnovne razvojne strategije definisane u Master planu za razvoj turizma RCG (2001 god.), turizam kao privredna grana biće u stanju da obezbijedi promet u direktinim uplatama u visini od 500 mil. eura do 2010 god. i milijardu eura do 2020 god., pod uslovom, da se ponuda bazira na povećavanju visokokvalitetnih kapaciteta, jedinstvenoj turističkoj ponudi, eko i etno turizmu, modernizaciji postojećih turističkih kapaciteta, planskoj gradnji novoprojektovanih objekata, proširenju i uređenju plaža, zdravstvenom, kulturnom, sportskom, kongresnom i nautičkom turizmu.

Od posebnog značaja je razvijanje nautičkog turizma, forsirajući velike mogućnosti postojećih i novih marina. Preduslov za razvoj ovog turizma je da se marine opreme kompletnom uslugom, pomorskom prognozom, osiguranjem brodova, udobnim smještajem za nautičare, restoranima, komunalnom infrastrukturom, prodavnicama nautičkog pribora i sportske opreme, osiguranjem i rentiranjem plovila, servisima za popravku plovila i motora, zimovnicima na kopnu i zatvorenom prostoru, saobraćajnom infrastrukturom, sportskim igralištima, uređajima za podizanje plovila i sve uz 24-satno čuvanje marina. Statistika pokazuje da svaki euro uložen u izgradnju marine može da donese 10 eura prihoda zajednici [3]. Prema tome, od nautičkog turizma treba očekivati ogroman profit, pod uslovom da se obezbijedi kompletna usluga u marinama. U protivnom, crnogorsko primorje biće destinacija koju će nautičari zobilaziti i ogromni profit odlaziće u okolne zemlje.

Prostornim planom posebne namjene za Morsko dobro Crne Gore 2005 god., definisani su lokaliteti za izgradnju marina, bez potrebnih analiza za definisanje pogodnih mikrolokacija. Primjenom višekriterijumske optimizacije može se odrediti kompromisno rješenje mikrolokacija marina iz skupa alternativnih lokacija, sa određivanjem redosleda (rang-liste) alternativa sa stanovišta definisanih kriterijuma. Uređen skup alternative prikazuje se donosiocu odluke i predstavlja osnovu za donošenje konačne odluke. Svaka alternative treba da bude vrednovana po svim kriterijumima. Metoda VIKOR (višekriterijumsko kompromisno rangiranje) razvijena je na takvim metodološkim osnovama da se donosiocu odluke predlažu alternative koje predstavljaju kompromis između želja i mogućnosti, ili predstavljaju kompromis između različitih interesa učesnika u odlučivanju.

2. POSTOJEĆE STANJE

Analizirajući period od 1971 do 1979 god. povećavao se promet nautičkih plovila u Crnoj Gori sa prosječnom godišnjom stopom od 9, 2% [2, 3]. U periodu od 1981 do 1990 god. rast je bio 7, 8% , sa izrazitim padom u 1982 i 1983 god. , zbog rekonstrukcije operativnih obala u Kotoru i Budvi nakon zemljotresa. Poslije 1990 god. politički događaji u zemlji utiču na pad prometa nautičkih plovila. U periodu povećanog prometa nautičkih plovila, povećavao se broj i lica koja su njima doplovila po prosječnoj godišnjoj stopi od 16% [4]. Dvostruka veća prosječna stopa rasta dolaska lica u odnosu na stopu rasta dolaska plovila, govori o tendenciji dolaska značajnijeg broja visokopotrošačkih turista. Crnogorska obala predstavlja „kontakt destinaciju,“ za nautičare koji iz Sredozemnog mora uplovljavaju u Jadran. U nacionalnoj strukturi, plovila sa zastavom Njemačke zauzimaju prvo mjesto, ostvarujući četvrtinu prometa svih plovila, zatim plovila italijanske, austrijske, britanske i dr. zastave. Od ukupno 6.000 registrovanih plovila u Crnoj Gori, 96% plovila namijenjeno je za sport i rekreaciju, s tim što je najveća koncentracija ovih plovila u Kotoru, Tivtu, Herceg-Novom i Budvi.

Sadašnje stanje za smještaj plovila na crnogorskom primorju i njihovo opsluživanje je više nego skromno. Na crnogorskom primorju izgrađene su marine u Baru, Budvi, Tivtu i Prčnju, kao i luke u Kotoru, H. Novom i Meljinama, koje se koriste kao privezišta za nautička plovila.

Marina Bar. Projektovani kapaciteti marine su 900 vezova na moru i 250 na suvom za zimovnik, trenutno raspolaze sa 665 vezova na moru i 120 vezova na kopnu. Stepenn izgrađenosti nautičke infrastrukture u marini procjenjuje se na oko 70%. Vezovi su urađeni sa priključcima za struju, vodu i za pogonsko gorivo za plovila.

Marina Budva raspolaze sa oko 400 vezova za čamce i 10 vezova za veća plovila. Na dijelu operativne obale urađena su 34 priključna mjesta za pitku vodu i 68 mjesta za električnu mrežu.

Marina Tivat. Ukupni kapacitet marine je 228 vezova sa jednom dizalicom za dizanje manjih plovila.

Marina Prčanj je prva marina na crnogorskoj obali izgrađena privatnim kapitalom. Spada u red manjih marina i predstavlja svojevrsnu pilot projekat ovog tipa turističke ponude. Marina može da primi 8 većih nautičkih plovila preko 15 m i 15 manjih plovila.

Luka Kotor. Na južnom dijelu operativne obale ove luke izgrađena je nautička infrastruktura kapaciteta za oko 10 do 15 plovila različitih kategorija.

Luka Herceg Novi. Vezovi ove luke uglavnom se koriste za izletničke brodove lokalnih destinacija i ribarske brodove.

Lučica Meljine. Izgradnjom lukobrana sa zapadne strane i postojećeg privezišta korišćenog za brodove lokalnog karaktera, stvoreni su uslovi za vez 20 nautičkih plovila.

Glavni problem u razvoju nautičkog turizma u Crnoj Gori je u postojanju samo jedna marine većeg stepena izgrađenosti, ali ne i sa kompletnim sadržajem, koja se nalazi u Baru. Postojećim marinama u Budvi i Prčnju nedostaje mnogo veći stepen opremljenosti za pružane usluga turistima nautičarima, dok su ostala samo privezišta za lokalne barke i koja se ponekad koriste za privez većih nautičkih plovila. Nedostatak marina, njihova neadekvatna opremljenost, mala dužina operativne obale za vezivanje plovila, su limitirajući faktori za razvoj nautičkog turizma i za postizanje značajnih ekonomskih efekata. Očigledno je da do danas nisu iskorišćene prednosti Crnogorskog primorja za pružanje usluga ljubiteljima nautike iz Svijeta, posebno iz Mediteranskih zemalja.

3. PLANIRANO STANJE

Nautičkom turizmu treba posvetiti posebnu zbog ekonomskih efekata koje se ostvaruju. Posticajni faktori za razvoj nautičkog turizma na Crnogorskom primorju su:

- Crna Gora je veoma atraktivna za nautičku plovidbu, jer je očuvana i nezagađena destinacija;
- nautičari Crnu Goru doživljavaju kao i neotkriveni prostor za plovidbu, posljednji događaja u državi uticali su da mnogi nautičari nijesu nikada ni plovili crnogorskim primorjem ;
- aktuelni trendovi u svijetu ukazuju na stalan porast potražnje u nautičkom turizmu, posebno većih jahti, motornih brodova i čartera;
- susjedne države, posebno Hrvatska, već osjećaju preopterećenost nautičkim plovilima, što bi mnoge nautičare moglo da podstakne na dolazak u Crnoj Gori. Takođe, Hrvatska, kao najbliža nautička destinacija, najveći prihod od nautičkog turizma ostvaruje na sjevernom i srednjem Jadranu do koga je lak pristup autoputevima iz Zapadne i Srednje Evrope. Dubrovački dio Hrvatske obale ima samo tri marine ukupnog kapaciteta 645 vezova.

Postoje određeni faktori koji upućuju na potrebu opreza u planiranju i opremanju većeg broja nautičkih punktova u Crnoj Gore:

- uprkos malom broju vezova, obala Crne Gore bi sa minimalnim povećavanjem na 2000 vezova imala dvosruko veću koncentraciju nautičkih plovila po kilometar dužine obale od susjednih država i
- ukoliko se ne obezbjeđe potrebni prateći sadržaji u marinama, postoji velika opasnost da će marine donositi gubitke.

Mali stepen iskorišćenosti postojećih nautičkih kapaciteta na Crnogorskom primorju je zbog neadekvatne nautičke ponude. Radi efikasnijeg investiranja i bržeg formiranja kvalitetne nautičke plovidbe, aktivnosti treba usmjeriti u dva osnovna pravca, opremiti neophodnim sadržajem postojeće marine i izgraditi nove, savremeno opremljene marine, da mogu strukturom i kvalitetom ponude konkurisati sličnim turističkim prostorima na Mediteranu.

U skladu sa navedenim elementima, Prostornim planom posebne namjene za Morsko dobro Crne Gore iz 2005 god. predložena je osnovna mreža marina u Crnoj Gori sa oko 2000 vezova, koju treba da čine:

- dvije velike servisne marine kapaciteta 400 do 500 vezova;
- četiri standardne marine kapaciteta 100 do 300 vezova;
- četiri manje marine i
- u funkciji nautičkog turizma moguće je uključiti kroz pažljivu revitalizaciju, mandrača i stara pristaništa u Boki.

Dvije velike servisne marine kapaciteta 400 do 500 vezova trebalo bi da pruže nautičarima sve potrebne servisne sadržaje i druge usluge, zbog čega moraju da imaju dovoljno prostora na kopnu za širenje u budućnosti, ako se za to ukaže potreba. Jedna takva marina je postojeća marina u Baru a druga na području Tivta, po mogućnosti na lokaciji sadašnjeg Remontnog zavoda.

Standardne četiri marine treba da zadovolje potrebe nautičara na ključnim pozicijama Crnogorskog primorja. U tom kontekstu potrebno je izgraditi sljedeće marine:

- na Rtu Kobila, kao najsjevernija i najbliža marina Hrvatskoj, sa 150 vezova;
- marinu Liman u Ulcinju, kao najbliža marina Otrantskim vratima, sa 300 vezova;

- marinu u Bigovu na poluostrvu Luštica, kao jedina marina na plovidbenom putu od Boke Kotorske do Budve, sa 150 vezova i
- marinu u Kumboru, za plovne objekte područja Hercegovačke rivijere, sa 250 vezova.

Četiri manje marine treba graditi na sljedećim lokacijama: Ada Bojana (50 vezova), Buljarica (100 vezova), Budva (300 vezova) i u Kotoru uz Stari Grad (150 vezova).

Komercijalni vezovi planirani su u: Njivicama, Meljinama, Zelinici, Prčnju, Bonićima kod Tivta, Ostrvu Sv. Nikola kod Budve, i na djelu primorja od Rta Đerane do Porta Milene u Ulcinju.

U cilju nautičkog povezivanja mora i Skadarskog jezera, pod uslovom da se obezbjeđi plovnost rijeke Bojane, treba planirati i opremane pristaništa u Rijeci Crnojevića i Virpazaru.

4. KRITERIJUMSKE FUNKCIJE

Višekriterijumskom optimizacijom vrši se izbor najbolje varijante za lokaciju marina iz niza mogućih varijanti ili iz niza povoljnih varijanti. Kriterijum definiše kvalitet upravljanja i predstavlja mjeru za poređenje prilikom odabira najbolje varijante. Kriterijum se izražava kriterijumskom funkcijom koja za najbolju varijantu treba da dostigne globalni ekstremum, s obzirom na ograničenja koja predstavljaju mogućnost postizanja cilja. Prilikom definisanja kriterijumskih funkcija za mikrolokaciju marina treba obuhvatiti sve relevantne posledice aktivnosti sistema koji se optimizira. Osnovni kriterijumi, prema kojima se upoređuju varijante, obuhvataju sljedeće grupe:

- **kriterijum uticaja na okolinu;**
- **ekonomski kriterijum;**
- **kriterijum bezbjednosti i sigurnosti plovidbe;**
- **specifični kriterijumi i**
- **kriterijum procjene pogodnosti lokacije.**

Kriterijumu uticaja na okolinu posvećena je posebna pažnja i može se svrstati u dvije grupe.

Prva grupa kriterijuma definiše uticaj marina na kvalitet mora, gdje se teži da se u najmanjoj mogućoj mjeri izmjeni flora i fauna akvatičnog svijeta i tako sačuva ekološki prostor za buduće generacije. Ova kriterijumska funkcija izražava se funkcijom ugrožavanja ekološke sredine (f1). Opšte stanje kvaliteta obalnog mora je lošije u zatvorenom moru

(primjer Bokokotorskog zaliva) nego na otvorenom moru. Obala od Bokokotorskog zaliva do ušća Bojane izložena je uticaju otvorenih voda južnog Jadrana. Zahvaljujući činjenici da izobate od 50, 70 i 100 m dubine su veoma blizu same obale, vodena masa usled snažne aktivnosti neprekidno izmjenjuje vodu sa vodama priobalja, zbog čega je kvalitet mora znatno bolji nego u Bokokotorskom zalivu. Vrijednovanje kriterijuma ugrožavanja ekološke sredine vrši se ocjenjivanjem od strane eksperata za očuvanje životne sredine. Ocjena 1 je za veliku elološku prijatnu, 2 za umjerenu, 3 za malu, a ocjena 4 ako uopšte ne postoji nikakva ekološka pretnja, dok je ocjena 5 za pozitivno djelovanje marina na životnu sredinu, tj. oplemenjavanju prostora na kome treba da se gradi.

Druga grupa kriterijuma, čuvanje drugih resursa (f2), utiče na okolne plaže i ambijentalne vrijednosti prostora, kulturnu baštinu na kopnu (spomenici i tvrđave), podvodnu kulturnu baštinu (arheološki lokaliteti), hotele i naselja. Dugogodišnje zapostavljanje spomeničkog nasleđa u okviru planova razvoja i nekontrolisane izgradnje, ozbiljno je ugrozilo spomeničku vrijednost. Ovo je posebno izraženo na spomenike, gdje je nekontrolisan razvoj turizma ugrozio, ne samo prirodne vrijednosti, već i kulturne vrijednosti. Za izgradnju marina treba koristiti mikrolokacije koje nemaju značajniju ekonomsku svrhu, jer može da štete opštem turističkom razvoju. Treba favorizovati lokacije na kojim izgradnja marina može da unaprijedi izgled okolnog prostora i nema ozbiljnih konflikata sa drugim korisnicima. Vrednovanje kriterijuma uticaja na okolinu vrši se ocjenjivanjem. Na primjer, ocjena 1 je za veliko ugrožavanje drugih resursa, 2 za umjereno, 3 za malo ugrožavanje, 4 ako nema ugrožavanja drugih resursa, ocjena 5 je za pozitivno djelovanje marina na druge resurse.

Ekonomski kriterijum (f3) se formuliše u vidu kriterijumske funkcije troškova gradnje marina. Za ekonomsko vrednovanje postoje postupci kojima se određuje koštanje svake alternative, uključujući i eksproprijaciju. Određivanje troškova izgradnje vrši se pojedinačno za svaku alternativu, uzimajući u obzir potrebu za izgradnjom, komunalne i saobraćajne infrastrukture, nepodnih objekata sa potrebnim sadržajima, lukobrana itd.

Bezbednost i sigurnost plovidbe se određuje kriterijumskim funkcijama nautičkim i maritimnim uslovima. Nautički uslov (f4) je rezultat razmatranja bezbedonosnog krstarenja duž primorja. Da bi nautičari krstarili jednim djelom mora, unaprijed se informišu da

li se na budućoj maršuti nalazi dovoljan broj marina u slučaju neplaniranih i prinudnih uplovljavanja. Veoma je važno da se nautičari osjećaju bezbjedno i da im se može pružiti sva neophodna pomoć, informacija u slučaju kvara, vremenskih neprilika itd. Analize su pokazale da je na Crnogorskom primorju neophodno graditi dvije servisne marine. Jedna takva marina postoji u Baru, ali je potrebno izgraditi nedostajuće potrebne sadržaje, dok, druga bi se druga gradila na području postojećeg Remontnog zavoda u Tivtu. Bez izgradnje servisnih marina ne može se očekivati veliki broj nautičkih plovila, jer se nautičari neće osjećati bezbjedno na našem prostoru. Da bi se zadovoljile potrebe nautičara, na ključnim pozicijama Crnogorskog primorja gradile bi se četiri standardne marine, na Rtu Kobilu kod Herceg Novog, Limanu u Ulcinju, Bigovu i u Kumboru. Takođe, četiri male marine na Adi Bojani, Buljaricama, Budvi i Kotoru bi zadovoljavale potrebe nautičara za bezbjedniju plovidbu. Na ostalom djelu primorja gradili bi se komercijalni vezovi i privezišta.

Vrijednovanje kriterijumske funkcije, nautički uslovi, vrši se ocjenjivanjem. Ocjena 1 je za privezišta za lokalne barke koja se ponekad koriste za privez većih plovila, 2 za komercijalne vezove, ocjena 3 za male marine, 4 za standardne marine i ocjena 5 za servisne marine opremljene cjelokupnim sadržajem.

Osnovni zadatak marine, pored pružanja kompletnih servisnih i drugih uslova, je u obezbjeđenju sigurnog uplovljavanja, isplovljavanja i zaštite plovila u marini od uticaja talasa. Nepovoljni maritimni uslovi (f5) ugrožavaju bezbjednost i udobnost plovidbe u akvatorijumu marine. Vrijednovanje kriterijuma, maritimni uslovi, vrši se ocjenjivanjem.

Ocjena 1 za izrazito otvoreno more gdje se očekuju veliki talasi, koji će u velikoj mjeri ometati plovidbu, 2 za umjereno otvoreno more, ocjena 3 za djelimično zaštićeno more, 4 za dobro zaštićeno more i ocjena 5 za zaštićeno more bez potreba za dodatnim intervencijama tj. izgradnjom lukobrana.

Specifični kriterijumi se ogledaju u specifičnosti mikrolokacija za izgradnju marina i izražavaju se kroz dvije grupe kriterijuma, pozicija i dostupnost kao i izvodljivost projekta. Na kriterijumsku funkciju pozicija i dostupnost (f6) utiče stepen stanja i izgrađenosti postojeće saobraćajne infrastrukture i blizina aerodroma. Nautičari koriste posebno drumski prevoz kao i avio prevoz, za dolazak i odlazak poslije krstarenja morem. Vrednovanje kriterijumske funkcije pozicija i dostupnost vrši se ocjenjivanjem. Ocjena 1 za loše

lokalne saobraćajnice i velike udaljenosti do aerodroma, 2 za loše lokalne saobraćajnice i male udaljenosti od aerodroma, ocjena 3 za dobre lokalne saobraćajnice i velike udaljenosti od aerodroma, 4 za dobre lokalne saobraćajnice i male udaljenosti od aerodroma i ocjena 5 za izuzetno dobre saobraćajnice (auto putevi) i male udaljenosti od aerodroma.

Kriterijumska funkcija izvodljivost projekta (f_7) ogleda se u razmatranju topografskih uslova i problema oko vlasništva na mikrolokacijama za izgradnju marina. Veoma topografski nepovoljna morska obala, ograničavajući je faktor za izgradnju marina. Vrijednovanje kriterijumske funkcije, izvodljivost projekta, vrši se, takođe, ocjenjivanjem. Ocjena 1 za izuzetno teško izvodljiv projekat usled nepovoljnih topografskih uslova i veoma velikih problema u vlasništvu, 2 za teško izvodljiv projekat sa problemima u vlasništvu, 3 za srednje teško izvodljiv projekat i vlasničkim problemima, ocjena 4 za lako izvodljiv projekat i odstustvo vlasničkih problema, dok je ocjena 5 za izuzetno lako izvodljiv projekat, zbog povoljnih topografskih uslova (ravan teren bez stijena) i odstutva vlasničkih problema.

Kriterijum procjene pogodnosti lokacije izražava atraktivnost lokacije (f_8) marine sa aspekta očekivanog iskorišćenja nautičkih vezova. Sa posebnom atraktivnošću izdvajaju se marine na krajnjem jugu i sjeveru Crnogorskog primorja. Prva, zbog blizine Otrantskih vrata uplovljavalo bi veći broj nautičkih plovila, druga marina, na krajnjem sjeveru, bila bi posjećena zbog blizine Hrvatskog primorja, na kome je prisutna preopterećenost nautičkim plovilima. Atraktivnom lokacijom odlikuju se i marine u Bokokotorskom zaliva, zbog prirodnih i kulturnih vrijednosti. Ocjena 1 je za vrlo malu atraktivnu lokaciju, 2 za malu, ocjena 3 za srednju, 4 za veliku i 5 za vrlo veliku atraktivnu lokaciju.

5. METODA VRIJEDNOVANJA I RANGIRANJA

Za vrijednovanje alternativnih lokacija marina na Crnogorskom primorju i njihovo višekriterijumsko rangiranje korišćena je metoda VIKOR, koja zahtijeva poznavanje vrijednosti kriterijumskih funkcija svih alternativa.

Neka su: (a_1, \dots, a_j) - skup od j alternativa; (f_1, \dots, f_n) - skup od n kriterijumskih funkcija; f_{ij} - vrijednost i - te kriterijumske funkcije za j - tu alternativu; w_i - težina i -te kriterijumske funkcije; v - težina strategije

zadovoljenja većine kriterijuma i Q_j - mjera za višekriterijumsko rangiranje.

Višekriterijumsko rangiranje metodom VIKOR vrši se na osnovu mjere Q_j , koja se može svesti na sljedeću relaciju:

$$Q_j = v(S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v) (R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (1)$$

$$j=1, \dots, J$$

Gdjeje:

$$S_j = \sum_i w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (2)$$

$$R_j = \max_i w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (3)$$

$$f_i^* = \max_j f_{ij}; f_i^- = \min_j f_{ij}; i=1, \dots, n \quad (4)$$

Najbolje vrijednosti graničnih metrika S i R su:

$$S^* = \min_j S_j; R^* = \min_j R_j \quad (5)$$

Najlošije vrijednosti granice su:

$$S^- = \max_j S_j; R^- = \max_j R_j \quad (6)$$

Mjera Q_j može se napisati i u sljedećem obliku:

$$Q_j = v Q S_j + (1-v) QR_j \quad (7)$$

Gdje je:

$$QS_j = (S_j - S^*) / (S^- - S^*) \quad (8)$$

$$QR_j = (R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (9)$$

Rangiranje se vrši sortiranjem alternativa prema vrijednostima mjera QR , QS i Q . Najbolja alternativa je ona za koju je vrijednost mjere najmanja i ona zauzima prvo mjesto na rang listi, alternativa a_j je bolja od alternative a_k ako je $Q_j < Q_k$. Ovako se dobiju tri rang liste. Mjera Q_j je linearna funkcija težine strategije zadovoljenja većine kriterijuma (v), pa je pozicija na listi Q "linearna kombinacija" pozicija na listama QR i QS .

Primjenom metriku Q dobija se rang lista svih razmatranih varijanti, kompromisna lista. Ukoliko donosilac odluke nije unaprijed zadao težine kriterijumskih funkcija (w_i) i težine strategije zadovoljenja većine kriterijuma (v), može se razmatrati početno rješenje bez davanja prednosti pojedinim kriterijumim, uzimajući težine $w_i = 1$, odnosno $v = 0,5$.

Metoda VIKOR predlaže kao višekriterijumski najbolju alteranativu (za date težine w_i) onu koja je na prvoj poziciji na kompromisnoj rang listi za $v=0,5$ i ima "dovoljnu prednost" i "dovoljno čvrstu poziciju" Ukoliko prva alternativa sa kompromisne rang liste ne ispunjava oba uslova, smatra se da nije bolja od

alternative sa druge pozicije. Za "dovoljnu prednost" koristi se razlika između mjera Q_j , prve nad sljedećom alternativom za $v = 0,5$. Za "dovoljnu čvrstu poziciju" kompromisno rješenje treba da ima i prvu poziciju na rang listi QS ili QR.

Donosilac odluke tokom procesa rangiranja može da mijenja težine kriterijuma (w_i) u jednačinama 2 i 3, zavisno od toga koje vrijednosti kriterijumskih funkcija želi da vrednuje sa većom ili manjom značajnošću. Takođe, težina strategije zadovoljenja većine kriterijuma (v) može da utiče na izbor, ukoliko donosilac odluke želi da prednost da zadovoljenju većine kriterijuma, bez obzira što kod nekih od njih može da bude većeg odstupanja i lošeg zadovoljenja, uzeće se vrijednost težine strategije zadovoljenja većine kriterijuma $v > 0,5$. Nasuprot, davanjem vrijednosti $v < 0,5$, donosilac odluke se odlučuje da prednost da strategiji koja bi dala najbolju alternativu, ne dopuštajući veliko nezadovoljenje bilo kog kriterijuma..

Donosilac odluke može da mijenja težine w_i i v , ispitujući na taj način stabilnost pozicije pojedinih alternativa na rang listi. Rezultati primjene metode VIKOR su mjesta alternativa na rang listi i predlog kompromisnog rješenja za date težine.

Zadavanje težine kriterijuma je poseban problem u višekriterijumskoj optimizaciji i predstavlja ulazne vrijednosti za metodu VIKOR. Kompromisno rješenje se određuje rješavanjem sljedećih koraka metode VIKOR:

1. Određivanje idealnog rješenja;
2. Transformacija raznorodnih kriterijumskih funkcija;
3. Zadavanje težine kriterijuma w_i ;
4. Zadavanje težina v ;
5. Određivanje mjera: $S_j, R_j, Q_j, j, \dots, J$;
6. Rangiranje prema vrijednostima S, R, Q i
7. Kompromisno rješenje je ono koje je najbliže idealnom rješenju prema usvojenoj mjeri rastojanja.

Da bi se kriterijumske funkcije korektno odredile, potrebno je prethodno realizovati detaljnu analizu svake kriterijumske funkcije pojedinačno. Najbolje je da se određivanje vrijednosti funkcija prepusti stručnim licima. Tako, za određivanje kriterijumskih funkcija koje se tiču ekologije potrebna je analiza od strane ekologa, za kriterijumske funkcije koje uzimaju u obzir maritimne, nautičke i slične uslove potrebna je analiza od strane nautičara i itd. Može se konstatovati, da je određivanje kriterijumskih funkcija najvažniji pripremni dio u višekriterijumsko rangiranje od čega, u najvećoj mjeri zavise izlazni rezultati. Za određivanje

kriterijumskih funkcija ovog radu, korišćene su urađene studije i projekti. Naravno, potrebno je uraditi dodatne studije, posebno uticaja marina na ekologiju i neophodne projekte.

U tabeli 1 prikazane su vrijednosti kriterijumskih funkcija svih lokacija marina na Crnogorskom primorju.

Tabela 1. Vrijednosti kriterijumskih funkcija

lokacija	ugrož. ekolo. sred. (f1)	očuv. drugih resursa (f2)	ekon. krit. (E) (f3)	naut. uslov (f4)	marit. usl. (f5)	pozi. i dost. (f6)	izvod. proj. (f7)	pg. lok. (f8)
A1. Rt.Kobila	3	4	6467000	4	2	4	2	5
A2. Njivice	3	4	653000	2	2	4	3	4
A3. Meljine	2	3	653000	2	3	4	3	3
A4. Zelenika	2	3	653000	2	3	4	3	3
A5. Kumbor	2	3	7252000	4	3	4	3	3
A6. Kotor	1	2	3987000	3	4	4	4	4
A7. Prčanj	1	3	653000	2	4	4	3	3
A8. Tivat-R.Z.	1	3	20100000	5	4	4	4	3
A9. Boniči-Tivat	1	3	653000	2	4	4	3	3
A10. Bigovo	3	5	6467000	4	2	2	2	2
A11. Budva	2	2	5165000	3	3	4	4	4
A12. Sv.Nikola	3	3	653000	2	3	4	3	3
A13. Buljarica	3	3	3595000	3	1	3	3	2
A14. Bar	3	4	20100000	5	3	3	4	3
A15. Liman	3	3	7645000	4	1	3	3	2
A16. Port Milena.	2	3	653000	2	3	3	3	3
A17. Ada Bojana	2	3	3202000	3	1	3	3	5

U tabeli 2. prikazani su izlazni rezultati višekriterijumske rang liste primjenom mjera S, R i Q , bez davanja prednosti pojedinim kriterijumima. Zadate su iste težine svim kriterijumskim funkcijama ($w_i = 0,125$) i težina strategije zadovoljenja većine kriterijuma od $v = 0,5$.

Tabela 2. Višekriterijumske rang liste za jednake težine

R.L.QR	R.L.Q i Q(J)	R.L.QS
A 5 0.000	A14 0.154	A14 0.000
A14 0.307	A 5 0.176	A 2 0.114
A 2 0.943	A 2 0.529	A 8 0.153
A 8 0.946	A 8 0.549	A11 0.194
A11 0.949	A11 0.571	A 1 0.234
A 1 0.951	A 1 0.593	A12 0.235
A12 0.951	A12 0.593	A 6 0.260
A 6 0.953	A 6 0.606	A 5 0.353
A 4 0.965	A 4 0.705	A 4 0.445
A 3 0.966	A 3 0.715	A 3 0.463
A 7 0.969	A 7 0.740	A 7 0.511
A 9 0.970	A 9 0.752	A 9 0.533
A16 0.979	A16 0.826	A16 0.673
A17 0.979	A17 0.829	A17 0.678
A13 0.994	A13 0.952	A13 0.910
A10 0.996	A10 0.964	A10 0.933
A15 1.000	A15 1.000	A15 1.000

Skup kompromisnih rješenja za donošenje odluke su alternative:

A14. Bar, sa 2.3 % i A5. Kumbor, sa 35.2 % prednosti.

U tabeli 3. prikazani su izlazni rezultati višekriterijumske rang liste u slučaju davanja prednosti kriterijumima f1,f2,f3 i f7.

Tabela 3. Višekriterijumske rang liste sa preferencijom na f1,f2,f3 i f7

R.L.QR	R.L.Q i Q(J)	R.L.QS
A 2 0.000	A 2 0.006	A14 0.000
A 3 0.317	A12 0.249	A 2 0.013
A 4 0.317	A14 0.267	A12 0.181
A 5 0.317	A 4 0.394	A11 0.318
A12 0.317	A 3 0.407	A 8 0.454
A13 0.317	A 5 0.427	A 1 0.471
A16 0.317	A16 0.480	A 4 0.472
A17 0.317	A17 0.532	A 3 0.498
A14 0.535	A13 0.547	A 6 0.506
A11 0.978	A11 0.648	A 5 0.538
A 8 0.982	A 8 0.718	A16 0.643
A 1 0.983	A 1 0.727	A 7 0.661
A 6 0.984	A 6 0.745	A 9 0.691
A 7 0.989	A 7 0.825	A17 0.747
A 9 0.990	A 9 0.841	A13 0.778
A10 0.995	A10 0.927	A10 0.859
A15 1.000	A15 1.000	A15 1.000

Kompromisno rješenje za donošenje odluke je alternativa : A 2. Njivice.

U tabeli broj 4. prikazani su izlazni rezultati višekriterijumske rang liste zadavanjem veće težine kriterijumima f4,f5,f6 i f8.

Tabela 4. Višekriterijumske rang liste sa preferencijom na f4,f5,f6 i f7

R.L.QR	R.L.Q i Q(J)	R.L.QS
A 1 0.000	A 8 0.000	A 8 0.000
A 5 0.000	A14 0.055	A14 0.109
A 6 0.000	A 1 0.061	A 1 0.123
A 8 0.000	A 6 0.068	A 6 0.137
A11 0.000	A11 0.089	A11 0.178
A14 0.000	A 5 0.133	A 5 0.266
A 2 0.958	A 2 0.623	A 2 0.288
A12 0.962	A12 0.659	A12 0.355
A 7 0.966	A 7 0.698	A 7 0.431
A 9 0.967	A 9 0.705	A 9 0.443
A 4 0.969	A 4 0.720	A 4 0.471
A 3 0.969	A 3 0.726	A 3 0.482
A17 0.979	A17 0.809	A17 0.639
A16 0.983	A16 0.849	A16 0.714
A15 0.998	A15 0.985	A15 0.973
A10 0.998	A10 0.986	A10 0.974
A13 1.000	A13 1.000	A13 1.000

Skup kompromisnih rješenja za donošenje odluke su alternative:

A8. Tivat- R. Z. sa 5. 5 % prednosti, A14. Bar sa 0.7 % i A 1. Rt. Kobila sa 0. 7 % prednosti.

Predlog kompromisnog rješenja utvrđuje se analizom rezultata iz tabela 2, 3 i 4. U ovom slučaju treba voditi računa o tipu marina prema kome se one grupišu u servisne, standardne, manje i komercijalni vezovi. Od servisnih marina lokacija A14 (Bar) je bolje rangirana u tabelama 2 i 3 u odnosu na drugu servisnu marinu A8 (Tivat), u tabelu 4 one su bliske i ulaze u skup kompromisnih rješenja. Ovo ukazuje da lokacija Bar ima određenu prednost nad lokacijom Tivat.

Od standardnih marina dobro su rangirane lokacije A5 (Kumbor) i A1 (Rt.Kobila), druge dvije standardne marine A10 (Bigovo) i A15 (Liman) su pri dnu rang liste u sve tri tabele.

Od malih marina bolje su rangirane A11 (Budva) i A6 (Kotor) prema rezultatima iz tabela 2 i 4. Mada, lokacija A11 je bliska sa lokacijama A13 (Buljarica) i A17 (Ada Bojana). Ova analiza pokazuje da određenu prednost ima lokacija Budva.

Od komercijalnih vezova najbolje su rangirane lokacije A2 (Njivice) i A12 (ostrvo Sv.Nikola), zatim slijede lokacije A4 (Zelenika) i A3 (Meljine).

Na osnovu skupova kompromisnih rješenja iz tabela 2, 3 i 4, može se zaključiti da su najbolje lokacije u cijelom skupu: Bar (za servisne marine), Kumbor i Rt.Kobila (za standardne marine) i Njivice (za komercijalne vezove). Ovi rezultati mogu poslužiti donosiocu odluke za utvrđivanje redosleda realizacije marina na pojedinim lokacijama.

5. ZAKLJUČAK

Izgradnja savremeno opremljenih marina mora da bude imperativ za razvoj nautičkog turizma na Crnogorskom primorju, jer ovaj vid turizma donosi izuzetne prihode zajednici. Krajnje je vrijeme da se shvate prednosti nautičkog turizma, u protivnom, nautičari neće posjećivati našu turističku destinaciju. Pristup određivanja mikrolokacije za izgradnju marine mora biti zasnovana na savremenom pristupu u kome se harmonizuju svi ciljevi, koji su dati u obliku kriterijumskih funkcija i tako se dolazi do kompromisnog rješenja. Kompromisno rješenje formirano višekriterijumskom optimizacijom je predlog a konačnu odluku donosi donosilac odluke. Predloženo kompromisno rješenje može biti prihvaćeno ako je

prihvatljivo od većine u procesu odlučivanja i sa dobrim je kriterijumskim funkcijama. Bez obzira na sve okolnosti, takav pristup mora da bude opredjeljenje za budućnost. U protivnom, učešćem privatnog inostranog kapitala na Crnogorskom primorju, možemo doći u haotičnu situaciju da marine gradi ko god hoće i gdje želi.

LITERATURA:

[1] Opricović S.: Višekriterijumska optimizacija sistema u građevinarstvu, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1998.

[2] Zavod za urbanizam i projektovanje Podgorice i Monte CEP, Prostorni plan posebne namjene za Morsko dobro Crne Gore, Podgorica, 2005.

[3] Institut za turizam Zagreb i GTC Montenegro, Ocjena i preporuke o razvoju nautičkog turizma Crne Gore, Tivat, 2005.

[4] DEG, Master plan strategije razvoja turizma u Crnoj Gori do 2020 god., Podgorica, 2005.

MULTICRITERIA ANALYSIS OF MARINAS LOCATION IN MONTENEGRO

by

Sreten TOMOVIC, Ph. D., Civil Engineering graduate
School of Civil Engineering of the State University in Podgorica

Summary

Multicriteria analysis of marinas location in Montenegro is presented. The criterias are defined including ecology, economy, safety, specific and suitable aspect. A procedure of determining criteria weights is presented. The compromise solution is determined applying

method of multicriteria optimization, and final decision is made by the decision maker.

Key words: marinas location, multicriteria optimization, ecology

Redigovano 26.05.2007.