# Određivanje najpovoljnijih biciklističkih ruta za pojedine scenarije metodom višekriterijalne analize

**Vukušić, Dino**

**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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:332251

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-28**



*Repository / Repozitorij:*

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

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# DIPLOMSKI RAD

**Dino Vukušić**

**Split, 2016.**

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

**Dino Vukušić**

# Određivanje najpovoljnijih biciklističkih ruta za pojedine scenarije metodom višekriterijalne analize

**Diplomski rad**

**Split, 2016.**

# Određivanje najpovoljnijih biciklističkih ruta za pojedine scenarije metodom višekriterijalne analize

***Sažetak:***

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

***Ključne riječi:***

Višekriterijalna analiza; GIS; biciklističke rute; kriteriji; rezultat

# Defining the most suitable cycling routes for certain scenarios using the multicriteria analysis

***Abstract:***

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

***Keywords:***

Multicriteria analysis; GIS; cycling routes; ; criteria; result

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Dino Vukušić

BROJ INDEKSA: 514

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

PREDMET: Sustavi odlučivanja u građevinarstvu

# ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

**Tema:** Određivanje najpovoljnijih biciklističkih ruta za pojedine scenarije metodom višekriterijalne analize

Opis zadatka: Zadatak ovog diplomskog rada je da se na temelju prikupljenih podataka i primjenom kriterija u geografsko - informacijskom sustavu (GIS) utvrde potencijalne biciklističke rute za pojedine scenarije na području grada Drniša i NP Krka. Da bi se obuhvatilo što više alternativa, ponudit ćemo 10 alternativnih ruta između kojih će se poznavajući problem, potrebu i svrhu odluke, te kriterije odlučivanja, odabrati najpovoljniju rutu za pojedine scenarije pomoću višekriterijalne analize koristeći programsku podršku Visual PROMETHEE Academic.

U Splitu, 01.04.2016.

Voditelj Diplomskog rada:

Prof.dr.sc. Nenad Mladineo, dipl.ing., dipl.oecc.

Predsjednik Povjerenstva za završne i diplomske ispite:

Prof. dr. sc. Ivica Boko

# Zahvale

Zahvaljujem svom mentoru, prof. dr. sc. Nenadu Mladineu, dipl.ing., dipl.oecc., na ukazanom povjerenju i pruženoj pomoći tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se Ivanu Racetinu, mag. ing. geod. et geoinf., na pruženoj pomoći i savjetima tijekom izvođenja radova u ArcGIS - u.

Zahvaljujem se prijateljici Ivi Jelčić, viši referent za financije, na pruženoj pomoći i podršci tijekom prikupljanja neophodnih georeferenciranih podloga za ArcGIS.

Također se zahvaljujem Ivanu Jurkoviću, mag. ing. geod. et geoinf., na pruženoj pomoći i savjetima tijekom određivanja kriterija za višekriterijalnu analizu.

Od srca zahvaljujem svojoj obitelji na pruženoj potpori tijekom studija.

# SADRŽAJ


**1 UVOD ..... 1**

1.1 Cikloturizam ..... 1

1.1.1 Temeljne odrednice plana razvoja cikloturizma ..... 1

1.1.2 Glavni dionici cikloturizma i njihove funkcije ..... 2

1.1.3 Europa 2020 – Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast ..... 3

1.1.4 Strategija razvoja turizma Republike Hrvatske do 2020. godine ..... 4

1.1.5 Pravilnik o uvjetima projektiranja i izgradnje biciklističke infrastrukture ..... 5

1.2 Sadašnje stanje razvijenosti cikloturizma i razine uređenosti biciklističkih staza u RH ..... 7

1.2.1 Ponuda ..... 7

1.2.2 Potražnja ..... 8

1.2.3 Prednosti ..... 10

1.2.4 Nedostaci ..... 11

1.2.5 Prilike ..... 12

1.2.6 Prijetnje ..... 13

1.3 O Drnišu i okolici ..... 14

**2 CILJNA ANALIZA ..... 25**

2.1 Definiranje ciljeva ..... 25

2.2 Hijerarhijska struktura ciljeva ..... 25

2.2.1 Skupina podciljeva – Društvena korist ..... 25

2.2.2 Skupina podciljeva – Funkcionalnost ..... 26

2.2.3 Skupina podciljeva – Ekonomska isplativost ..... 26

2.2.4 Skupina podciljeva – Minimalno ugrožavanje prostornog integriteta ..... 26

**3 RAČUNALNA PODRŠKA ..... 27**

3.1 GIS ..... 27

3.2 ArcGIS Online ..... 29

**4 PROBLEM I KRITERIJI ..... 30**

4.1 Općenito o problemu ..... 30

4.1.1 Postavljanje ciljeva ..... 31

4.1.2 Određivanje kriterija ..... 31

4.1.3 Standardizacija kriterija ..... 31

4.1.4 Dodjeljivanje težine kriterija ..... 32

4.1.5 Dodjeljivanje tipa preferencije ..... 32

4.2 Prikaz varijanti rješenja ..... 32

4.2.1 Ruta 1 ..... 33

4.2.2 Ruta 2 ..... 33

4.2.3 Ruta 3 ..... 34

4.2.4 Ruta 4 ..... 34

4.2.5 Ruta 5 ..... 35
4.2.6 Ruta 6 ..... 35
4.2.7 Ruta 7 ..... 36
4.2.8 Ruta 8 ..... 36
4.2.9 Ruta 9 ..... 37
4.2.10 Ruta 10 ..... 37
4.3 Kriteriji ..... 38
**5 VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMA ..... 47**
5.1 Karakteristike višekriterijalne analize ..... 47
5.2 Karakteristike modela višekriterijalne analize ..... 48
5.3 Metodologija rada ..... 49
5.4 Programska podrška ..... 50
5.5 Višekriterijalna analiza metodom PROMETHEE ..... 50
**6 METODA RANGIRANJA PROBLEMA ..... 53**
6.1 Metoda PROMETHEE ..... 53
6.1.1 Obuhvat kriterija ..... 53
6.1.2 Procijenjena relacija „višeg ranga“ ..... 57
6.1.3 Korištenje relacije „višeg ranga“ ..... 58
6.2 Metoda GAIA ..... 59
**7 SCENARIJI, TEŽINE I PROGRAMSKA RJEŠENJA ..... 62**
7.1 Scenariji i težine ..... 62
7.2 Rezultati analiziranog problema ..... 64
7.2.1 Preferance flows ..... 64
7.2.2 The PROMETHEE rankings ..... 67
7.2.3 The GAIA plane ..... 73
7.2.4 Walking weights ..... 75
**8 ZAKLJUČAK ..... 78**
**9 LITERATURA ..... 80**

# 1 UVOD

## 1.1 Cikloturizam

### 1.1.1 Temeljne odrednice plana razvoja cikloturizma

U svijetu rastući trend, cikloturizam posljednjih desetak godina polako postaje sve značajnija turistička grana i u Hrvatskoj, posebice u njenom kontinentalnom dijelu. Oblik je to turizma koji bilježi najveću stopu rasta u nama tradicionalno najvjernijim tržištima – Njemačkom i Austrijskom, no i ostatak Europe sve više se okreće aktivnom odmoru na biciklu koji uz malo utrošenog novca pruža zdraviji i ekološki način zabave.

Najbolji je to način da se istraži kulturna i povijesna baština nekog kraja, uživa u njegovim prirodnim i gastronomskim bogatstvima, a taj su potencijal prepoznale i lokalne zajednice koje se trude što bolje povezati sve navedeno te ljubiteljima cikloturizma na terenu osigurati dobro umrežene i označene rute sa smještajnim kapacitetima koji pružaju prijeko potreban odmor nakon cjelodnevne aktivnosti.




Slika 1. Cikloturizam

Osim što Hrvatska po infrastrukturi namijenjenoj biciklistima zaostaje za većinom zemalja u konkurentskom okruženju, probleme predstavljaju i nedostatna smještajno - ugostiteljska ponuda za cikloturiste, slaba prateća infrastruktura te neopremljenost turističkih atrakcija. To ima za posljedicu razmjerno mali broj cikloturista koji dolaze u našu zemlju usprkos izuzetnoj atraktivnosti i raznolikosti hrvatskih krajolika i pogodnosti terena za kretanje biciklima. Stoga ovaj turistički proizvod, osim donekle u Istri, još uvijek nije dovoljno valoriziran, komercijaliziran niti promoviran.

### 1.1.2 Glavni dionici cikloturizma i njihove funkcije

Tablica 1. Shematski prikaz glavnih dionika cikloturizma

| | |
|---|---|
| Ministarstva | • **Ministarstvo turizma**<br>• **Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture**<br>• Ministarstvo unutarnjih poslova<br>• Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova EU |
| Javna poduzeća i agencije | • **Hrvatske ceste**; Hrvatske željeznice; Agencija za obalni promet<br>• Hrvatske vode; Hrvatske šume<br>• **Regionalne razvojne agencije**, DUUDI |
| Biciklističke udruge | • **Nacionalne udruge:** Pedala, Mojbicikl, HBS, Velo, Sindikat biciklista<br>• Regionalne i lokalne udruge (Zagreb, Split, Osijek, Istra, Međimurje) |
| Sustav TZ i turističke agencije | • Hrvatska turistička zajednica<br>• **TZ županija** i važnijih gradova (Zagreb, Koprivnica, Osijek, Pula, Šibenik)<br>• Turističke agencije koje se bave cikloturizmom (DMK) |
| Ostali dionici | • **HGSS**, Hrvatska gospodarska komora, Hrvatski lovački savez,<br>• sustav regionalne i lokalne samouprave (gradovi i općine)<br>• gospodarski subjekti vezani uz cikloturizam (servisi, rent-a-bike) |

Tablica 2. Funkcije glavnih dionika cikloturizma

| | |
|---|---|
| **Ministarstvo turizma** | • **Koordinator i nositelj Akcijskog plana razvoja cikloturizma** |
| **Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture** | • Planiranje izgradnje nacionalne mreže biciklističkih ruta i donošenje zakona koji se odnose na cikloturizam |
| **Hrvatske ceste** | • Nositelj izgradnje nacionalne mreže biciklističkih ruta |
| **Hrvatske vode** | • Izgradnja biciklističkih staza na nasipima za obranu od poplava |
| **Regionalne razvojne agencije** | • Realizacija sredstava fondova EU za razvoj cikloturizma |
| **Biciklističke udruge** | • Planiranje, kreiranje i provjera kvalitete biciklističkih ruta, vođenje informacijske baze o rutama, podrška u izradi cikloturističkih karata |
| **Sustav turističkih zajednica** | • Organizacija cikloturističkih aktivnosti u destinacijama, promidžba cikloturizma na svim razinama, poticanje razvoja cikloturizma |
| **Turističke agencije (DMK)** | • Organizacija cikloturističkih tura i promidžba cikloturizma |
| **Gospodarski subjekti vezani uz cikloturizam** | • Prihvat cikloturista u destinacijama (smještaj, usluge, servisi) |

### 1.1.3 Europa 2020 – Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast

Imajući u vidu razvojna načela Europske unije do 2020. godine, može se zaključiti da će inicijative usmjerene na razvoj turističke ponude koja je ekološki i ekonomski održiva, koja se temelji na zdravom i aktivnom načinu života te koja omogućuje podizanje razine životnog standarda lokalne zajednice imati prioritet kada je riječ o razvoju turizma na području zemalja članica EU-a. Sukladno tome, može se zaključiti da je razvoj cikloturizma usklađen s glavnim razvojnim ciljevima Europske unije. Takva ocjena temelji se na glavnim obilježjima cikloturizma, odnosno činjenicama da:

(1) cikloturizam predstavlja oblik turizma koji se dominantno odvija u visokovrijednom, ekološki očuvanom i privlačnom prirodnom krajoliku;

(2) cikloturizam predstavlja turističku aktivnost koja je u prostornom smislu minimalno invazivna, jer najčešće ne rezultira velikim i nepopravljivim intervencijama u prostoru;

(3) razvojem cikloturističkih ruta se mogu na ekološki i cjenovno prihvatljiv način povezati europske regije i tako povećati teritorijalna kohezija među zemljama članicama EU-a;

(4) korištenje bicikala može unaprijediti opće zdravstveno stanje stanovnika; te

(5) razvojem cikloturizma može se podići kvaliteta boravka turista u destinaciji i razina životnog standarda lokalnog stanovništva.




Slika 2. Europska mreža biciklističkih ruta EUROVELO
*Izvor: http://www.eurovelo.com/en/eurovelos*

U prilog ovakvoj ocjeni govori sve veći broj projekata koji se financiraju iz EU fondova kojima je cilj razvoj cikloturizma ili drugih turističkih proizvoda ili koji su po svojim obilježjima komplementarni cikloturizmu.

### 1.1.4 Strategija razvoja turizma Republike Hrvatske do 2020. godine

Strategiji razvoja turizma se uz konstataciju da je cikloturizam prepoznat kao jedan od proizvoda s najvećom perspektivom razvoja navodi i da je on kao turistički proizvod nedovoljno tržišno valoriziran usprkos činjenici da je za razmjerno veliki broj turista na našim najvažnijim emitivnim tržištima vožnja biciklom važan faktor prilikom odluka o odabiru destinacije za odmor. Cikloturizam je ocijenjen i kao oblik aktivnosti od osobitog značaja te jedan od najspremnijih turističkih proizvoda za razvoj turistički slabo razvijenog kontinentalnog dijela Hrvatske.

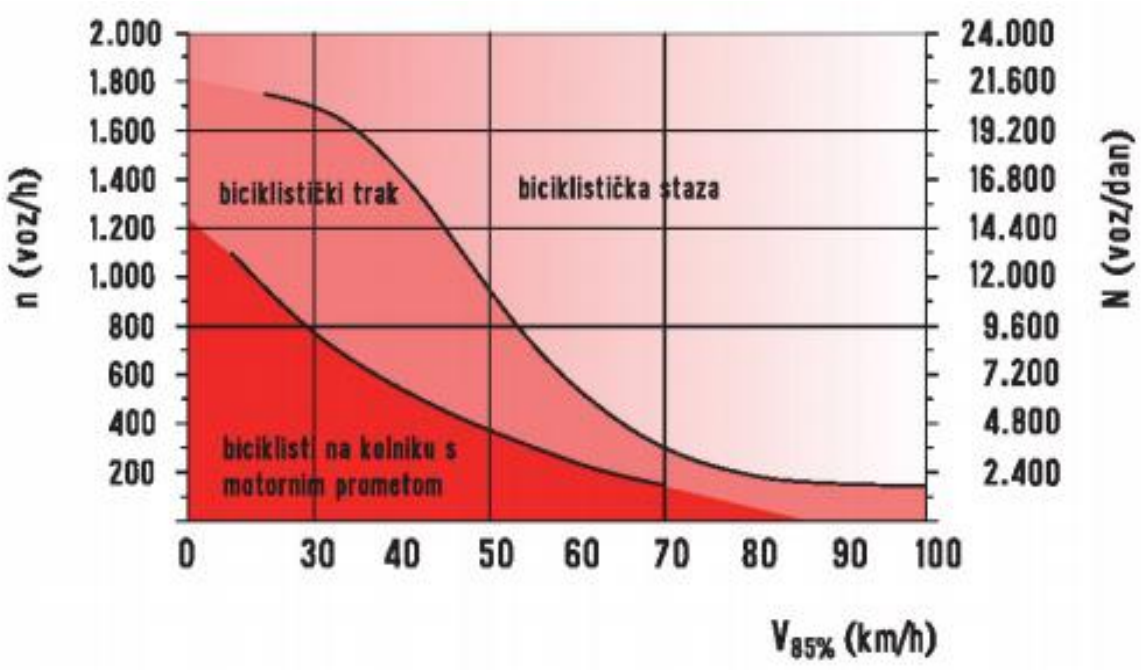
Mjera 18 Strategije predviđa izradu „Programa razvoja cikloturizma“ sa ciljem „poticanja bržeg razvoja glavnih i ‘kapilarnih’ mreža biciklističkih ruta u svim dijelovima Hrvatske, posebice kroz osposobljavanje manje prometnih lokalnih cesta i putova, riječnih nasipa i napuštenih pruga te njihovo tematiziranje i označavanje“.

Navode se i pojedini konkretni prioriteti po pitanju uređenja biciklističkih ruta, i to:

- povezivanje važnijih urbanih središta primorske Hrvatske i turističkih rivijera s okolicom;
- glavni otoci i poluotok Pelješac;
- Dalmatinsko zaleđe (Ravni kotari - Vransko jezero, područje **NP Krka - Drniš -** Knin, područje Vrlika - Sinj – Imotski);
- Gorski kotar i Lika, posebno okolica NP Plitvička jezera;
- povezivanje većih kontinentalnih urbanih središta s okolicom;
- područja uz velike rijeke; i
- područja uz termalna središta i glavna vinogorja.

### 1.1.5 Pravilnik o uvjetima projektiranja i izgradnje biciklističke infrastrukture

Ovaj najrecentniji dokument vezan uz biciklističku infrastrukturu izrađen u travnju 2014. godine ima osobito veliku ulogu za budućnost biciklizma u Hrvatskoj, jer sadrži precizno razrađene normative o tome kako bi trebale izgledati biciklističke trake i staze te u kojim slučajevima se propisuje njihova izgradnja. Posebno je važno propisivanje izbora vrste biciklističke prometne površine, a koji se vrši se na osnovu brzine kretanja motornih vozila V85% i broja voz/h, prema prikazu na slici 3.




Slika 3. Izbor vrste biciklističke prometne površine s obzirom na intenzitet i brzinu 85-postotnog motornog prometa

*Izvor: Prijedlog Pravilnika o uvjetima za projektiranje i izgradnju biciklističke infrastrukture na cestama, Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, Zagreb, studeni 2014*

U javnom poduzeću „Hrvatske ceste“ kao potencijalnom ključnom subjektu realizacije planova izgradnje nove cikloturističke infrastrukture je izrađen i popratni pojmovnik koji precizno razgraničuje pojmove biciklističke rute, trake, staze, ceste i puta.



Slika 4. Biciklistička traka na kolniku



Slika 5. Biciklistička traka odvojena od kolnika



Slika 6. Biciklistička cesta



Slika 7. Biciklistički put

Biciklistička ruta ili pravac je smjer pružanja biciklističke prometnice koja povezuje određena mjesta ili točke u prostoru, obilježena putokazima, a može biti izgrađena u obliku biciklističke staze, trake, ceste ili puta.

Biciklistička traka na kolniku je dio kolnika namijenjen za promet bicikala koji se prostire uzduž kolnika obilježen uzdužnom crtom na kolniku i propisanim prometnim znakom.

Biciklistička staza odvojena od kolnika je izgrađena prometna površina namijenjena prometu bicikala odvojena od kolnika i obilježena horizontalnim oznakama i propisanim prometnim znakovima.

Biciklistička cesta je prometna površina sa suvremenim kolničkim zastorom namijenjena za promet bicikala koja se proteže izvan koridora ceste, obilježena horizontalnim oznakama i propisanim prometnim znakom.

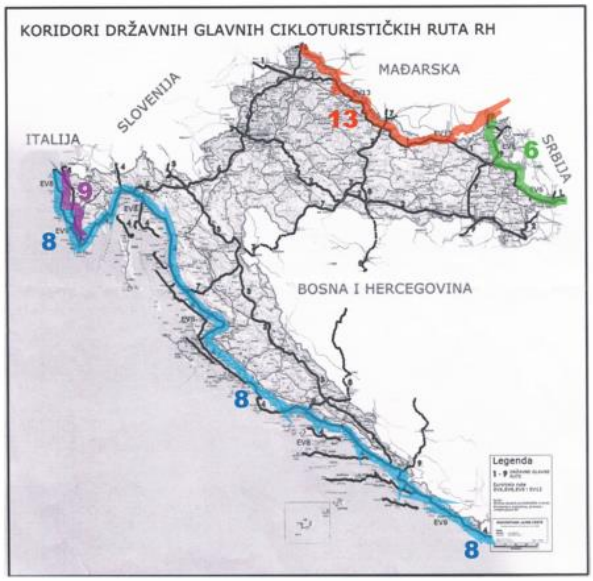
Biciklistički put je prometna površina za promet bicikala bez suvremenog kolničkog zastora izvan koridora ceste obilježena propisanim prometnim znakom.

## 1.2 Sadašnje stanje razvijenosti cikloturizma i razine uređenosti biciklističkih staza u RH

Kao glavne odlike sadašnjeg stanja razvijenosti cikloturističke ponude u Hrvatskoj ističu se veliki izbor atraktivnih ruta, ali i njihovo loše stanje po pitanju uređenosti i označavanja. Prema podacima biciklističkih udruga u Hrvatskoj ima čak oko 13.000 kilometara ruta, s time da se kao zona veće koncentracije ruta i kao najznačajnije cikloturističko odredište posebno ističe Istra, a veću važnost imaju i okolica Zagreba, Sjeverozapadna Hrvatska (posebno Međimurje) i Istočna Hrvatska (osobito Hrvatsko Podunavlje).

### 1.2.1 Ponuda

Postojanje biciklističkih staza, iako jedan od najvažnijih preduvjeta za razvoj odgovarajućih aktivnosti, samo za sebe još nije dovoljno za uspjeh u promociji te vrste turizma. Da bi turisti-biciklisti mogli bez većih poteškoća realizirati svoje biciklističke ture, potrebno je razviti i odgovarajuću prateću infrastrukturu i usluge. Tu prije svega spadaju mogućnosti za iznajmljivanje, servisiranje i popravak bicikla, prenoćišta prilagođena potrebama biciklista, mogućnosti za prijevoz bicikla sredstvima javnog prijevoza, odmarališta i skloništa od lošeg vremena na udaljenijim mjestima od naselja, oznake za turističke zanimljivosti koje leže izvan same biciklističke staze i drugo.




Slika 8. Koridori glavnih državnih cikloturističkih ruta RH

*Izvor: http://www.mint.hr/*

Smještajni, ugostiteljski i servisni sadržaji namijenjeni cikloturistima su razmjerno slabo razvijeni, posebno u kontinentalnom dijelu Hrvatske, gdje ima dosta područja s vrlo ograničenim mogućnostima smještaja te skromnom ili nikakvom ugostiteljskom i servisnom ponudom. Ipak, najveći broj smještajnih objekata, posebice u priobalju, može primiti cikloturiste, a stalno se povećava i broj objekata koji za nižu naknadu ili besplatno nude i vlastite bicikle.

Veoma važan segment biciklističke infrastrukture čini signalizacija uz biciklističku stazu. Danas se sve više teži normiranju te signalizacije, ali neosporna je i činjenica da te table predstavljaju posebno pregnantan simbol regionalnog imidža baš po svojoj različitosti, te kao takve mogu biti vrlo poželjne.




Slika 9. Tabla biciklističke staze Drniš – NP Krka

Ovdje treba spomenuti još i važnost tzv. semi-turističke infrastrukture, kao što su trgovine, pošta, bankomat, policija, zdravstvena služba i sl., čiji indirektan utjecaj na organizaciju svakog, pa i biciklističkog turizma, često biva zanemarivan. Lako se događa da zbog loše semi-turističke infrastrukture turisti ponesu loše utiske sa jedne inače lijepe destinacije.

### 1.2.2 Potražnja

Obujam cikloturističke potražnje u Hrvatskoj vrlo je teško utvrditi zbog toga što se određeni podaci mogu skupiti samo za organizirane grupe cikloturista i biciklista na sportskim pripremama, koji zauzimaju samo mali dio sveukupne cikloturističke potražnje. Tako uopće nema podataka o broju turista koji u destinaciji koriste vlastite bicikle dopremljene motornim vozilom pa niti o broju turista koji koriste usluge rent-a-bike. Stoga je u svrhu planiranja budućih akcija vezanih za cikloturizam nužno poduzimanje anketnih istraživanja i mjerenja prometa biciklista na turistički zanimljivijim rutama radi utvrđivanja stvarnog obujma cikloturističke potražnje. Usprkos nedostatku pouzdanih brojčanih pokazatelja, zbog utvrđenih prednosti Hrvatske kao nove članice Europske unije s mnoštvom krajolika privlačnim za biciklizam, očekuje se stalni rast interesa kako za cikloturizam u užem smislu, tako i za korištenje bicikala kao jednog od oblika rekreacije tijekom provođenja odmora. Na temelju nalaza iz Strategije razvoja turizma RH do 2020. godine modificiranih aktualnim saznanjima mogu se generalno detektirati potencijalna ciljna tržišta kako je prikazano u tablici 3.

Tablica 3. Segmentacija glavnih ciljnih tržišta cikloturista u Hrvatskoj

| Ciljno tržište | | Geografska pripadnost | Opis | Proizvodi |
|---|---|---|---|---|
| Biciklisti rekreativci | Povremeni cikloturisti | · Hrvatska<br>· Mađarska<br>· Slovenija<br>· BiH | Predstavljaju veći potrošački segment, preferiraju fizički manje zahtjevne rute, imaju unaprijed planiran i organiziran itinerer, traže udoban smještaj. Većinom srednje i zrelije dobi (35 - 60 godina), dolaze vlastitim biciklom, a koriste i „bike-sharing" sustav. Često putuju u grupama ili cijele obitelji. | · Manje zahtjevne ciklo ture<br>· Vožnja kroz očuvanu prirodu<br>· „Bike-sharing" sustav<br>· Kulturne i prirodne atrakcije<br>· Tematske manifestacije |
| | Cikloturisti na kratke udaljenosti | · Hrvatska<br>· Mađarska<br>· Slovenija<br>· BiH<br>· Austrija | | |
| Pasionirani biciklisti | Cikloturisti na duge staze | · Hrvatska<br>· Zemlje Srednje Europe | Najčešće nemaju razrađen plan putovanja, traže jednostavan i cjenovno prihvatljiv smještaj te su većinom mlađe životne dobi, od 20 do ranih tridesetih godina. Zanima ih izazov i zahtjevnije biciklističke staze. Dolaze vlastitim biciklom. | · Duže, zahtjevnije staze<br>· Vožnja kroz očuvanu prirodu<br>· Kulturne i prirodne atrakcije<br>· Međunarodna i nacionalna biciklistička natjecanja |
| | Sportski biciklisti | · Hrvatska<br>· Zemlje Srednje i Zapadne Europe | | |

U skladu s ovako opisanim tržišnim segmentima mogu se izdvojiti i posebne skupine biciklista u Hrvatskoj ovisno o njihovim interesima, iz čega onda proizlaze i prioriteti po pitanju uređenja infrastrukture.

1) Povremeni cikloturisti, u koje spadaju i dnevni izletnici i rekreativci iz Hrvatske, preferiraju razmjerno kraće biciklističke rute u blizini svog ishodišta - smještajnog objekta za turiste, a mjesta stanovanja za domaću populaciju. Pri tom im je važno da su rute atraktivne i s malo automobilskog prometa, a ponuda dodatnih usluga ima manju ulogu.

2) Cikloturisti na kraće udaljenosti uključuju osobe koje za ishodišta cikloturističkih putovanja ne uzimaju uvijek mjesto boravka, nego neku drugu lokaciju do koje prevoze bicikle ili ih iznajmljuju na licu mjesta izravno ili korištenjem „bike sharing" sustava. Ovoj skupini atraktivnost ruta je još važnija nego prethodnoj skupini, a bitno im je i postojanje kvalitetnih ugostiteljskih i servisnih sadržaja u prostoru.

3) Za cikloturiste na duge staze ključno je postojanje dugih (najmanje 100 kilometara) dobro uređenih i atraktivnih ruta, a bitna im je i ponuda smještaja prilagođenom cikloturistima, kao i ponuda kvalitetnih ugostiteljskih i servisnih sadržaja na ruti.

4) Za sportske bicikliste bitni su slični elementi kao i za cikloturiste na duge staze, ali za njih dodatnu važnost imaju i intenzitet automobilskog prometa te povoljni klimatski uvjeti, osobito izvan ljetne sezone. Još veću važnost za ovu skupinu ima kvaliteta smještajne ponude i njena prilagođenost cikloturistima, s time da je s obzirom na činjenicu da se radi o grupama nužno postojanje većih hotela.

### 1.2.3 Prednosti

Tablica 4. Prednosti

| Varijabla | Snage |
|---|---|
| Prostor i atrakcijska osnova | Raznolikost prirode i krajolika na malom prostoru, posebice očuvanih ruralnih prostora s tradicionalnom arhitekturom |
| | Mnoštvo područja osobito atraktivnih za biciklizam<br>Ugodna klima u većem dijelu godine, osobito u proljeće i jesen<br>Visoka razina očuvanosti prirodne osnove |
| | Bogata i raznolika kulturno-povijesna baština s mnoštvom lokaliteta pod zaštitom UNESCO-a |
| Promet i infrastruktura | Povoljan prometni položaj u odnosu na velika potencijalna tržišta |
| | Odlična opća prometna dostupnost zahvaljujući razvijenoj mreži autocesta i međunarodnih zračnih luka |
| | Velik broj lokalnih cesta s niskim intenzitetom prometa |
| | Mnoštvo označenih atraktivnih biciklističkih ruta |
| Institucionalno okruženje | Pripadnost Hrvatske Europske uniji od 2013. godine |
| | Raspoloživost sredstava iz EU fondova za projekte vezane uz cikloturizam |
| | Umreženost u važne međunarodne biciklističke rute (EuroVelo) |
| | Uspostavljena osnovna zakonska regulativa vezana uz cikloturizam |
| | Visoka razina osobne sigurnosti |
| Ljudski potencijali i tehnološka razvijenost | Opća podrška javnog sektora u razvoju cikloturizma |
| | Tradicija biciklizma u sjeverozapadnoj Hrvatskoj |
| | Gostoljubivost stanovništva, posebice u ruralnim područjima |
| Upravljanje turizmom u destinaciji i marketing | Sustav turističkih zajednica i destinacijske menadžment kompanije su sklone realizaciji cikloturističkih projekata |
| | Komplementarnost s ostalim oblicima turizma u prostoru |
| | Razvijena smještajna i ugostiteljska ponuda u primorskom dijelu Hrvatske |

### 1.2.4 Nedostaci

Tablica 5. Slabosti

| Varijabla | Slabosti |
|---|---|
| Prostor i atrakcijska osnova | Vizualna narušenost krajolika neprimjerenom izgradnjom, osobito u primorskom prostoru |
| | Niska razina uređenosti i obilježenosti turističkih atrakcija |
| | Mali broj infrastrukturno opremljenih turističkih područja |
| Promet i infrastuktura | Vrlo mali broj posebno uređenih biciklističkih staza i traka |
| | Neprimjereno trasiranje znatnog broja cikloturističkih ruta |
| | Nepovezanost ruta zbog nepostojanja nacionalne mreže ruta |
| | Niska kvaliteta biciklističke mreže u gradovima i drugim naseljima s izuzetkom sjevernog dijela Hrvatske |
| | Niska razina sigurnosti u cestovnom prometu i prometne kulture |
| | Slabe mogućnosti prijevoza bicikala željeznicom te pogotovo autobusima i brodovima |
| | Slaba i neujednačena prometna i turistička signalizacija |
| Institucionalno okruženje | Postojeća regulativa vezana uz sigurnost prometa |
| | U strateškim dokumentima vezanim uz promet biciklizam ima marginalnu ulogu |
| | Nepovoljna poduzetnička klima |
| | Nepostojanje biciklističke koordinacije na nacionalnoj razini |
| Ljudski potencijali i tehnološka razvijenost | Nedostatak stručnih znanja kod subjekata koji se bave cikloturizmom |
| | Niska razina suradnje među dionicima turističkog razvoja |
| | Niska razina informacija za cikloturiste |
| | Nedovoljan broj kvalitetnih i pouzdanih kartografskih podloga |
| Upravljanje turizmom u destinaciji i marketing | Slaba smještajna i ugostiteljska ponuda namijenjena cikloturistima u kontinentalnom dijelu zemlje |
| | Ograničenost smještajne i ugostiteljske ponude izvan ljetne sezone |
| | Ponuda pratećih usluga namijenjenih cikloturistima |
| | Nedovoljna promocija i prepoznatljivost Hrvatske kao cikloturističke destinacije |

### 1.2.5 Prilike

Tablica 6. Prilike

| Varijabla | Mogućnosti |
|---|---|
| Prostor i atrakcijska osnova | Status Hrvatske kao neotkrivene turističke destinacije, posebice njenog kontinentalnog dijela |
| | Hrvatska u Europskoj uniji ima najveći udio površina zaštićenih u okviru programa NATURA 2000 |
| | Razvoj posebnih cikloturističkih "oaza" (Unutrašnjost Istre, Gorski kotar, Pokuplje, Kordun i Banovina, Sjeverna Dalmacija, otoci) |
| Promet i infrastuktura | Uređenje EuroVelo ruta i nacionalne mreže ruta |
| | Dizanje kvalitete cikloturističke infrastrukture u većim gradovima i njihovoj okolici |
| | Širenje bike-share sustava na veće gradove i glavna turistička središta |
| | Mogućnosti korištenja fondova Europske unije za razne oblike uređenja cikloturističke infrastrukture |
| | Dizanje kvalitete cikloturističke infrastrukture zahvaljujući primjeni novih zakonskih propisa |
| Institucionalno okruženje | Strategija turizma RH do 2020. godine ističe cikloturizam kao jedan od ključnih proizvoda |
| | Ukidanje granične kontrole prema Sloveniji i Mađarskoj uslijed ulaska u Schengenski režim kretanja |
| | Olakšanje kretanja prema Bosni i Hercegovini, Srbiji i Crnoj Gori tijekom njihovog procesa približavanja ulasku u Europsku uniju |
| | Usklađivanje zakonske regulative vezane uz biciklizam s regulativom Europske unije |
| Ljudski potencijali i tehnološka razvijenost | Dizanje razine stručnih znanja zbog rasta važnosti cikloturizma |
| | Korištenje novih tehnologija, posebice u domeni informiranja i kartografije |
| | Veća integracija u korištenju bicikala i javnog prijevoza |
| | Dizanje ekološke svijesti i s time povezano poticanje korištenja bicikala |
| Upravljanje turizmom u destinaciji i marketing | Preorijentacija sa sezonskog na cjelogodišnje turističko poslovanje |
| | Snažniji razvoj turizma na kontinentu i turističkih proizvoda komplementarnih cikloturizmu |
| | Razvoj ponude pratećih sadržaja i aktivnosti za cikloturiste |
| | Bolje korištenje potencijala Hrvatske za sportske pripreme biciklista |
| | Poticaji djelovanju destinacijskih menadžment kompanija i poduzetnika u domeni cikloturizma |

### 1.2.6 Prijetnje

Tablica 7. Prijetnje

| Varijabla | Opasnosti |
|---|---|
| **Prostor i atrakcijska osnova** | Nastavak degradacije prirodnog okoliša neprimjerenom izgradnjom |
| | Nedostatak sredstava za zaštitu prirodne i kulturne baštine |
| **Promet i infrastuktura** | Porast automobilskog prometa i s time povezano onečišćenje zraka |
| | Nedostatak sredstava za financiranje prometne infrastrukture |
| | Nastavak ukidanja nerentabilnih željezničkih pruga i smanjenje broja putovanja željeznicom |
| | Otežani razvoj cikloturizma na otocima zbog nemogućnosti korištenja katamarana za prijevoz bicikala i visokih cijena trajektnog prijevoza |
| | Porast broja prometnih nesreća u kojima sudjeluju biciklisti |
| **Institucionalno okruženje** | Otežana izgradnja cikloturističke infrastrukture uslijed neadekvatne zakonske regulative i imovinsko-pravnih problema |
| | Neadekvatno rješavanje problema s drugim korisnicima prostora |
| | Neprilagođenost fiskalne i regulatorne politike zahtjevima razvoja cikloturizma |
| | Nedovoljno privlačenje sredstava iz fondova Europske unije |
| **Ljudski potencijali i tehnološka razvijenost** | Nedostatak kvalitetne radne snage uslijed pada broja stanovnika u ruralnim prostorima i odljeva obrazovanog kadra u inozemstvo |
| | Konflikti javnog i privatnog interesa |
| | Nerazvijena kultura partnerstva i suradnje |
| **Upravljanje turizmom u destinaciji i marketing** | Smanjene mogućnosti djelovanja malih kontinentalnih turističkih zajednica |
| | Ograničena sredstva za promotivne aktivnosti |
| | Konkurencija iz zemalja u okruženju |
| | Nedovoljna suradnja između lokalnih zajednica i županija na razvoju cikloturizma |
| | Olakšano djelovanje inozemnih agencija vezano uz pripadnost Hrvatske Europskoj uniji |

## 1.3 O Drnišu i okolici

Grad Drniš je grad u Hrvatskoj, u Šibensko – Kninskoj županiji. Nastao je kao utvrda za vrijeme prodora Turaka. U fizičkom smislu sastoji se od nekoliko mikroregija, različitih po svojim specifičnostima, od kojih bi se mogle izdvojiti: sam grad Drniš, Miljevački plato, nekadašnji rudarski kraj od Siverića, Tepljuha, Velušića do Trbounja (smješten u podnožju petropoljski kraj) zatim petropoljski kraj te jugozapadni dio (od Žitnića, Pakova Sela do Pokrovnika i Radonića). Pod Grad Drniš spadaju: Badanj, Biočić, Bogatić, Brištane, Drinovci, Drniš (centar), Kadina Glavica, Kanjane, Kaočine, Karalić, Ključ, Kričke, Lišnjak, Miočić, Nos Kalik, Pakovo Selo, Parčić, Pokrovnik, Radonić, Sedramić, Siverić, Širitovci, Štikovo, Tepljuh, Trbounje, Velušić i Žitnić. Cestovno je udaljen 33 km sjeveroistočno od Šibenika i 68 km sjeverozapadno od Splita. Nalazi se na križanju državnih cesta D56 i D33. Drniš i šire područje lako su dostupni zbog jako dobrih cestovnih i željezničkih veza sa svim dijelovima Hrvatske. Kroz grad teče rijeka Čikola.




Slika 10. Lokacija Drniša (karta Hrvatske)

**Površina:** 355 km²

**Broj stanovnika:** 3 144

**Klima:** raznolika i promjenjiva submediteranska klima

**Položaj:** 16,9 stupnjeva istočne zemljopisne dužine i 43,51 stupanj sjeverne zemljopisne širine

**Cestovne udaljenosti:**

Drniš – Split 68 km

Drniš - Zagreb 359 km

Drniš - Rijeka 362 km

Drniš - Osijek 637 km

Drniš - Šibenik 33 km



Slika 11. Čikolski most

**Promina – Miljevci**

Prominsko – Miljevačka regija je uglavnom ravničarska, sa izuzetkom uz planinu Prominu i u kanjonu Krke. U Prominskom kraju je 11 naselja, a na Miljevačkom platou 8. Upravo na Miljevačkom platou je postavljena naša biciklistička staza koja se između ostaloga spaja i na planinarski put koji vodi prema Promini. Promina je duga desetak kilometara, otočnog morskog tipa. Najviši vrh je Čavonovka na 1148m. Specifična po tome što je jedina planina u Dalmaciji bogata rudama ugljenom i boksitom. Prominske stijene, iako pripadaju dinarskom vapnenačkom gorju, su posebne građe i sastava. Lapor, glina, pješčenjaci i vapnenci se slojevito izmjenjuju i u geološkoj literaturi su poznati kao „prominske naslage“. Druga specifičnost je da je ovaj prostor u davnoj prošlosti bio prekriven morem pa je zbog toga vrlo bogata paleontološkim biljnim i životinjskim ostacima i okaminama.



Slika 12. Miljevački plato sa Prominom u pozadini

**Petrovo polje**

Kroz Petrovo polje protječe rijeka Čikola, a okruženo je planinama Moseć, Promina i Svilaja. Zbog svojeg povoljnog položaja i prirodnih pogodnosti za ljudski život, Petrovo polje je nastavano od pradavnih vremena. Na ovim prostorima pronađeni su razni antički povijesni izvori i epigrafski spomenici. Kroz petrovo polje prolazila je važna magistralna cesta rimske provincije Dalmacije, koja je bila najkraća i najfunkcionalnija veza Salone, administrativnog i kulturnog središta ove provincije, s Panonijom. Od spomenika se ističu lokalne crkve i mauzolej Ivana Meštrovića u naselju Otavice.



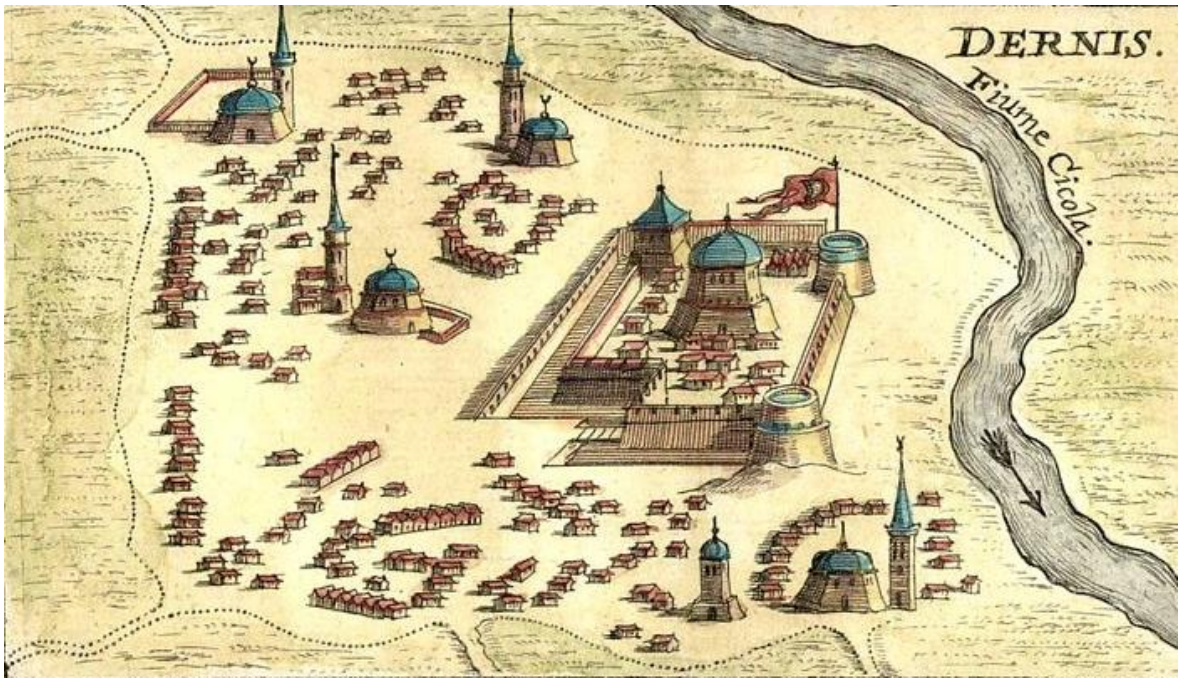
Slika 13. Petrovo Polje



Slika 14. Mauzolej Ivana Meštrovića

**Dernis**

Prvi pisani spomen Drniša potječe iz 15. stoljeća. Drniš se pojavljuje u spisu jednog šibenskog notara gdje stoji prodaja jednoga vrta iz drniškog predgrađa (sub urbum Dernis). Podrijetlo imena Dernis se tumačilo kao „vrata u polju“ (na perzijskom jeziku). Također postoji mišljenje da se Drniš prvi puta spominjao pod imenom Ključić (po kuli u blizini Drniša) 1340.godine. 1415.godine započinje prodiranje Turaka u Dalmaciju, a 1522.godine kao posljedica kontinuiranih pljački i paleža, Drniš i susjedni gradovi padaju pod tursku vlast. Od 1528. godine uspostavlja se stalna sudska ispostava – nahija u Drnišu.




Slika 15. Dernis (Drniš)

**Drniš pod Turcima**

Turci su za sobom ostavili brojne kulturno povijesne znamenitosti. Jedna od njih je i spomenik kulture, utvrda Gradina, koja se nalazi nad Petrovim poljem na 334 m nadmorske visine. Na mjestu utvrde pronađeni su brojni ostaci koji datiraju još od prapovijesti, međutim utvrda potpuno gubi na važnosti dolaskom Austro-Ugarske monarhije. Do današnjih dana su se održali samo dijelovi utvrde i to: ostaci srednjovjekovne tvrđave na jugu, te središnja kula i sjeveroistočni obrambeni zid. Drniš je u tursko doba brojio 200-300 domaćinstava i 5 džamija. Pitka voda je dolazila sa planine Promine, a preko Ćikole su sagrađeni brojni mostovi. Drniš je pod turcima imao status kasabe (varoši) i bio je središte nahije (sudske ispostave) u kojoj se nalazio naib (šef sudske ispostave) koji je bio podređen kadiji u Skradinu. U Drnišu se nalazio i dizdar (gradski kaštelan odnosno zapovjednik posade u tvrđavi) kojem su bili podređeni vojvode i jasakčije (niži turski zapovjednici).



Slika 16. Utvrda Gradina

**Drniš pod Mlecima**

Mleci su dva puta zauzimali Drniš. Prvi put 1664.godine nakon Kandijskog rata, ali samo na 6 godina, da bi ga konačno zauzeli 1683.godine. Mletački general je dao velikim djelom porušiti drniški utvrdu. Međutim zbog stalne opasnosti od prodora Turaka 1715.godine su je ponovno obnovili. Mlečani su sagradili prvu drniški općinsku zgradu na Gradini, uredili posjedovne odnose (Mape Grimani), organizirali određeni stupanj samouprave (Drniška liga) na čelu sa guvernaturom (državna vlast), serdarom (narodni predstavnik) te harambašom i sucima koje bira narod, a država potvrđuje. Svi oni su bili podređeni kninskom providuru.

1786. godine prestaje opasnost od turaka i Drniš se „spušta“ sa Gradine. Prvo su izgrađeni „palazzini“ i „kvartiri“ u vojno-upravne svrhe. To je označilo početak novog Drniša sa centrom na Poljani, kao i danas. Sagrađena je i zgrada mletačkog suda (stara općinska zgrada iza crkve sv. Ante). 1790.godine su sagrađene kuće Milić-Štrkalj u donjem dijelu Drniša u kojima su 1818. car Franjo i 1875. car Franjo Josip prilikom svojih posjeta Drnišu odsjedali.



Slika 17. Crkva sv.Ante

**Drniš pod Austro-ugarskom**

Nakon Venecije Drnišom vlada Austrija (1798. – 1806.), pa na kratko Francuska (1806. – 1813.) i onda opet Austrija do 1918. To je bio značajni period za grad Drniš. 1803.g. dobio je poštansku postaju, 1815.godine započela je kontinuirana nastava u osnovnoj školi, 1864. se osniva Drniška glazba, 1867.g. se otvara „Slavjanska narodna čitaonica“, 1869.g. u školama je talijanski jezik zamijenjen hrvatskim, 1877.g. grad je željeznicom spojen sa Splitom i Šibenikom, 1901.g. osniva se Hrvatski sokol iz kojega su se razvili svi sportovi, 1905.g. osnovana je Općinska štedionica s ciljem unapređenja poljoprivrede i šumarstva drniškog kraja, 1909.g. počinje se upotrebljavati hrvatski jezik u uredima, 1910.g. počinje eksploatacija boksita u Kalunu.



Slika 18. Girk Kalun (eksploatacija boksita)

**Drniš nakon Prvog svjetskog rata**

Drniš je od 29. listopada do 28. prosinca 1918. bio pod upravom Narodnog vijeća vojske i pod „zaštitom“ vojske Kraljevine Srbije, a zatim do 5. travnja 1921. Kraljevine Italije. Odlaskom Talijana vraćaju se Srbi kao Kraljevina Srba Hrvata i Slovenaca, odnosno Kraljevine Jugoslavije od 1929. do 1941.g. Pod Kraljevinom Drniš je 1923.g. dobio radio postaju koja je ubrzo ugašena, 1925. električnu struju i telefon, kao i željezničku prugu prema Zagrebu.



Slika 19. Željeznički kolodvor

**Drniš od Drugog svjetskog rata do danas**

Tijekom rata Drniš je bio poprište sukoba partizana, ustaša i četnika, koji je bio potican od strane Talijana i Nijemaca. Do prvih parlamentarnih izbora 1990.g. bio je moguć suživot Hrvata i Srba. Međutim, nakon izbora koji su rezultirali proglašenjem Republike Hrvatske, pobunjeni Srbi napadaju i osvajaju grad Drniš 16. rujna 1991.g. što rezultira progonstvom stanovništva grada sve do oslobađajuće vojno-redarstvene akcije Oluja 5. kolovoza 1995.g., nakon čega se Drnišani konačno vraćaju svojim uništenim domovima i kreću sa obnovom grada koja traje i do današnjih dana.



Slika 20. Obnova stare mlinice

**Gospodarstvo**

S obzirom na veličinu i broj stanovnika, Drniš i okolica imaju veliki broj kvalitetnih tvornica: Girk Kalun (vapno, kamen, beton), TOF (tvornica oplemenjenih folija), Drnišplast (proizvodnja polietilenskih cijevi), Bramac (proizvodnja pokrovnog crijepa), Dalmacijavino Split R.J. Drniš (proizvodnja vina), Karbon (proizvodnja građevinskog ljepila i žbuke), Mikrosiverit Za Dom (eksploatacija kamena i proizvodnja građevinskog materijala), IPak (proizvodnja mlijeka i mliječnih proizvoda), Beton Lučko.

**Spomenici i znamenitosti**

Grad Drniš je kroz povijest često bio osvajan. Iz tog razloga su Drniš i okolica prepuni utvrda: Gradina, Kamičak, Ključica, Nečven, Bogočin. Ivan Meštrović je također dao svoj obol preko Vrela Života, Oračia, mauzoleja. Turci su za sobom ostavili ostatke minareta jedne od nekadašnjih pet drniških džamija iz turskog doma, te dvije pravoslavne crkve: Uspenija Bogorodice (sagrađena početkom 20. Stoljeća prema projektima Ć.M_Ivekovića) i Sv .Aranđel Mihailo (grobljanska crkva na izlazu iz Drniša prema Splitu). U blizini se nalazi i Nacionalni park Krka koji ovom području daje posebnu vrijednost preko Visovca i Roškog slapa.

**Demografija**

Od polovice 19. stoljeća u općem kretanju stanovništva Grada Drniša mogu se izdvojiti dva osnovna razdoblja. Od 1850-ih godina do sredine 20. stoljeća broj stanovnika povećavao se gotovo u kontinuitetu. Emigracija, koja je obilježila demografski razvoj ovoga kraja, značajnije se javlja već krajem 19. i početkom 20. stoljeća (iseljavanjem u prekomorske zemlje). Međutim, njezin utjecaj nije se znatnije osjećao jer se zbivala paralelno s demografskom tranzicijom, koja je zbog visokih stopa nataliteta rezultirala povećanjem broja stanovnika. Vrhunac broja stanovnika dosegnut je 1961. godine s 19.538 stanovnika, nakon čega nastupa jaka depopulacija, kako na području Grada Drniša, tako i u širem okruženju.

# 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: „Određivanje najpovoljnijih biciklističkih ruta za pojedine scenarije metodom 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 biciklističke staze na predloženom putu, kao glavni podcilj postavlja se određivanje optimalnog redoslijeda realizacije biciklističke staze. 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 biciklističke staze vodeći računa o krajnjem korisniku
- Izbor najadekvatnijeg puta
- Vođenje računa o području oko biciklističke staze 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 normi:

- Osigurati funkcionalnost biciklističke staze
- Unutar projekta osmisliti priključke na okolne biciklističke staze, što manje koristiti prometne površine, te uz stazu planirati prikladna odmarališta

### 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 biciklističkih staza.

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 biciklističke staze i okoline:

- Vodeći računa o uklapanju biciklističke staze 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 atribute), od posebnog su značenja analize u kojima se odabiru oni dijelovi područja promatranja čija svojstva zadovoljavaju neke zadane uvjete — npr. područja koja su do 10 km udaljena od prometnica, nisu naseljena i ne koriste se kao poljoprivredne površine, pri čemu svaka cjelina mora imati površinu od najmanje 1 ha, i na svakoj cjelini ne smije biti više od trećine privatnih katastarskih parcela. I dok je grafički prikaz prostornih razdioba pojedinih neprostornih atributa mukotrpan, ali izvediv zadatak i bez računalne podrške, prikaz odgovora na upite poput navedenog u drugom primjeru gotovo je neizvediv bez računalne podrške (pogotovo u slučaju složenijih zahtjeva od kojih se upit sastoji).

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

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

## 3.2 ArcGIS Online

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

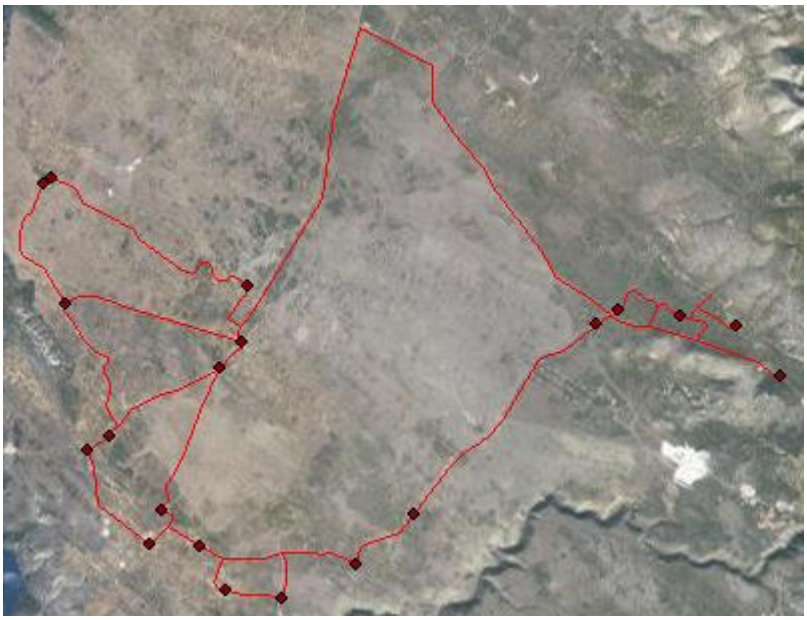
# 4 PROBLEM I KRITERIJI

## 4.1 Općenito o problemu

Cikloturizam i drugi oblici korištenja bicikala u turizmu spadaju u rastuće oblike turističkih aktivnosti. Procjenjuje se da će u europskim okvirima udio putovanja tijekom kojih je vožnja bicikala glavna aktivnost ili je bicikl glavno prijevozno sredstvo porasti u idućih desetak godina više od deset posto, a još je značajniji tržišni segment onih kojima je tijekom odmora vožnja biciklom važna dodatna aktivnost. Iz toga proizlazi da cikloturizam predstavlja jedan od turističkih proizvoda s najvećom perspektivom razvoja.

Atraktivan i raznolik prirodni okoliš, bogata kulturno - povijesna baština iz raznolikih perioda, povoljna klima, blizina velikih tržišta, sigurnost zemlje te mnoštvo cesta s manjim intenzitetom motornog prometa i puteva pogodnih za kretanje bicikala pružaju Hrvatskoj brojne komparativne prednosti za razvoj cikloturizma. To je prepoznato i Strategijom razvoja turizma RH do 2020. godine, zbog čega je Ministarstvo turizma potaklo izradu posebnog akcijskog plana razvoja cikloturizma. Njegov osnovni cilj je stavljanje Hrvatske na poziciju jedne od vodećih mediteranskih cikloturističkih destinacija.

Razmatramo problem određivanja biciklističkih ruta na postojećoj biciklističkoj stazi. Promatramo deset alternativnih ruta koje se nalaze na području Drniša – NP Krka.



Slika 21. Promatrana biciklistička staza sa naznačenim lokalitetima

### 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 najpovoljnijih ruta za pojedine scenarije.

### 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.

### 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

Lokaliteti na biciklističkoj stazi: Imanje Rokovi dvori, Pet turskih bunara, sakralni kompleks Crkvina, Trbounje, Kaočine, zipline, Ključ, Drinovci, put za Visovac, Brištane, Imanje Skelin, Crkva sv. Petra i Pavla, Širitovci, Vidikovac Roški slap, Imanje Galić, Bogatić, Karalić, Planinarski put za Prominu, Vidikovac Čikola, put prema utvrdi Ključica.

Podjela lokaliteta prema namjeni:

a) naselja: Trbounje, Kaočine, Ključ, Drinovci, Brištane, Širitovci, Bogatić i Karalić.

b) domaćinstva: Imanje Rokovi dvori, Imanje Skelin, Imanje Galić.

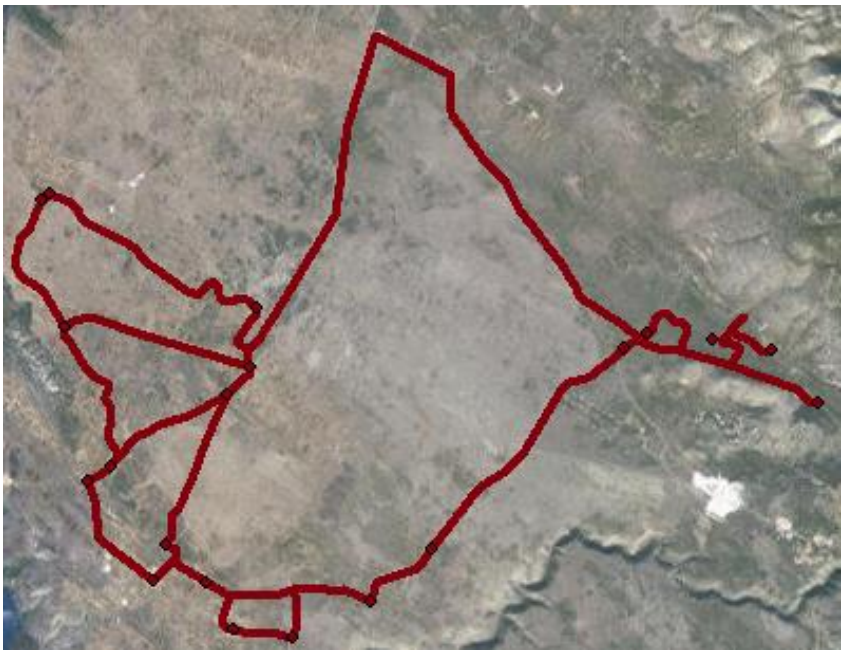
c) kulturne znamenitosti: Pet turskih bunara, sakralni kompleks Crkvina, Crkva sv. Petra i Pavla, put prema utvrdi Ključica.

d) turističke atrakcije: zipline, put za Visovac, Vidikovac Roški slap, Vidikovac Čikola, Planinarski put za Prominu.

U programu ArcGIS se generiralo deset alternativnih ruta.

### 4.2.1 Ruta 1

Ruta 1 prolazi cijelom postojećom biciklističkom stazom i obuhvaća sve lokalitete.



Slika 22. Prikaz Rute 1

### 4.2.2 Ruta 2

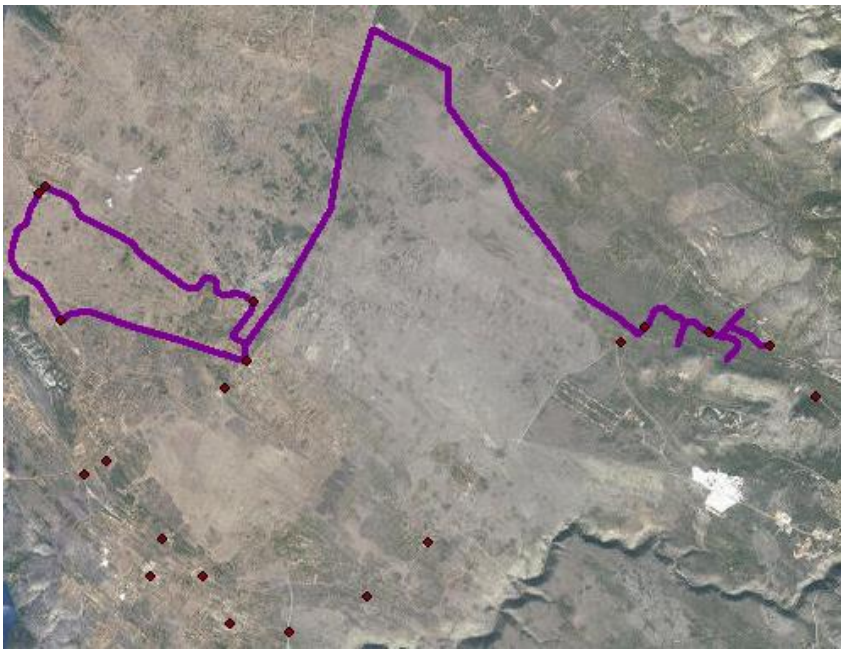
Ruta 2 povezuje dva vidikovca (Roški slap i Čikola) te obuhvaća lokalitete: Brištane, put za Visovac, Drinovci, Ključ, Kaočine i Trbounje.



Slika 23. Prikaz Rute 2

### 4.2.3 Ruta 3

Ruta 3 pretežito prolazi makadamskim dijelom biciklističke staze te obuhvaća lokalitete: Imanje Rokovi dvori, Pet turskih bunara, sakralni kompleks Crkvina, Širitovci, Karalić, Imanje Galić, Bogatić i Vidikovac Roški slap.



Slika 24. Prikaz Rute 3

### 4.2.4 Ruta 4

Ruta 4 predstavlja vezu između planinarskih puteva za Prominu i Ključicu te obuhvaća lokalitete: Trbounje, Kaočine, Vidikovac Roški slap i zipline.



Slika 25. Prikaz Rute 4

### 4.2.5 Ruta 5

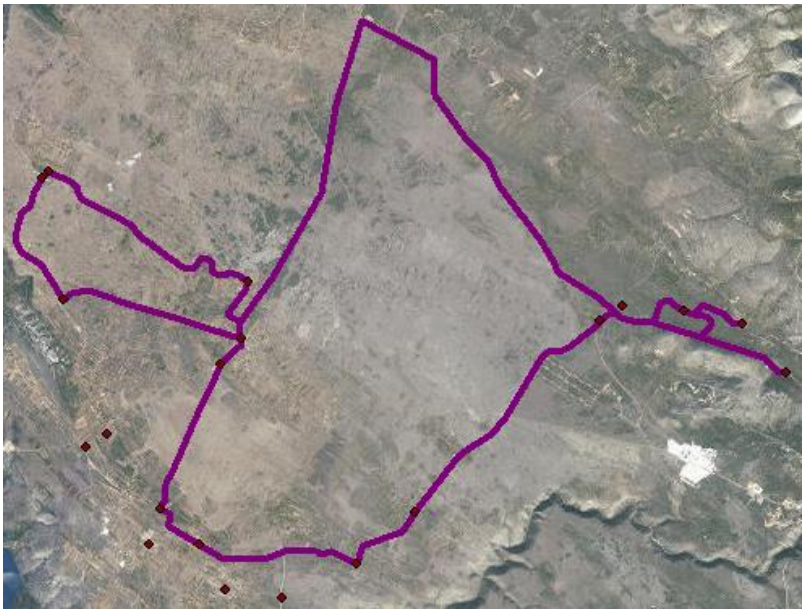
Ruta 5 povezuje sva sela na prostoru biciklističke staze te obuhvaća lokalitete: Vidikovac Roški slap, Imanje Skelin, Crkva sv. Petra i Pavla, put za Visovac, Vidikovac Roški slap i Imanje Galić.



Slika 26. Prikaz Rute 5

### 4.2.6 Ruta 6

Ruta 6 povezuje sva imanja/domaćinstva na prostoru biciklističke staze te obuhvaća lokalitete: Planinarski put za Prominu, Pet turskih bunara, Trbounje, Kaočine, Vidikovac Čikola, Ključ, Crkva sv. Petra i Pavla, Širitovci, Karalić, Bogatić i Vidikovac Roški slap.



Slika 27. Prikaz Rute 6

### 4.2.7 Ruta 7

Ruta 7 se proteže od Vidikovca Roški slap do Planinarskog puta za Prominu te obuhvaća lokalitete: Trbounje, Kaočine, Vidikovac Čikola, Ključ, put prema utvrdi Ključica, zipline, Drinovci, Brištane, put za Visovac i Vidikovac Roški slap.



Slika 28. Prikaz Rute 7

### 4.2.8 Ruta 8

Ruta 8 pretežito prolazi asfaltnim dijelom biciklističke staze te obuhvaća lokalitete: Planinarski put za Prominu, Trbounje, Kaočine, Vidikovac Čikola, Ključ, put prema utvrdi Ključica, zipline, Drinovci, put za Visovac, Brištane, Crkva sv. Petra i Pavla, Vidikovac Roški slap i Širitovci.



Slika 29. Prikaz Rute 8

### 4.2.9 Ruta 9

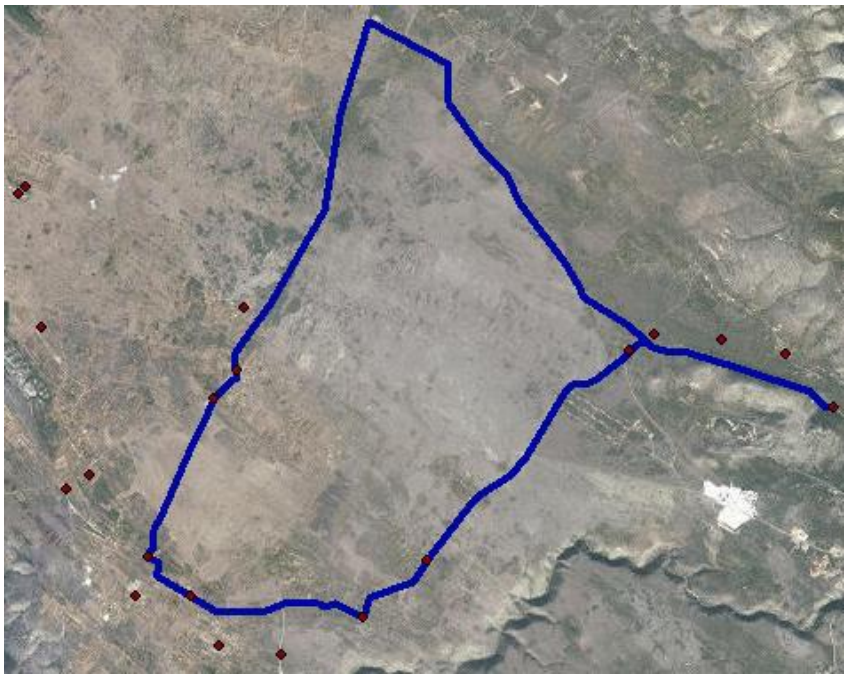
Ruta 9 povezuje sve kulturne znamenitosti na prostoru biciklističke staze te obuhvaća lokalitete: Imanje Skelin, Ključ, put prema utvrdi Ključica, zipline, Kaočine i Vidikovac Čikola.



Slika 30. Prikaz Rute 9

### 4.2.10 Ruta 10

Ruta 10 obuhvaća lokalitete: Planinarski put za Prominu, Trbounje, Kaočine, Vidikovac Čikola, Ključ, Imanje Skelin, Crkva sv. Petra i Pavla i Širitovci.



Slika 31. Prikaz Rute 10

## 4.3 Kriteriji

ArcGIS MAP nam je omogućio da nakon što svakoj liniji pridodamo bazu podataku generiramo rute, te „exportiramo“ niz kriterija po rutama neophodnih za postupak višekriterijalne analize.

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

- Duljina makadama [m]

Prikazuje nam kolika je duljina u metrima na određenoj ruti kojoj je vozna površina makadam. U programu ArcGIS Map smo definirali parametre svake pojedine linije biciklističke staze, a nakon generiranja ruti dobili smo kolika je točno duljina makadama u metrima svake pojedine rute:

Tablica 8. Duljina makadama po rutama

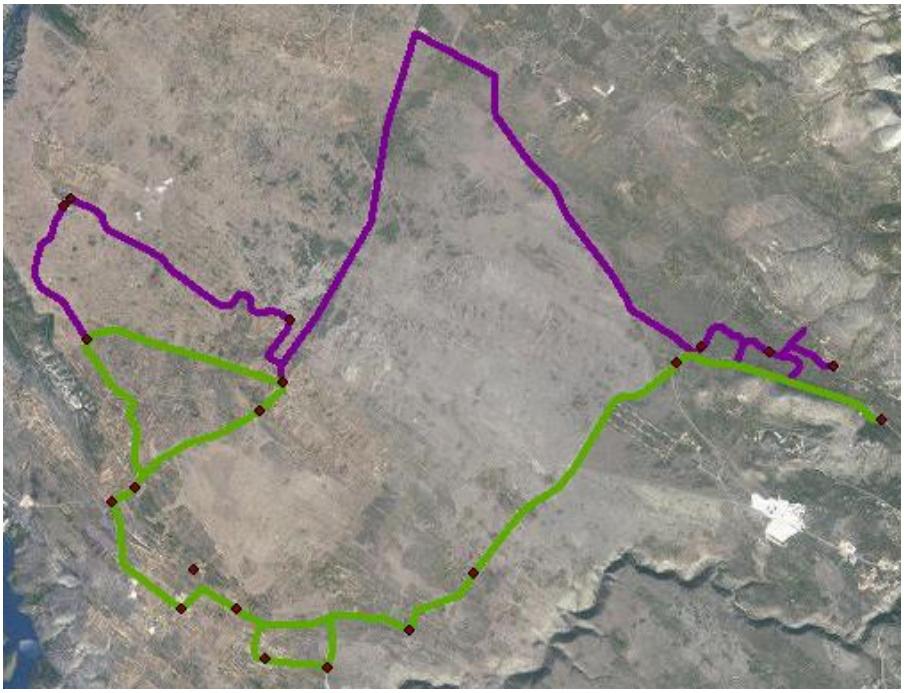
| Ruta | Duljina makadam (m) |
|---|---|
| Ruta 1 | 26260 |
| Ruta 2 | 0 |
| Ruta 3 | 23921 |
| Ruta 4 | 0 |
| Ruta 5 | 10860 |
| Ruta 6 | 25466 |
| Ruta 7 | 0 |
| Ruta 8 | 0 |
| Ruta 9 | 5628 |
| Ruta 10 | 15256 |

- Duljina asfalta [m]

Prikazuje nam kolika je duljina u metrima na određenoj ruti kojoj je vozna površina asfalt. U programu ArcGIS Map smo definirali parametre svake pojedine linije biciklističke staze, a nakon generiranja ruti dobili smo kolika je točno duljina asfalta u metrima svake pojedine rute:

Tablica 9. Duljina asfalta po rutama

| Ruta | Duljina asfalt (m) |
|---|---|
| Ruta 1 | 26060 |
| Ruta 2 | 14979 |
| Ruta 3 | 3071 |
| Ruta 4 | 13864 |
| Ruta 5 | 17562 |
| Ruta 6 | 16167 |
| Ruta 7 | 20406 |
| Ruta 8 | 26060 |
| Ruta 9 | 13357 |
| Ruta 10 | 13096 |



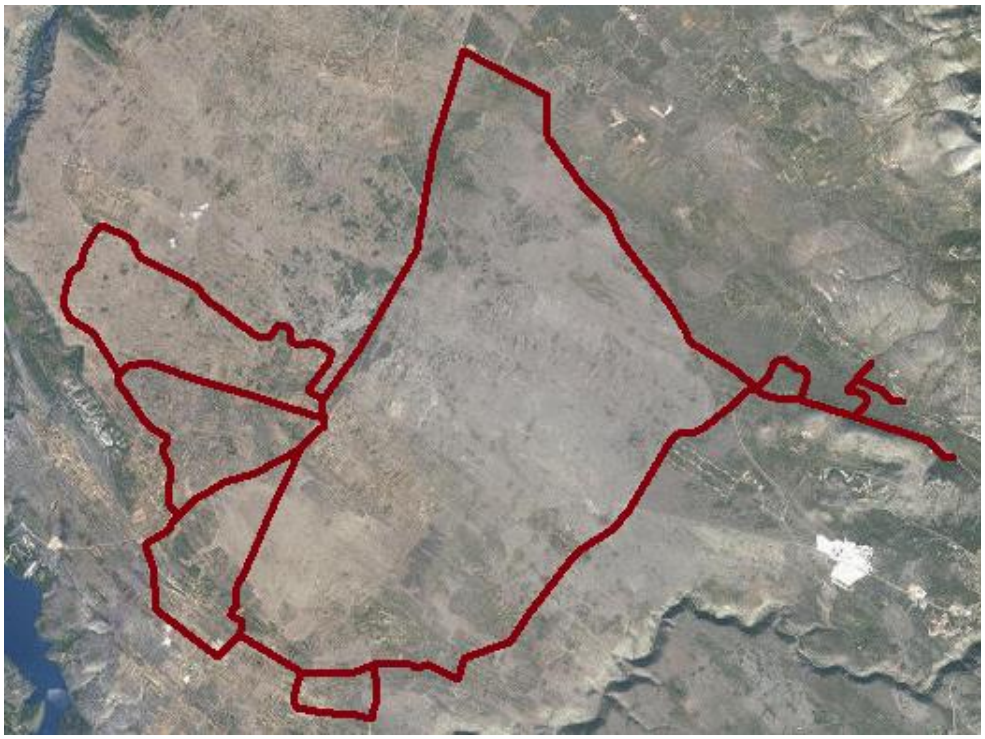
Slika 32. Makadam (ljubičasto), asfalt (zeleno)

- Ukupna duljina rute [m]

Prikazuje nam kolika je duljina u metrima svake pojedine rute. U programu ArcGIS Map smo definirali parametre svake pojedine linije biciklističke staze, a nakon generiranja ruti dobili smo kolika je točno duljina pojedinih ruta u metrima:

Tablica 10. Ukupna duljina ruta

| Ruta | Ukupna duljina (m) |
|---|---|
| Ruta 1 | 52320 |
| Ruta 2 | 14979 |
| Ruta 3 | 26992 |
| Ruta 4 | 13864 |
| Ruta 5 | 28422 |
| Ruta 6 | 41633 |
| Ruta 7 | 20406 |
| Ruta 8 | 26060 |
| Ruta 9 | 18985 |
| Ruta 10 | 28352 |



Slika 33. Ukupna duljina rute

- Maksimalni nagib [%]

Kombiniranim korištenjem programa ArcGIS Map i digitalnim podacima nadvišenja iz SRTM-a (Shuttle Radar Topography Mission) smo odredili maksimalne nagibe po rutama u postocima [%]:

Tablica 11. Maksimalni nagibi po rutama

| Ruta | Max nagib (%) |
|---|---|
| Ruta 1 | 23,90 |
| Ruta 2 | 8,92 |
| Ruta 3 | 14,67 |
| Ruta 4 | 23,90 |
| Ruta 5 | 10,12 |
| Ruta 6 | 23,90 |
| Ruta 7 | 23,90 |
| Ruta 8 | 23,90 |
| Ruta 9 | 14,67 |
| Ruta 10 | 23,90 |

- Prosječni nagib [%]

Kombiniranim korištenjem programa ArcGIS Map i digitalnim podacima nadvišenja iz SRTM-a (Shuttle Radar Topography Mission) smo odredili prosječne nagibe po rutama u postocima [%]:

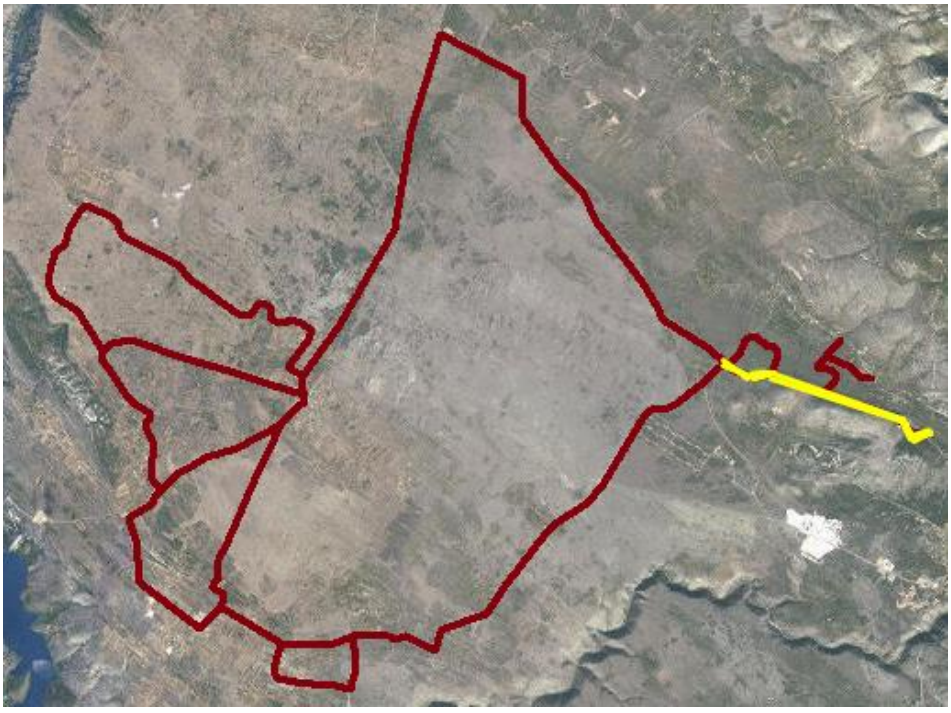
Tablica 12. Prosječni nagibi po rutama

| Ruta | Prosječni nagib [%] |
|---|---|
| Ruta 1 | 2,95 |
| Ruta 2 | 2,06 |
| Ruta 3 | 3,09 |
| Ruta 4 | 3,66 |
| Ruta 5 | 1,97 |
| Ruta 6 | 3,11 |
| Ruta 7 | 3,15 |
| Ruta 8 | 2,86 |
| Ruta 9 | 3,08 |
| Ruta 10 | 2,94 |

Dionica sa najvećim maksimalnim i prosječnim nagibima se nalazi između Trbounja i Planinarskog puta za Prominu.



Slika 34. Dionica sa najvećim maksimalnim i prosječnim nagibima (3D)



Slika 35. Dionica sa najvećim maksimalnim i prosječnim nagibima

- Održavanje rute

Ovaj kriterij je u korelaciji sa ukupnom duljinom i nagibom rute. Pokazuje nam koje su rute teže, a koje lakše za održavanje.

Tablica 13. Održavanje ruta

| Ruta | Održavanje |
|---|---|
| Ruta 1 | 5571 |
| Ruta 2 | 6058 |
| Ruta 3 | 5613 |
| Ruta 4 | 6467 |
| Ruta 5 | 5575 |
| Ruta 6 | 5829 |
| Ruta 7 | 5853 |
| Ruta 8 | 5343 |
| Ruta 9 | 4160 |
| Ruta 10 | 6779 |

- Uklapanje u okoliš

Za biciklističke staze u ruralnim područjima od iznimne je važnosti da ne narušava krajolik. Makadamski dio staze odlično se uklapa u krajolik NP Krka, dok asfaltni dio staze uvelike narušava harmoniju okoliša. S tog aspekta, rute sa većim omjerom makadama su poželjnije.

Tablica 14. Uklapanje u okoliš

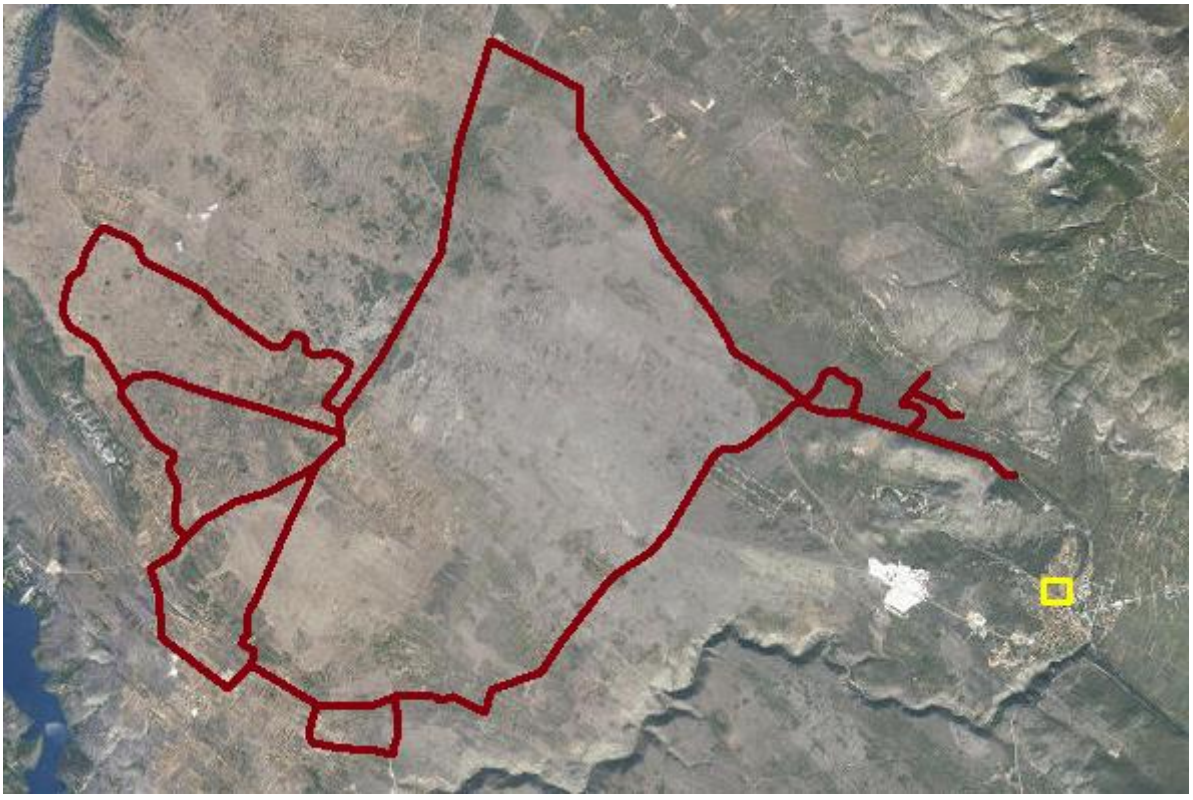
| Ruta | Uklapanje u okol |
|---|---|
| Ruta 1 | 5 |
| Ruta 2 | 3 |
| Ruta 3 | 8 |
| Ruta 4 | 3 |
| Ruta 5 | 5 |
| Ruta 6 | 6 |
| Ruta 7 | 3 |
| Ruta 8 | 3 |
| Ruta 9 | 5 |
| Ruta 10 | 5 |

- Blizina hitnih službi

Iako promatrana biciklistička staza nema ekstremne nagibe niti je asfaltni dio staze puno prometan, uvijek je poželjno da hitne službe mogu što prije i lakše doći ukoliko dođe do nesreća.

Tablica 15. Blizina hitnih službi

| Ruta | Blizina službi |
|---|---|
| Ruta 1 | 5 |
| Ruta 2 | 3 |
| Ruta 3 | 6 |
| Ruta 4 | 7 |
| Ruta 5 | 3 |
| Ruta 6 | 6 |
| Ruta 7 | 5 |
| Ruta 8 | 5 |
| Ruta 9 | 6 |
| Ruta 10 | 6 |



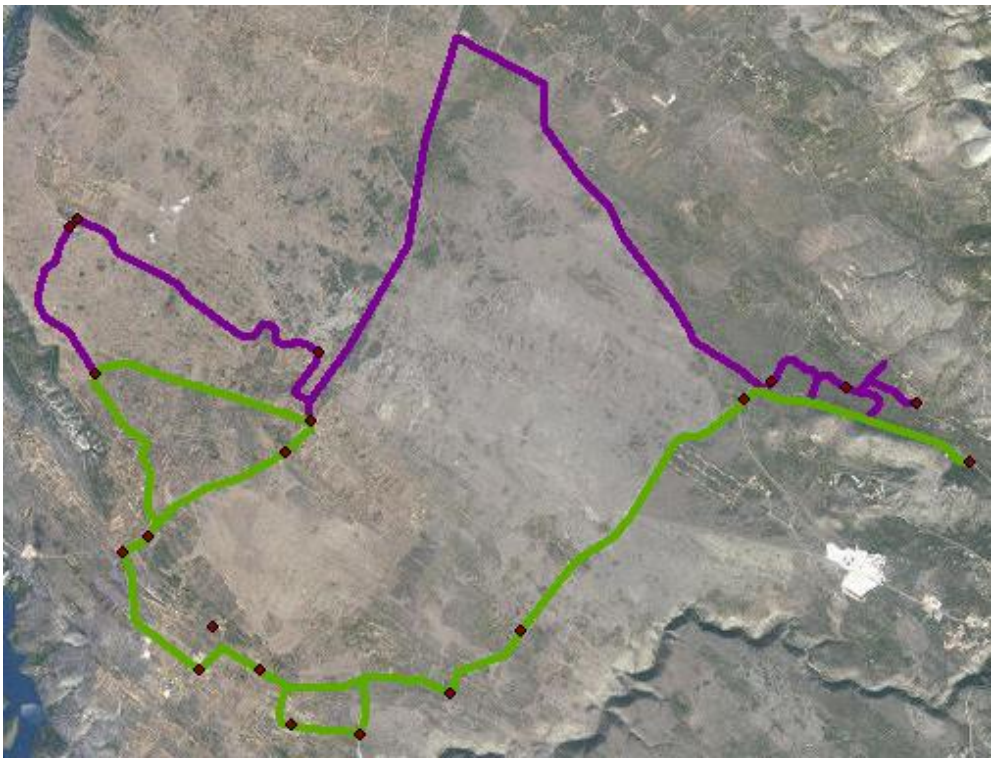
Slika 36. Pozicija hitnih službi u odnosu na stazu

- Sigurnost

Vožnja biciklom po površinama gdje prometuju motorna vozila uvijek nosi određene rizike i poželjno ju je što je više moguće izbjegavati.

Tablica 16. Sigurnost pojedinih ruta

| Ruta | Sigurnost |
|---|---|
| Ruta 1 | 5 |
| Ruta 2 | 1 |
| Ruta 3 | 8 |
| Ruta 4 | 1 |
| Ruta 5 | 3 |
| Ruta 6 | 5 |
| Ruta 7 | 1 |
| Ruta 8 | 1 |
| Ruta 9 | 5 |
| Ruta 10 | 3 |



Slika 37. Velika sigurnost (makadam - ljubičasto), mala sigurnost (asfalt – zeleno)

- Povezanost okolnih naselja

Osim turistički aspekt, moramo uzeti u obzir i društveni aspekt područja na kojem se nalazi biciklistička staza te omogućiti što bolju povezanost između okolnih naselja.

Tablica 17. Povezanost okolnih naselja

| Ruta | Povezivanje sela |
|---|---|
| Ruta 1 | 6 |
| Ruta 2 | 10 |
| Ruta 3 | 4 |
| Ruta 4 | 7 |
| Ruta 5 | 10 |
| Ruta 6 | 6 |
| Ruta 7 | 7 |
| Ruta 8 | 8 |
| Ruta 9 | 5 |
| Ruta 10 | 8 |



Slika 38. Prikaz pozicija naselja i najpovoljnije rute za njihovo povezivanje (Ruta 5)

Tablica 18. Tablica svih kriterija

| Ruta | Duljina makadam | Duljina asfalt | Ukupna duljina | Max nagib | Prosječni nagib | Održavanje | Uklapanje u okol | Blizina službi | Sigurnost | Povezivanje sela |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ruta 1 | 26260 | 26060 | 52320 | 23,90 | 2,95 | 5571 | 5 | 5 | 5 | 6 |
| Ruta 2 | 0 | 14979 | 14979 | 8,92 | 2,06 | 6058 | 3 | 3 | 1 | 10 |
| Ruta 3 | 23921 | 3071 | 26992 | 14,67 | 3,09 | 5613 | 8 | 6 | 8 | 4 |
| Ruta 4 | 0 | 13864 | 13864 | 23,90 | 3,66 | 6467 | 3 | 7 | 1 | 7 |
| Ruta 5 | 10860 | 17562 | 28422 | 10,12 | 1,97 | 5575 | 5 | 3 | 3 | 10 |
| Ruta 6 | 25466 | 16167 | 41633 | 23,90 | 3,11 | 5829 | 6 | 6 | 5 | 6 |
| Ruta 7 | 0 | 20406 | 20406 | 23,90 | 3,15 | 5853 | 3 | 5 | 1 | 7 |
| Ruta 8 | 0 | 26060 | 26060 | 23,90 | 2,86 | 5343 | 3 | 5 | 1 | 8 |
| Ruta 9 | 5628 | 13357 | 18985 | 14,67 | 3,08 | 4160 | 5 | 6 | 5 | 5 |
| Ruta 10 | 15256 | 13096 | 56704 | 23,90 | 2,94 | 6779 | 5 | 6 | 3 | 8 |

# 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 razni dio ciljeva unosi (dolazi) iz okruženja.

Postizanje 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 (varijanata 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 "spreadsheeta".

## 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):

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

gdje je A skup mogućih akcija (alternativa) i $f:A \rightarrow R1$ 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:

$$\text{Max}\{f1(a),...,fj(a),...,fk(a)|\ a \in A\}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Sve osobine višekriterijalnog procesa odlučivanja kao što su veći broj kriterija, odnosno atributa, konflikti među kriterijima, neusporedive jedinice mjera kriterija, projektiranje najbolje alternative, ili izbor najbolje alternative (investicije) iz skupa prethodno definiranih alternativa, mogu se prepoznati u procesu odabira najpovoljnije lokacije izvedbe stambeno – poslovnog objekta. Nakon što se iscrpe tehničke mogućnosti, u smislu definiranja različitih rješenja, pristupa se odabiru jednog od varijantnih rješenja koje će najbolje zadovoljiti cilj: Odabir najpovoljnije lokacije. Zadaća se odlikuje većim brojem kriterija.(ekonomski, društveni i kombinirani) s izrazitim konfliktima među njima (isplativost, društvena korist).

# 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(.) 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:

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

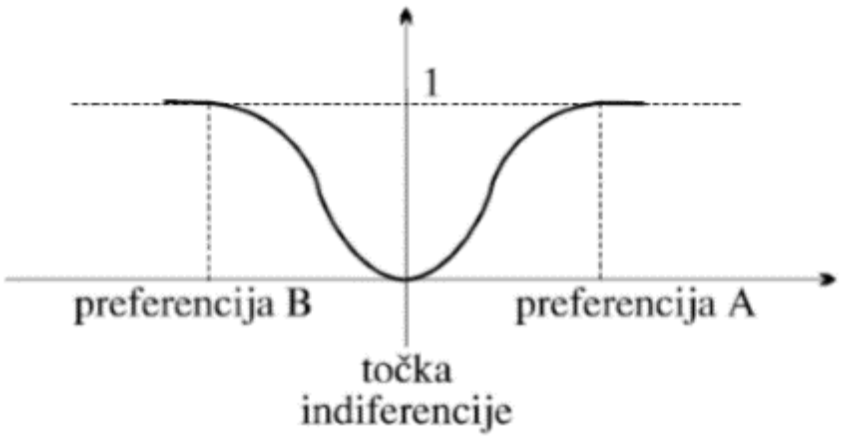
Za konkretne slučajeve najbolje je izabrati p(.) funkcije sljedećeg tipa:

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

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

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

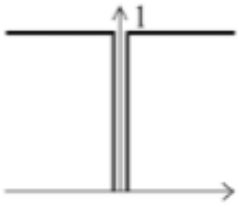
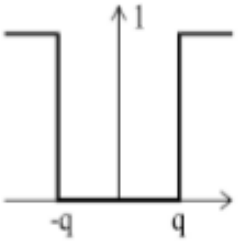
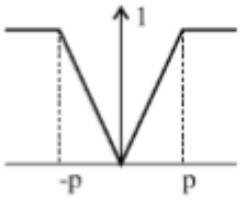
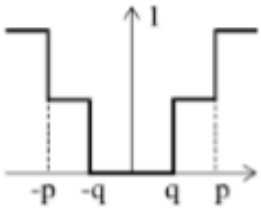
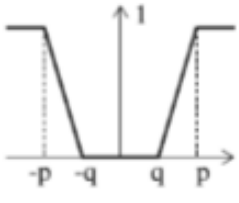
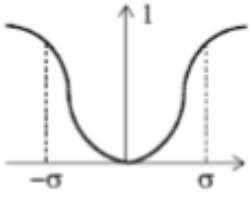
Izgled funkcije:




Slika 39. 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 19.

Tablica 19. Funkcije preferencije metode PROMETHEE

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

**Tip I: Običan kriterij**

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

**Tip II: Kvazi kriterij**

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

**Tip III: Kriterij s linearnom preferencijom**

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

**Tip IV: Kriterij razina**

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

**Tip V: Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferentnosti**

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

**Tip VI: Gaussov kriterij**

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

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

### 6.1.2 Procijenjena relacija „višeg ranga“

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

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

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

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

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

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

### 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 predak u A, ili djelomičan poredak ukoliko se potpuni čini preopsežan. Problem izbora se javlja kada donositelj odluke mora izabrati najbolje akcije iz A. Kod višekriterijalnog problema općenito nema najboljeg rješenja, problem se sastoji od određivanja skupa dobrih akcija iz A. Metode PROMETHEE I i PROMETHEE II su dvije tehnike rješavanja problema rangiranja, pri čemu se rangiranjem može dobiti i skup dobrih akcija kao rješenje problema izbora.

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

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

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:

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

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

Razmatrajući njihove međusobne presjeke, dobiva se sljedeći djelomični poredak:

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

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

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

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

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

$$\phi(a) = \phi^{+}(a) - \phi^{-}(a)$$

koji se može jednostavno upotrijebiti u rangiranju akcija:

- "a" ima viši rang od "b" ako i samo ako ϕ(a) > ϕ(b),
- " a" je indiferentno "b" ako i samo ako ϕ(a) = ϕ(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 efektnu prezentaciju rezultata dobivenih korištenjem metode PROMETHEE.

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

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

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

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

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

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

stoga u kontekstu PROMETHEE metode, svaka akcija ai(i=1,...,n) iz skupa A ={a1,a2,...,an} može biti predstavljena vektorom:

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

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

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

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

Za kriterije mogu nastupiti sljedeći slučajevi:

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

Što se tiče alternativa, za njih vrijedi sljedeće:

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

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

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

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

# 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 rute. Nakon određivanja težinskih vrijednosti kriterija za svaku potencijalnu rutu 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.

Promatramo tri scenarija: ekonomski, turistički i kulturno-povijesni. Prvi ekonomski scenarij ekonomske kriterije čini prioritetnima, dok ostali padaju u drugi plan, te se valoriziraju nižom težinskom ocjenom. I tako analogno za svaki scenarij.

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 ruta je najbolje kompromisno rješenje ovog problema.

U nastavku je prikazana tablica za tri različita scenarija s pripadnim ocjenama, kao i skup akcija, koje predstavljaju ulazne podatke za analizu u Visual PROMETHEE Academic programu, kao i skup akcija.

Tablica 20. Težine kriterija ovisno o pojedinom aspektu

| Kriteriji/aspekti | Ekonomičan | Turistički | Kulturno povjesni |
|---|---|---|---|
| Duljina makadam | 10 | 6 | 3 |
| Duljina asfalt | 1 | 4 | 7 |
| Ukupna duljina | 3 | 8 | 5 |
| Maksimalni nagib | 2 | 5 | 3 |
| Prosjecni nagib | 3 | 6 | 4 |
| Održavanje | 3 | 7 | 5 |
| Uklapanje u okoliš | 4 | 9 | 7 |
| Blizina hitnih službi | 6 | 10 | 8 |
| Sigurnost | 3 | 8 | 6 |
| Povezanost sela | 5 | 4 | 7 |

Tablica 21. Skup akcija

| | Skup akcija |
|---|---|
| 1. | Ruta 1 |
| 2. | Ruta 2 |
| 3. | Ruta 3 |
| 4. | Ruta 4 |
| 5. | Ruta 5 |
| 6. | Ruta 6 |
| 7. | Ruta 7 |
| 8. | Ruta 8 |
| 9. | Ruta 9 |
| 10. | Ruta 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.

Tablica 22. Prikaz ulaznih podataka

| | Ekonomski | Makadam | Asfalt | Duljina | Max nagib | Sred nagib | Održavanje | Uklapanje | Blizina hs | Sigurnost | Povezanost |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Unit | m | m | m | % | % | | | | | |
| | Cluster/Group | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |
| | **Preferences** | | | | | | | | | | |
| | Min/Max | max | max | max | min | min | min | max | max | max | max |
| | Weight | 10,00 | 1,00 | 3,00 | 2,00 | 3,00 | 3,00 | 4,00 | 6,00 | 3,00 | 5,00 |
| | Preference Fn. | Linear | Linear | Linear | Linear | Linear | Linear | Linear | Linear | Linear | Linear |
| | Thresholds | absolute | absolute | absolute | absolute | absolute | absolute | absolute | absolute | absolute | absolute |
| | - Q: Indifference | 9169,48 | 5687,49 | 12499,47 | 5,87 | 0,47 | 622,37 | 1,45 | 1,15 | 2,03 | 1,52 |
| | - P: Preference | 22174,08 | 13358,07 | 29947,63 | 12,65 | 1,01 | 1398,46 | 3,27 | 2,61 | 4,76 | 3,85 |
| | - S: Gaussian | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | **Statistics** | | | | | | | | | | |
| | Minimum | 0,00 | 3071,00 | 13864,00 | 8,92 | 1,97 | 4160,00 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 4,00 |
| | Maximum | 26260,00 | 26060,00 | 56704,00 | 23,90 | 3,66 | 6779,00 | 8,00 | 7,00 | 8,00 | 10,00 |
| | Average | 10739,10 | 16462,20 | 30036,50 | 19,18 | 2,89 | 5724,80 | 4,60 | 5,20 | 3,30 | 7,10 |
| | Standard Dev. | 10674,25 | 6405,73 | 14398,05 | 6,01 | 0,48 | 667,34 | 1,56 | 1,25 | 2,28 | 1,87 |
| | **Evaluations** | | | | | | | | | | |
| ☑ | Ruta 1 | 26260,00 | 26060,00 | 52320,00 | 23,90 | 2,95 | 5571,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 6,00 |
| ☑ | Ruta 2 | 0,00 | 14979,00 | 14979,00 | 8,92 | 2,06 | 6058,00 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 10,00 |
| ☑ | Ruta 3 | 23921,00 | 3071,00 | 26992,00 | 14,67 | 3,09 | 5613,00 | 8,00 | 6,00 | 8,00 | 4,00 |
| ☑ | Ruta 4 | 0,00 | 13864,00 | 13864,00 | 23,90 | 3,66 | 6467,00 | 3,00 | 7,00 | 1,00 | 7,00 |
| ☑ | Ruta 5 | 10860,00 | 17562,00 | 28422,00 | 10,12 | 1,97 | 5575,00 | 5,00 | 3,00 | 3,00 | 10,00 |
| ☑ | Ruta 6 | 25466,00 | 16167,00 | 41633,00 | 23,90 | 3,11 | 5829,00 | 6,00 | 6,00 | 5,00 | 6,00 |
| ☑ | Ruta 7 | 0,00 | 20406,00 | 20406,00 | 23,90 | 3,15 | 5853,00 | 3,00 | 5,00 | 1,00 | 7,00 |
| ☑ | Ruta 8 | 0,00 | 26060,00 | 26060,00 | 23,90 | 2,86 | 5343,00 | 3,00 | 5,00 | 1,00 | 8,00 |
| ☑ | Ruta 9 | 5628,00 | 13357,00 | 18985,00 | 14,67 | 3,08 | 4160,00 | 5,00 | 6,00 | 5,00 | 5,00 |
| ☑ | Ruta 10 | 15256,00 | 13096,00 | 56704,00 | 23,90 | 2,94 | 6779,00 | 5,00 | 6,00 | 3,00 | 8,00 |

## 7.2 Rezultati analiziranog problema

### 7.2.1 Preferance flows

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

Tablica 23. Prikaz Unicriterion Preferance Flows za sva tri scenarija (metoda PROMETHEE I)

| | Makadam | Asfalt | Duljina | Max nagib | Sred nagib | Održavanje | Uklapanje | Blizina hs | Sigurnost | Povezanost |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ruta 1** | 0,6113 | 0,5922 | 0,6864 | -0,3792 | -0,1420 | 0,0119 | 0,0397 | 0,0647 | 0,2812 | -0,2451 |
| **Ruta 2** | -0,3998 | -0,0661 | -0,3184 | 0,7592 | 0,7942 | -0,1103 | -0,3400 | -0,7496 | -0,3516 | 0,6314 |
| **Ruta 3** | 0,5556 | -0,8453 | -0,2009 | 0,3918 | -0,2016 | -0,0001 | 0,8565 | 0,2222 | 0,7851 | -0,6314 |
| **Ruta 4** | -0,3998 | -0,1270 | -0,3366 | -0,3792 | -0,4588 | -0,2961 | -0,3400 | 0,4163 | -0,3516 | -0,0477 |
| **Ruta 5** | -0,0752 | 0,0297 | -0,1585 | 0,7325 | 0,8498 | 0,0108 | 0,0397 | -0,7496 | -0,1111 | 0,6314 |
| **Ruta 6** | 0,5909 | -0,0145 | 0,3289 | -0,3792 | -0,2058 | -0,0620 | 0,3449 | 0,2222 | 0,2812 | -0,2451 |
| **Ruta 7** | -0,3998 | 0,1667 | -0,2778 | -0,3792 | -0,2140 | -0,0676 | -0,3400 | 0,0647 | -0,3516 | -0,0477 |
| **Ruta 8** | -0,3998 | 0,5922 | -0,2183 | -0,3792 | -0,0864 | 0,1159 | -0,3400 | 0,0647 | -0,3516 | 0,1817 |
| **Ruta 9** | -0,2710 | -0,1564 | -0,2868 | 0,3918 | -0,1996 | 0,9692 | 0,0397 | 0,2222 | 0,2812 | -0,4092 |
| **Ruta 10** | 0,1874 | -0,1715 | 0,7820 | -0,3792 | -0,1358 | -0,5717 | 0,0397 | 0,2222 | -0,1111 | 0,1817 |

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

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

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

Tablica 24. Multicriteria Preferance Flow za ekonomski scenarij

| | Phi+ | Phi- | Phi |
|---|---|---|---|
| **Ruta 1** | 0,2918 | 0,0949 | 0,1969 |
| **Ruta 2** | 0,1751 | 0,3099 | -0,1347 |
| **Ruta 3** | 0,3435 | 0,1404 | 0,2030 |
| **Ruta 4** | 0,0760 | 0,2815 | -0,2055 |
| **Ruta 5** | 0,2172 | 0,1872 | 0,0301 |
| **Ruta 6** | 0,2793 | 0,0857 | 0,1936 |
| **Ruta 7** | 0,0391 | 0,2501 | -0,2110 |
| **Ruta 8** | 0,0825 | 0,2263 | -0,1439 |
| **Ruta 9** | 0,1634 | 0,1751 | -0,0117 |
| **Ruta 10** | 0,1923 | 0,1091 | 0,0832 |

Tablica 25. Multicriteria Preferance Flow za turistički scenarij

| | Phi+ | Phi- | Phi |
|---|---|---|---|
| **Ruta 1** | 0,2777 | 0,0886 | 0,1892 |
| **Ruta 2** | 0,1436 | 0,3095 | -0,1660 |
| **Ruta 3** | 0,3458 | 0,1213 | 0,2245 |
| **Ruta 4** | 0,0711 | 0,2875 | -0,2163 |
| **Ruta 5** | 0,1886 | 0,1962 | -0,0076 |
| **Ruta 6** | 0,2406 | 0,0825 | 0,1581 |
| **Ruta 7** | 0,0376 | 0,2352 | -0,1976 |
| **Ruta 8** | 0,0886 | 0,2166 | -0,1280 |
| **Ruta 9** | 0,2318 | 0,1207 | 0,1111 |
| **Ruta 10** | 0,1835 | 0,1509 | 0,0326 |

Tablica 26. Multicriteria Preferance Flow za kulturno - povijesni scenarij

| | Phi+ | Phi- | Phi |
|---|---|---|---|
| **Ruta 1** | 0,2597 | 0,1046 | 0,1551 |
| **Ruta 2** | 0,1923 | 0,2726 | -0,0803 |
| **Ruta 3** | 0,2949 | 0,2371 | 0,0578 |
| **Ruta 4** | 0,0819 | 0,2586 | -0,1767 |
| **Ruta 5** | 0,2294 | 0,1772 | 0,0523 |
| **Ruta 6** | 0,2013 | 0,1066 | 0,0947 |
| **Ruta 7** | 0,0565 | 0,2030 | -0,1465 |
| **Ruta 8** | 0,1459 | 0,1777 | -0,0318 |
| **Ruta 9** | 0,2083 | 0,1581 | 0,0502 |
| **Ruta 10** | 0,1728 | 0,1474 | 0,0253 |

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 27. Prikaz Promethee Table Flow za ekonomski scenarij

| Rank | action | Phi | Phi+ | Phi- |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Ruta 3 | 0,2030 | 0,3435 | 0,1404 |
| **2** | Ruta 1 | 0,1969 | 0,2918 | 0,0949 |
| **3** | Ruta 6 | 0,1936 | 0,2793 | 0,0857 |
| **4** | Ruta 10 | 0,0832 | 0,1923 | 0,1091 |
| **5** | Ruta 5 | 0,0301 | 0,2172 | 0,1872 |
| **6** | Ruta 9 | -0,0117 | 0,1634 | 0,1751 |
| **7** | Ruta 2 | -0,1347 | 0,1751 | 0,3099 |
| **8** | Ruta 8 | -0,1439 | 0,0825 | 0,2263 |
| **9** | Ruta 4 | -0,2055 | 0,0760 | 0,2815 |
| **10** | Ruta 7 | -0,2110 | 0,0391 | 0,2501 |

Tablica 28. Prikaz Promethee Table Flow za turistički scenarij

| Rank | action | Phi | Phi+ | Phi- |
|---|---|---|---|---|
| **1** | Ruta 3 | 0,2245 | 0,3458 | 0,1213 |
| **2** | Ruta 1 | 0,1892 | 0,2777 | 0,0886 |
| **3** | Ruta 6 | 0,1581 | 0,2406 | 0,0825 |
| **4** | Ruta 9 | 0,1111 | 0,2318 | 0,1207 |
| **5** | Ruta 10 | 0,0326 | 0,1835 | 0,1509 |
| **6** | Ruta 5 | -0,0076 | 0,1886 | 0,1962 |
| **7** | Ruta 8 | -0,1280 | 0,0886 | 0,2166 |
| **8** | Ruta 2 | -0,1660 | 0,1436 | 0,3095 |
| **9** | Ruta 7 | -0,1976 | 0,0376 | 0,2352 |
| **10** | Ruta 4 | -0,2163 | 0,0711 | 0,2875 |

Tablica 29. Prikaz Promethee Table Flow za kulturno - povijesni scenarij

| Rank | action | Phi | Phi+ | Phi- |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Ruta 1 | 0,1551 | 0,2597 | 0,1046 |
| 2 | Ruta 6 | 0,0947 | 0,2013 | 0,1066 |
| 3 | Ruta 3 | 0,0578 | 0,2949 | 0,2371 |
| 4 | Ruta 5 | 0,0523 | 0,2294 | 0,1772 |
| 5 | Ruta 9 | 0,0502 | 0,2083 | 0,1581 |
| 6 | Ruta 10 | 0,0253 | 0,1728 | 0,1474 |
| 7 | Ruta 8 | -0,0318 | 0,1459 | 0,1777 |
| 8 | Ruta 2 | -0,0803 | 0,1923 | 0,2726 |
| 9 | Ruta 7 | -0,1465 | 0,0565 | 0,2030 |
| 10 | Ruta 4 | -0,1767 | 0,0819 | 0,2586 |

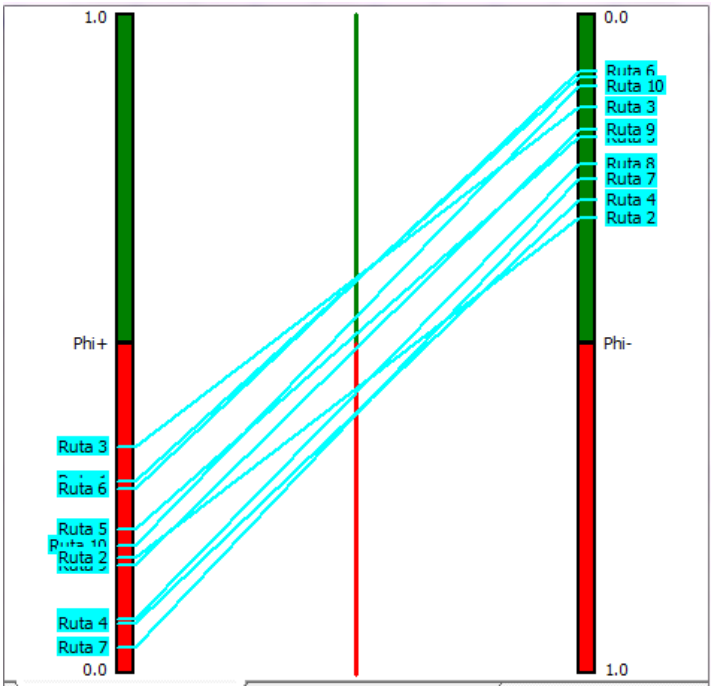
### 7.2.2 The PROMETHEE rankings

Postoje dva PROETHEE rangiranja, koja se računaju:

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

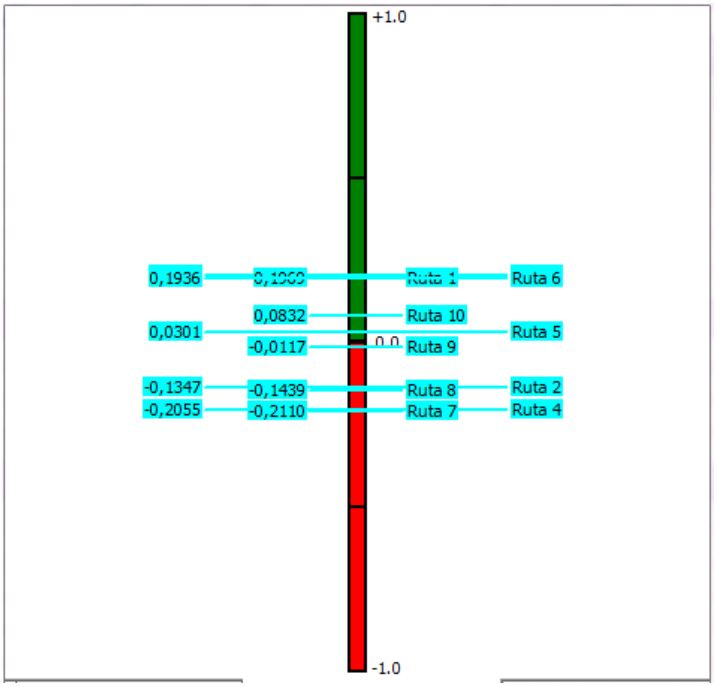
- The PROMETHEE II Complete Ranking se bazira na „net preferance flow“(Phi), odnosno neto vrijednosti Phi.

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



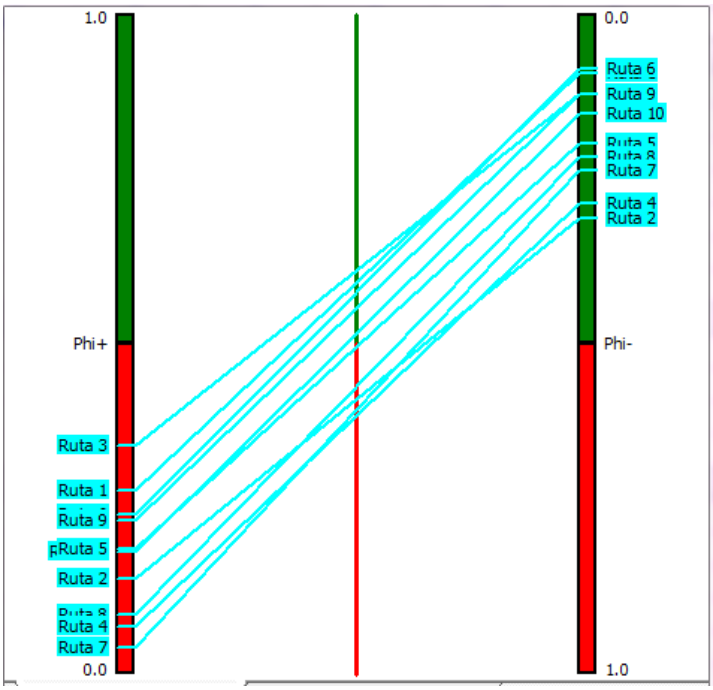

Slika 40. Prikaz rezultata PROMETHEE I Partial Ranking za ekonomski scenarij

Slika 40. predstavlja djelomični poredak akcija s obzirom na pozitivni tok koji je prikazan lijevim štapom i negativni tok prikazan desnim štapom.



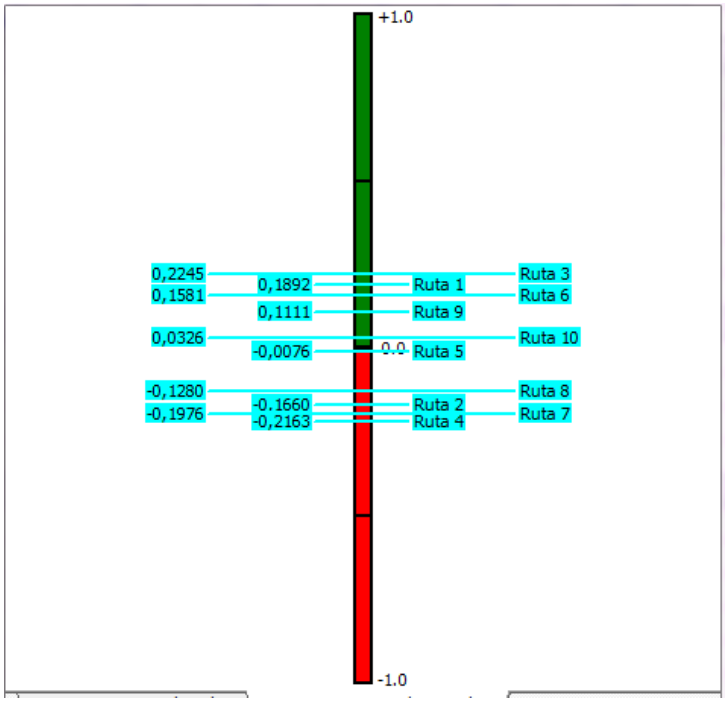

Slika 41. Prikaz rezultata PROMETHEE II Complete Ranking za ekonomski scenarij

Rezultat koji je prikazan na Slici 41. 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.



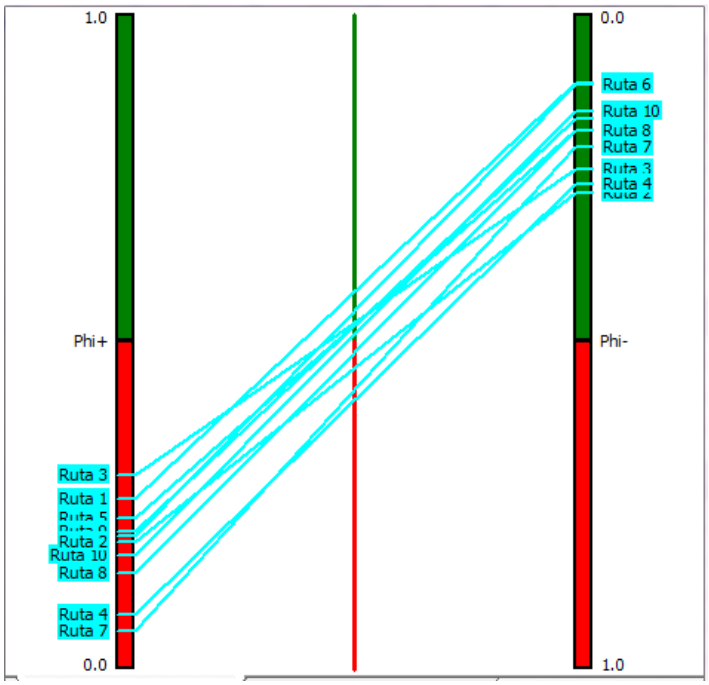

Slika 42. Prikaz rezultata PROMETHEE I Partial Ranking za turistički scenarij

Slika 42. predstavlja djelomični poredak akcija s obzirom na pozitivni tok koji je prikazan lijevim štapom i negativni tok prikazan desnim štapom.



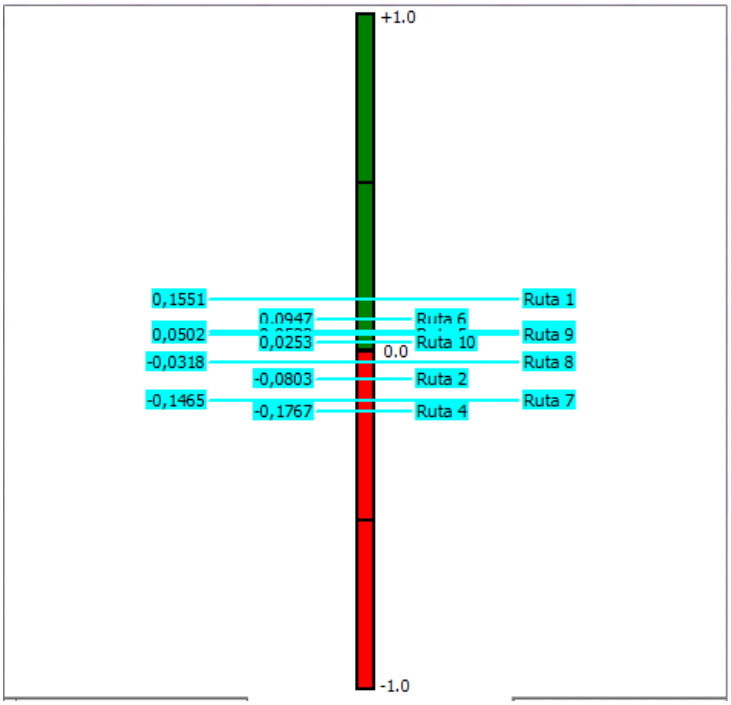

Slika 43. Prikaz rezultata PROMETHEE II Complete Ranking za turistički scenarij

Rezultat koji je prikazan na Slici 43. 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.



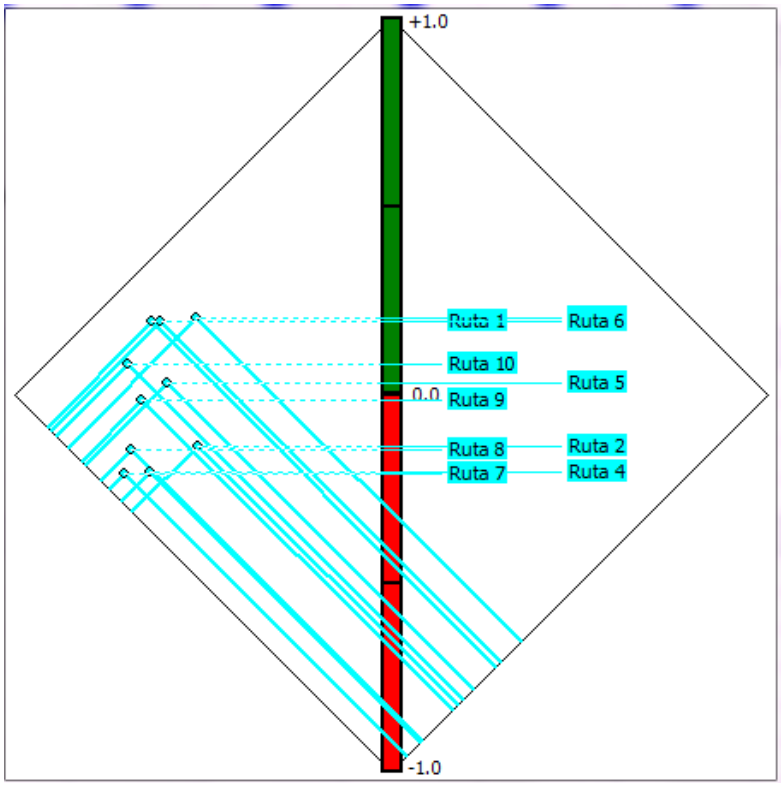

Slika 44. Prikaz rezultata PROMETHEE I Partial Ranking za kulturno - povijesni scenarij

Slika 44. predstavlja djelomični poredak akcija s obzirom na pozitivni tok koji je prikazan lijevim štapom i negativni tok prikazan desnim štapom.

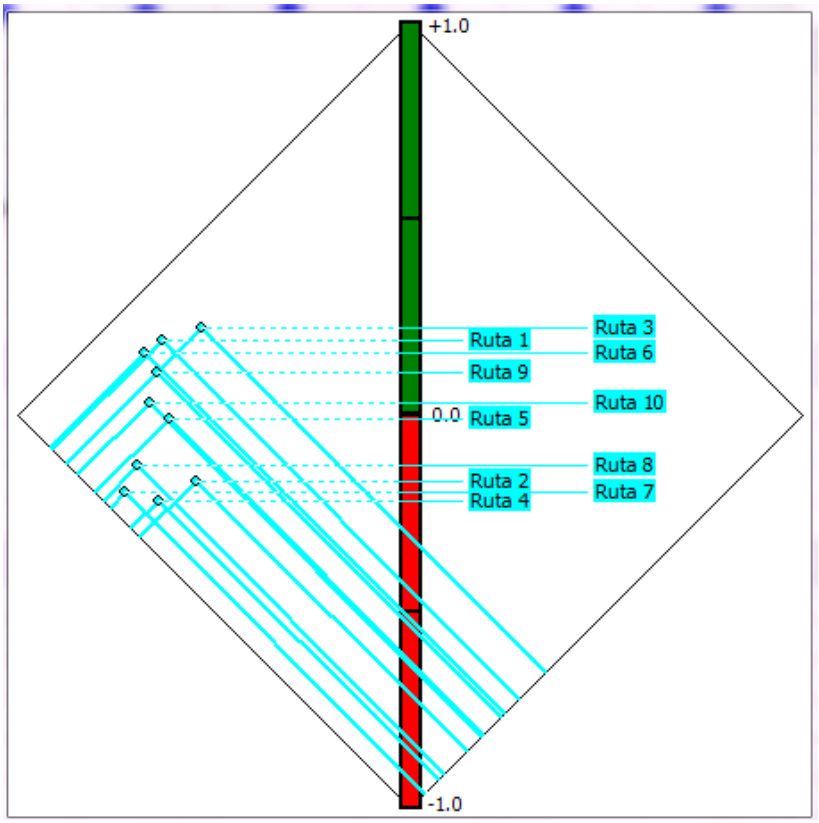



Slika 45. Prikaz rezultata PROMETHEE II Complete Ranking za kulturno - povijesni scenarij

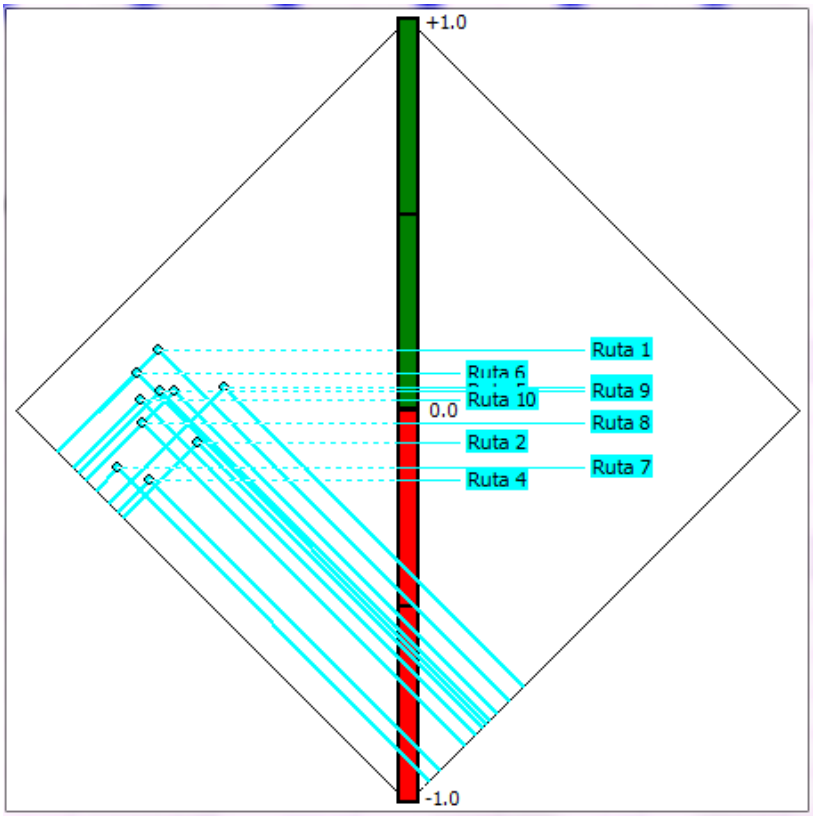
Rezultat koji je prikazan na Slici 45. odnosi se na rangiranje akcija potpunim poretkom. Rangiranje je izvršeno pomoću neto toka. Kod ove metode gubi se dio informacija zbog balansirajućeg efekta između ulaznog i izlaznog toka.




Slika 46. Prikaz rezultata PROMETHEE I diamond za ekonomski scenarij




Slika 47. Prikaz rezultata PROMETHEE I diamond za turistički scenarij




Slika 48. Prikaz rezultata PROMETHEE I diamond za kulturno - povijesni scenarij

Slike 46., 47. i 48. prikazuju analizu pozitivnih i negativnih tokova za sve navedene akcije. Negativni tok je prikazan na lijevoj donjoj strani dijamanta, dok je pozitivni tok prikazan na desnoj gornjoj strani dijamanta. Zeleni dio štapa prikazuje pozitivne, a crveni dio negativne vrijednosti neto toka.

Najvišu poziciju zauzima Ruta 6 za ekonomski, Ruta 3 za turistički te Ruta 1 za kulturno – povijesni scenarij.

### 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.

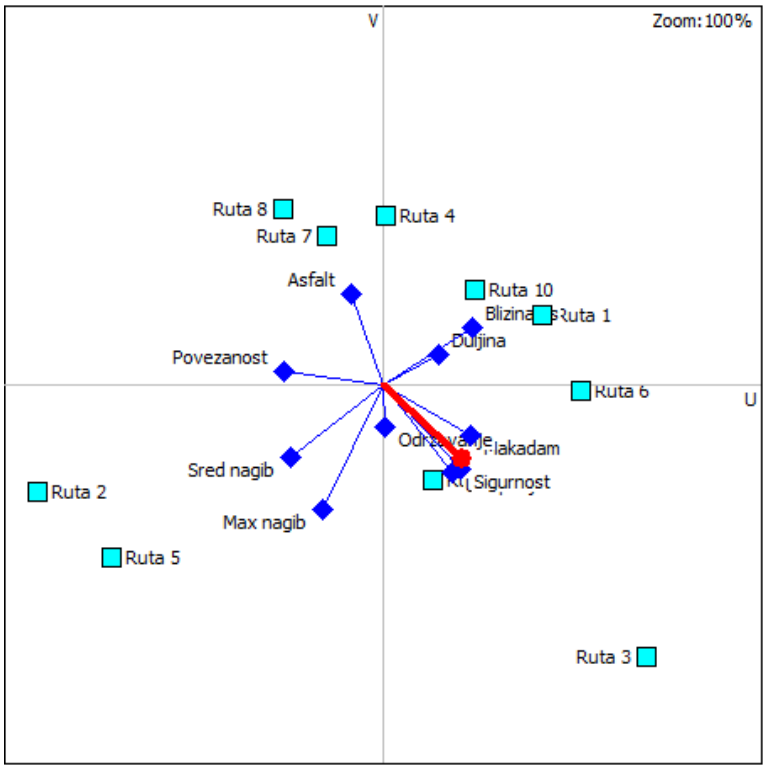
Akcije u GAIA ravnini su prikazane kao točke. Pozicija im je određena procjenom seta kriterija na način da će akcije sa sličnim profilom biti bliže jedne drugima.

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:

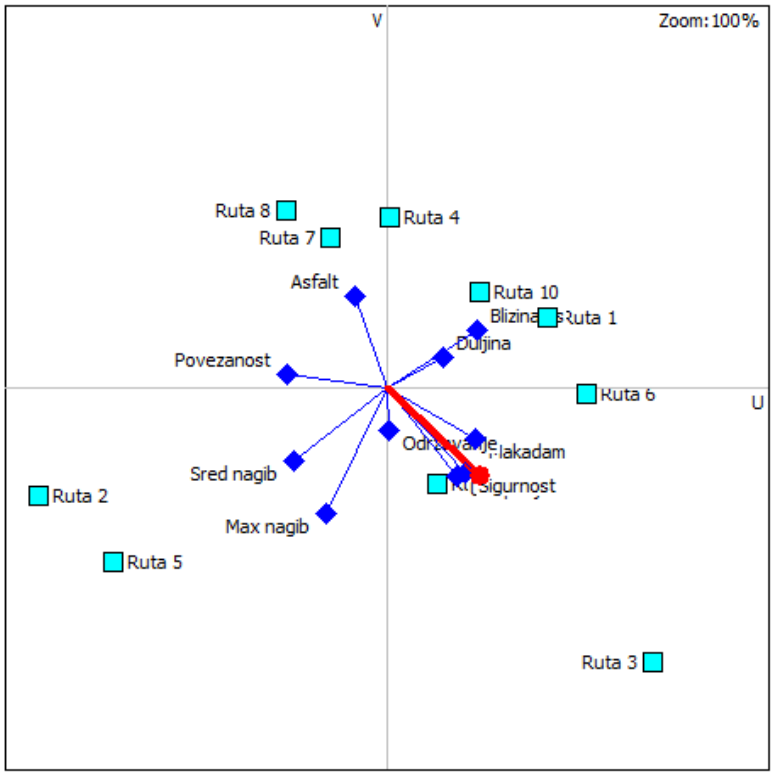
- kriteriji sa sličnim preferencijama imaju osi blizu jedne drugima

- konfliktni kriteriji imaju osi koje su usmjerene u različitim smjerovima

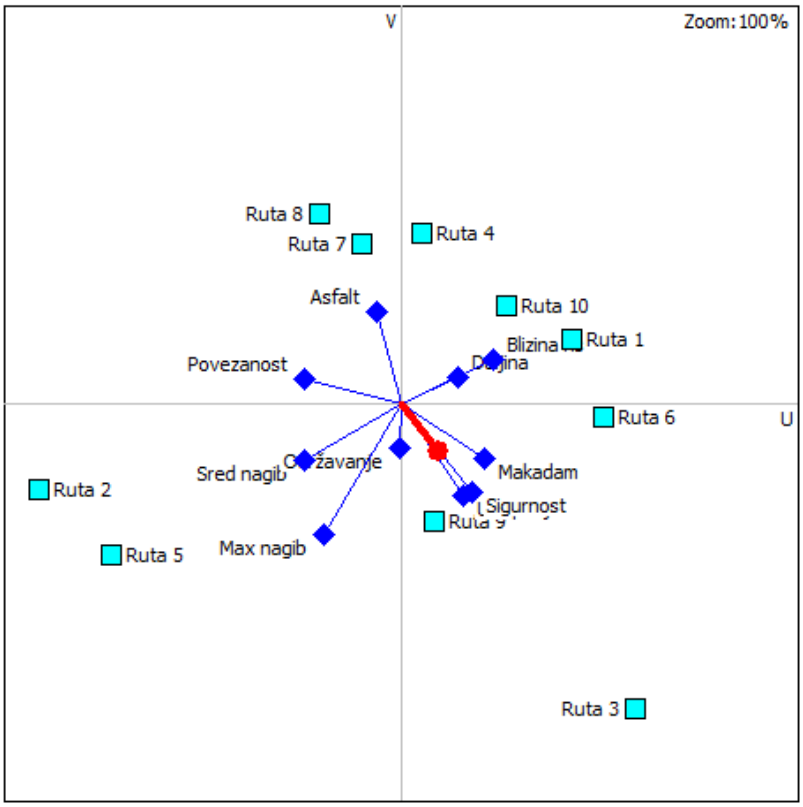
Dužina osi kriterija je isto važna, a ona predstavlja diskriminaciju kriterija u o odnosu na druge. Može se uočiti kako su i rute s pozitivnim neto tokom kao i one s negativnim udaljene od lepeze kriterija. Ono što je ustvari dobiveno je kretanje odluke u smjeru IV kvadranta. Pri tome konačnu odluku predstavlja crvena točka koja svojim tragom označava smjer kretanja odluke u smjeru najboljeg rješenja problema.




Slika 49. Prikaz pojedinih akcija i kriterija u dvodimenzionalnoj GAIA ravnini za ekonomski scenarij




Slika 50. Prikaz pojedinih akcija i kriterija u dvodimenzionalnoj GAIA ravnini za turistički scenarij




Slika 51. Prikaz pojedinih akcija i kriterija u dvodimenzionalnoj GAIA ravnini za kulturno - povijesni scenarij

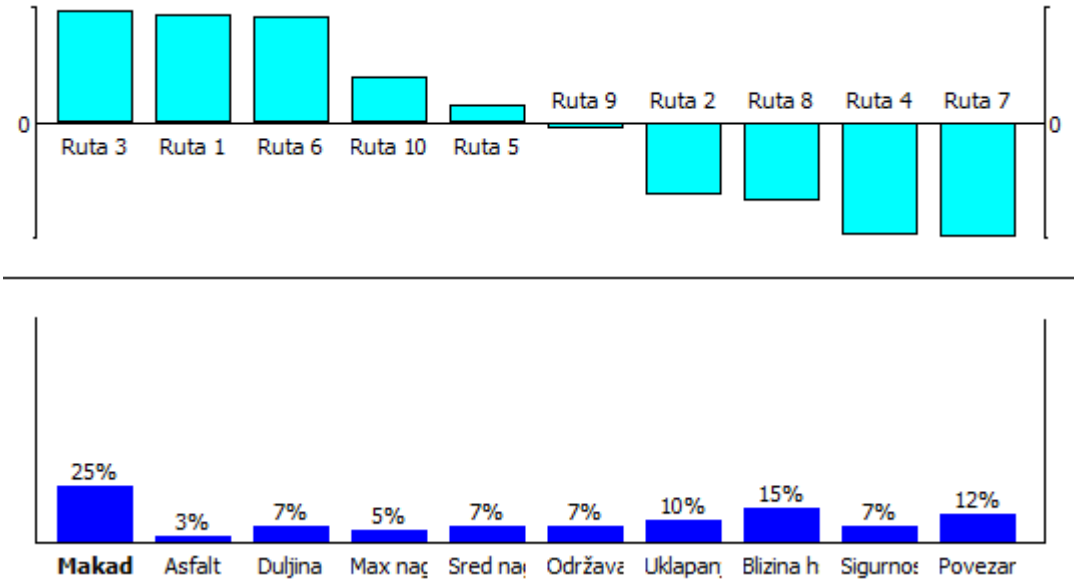
### 7.2.4 Walking weights

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:

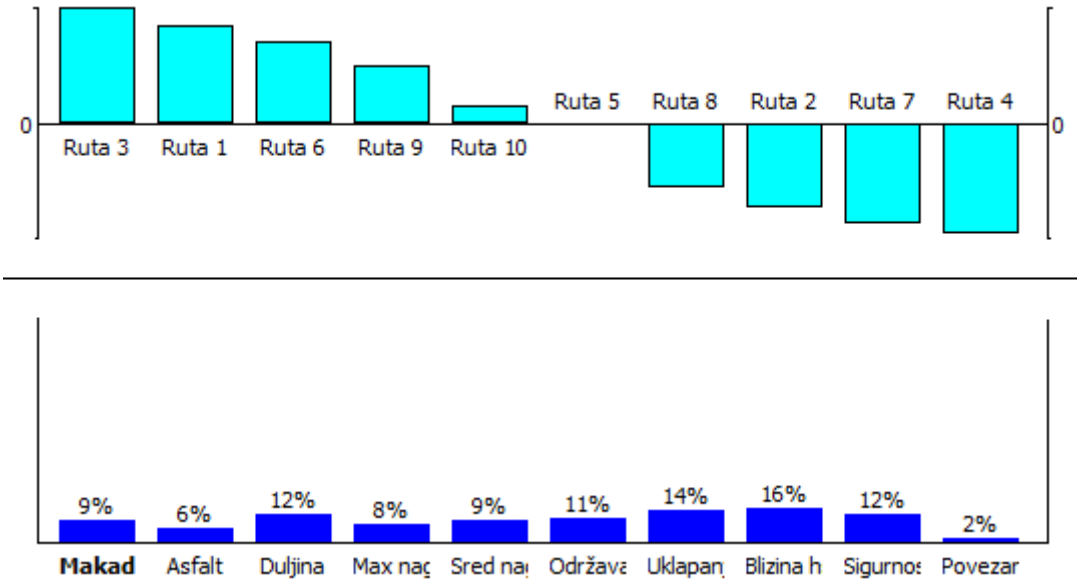
- gornji graf prikazuje PROMETHEE II Comlete Ranking
- donji graf prikazuje težine kriterija

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

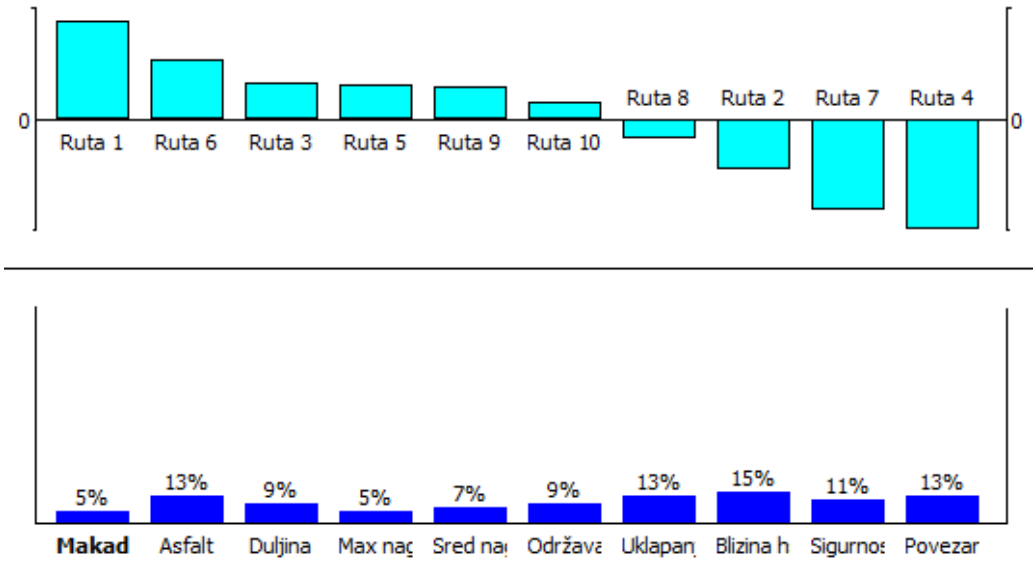
Na taj način postoji mogućnost manipuliranja rezultatima, tj. može se mijenjati rang određene rute ovisno o željama donositelja odluke, te pri tome mijenjati u potpunosti odnose među kriterijima na mikro skali i odnose među scenarijima na makro skali projekta.



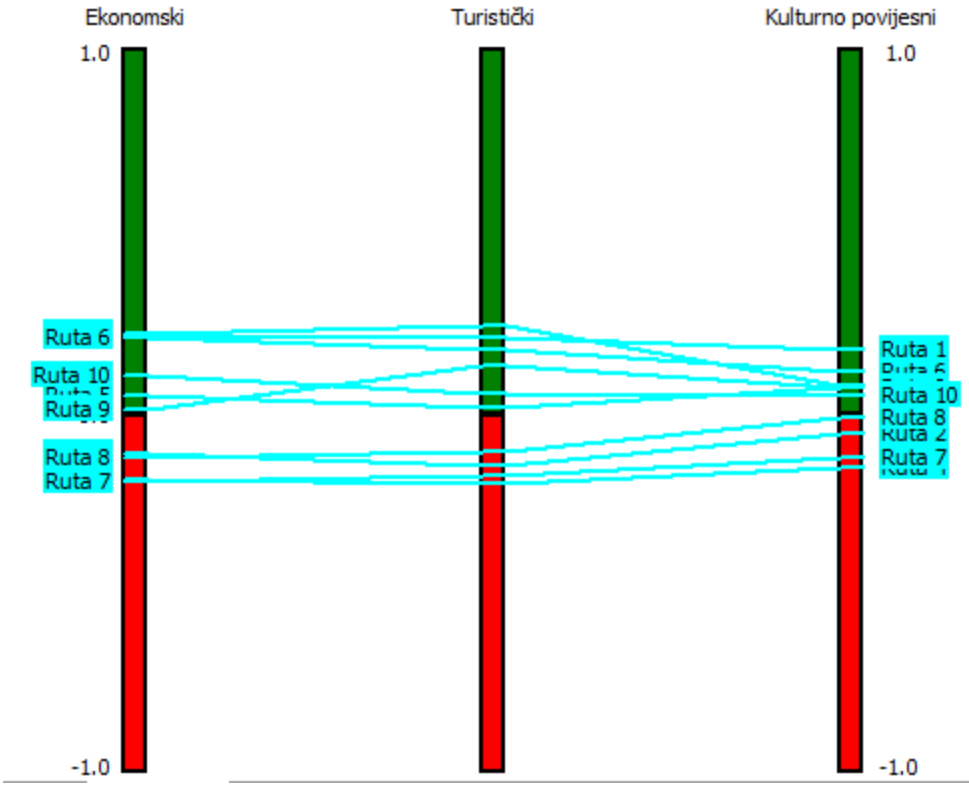

Slika 52. Prikaz rezultata Walking Weights za ekonomski scenarij




Slika 53. Prikaz rezultata Walking Weights za turistički scenarij




Slika 54. Prikaz rezultata Walking Weights za kulturno - povijesni scenarij




Slika 55. Usporedba scenarija

Razmatrana su tri scenarija (ekonomski, turistički i kulturno – povijesni), a program PROMETHEE pomoću alata Scenario comparison omogućuje usporedbu rezultata različitih scenarija. Posebnosti su detaljnije obrazložene u zaključku.

# 8 ZAKLJUČAK

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

Provedena je analiza za tri scenarija. Prvi, ekonomski scenarij, daje veću važnost ekonomskim kriterijima, kao što je npr. duljina makadama, drugi, turistički scenarij, naglašava važnost bitnih kriterija za turizam (npr. uklapanje rute u okoliš) te treći, kulturno – povijesni scenarij, kojemu je npr. povezanost između sela i njihovih znamenitosti jako bitna. Osim navedenih scenarija, za analizu su se koristili slijedeći kriteriji: duljina rute pod makadamom, duljina rute pod asfaltom, ukupna duljina rute, maksimalni nagib na ruti, prosječni nagib rute, održavanje rute, uklapanje rute u okoliš, blizina hitnih službi, sigurnost te povezanost sela. Analizirajući podatke u programu Visual PROMETHEE Academic dobili smo najpovoljnije rute za pojedine scenarije. Za ekonomski scenarij Rute 3 i 1 su podjednako kvalitetne. Svi testovi su pokazali njihovu veliku bliskost, stoga izdvajanje jednog najpovoljnijeg rješenja ne bi bilo korektno, već konačnu odluku ćemo prepustiti jedinici lokalne samouprave. Najnepovoljnije rješenje ovog scenarija je Ruta 7 zbog svoga visokog maksimalnog i prosječnog nagiba što za posljedicu ima i veće troškove održavanje, te izrazito niske sigurnosti zbog toga što ruta prolazi isključivo asfaltnim dijelom biciklističke staze.

Najbolje rješenje za turistički scenarij predstavlja Ruta 3, i to prvenstveno zbog izrazito visokog uklapanja u okoliš, sigurnosti te blizine hitnih službi. Ruta je također dobro rangirana što se tiče maksimalnog nagiba i održavanja rute. Najnepovoljnija ruta za turistički scenarij je Ruta 4 zbog svoje izrazito niske sigurnosti koja je posljedica toga što cijela ruta prolazi asfaltnim dijelom biciklističke staze, te zbog svoje male ukupne duljine i slabog uklapanja u okoliš. Odabiranje najpovoljnije rute je najočitije kod kulturno – povijesnog scenarija. Ruta 1 je daleko najpovoljnija zbog svoje velike ukupne duljine rute, te time omogućava obilazak svih povijesnih znamenitosti na području biciklističke staze. Kao i u turističkom scenariju, i ovdje je najnepovoljnija Ruta 4 zbog istih, već navedenih, razloga.

Višekriterijalna analiza uvijek ostavlja pitanja jesu li uzeti u obzir baš svi relevantni kriteriji, te je li sve ispravno valorizirano, pogotovo oni parametri koji su „proizvod“ ekspertne prosudbe. Programska podrška Visual PROMETHEE Academic upravo zato i ima čitav niz opcija za „post“ analizu i simulacijsku procjenu „što-ako“ (kao što je npr. „walking weights“) kako bi se maksimalno otklonila subjektivnost koja je uvijek prisutna u modeliranju „ponašanja“ u odlučivanju. Upravo „walking weights“ analiza potvrđuje rezultate primarno provedenih analiza što je vidljivo na Slikama 52., 53. i 54.

Konačna odluka o tome koja je najpovoljnija ruta za pojedine scenarije mora biti rezultat cjelovite analize i procjene kojom se ispituje svaka prihvatljiva ruta na biciklističkoj stazi, i to uz potpuno i trajno sudjelovanje svih zainteresiranih strana, kako bi rezultat osim matematičkih kriterija zadovoljio i društvene.

# 9 LITERATURA

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

Akcijski plan razvoja cikloturizma

Jokić Anto Bojan: Diplomski rad, 2015.

Internet izvori:

http://www.mint.hr

http://www.drniš.hr

https://hr.wikipedia.org/wiki/Drniš

www.esri.com