



UNIVERZITET U SARAJEVU  
GRAĐEVINSKI FAKULTET

# VREDNOVANJE PROJEKATA SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE

*Teorijski okvir sa praktičnim primjerima*

Prof. dr. Suada Sulejmanović

*Sarajevo, 2026.*

UNIVERZITETSKO IZDANJE

Prof.dr. Suada Sulejmanović

**VREDNOVANJE PROJEKATA SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE**

*Teorijski okvir sa praktičnim primjerima*

*Prvo izdanje, 2026. godine*

---

AUTOR:	<i>Prof.dr. Suada Sulejmanović, dipl.inž.građ.</i>
IZDAVAČ:	<i>Univerzitet u Sarajevu - Građevinski fakultet</i>
ZA IZDAVAČA:	<i>Prof. dr. Samir Dolarević, dipl.inž.građ.</i>
GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK	<i>Prof. dr. Amra Serdarević, dipl.inž.građ.</i>
RECENZENTI:	<i>Prof. dr. Sanjin Albinović, dipl.inž.građ. Doc.dr. Ammar Šarić, dipl.inž.građ.</i>
GRAFIČKI DIZAJN:	<i>Prof.dr. Suada Sulejmanović</i>
ŠTAMPA:	<i>Štamparija Fojnica d.d.</i>
Tiraž	<i>50 primjeraka</i>
URL digitalne forme:	<i><a href="https://gf.unsa.ba/e-izdanja/">https://gf.unsa.ba/e-izdanja/</a></i>

---

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod ID brojem 68851974

ISBN 978-9958-638-89-3

*Reprodukcija pojedinih dijelova ili cjeline ove knjige je dozvoljena uz odgovarajuće citiranje.*

*Projekti saobraćajne infrastrukture predstavljaju složena, kapitalno intenzivna i dugoročna ulaganja sa izraženim tehničkim, finansijskim i društvenim implikacijama. Njihova realizacija neposredno utiče na nivo mobilnosti stanovništva, sigurnost saobraćaja, regionalnu povezanost, ekonomski razvoj i kvalitet života. Zbog toga donošenje investicionih odluka u ovoj oblasti zahtijeva sistematski, interdisciplinarni i metodološki utemeljen pristup.*

*Inžinjerska ekonomija predstavlja okvir za povezivanje tehničkih rješenja sa ekonomskim kriterijima odlučivanja. Od savremenih inženjera, planera i donosioca odluka očekuje se razumijevanje investicionog procesa, strukture troškova i koristi, kao i sposobnost primjene odgovarajućih analitičkih metoda pri vrednovanju projekata. U tom kontekstu, ova knjiga ima za cilj da pruži sistematizovan i metodološki utemeljen prikaz vrednovanja projekata saobraćajne infrastrukture, prilagođen potrebama akademske nastave i inžinjerske prakse.*

*Sadržaj knjige prati logiku razvoja infrastrukturnog projekta: od definisanja problema i postavljanja ciljeva, preko investicionog procesa i upravljanja projektom, do analize projektnih varijanti i donošenja investicione odluke. Posebna pažnja posvećena je metodama finansijske i ekonomske analize, uz jasno razgraničenje finansijskih i ekonomskih novčanih tokova, te identifikaciji relevantnih troškova i koristi.*

*Radi pravilne primjene metoda finansijske analize, u radu su najprije obrađene osnovne postavke finansijske matematike kao i ključni pokazatelji isplativosti projekata. Ekonomska analiza dodatno proširuje ovaj okvir na društveni nivo, omogućavajući cjelovitije sagledavanje ukupnih efekata projekta i njegovog doprinosa društvu u cjelini, uključujući eksternalije i šire razvojne implikacije..*

*Poseban dio knjige posvećen je analizi neizvjesnosti i rizika, komparativnoj analizi projektnih varijanti i primjeni višekriterijskih metoda vrednovanja, koje omogućavaju strukturirano donošenje odluka u uslovima postojanja više kriterija. Time se stvara osnova za transparentan, argumentovan i racionalan izbor optimalnog rješenja.*

*Iako se knjiga oslanja na etablirane međunarodne metodološke okvire i smjernice za vrednovanje infrastrukturnih projekata, njen doprinos ogleda se u njihovoj sistematizaciji i integraciji u jedinstven analitički okvir prilagođen projektima saobraćajne infrastrukture i kontekstu zemalja regiona. Na taj način objedinjeni su tehnički, finansijski i društveni aspekt evaluacije u funkcionalnu cjelinu primjenjivu u akademskoj i stručnoj praksi.*

*Knjiga je namijenjena studentima tehničkih i srodnih studijskih programa, kao i inženjerima, planerima i drugim stručnjacima uključenim u pripremu, evaluaciju i finansiranje projekata saobraćajne infrastrukture. Njen cilj je podsticanje razvoja analitičkog pristupa i odgovornog donošenja investicionih odluka u oblasti koja ima dugoročne posljedice po društvo u cjelini.*

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
1.1. Pojam i značaj inženjerske ekonomije	1
1.2. Transport kao izvedena potražnja i složenost projekata	3
1.3. Uloga inženjera u donošenju investicionih odluka	4
<b>2. SAOBRAĆAJNA INFRASTRUKTURA I PROJEKAT</b>	<b>7</b>
2.1. Projekat i program u građevinarstvu	7
2.2. Klasifikacija projekata i infrastrukturnih ulaganja	8
2.3. Karakteristike i specifičnosti projekata saobraćajne infrastrukture	11
2.4. Životni ciklus infrastrukturnog projekta	12
2.4.1. Ukupni troškovi životnog ciklusa	14
2.5. Osnovni procesi upravljanja projektom	15
2.6. Savremeni pristupu upravljanju projektima	16
2.7. Nabavke u infrastrukturnim projektima	18
<b>3. INVESTICIONI PROCES</b>	<b>21</b>
3.1. Investicioni proces i dokumentacija za infrastrukturne projekte	21
3.2. Faze investicionog procesa u saobraćajnoj infrastrukturi	22
3.3. Investicioni program i studije opravdanosti	23
3.4. Investiciona odluka i zbirna ocjena	26
3.5. Rizici i neizvjesnosti u investicionom procesu	27
3.6. Upravljanje resursima i koordinacija u toku realizacije projekta	29
3.7. Praćenje i evaluacija tokom realizacije projekta	32
<b>4. VREDNOVANJE PROJEKATA SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE</b>	<b>35</b>
4.1. Identifikacija i analiza problema	36
4.2. Ciljevi i kriteriji vrednovanja projekata	37
4.3. Pokazatelji vrednovanja saobraćajnih projekata	38
4.4. Projektne opcije i komparativna analiza scenarija	41
<b>5. METODE I ANALITIČKI PRISTUP VREDNOVANJA PROJEKATA</b>	<b>45</b>
5.1. Osnovne grupe metoda vrednovanja	45
5.2. Finansijska analiza	47
5.3. Ekonomska analiza	48

5.4.	Vrste troškova u finansijskoj i ekonomskoj analizi	50
5.5.	Višekriterijske metode vrednovanja	52
5.6.	Dodatne analitičke komponente vrednovanja	53
5.7.	Održivost i društveno-ekološki aspekti	54
5.8.	Rangiranje projekata i odluka o prioritetima	55
5.9.	Ograničenja i izazovi evaluacije	56
5.10.	Ex-post evaluacija i učenje iz projekata	56
<b>6.</b>	<b>OSNOVE FINANSIJSKE MATEMATIKE</b>	<b>59</b>
6.1.	Vrijednost novca u vremenu	59
6.2.	Kamatni račun - jednostavna i složena kamata	61
6.2.1.	Osnovni pojmovi	62
6.2.2.	Jednostavni (prosti) kamatni račun	63
6.2.3.	Složeni kamatni račun	67
6.2.4.	Nominalna, relativna i konformna kamatna stopa	71
6.3.	Diskontovanje i diskontna stopa	78
6.3.1.	Pojam diskontne stope	78
6.3.2.	Odnos kamatne i diskontne stope	79
6.4.	Amortizacija i životni vijek infrastrukture	81
6.4.1.	Pojam amortizacije	81
6.4.2.	Vijek trajanja dugotrajne materijalne imovine	83
6.4.3.	Okvirni vijek trajanja saobraćajne infrastrukture	84
6.4.4.	Stope i metode amortizacije	89
6.4.5.	Metode obračuna amortizacije	90
6.5.	Proračun finansijskih i ekonomskih pokazatelja isplativosti	95
6.5.1.	Metoda neto sadašnje vrijednosti	96
6.5.2.	Metoda interne stope rentabilnosti	101
6.5.3.	Metoda perioda povrata investicije	105
6.5.4.	Metoda indeksa profitabilnosti	109
6.5.5.	Metoda odnosa koristi i troškova	110
6.5.6.	Metoda anuiteta	112
<b>7.</b>	<b>FINANSIJSKA ANALIZA PROJEKTA</b>	<b>117</b>
7.1.	Koncept i pokazatelji finansijske analize	117
7.2.	Finansijska analiza projekata u okviru JPP	118
7.3.	Finansijske tabele, pretpostavke i rezultati	119
7.4.	Definisanje vremenskog horizonta projekta	120

7.5.	Identifikacija i klasifikacija finansijskih troškova projekta	122
7.5.1.	Investicioni troškovi	123
7.5.2.	Troškovi obnove i rekonstrukcije	125
7.5.3.	Troškovi održavanja	127
7.5.4.	Finansijski operativni troškovi	131
7.6.	Procjena ukupnih prihoda projekta	133
7.7.	Inflacijsko prilagođavanje troškova i prihoda	136
7.8.	Finansijska održivost	138
<b>8.</b>	<b>EKONOMSKA ANALIZA PROJEKATA</b>	<b>141</b>
8.1.	Metodološki okvir ekonomske analize	141
8.2.	Struktura ekonomskih tokova	142
8.3.	Prelazak sa finansijskih na ekonomske tokove	143
8.3.1.	Konverzioni faktori u ekonomskoj analizi	144
8.4.	Ekonomske troškovi i koristi projekta	149
8.4.1.	Troškovi investicije, obnove i rekonstrukcije u ekonomskim cijenama	149
8.4.2.	Troškovi rada i zemljišta u ekonomskim cijenama	150
8.4.3.	Ekonomske operativni troškovi	151
8.4.4.	Troškovi i koristi korisnika infrastrukture	152
8.5.	Ekološke koristi i ostale eksternalije	165
8.6.	Proračun ekonomskih pokazatelja isplativosti	167
8.7.	Analiza raspodjele koristi	167
8.8.	Neizvjesnost i analiza rizika	168
<b>9.</b>	<b>ANALIZA I UPRAVLJANJE RIZIKOM PROJEKTA</b>	<b>169</b>
9.1.	Uvod u analizu rizika	169
9.2.	Osnovni elementi i karakteristike rizika	170
9.2.1.	Poslovni i projektni rizici	170
9.2.2.	Proces upravljanja rizikom	172
9.2.3.	Planiranje pristupa riziku	172
9.2.4.	Identifikacija rizika	172
9.2.5.	Kvalitativna i kvantitativna analiza rizika	173
9.2.6.	Planiranje odgovora na rizike	174
9.2.7.	Praćenje i učenje	176
9.3.	Analiza osjetljivosti i analiza scenarija	176
9.4.	Primjeri tipičnih rizika u infrastrukturnim projektima	178

9.5.	Integracija rizika u ekonomsku analizu	189
<b>10.</b>	<b>VIŠEKRITERIJSKO VREDNOVANJE</b>	<b>191</b>
10.1.	AHP metoda (Analytic Hierarchy Process)	191
10.1.1.	Struktura i način funkcionisanja AHP metode	192
10.1.1.	Određivanje težina kriterija pomoću Saaty-skale	193
10.1.2.	Grupno odlučivanje u AHP metodi	195
10.1.3.	Matematske osnove AHP metode	196
10.1.4.	Indeks i odnos konzistentnosti	197
10.1.5.	Prednosti i nedostaci AHP metode	198
10.2.	Metoda VIKOR	202
10.2.1.	Određivanje idealne tačke	202
10.2.2.	Transformacija raznorodnih kriterijskih funkcija	203
10.2.3.	Određivanje težina kriterija u VIKOR metodi	205
10.2.4.	Primjena Delfi metode u određivanju težina kriterija	206
10.2.5.	Simulacija strukture preferencije (scenarijski pristup)	211
10.2.6.	Zadavanje parametra „v“	212
10.2.7.	Proračun kompromisnih vrijednosti u VIKOR metodi	213
10.2.8.	Rangiranje alternativa	215
10.2.9.	Identifikacija i provjera kompromisne alternative	216
<b>11.</b>	<b>FINANSIRANJE PROJEKATA SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE</b>	<b>223</b>
11.1.1.	Modeli finansiranja infrastrukturnih projekata	223
11.1.2.	Međunarodne finansijske institucije	225
11.1.3.	Domaće finansijske institucije i njihova uloga u finansiranju infrastrukturnih projekata	227
11.1.4.	Integracija izvora finansiranja	228
11.1.5.	Specifičnosti finansiranja prema vidovima transporta	229
11.1.6.	Finansiranje i dugoročna održivost infrastrukturnih projekata	231
<b>12.</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>233</b>

## Popis tabela

---

Tabela 2-1. Razlika između programa i projekta.....	7
Tabela 2-2. Investicionih i neinvesticioni projekti u saobraćajnoj infrastrukturi .....	10
Tabela 4-1. Tipični scenariji za poređenje projekata .....	41
Tabela 5-1. Tretman troškova u finansijskoj i ekonomskoj analizi.....	51
Tabela 6-1. Konformne kamatne stope pri različitom broju obračuna godišnje za $i = 5\%$ godišnje.....	77
Tabela 6-2. Okvirni vijek trajanja saobraćajne infrastrukture.....	85
Tabela 6-3. Porezno priznate stope amortizacije dugotrajne imovine .....	89
Tabela 7-1. Ključne razlike JPP i klasičnih javnih projekata .....	119
Tabela 7-2. Referentni periodi za projekte u EU.....	121
Tabela 7-3. Odnos PCI indeksa, tipa intervencije i relativnih troškova ...	130
Tabela 7-4. Tipični finansijski prihodi u transportnim projektima .....	134
Tabela 8-1. Ekonomske koristi i troškovi u CBA.....	142
Tabela 8-2. Faktori konverzije za različite vrste troškova .....	145
Tabela 8-3. Ponderisani faktori konverzije za različite vrste troškova .....	146
Tabela 8-4. Finansijska analiza- primjer .....	147
Tabela 8-5. Ekonomska analiza-primjer .....	148
Tabela 9-1. Trostepena klasifikacija ranga rizika ( $V \times U$ ).....	173
Tabela 9-2. Matrica vjerovatnoće i uticaja (primjer) .....	185
Tabela 9-3. Skala ranga rizika (na osnovu matrice $V \times U$ ) .....	185
Tabela 10-1. Saaty-jeva skala relativne važnosti.....	194
Tabela 10-2. Prosječne vrijednosti RI za različite dimenzije matrice.....	198
Tabela 11-1. Finansiranje projekata prema vidovima transporta.....	231

## Popis slika

---

Slika 1-1. Ključne aktivnosti inženjerske ekonomije u građevinarstvu .....	2
Slika 1-2. Primjeri transportne infrastrukture.....	3
Slika 2-1. Program i povezani projekti: ilustracija razlike i odnosa između programa i projekta .....	8
Slika 2-2. Podjela infrastrukturnih projekata/objekata.....	8
Slika 2-3. Resursi projekta .....	11
Slika 2-4. Faze životnog ciklusa projekta.....	13
Slika 2-5. Ledeni brijeg troškova u analizi životnog ciklusa (LCC) .....	14
Slika 2-6. Područja upravljanja projektima.....	17
Slika 2-7. Ključna područja upravljanja projektom .....	18
Slika 3-1. Investicioni proces i pripadajuća dokumentacija.....	22
Slika 3-2. Dijagram toka investicionog procesa.....	23
Slika 3-3. Rizici u investicionom procesu.....	28
Slika 4-1. Pokazatelji vrednovanja saobraćajnih projekata.....	39
Slika 4-2. Poređenje projektnih varijanti i referentnih scenarija u analizi projekata .....	42
Slika 5-1. Pregled metoda vrednovanja projekata transportne infrastrukture .....	45
Slika 5-2. Struktura troškova u finansijskoj i ekonomskoj analizi saobraćajnih projekata.....	51
Slika 5-3. Analitičke metode vrednovanja saobraćajnih projekata .....	53
Slika 6-1. Tehnika izračunavanja vremenske vrijednosti novca.....	59
Slika 6-2. Različite vrste životnog vijeka građevine .....	84
Slika 7-1. Struktura finansijske analize (Izvor: EC CBA Guide 2008) .....	117
Slika 7-2. Identifikacija i vremenska raspodjela finansijskih troškova projekta.....	122
Slika 7-3. Šematski prikaz odnosa održavanja, obnove i rekonstrukcije u životnom ciklusu saobraćajne infrastrukture.....	126

Slika 7-4. Odnos PCI indeksa, faza održavanja i relativnih troškova .....	129
Slika 8-1. Razlika između finansijskih i ekonomskih operativnih troškova projekta.....	151
Slika 8-2. Direktni troškovi saobraćajnih nezgoda.....	162
Slika 8-3. Indirektni troškovi saobraćajnih nezgoda.....	163
Slika 9-1. Poslovni i projektni rizici.....	171
Slika 10-1. Hijerarhijska struktura AHP modela s kriterijima i alternativama .....	192
Slika 10-2. Histogram polarizovanih srednjih vrijednosti.....	207



# 1. UVOD

---

Efikasna saobraćajna infrastruktura predstavlja temelj modernog društva i privrede, jer omogućava brži protok ljudi i roba, jača ekonomsku integraciju i podstiče regionalni razvoj. Kroz unapređenje pristupačnosti tržištima, povećanje produktivnosti, uravnotežen regionalni razvoj, stvaranje novih radnih mjesta, te povezivanje zajednica, investicije u saobraćajnu infrastrukturu direktno podstiču mobilnost stanovništva i ekonomskih aktivnosti.

Ulaganja u nove projekte, kao i efikasno korištenje postojeće infrastrukture, vode poboljšanju pristupačnosti, sigurnosti i zadovoljenju saobraćajne potražnje. Svaki infrastrukturni projekat mora biti usklađen s nacionalnim strategijama i planovima transporta, zasnovanim na preciznoj procjeni potreba putničkog i robnog saobraćaja. Planovi razvoja saobraćajne infrastrukture identificiraju prioritetne projekte poput nedostajućih veza, "uskih grla" ili multimodalnih čvorišta radi postizanja interoperabilnosti i optimalne integracije različitih vidova transporta.

Ciljevi projekata saobraćajne infrastrukture moraju biti usklađeni i sa teritorijalnim, regionalnim i, kada je potrebno, prekograničnim kontekstom. Posebna pažnja posvećuje se održivosti: podršci multimodalnom prijevozu, jačanju regionalne mobilnosti kroz povezivanje sekundarnih i tercijarnih čvorova, razvoju ekoloških i nisko-ugljeničnih transportnih sistema, te osavremenjivanju željezničkih mreža.

## 1.1. Pojam i značaj inženjerske ekonomije

Vrednovanje saobraćajnih projekata oslanja se na principe inženjerske ekonomije, discipline koja objedinjuje ekonomsku analizu s tehničkim aspektima donošenja odluka.

Inženjerska ekonomija omogućava racionalno planiranje, projektovanje, izgradnju i upravljanje infrastrukturnim objektima, uz optimizaciju raspoloživih resursa, troškova i koristi. **Inženjerska ekonomija u građevinarstvu** primjenjuje ekonomske i finansijske principe u planiranju,

projektovanju, izgradnji i održavanju objekata. Cilj je osigurati tehnički optimalna, ekonomična i održiva rješenja uzimajući u obzir troškove, koristi, rokove i dostupne resurse.

Zbog kompleksnosti i visokih troškova građevinskih projekata, inženjerska ekonomija pomaže u donošenju odluka koje balansiraju tehničke zahtjeve i ekonomske realnosti tokom cijelog životnog ciklusa projekta, od ideje i projektovanja do realizacije, održavanja i reciklaže.

Kao samostalna disciplina, nastala je 1877. godine s radovima Arthura M. Wellingtona, a ubrzo je postala sastavni dio nastavnog programa inženjerskih fakulteta. Danas je priznata komponenta tradicionalnih inženjerskih oblasti, poput građevinarstva i mašinstva. Primjena u građevinarstvu obuhvata racionalno korištenje resursa, maksimizaciju koristi i minimizaciju troškova u svim fazama projekta, povezujući tehničke i ekonomske aspekte za donošenje optimalnih i održivih investicionih odluka.

<b>Analiza troškova i koristi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifikacija direktnih i indirektnih troškova</li><li>• Procjena ekonomskih i društvenih koristi</li></ul>
<b>Planiranje budžeta i resursa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procjena potrebnih sredstava</li><li>• Optimizacija upotrebe resursa</li></ul>
<b>Procjena vremena i vremenska vrijednost novca</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diskontovanje novčanih tokova</li><li>• Sadašnja vrijednost budućih koristi</li></ul>
<b>Evaluacija alternativa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Poređenje različitih tehničkih rješenja</li><li>• Izbor najpovoljnije opcije</li></ul>
<b>Troškovi životnog ciklusa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Izgradnja, održavanje, popravke, reciklaža</li></ul>
<b>Upravljanje rizicima</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• identifikacija ekonomskih rizika</li><li>• strategije za ublažavanje posljedica</li></ul>

*Slika 1-1. Ključne aktivnosti inženjerske ekonomije u građevinarstvu*

U tom kontekstu, njena posebna vrijednost ogleda se u procjeni troškova i koristi, planiranju budžeta i resursa, analizi vremenske vrijednosti novca, poređenju tehničkih rješenja i izboru optimalnih alternativa. Također obuhvata procjenu troškova životnog ciklusa objekta i upravljanje rizicima koji utiču na tehničke i finansijske aspekte projekta (Slika 1-1).

## 1.2. Transport kao izvedena potražnja i složenost projekata

Jedan od važnih aspekata razumijevanja transportne infrastrukture jeste činjenica da je **transport „izvedena potražnja“**. Transportni sistemi ne postoje sami radi sebe, već služe zadovoljenju potreba koje proizlaze iz drugih ekonomskih i društvenih aktivnosti. Dostupnost, odnosno nedostatak razvijenih transportnih sistema, ima značajan uticaj na sve sfere društva i privrede. Zbog toga se u planiranju i vrednovanju projekata transportne infrastrukture moraju uzeti u obzir šire implikacije koje proizlaze iz nedostatka kapaciteta, kao i opšti standard postojećeg transportnog sistema.



*Slika 1-2. Primjeri transportne infrastrukture*

Slika 1-2. prikazuje različite vidove transportne infrastrukture, koja omogućava kretanje ljudi i roba i predstavlja fizičku osnovu ekonomskih i društvenih aktivnosti.

Dodatnu složenost u planiranju i vrednovanju saobraćajnih projekata predstavlja problem procjene stvarnih troškova korištenja transportnog sistema. Transport je povezan sa brojnim pozitivnim i negativnim eksternalijama. Eksternalije predstavljaju efekte ekonomske aktivnosti koji

utiču na treća lica, a koji nisu obuhvaćeni tržišnim cijenama. U kontekstu transporta, to su negativni uticaji poput zagađenja, buke, saobraćajnih nezgoda i zauzimanja prostora, ali i potencijalni pozitivni efekti, kao što je poboljšana dostupnost i regionalna povezanost.

Precizno kvantificiranje ovih troškova, kao i poređenje između različitih vidova transporta, izuzetno je složeno. Njihovo potpuno internaliziranje zahtijevalo bi napredne sisteme naplate i sofisticirane modele ekonomske procjene, što dodatno naglašava kompleksnost vrednovanja infrastrukturnih projekata.

### 1.3. Uloga inženjera u donošenju investicionih odluka

Inženjeri građevinske i saobraćajne struke imaju ključnu ulogu u investicionom procesu kod projekata transportne infrastrukture. Njihova uloga je kompleksna, jer obuhvata tehnička, ekonomska i strateška pitanja od početne ideje do realizacije i održavanja projekta.

Prije svega, inženjeri učestvuju u svim ključnim koracima investicionog procesa: od inicijalnog planiranja, izrade tehničkih rješenja, analize varijanti, sve do procjene troškova, rizika i upravljanja tokom realizacije. Projekti transportne infrastrukture najčešće su linijski objekti koji se protežu kroz veliko područje, utiču na lokalnu privredu, životnu sredinu i zahtijevaju znatna finansijska sredstva.

**Tehnički doprinos** inženjera sastoji se u prilagođavanju projektnih rješenja konkretnim uslovima terena i dostupnim tehnologijama, kako bi objekat bio siguran, funkcionalan i pouzdan. Primjer je racionalno oblikovanje trase cesta, gdje analiza terena, dužine tunela i mostova može drastično smanjiti troškove, a istovremeno podići tehnički kvalitet.

**Ekonomska efikasnost** inženjeri ostvaruju optimizacijom količina radova, materijala i resursa. U fazi projektovanja mogu uticati na smanjenje ukupnih investicija, kroz pažljivu analizu potrebnih aktivnosti te odabir najpovoljnijih rješenja. Time doprinose planiranju i kontroli troškova izgradnje, eksploatacije i održavanja, te identifikaciji i ostvarivanju eventualnih ušteda.

**Optimizacija resursa** je ključna jer inženjeri nastoje pronaći ravnotežu između cijene, kvaliteta i trajnosti, s maksimalnim iskorištenjem materijala, radne snage i opreme, što direktno povećava efikasnost i smanjuje mogućnost prekoračenja budžeta.

**Ekološki doprinos** se ogleda u analizi uticaja projekta na okolinu i predlaganju mjera za zaštitu prirodnih resursa, smanjenje zagađenja, uvođenje ekološki prihvatljivih tehnologija i održivo korištenje energije.

**Procjena i upravljanje rizicima** obuhvata identifikaciju svih tehničkih i operativnih izazova, kao što su nepovoljni geološki uslovi, ograničenja materijala ili nepredviđene izmjene tokom izvedbe. Inženjeri pravovremeno planiraju mjere za ublažavanje rizika, pripremaju alternativna rješenja, te osiguravaju da projekat ostane finansijski i operativno održiv.

**Strateška i komunikacijska uloga** podrazumijeva prezentaciju tehničkih analiza i preporuka investitorima, donosiocima odluka i ostalim zainteresovanim stranama, kao i predlaganje inovativnih tehnologija koje podižu performanse projekta. Kroz stručne procjene i transparentnu komunikaciju, inženjeri osiguravaju informisano donošenje odluka koje su tehnički, ekonomski i ekološki opravdane.

Na osnovu svega navedenog, uloga inženjera je neprocjenjiva, oni obezbjeđuju stručnost, analiziraju mogućnosti, prepoznaju rizike i predlažu optimalna rješenja. Njihovo stručno djelovanje vodi ka održivim, efikasnim i društveno korisnim infrastrukturnim projektima.



## 2. SAOBRAĆAJNA INFRASTRUKTURA I PROJEKAT

---

### 2.1. Projekat i program u građevinarstvu

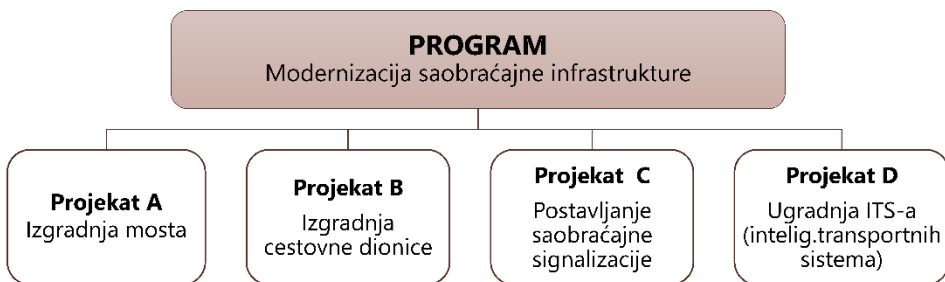
U građevinarstvu, projekat predstavlja privremeno angažovanje radne snage, materijala, mehanizacije i usluga s ciljem postizanja konkretnog proizvoda ili usluge, na primjer izgradnje, rekonstrukcije ili modernizacije infrastrukturnog objekta. Svaki projekat ima jasno definisan početak i očekivani kraj, što ga razlikuje od procesa ili redovnih aktivnosti.

Za uspješno planiranje i upravljanje ulaganjima u saobraćajnu infrastrukturu važno je razlikovati projekat od programa. **Projekat** je vremenski ograničen i fokusiran na određeni cilj, budžet i rezultat, dok je **program** skup međusobno povezanih projekata koji se zajedno vode radi ostvarivanja šireg, strateškog cilja i dugoročnih efekata (Tabela 2-1).

Tabela 2-1. Razlika između programa i projekta

Kriterij	Program	Projekat
<b>Definicija</b>	Skup povezanih projekata s ciljem šireg napretka	Privremeni proces sa definisanim ciljem i rezultatom
<b>Cilj</b>	Dugoročni, strateški efekti kroz sinergiju	Očekivani i mjerljivi ishod
<b>Trajanje</b>	Dugoročno, s više faza i projekata	Ograničeno, sa fiksnim početkom i krajem
<b>Rezultat</b>	Strateške koristi za sektor	Konkretan proizvod, usluga ili ishod
<b>Primjer u saobraćaju</b>	Program za obnovu regionalne infrastrukture (više projekata: most, cesta, signalizacija, ITS)	Izgradnja mosta, rekonstrukcija puta

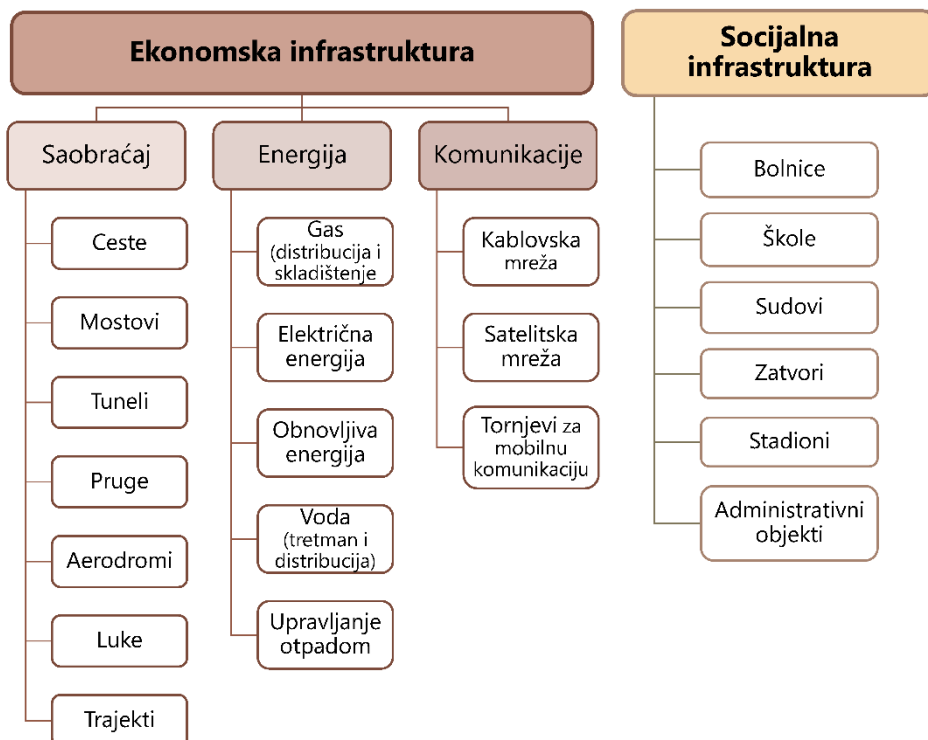
Program obuhvata koordinirano upravljanje više povezanih projekata, čime se stvara sinergija i ostvaruju veće koristi nego vođenjem projekata pojedinačno. Tako se, recimo, program modernizacije saobraćajne infrastrukture u jednoj regiji može sastojati od izgradnje pojedinih mostova, obnove cesta ili uvođenja inteligentnih transportnih sistema (ITS) (Slika 2-1, Tabela 2-1).



Slika 2-1. Program i povezani projekti: ilustracija razlike i odnosa između programa i projekta

## 2.2. Klasifikacija projekata i infrastrukturnih ulaganja

Prema međunarodnoj asocijaciji za upravljanje projektima IPMA (International Project Management Association), projekti se razvrstavaju u četiri osnovne grupe: *investicione, istraživačko-razvojne, organizacione i informatičke (IT)*.



Slika 2-2. Podjela infrastrukturnih projekata/objekata

Investicione projekte karakterišu složene i dugotrajne aktivnosti koje zahtijevaju značajna materijalna i finansijska sredstva te koordinaciju velikog broja učesnika. Njihova realizacija zahtijeva pažljivo planiranje, praćenje i kontrolu svih faza. Posebnu grupu unutar investicionih projekata čine infrastrukturni projekti, koji čine temelj razvoja savremenih društvenih i ekonomskih sistema.

Infrastruktura obuhvata širok spektar podsistema koji omogućavaju normalno funkcionisanje društva i privrede. Uobičajeno se dijeli na (Slika 2.2) (ISSA, 2019):

- **Ekonomsku infrastrukturu** – saobraćajnu, energetska i informaciono-komunikacijsku,
- **Socijalnu infrastrukturu** – zdravstvo, obrazovanje, kulturu i socijalnu zaštitu.

U ovoj knjizi fokus je na **saobraćajnoj infrastrukturi**, mreži cesta, mostova, tunela, željezničkih pruga, aerodroma, luka i pratećih objekata koji omogućavaju efikasan i siguran transport. Saobraćajna infrastruktura čini temelj transportnog sistema i predstavlja preduslov ekonomskog rasta, regionalne povezanosti i ravnomjernog razvoja, često uz podršku javnih institucija i međunarodnih finansijskih organizacija.

Iako većina projekata u saobraćajnoj infrastrukturi pripada **investicionim**, postoje i **neinvesticioni projekti**. Oni ne rezultiraju izgradnjom novih objekata, nego unapređuju transportni sistem putem studija, softverskih rješenja, baza podataka ili edukacija, obično traju kraće i oslanjaju se pretežno na ljudske i intelektualne resurse (stručnjake, istraživače, IT timove, edukatore). Njihov cilj je poboljšanje znanja, funkcionalnosti i efikasnosti sistema, često kao priprema ili podrška budućim investicionim projektima, a razlike između investicionih i neinvesticionih projekata prikazane su u narednoj tabeli (Tabela 2-2).

Investicioni projekti dalje se dijele prema ekonomskoj efikasnosti na:

- **projekte s neposrednom ekonomskom efikasnošću**, kod kojih je cilj ostvarivanje profita i koji su zanimljivi privatnim investitorima, i

- **projekte s posrednom ekonomskom efikasnošću**, kao što su javni infrastrukturni projekti (ceste, mostovi...), gdje se efekti ostvaruju društveno i ekonomski, ali ne nužno kroz direktni tržišni povrat.

Za ovu drugu grupu od ključnog značaja su metode društveno-ekonomske analize koje će biti detaljnije prikazane u poglavlju 5. Osim prema ekonomskoj efikasnosti, projekti se mogu klasificirati i prema vidu transporta, izvoru finansiranja, trajanju i drugim kriterijima koji će se koristiti u nastavku knjige.

*Tabela 2-2. Investicionih i neinvesticioni projekti u saobraćajnoj infrastrukturi*

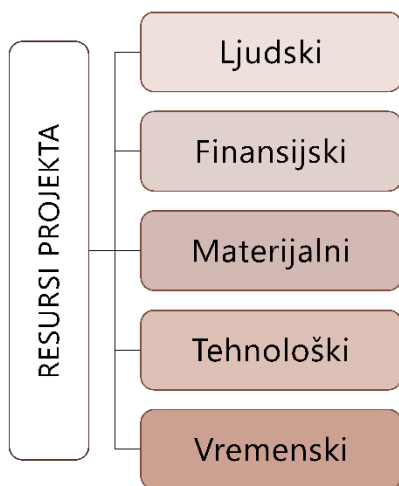
<b>Kriterij</b>	<b>Investicioni projekti</b>	<b>Neinvesticioni projekti</b>
<b>Osnovni cilj</b>	Izgradnja, rekonstrukcija ili modernizacija fizičke infrastrukture	Unapređenje znanja, organizacije, tehnologije ili sistema upravljanja
<b>Rezultat</b>	Fizički objekti – ceste, mostovi, tuneli, željezničke pruge, instalacije	Nematerijalni rezultati – studije, softver, baze podataka, edukacija, novi procesi
<b>Trajanje</b>	Srednjoročno do dugoročno (godinu i više)	Kratkoročno do srednjoročno (nekoliko mjeseci do godinu)
<b>Vrsta resursa</b>	Visoki finansijski i materijalni resursi	Uglavnom ljudski i intelektualni resursi
<b>Ključni učesnici</b>	Investitori, projektanti, izvođači, nadzor	Stručnjaci, istraživači, IT timovi, edukatori
<b>Mjerenje uspjeha</b>	Završetak objekta u okviru budžeta i roka, kvalitet izvedenih radova	Ostvareni ciljevi znanja, funkcionalnosti ili efikasnosti sistema
<b>Primjeri</b>	Izgradnja mosta, rekonstrukcija magistralne ceste, modernizacija pruge	Razvoj GIS baze saobraćajne infrastrukture, obuka za projekat menadžment, studija izvodljivosti, razvoj ITS sistema

## 2.3. Karakteristike i specifičnosti projekata saobraćajne infrastrukture

Uspješna realizacija projekata saobraćajne infrastrukture zahtijeva duboko razumijevanje njihovih osnovnih karakteristika, koje ih čine jedinstvenim i istovremeno izazovnim za inženjerski menadžment.

Svaki projekat je oblikovan ograničenjima resursa, interdisciplinarnim zahtjevima, prisutnošću rizika, potrebom za prilagodljivošću, te saradnjom različitih interesnih grupa.

Sposobnost integrisanja tehničkih, finansijskih i organizacionih aspekata ključna je za postizanje pravovremenih i održivih rezultata.



Slika 2-3. Resursi projekta

**Resursi** infrastrukturnog projekta obuhvataju (Slika 2-3):

- ljudske resurse (projektne menadžere, inženjere, tehničko i administrativno osoblje),
- finansijske resurse (budžete za pripremu, izgradnju, eksploataciju i održavanje),
- materijalne resurse (građevinske materijale, opremu, mašine i alate),
- tehnološke resurse (softver, informacioni sistemi, savremene metode projektovanja i građenja),
- vremenske resurse (rokovi pripreme i realizacije projekta).

Uravnotežena raspodjela i pravovremena dostupnost ovih resursa presudni su za troškove, rokove i kvalitet projekta.

**Specifičnosti projekata** saobraćajne infrastrukture proizlaze iz njihovog snažnog društvenog i ekonomskog uticaja, dugog životnog vijeka i visokih početnih ulaganja. Izražena je interdisciplinarnost, jer projekti povezuju inženjerstvo, ekonomiju, pravo, zaštitu okoliša i prostorno planiranje, uz koordinaciju brojnih učesnika iz javnog i privatnog sektora

Rizik i neizvjesnost su stalni pratioci ovih projekata, zbog mogućih promjena u propisima, tržišnim uslovima, geološkim uslovima ili društvenom okruženju, pa je sistematsko upravljanje rizicima posebno važno (detaljnije u poglavlju 9). Istovremeno, kontinuirano praćenje napretka i kontrole tokom realizacije neophodni su za pravovremeno uočavanje odstupanja i preduzimanje korektivnih mjera.

Zainteresovane strane obuhvataju korisnike, lokalne zajednice, investitore, projektante, izvođače i regulatore, čiji interesi se često razlikuju. Uspješno uključivanje i upravljanje ovim interesima ključno je za prihvatanje i dugoročnu održivost infrastrukturnog projekta.

## 2.4. Životni ciklus infrastrukturnog projekta

Životni ciklus infrastrukturnog projekta obuhvata niz međusobno povezanih faza od prve ideje do zatvaranja projekta. Svaka faza ima svoje zadatke i rezultate, a prelazak u narednu fazu podrazumijeva provjeru i odobrenje postignutog stepena realizacije, što omogućava transparentnost, kontrolu i kvalitet izvođenja.

Najčešće se razlikuju sljedeće faze životnog ciklusa projekta (Slika 2-4):

### 1. Faza pokretanja

U ovoj fazi se prepoznaje potreba za projektom i definiše problem koji treba riješiti (npr. poboljšanje povezanosti, smanjenje zagušenja, povećanje sigurnosti). Formulišu se osnovni ciljevi i okvirni obim projekta, a na temelju preliminarnih analiza donosi se odluka da li projekat treba pokrenuti.

## 2. Faza planiranja

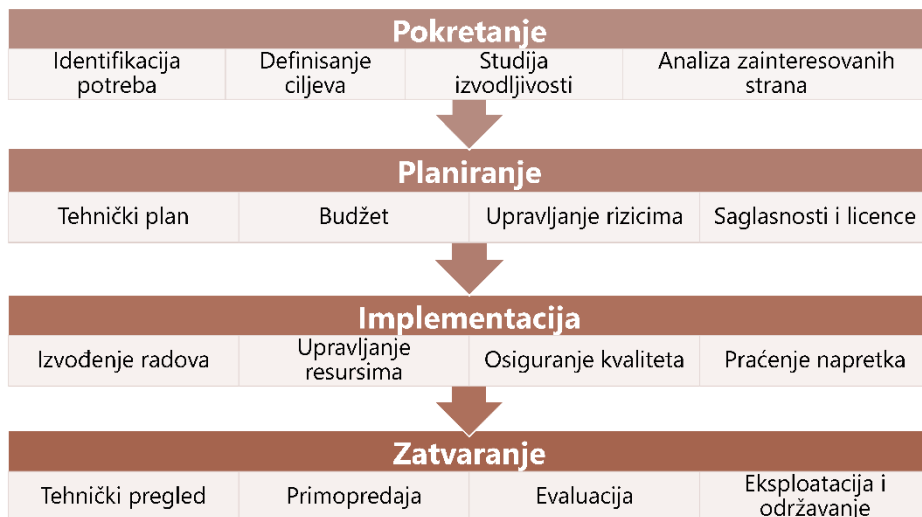
Planiranje obuhvata razradu ciljeva u konkretne zadatke, definisanje obima, rokova, budžeta i potrebnih resursa. U ovoj fazi izrađuju se osnovni planovi projekta (raspored aktivnosti, plan troškova, plan kvaliteta i plan upravljanja rizicima) koji će voditi realizaciju u narednoj fazi.

## 3. Faza implementacije

Implementacija obuhvata izvođenje planiranih aktivnosti i radova u skladu s usvojenim planovima i tehničkim zahtjevima. Ključni zadaci su koordinacija ljudskih, materijalnih i finansijskih resursa, osiguranje kvaliteta i kontinuirano praćenje napretka kako bi projekat bio realizovan u predviđenim rokovima i u okvirima budžeta.

## 4. Faza zatvaranja

Zatvaranje projekta uključuje dovršetak svih aktivnosti, tehnički pregled i primopredaju izgrađene infrastrukture, te formalno okončanje ugovornih obaveza. U ovoj fazi provodi se završna evaluacija ostvarivanja ciljeva i bilježe se naučene lekcije koje mogu poslužiti kod budućih projekata, dok sama infrastruktura prelazi u fazu redovne eksploatacije i održavanja.



Slika 2-4. Faze životnog ciklusa projekta

Specifične faze investicionog procesa kod projekata saobraćajne infrastrukture (studije, projektna dokumentacija, nabavke, realizacija i eksploatacija) detaljnije su obrađene u poglavlju 3.

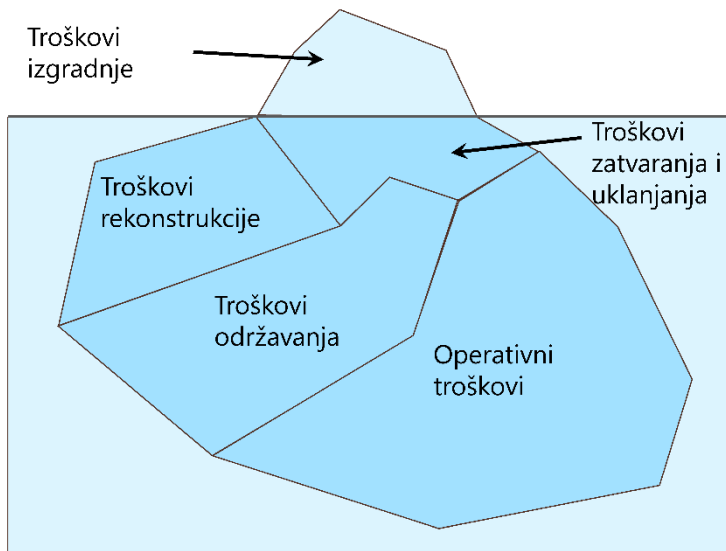
### 2.4.1. Ukupni troškovi životnog ciklusa

Ukupni troškovi životnog ciklusa (Life-Cycle Costs, LCC) predstavljaju **sve troškove** koje jedan infrastrukturni projekat generiše tokom cijelog svog životnog vijeka, od planiranja i izgradnje, preko eksploatacije i održavanja, do rekonstrukcije i gašenja objekta.

Za razliku od sagledavanja samo početnih (investicionih) troškova, LCC obuhvata:

- troškove pripreme i izgradnje (zemljište, projektovanje, radovi, oprema),
- troškove korištenja, redovnog i periodičnog održavanja, popravki i rekonstrukcija,
- troškove na kraju životnog vijeka (npr. rušenje, zbrinjavanje materijala),
- te kod proširenog pristupa i ekološke troškove i druge eksternalije.

Troškovi izgradnje predstavljaju samo vidljivi dio ukupnih troškova projekta, slično vrhu ledenog brijega. Mnogo veći dio ukupnih troškova nastaje tokom eksploatacije kroz operativne troškove, održavanje, rekonstrukcije i na kraju uklanjanje objekta. Upravo te **skrivenne** komponente čine suštinu LCC analize (Slika 2-5).



Slika 2-5. Ledeni brijeg troškova u analizi životnog ciklusa (LCC)

Osnovno načelo je da se **svi budući troškovi** projekta preračunavaju na **sadašnju vrijednost** primjenom diskontovanja (detaljnije u poglavlju 6.3), kako bi se različite opcije mogle upoređivati na istoj osnovi. Na taj način LCC pomaže da se:

- bolje procijene investicijske mogućnosti i alternative (npr. različite varijante trase, kolovozne konstrukcije ili nivoa usluge),
- projekat vrednuje na osnovu **ukupnih troškova tokom životnog ciklusa**, a ne samo početne cijene,
- planiraju budući izdaci za održavanje i rekonstrukciju, te optimizira „ukupni trošak vlasništva“.

U kontekstu saobraćajne infrastrukture, LCC je važan alat inženjerske ekonomije jer omogućava da se, na primjer, porede dva varijantna rješenja ceste: jeftinija sa visokim troškovima održavanja i skuplja sa manjim budućim troškovima, pri čemu se sve razlike sagledavaju kroz vremensku vrijednost novca.

## 2.5. Osnovni procesi upravljanja projektom

Upravljački procesi predstavljaju skup aktivnosti i metoda koje obezbjeđuju sistematično vođenje projekta kroz sve faze njegovog životnog ciklusa. Obuhvataju oblasti znanja kao što su upravljanje integracijom, obimom, vremenom, troškovima, kvalitetom, ljudskim resursima, komunikacijama, rizicima, nabavkama i zainteresovanim stranama, što projektnim menadžerima omogućava da planiraju, koordiniraju, prate i kontrolišu sve ključne aktivnosti.

Veza između životnog ciklusa i upravljačkih procesa ogleda se u tome da procesi prate svaku fazu projekta i daju "okvir" za donošenje odluka. U fazi planiranja naglasak je na procesima vezanim za definisanje obima, vremena, troškova i rizika, dok se u fazi realizacije fokus premješta na koordinaciju, nadzor i kontrolu izvedenih aktivnosti. Rezultati svake faze se provjeravaju i odobravaju prije prelaska u narednu, čime se smanjuje mogućnost grešaka i osigurava transparentno upravljanje resursima i promjenama

Dok životni ciklus projekta definiše strukturu i redoslijed faza od početka do zatvaranja projekta, upravljački procesi pružaju konkretne metode i alate za organizaciju, praćenje i kontrolu u svakoj od tih faza, što je posebno važno kod složenih infrastrukturnih projekata.

Razumijevanje i pravilna primjena ovih procesa ključni su za ostvarenje planiranih ciljeva, poštovanje rokova i budžeta te obezbjeđenje traženog nivoa kvaliteta.

---

***Primjer upravljanja rizicima u fazi planiranja***

*Tokom planiranja izgradnje nove gradske saobraćajnice, projektni tim prepoznaje rizik kašnjenja isporuke materijala zbog mogućih zastoja na granici i unaprijed angažuje dva dobavljača te organizuje skladištenje materijala u blizini gradilišta. Ovaj primjer ilustruje kako proces upravljanja rizicima u fazi planiranja smanjuje vjerovatnoću kašnjenja i osigurava kontinuitet radova.*

***Primjer upravljanja troškovima tokom izgradnje mosta***

*Tokom izgradnje mosta, projektni menadžer redovno poredi stvarne troškove s planiranim budžetom, te nakon uočenog rasta cijena materijala, pokreće reviziju budžeta i pregovara povoljnije uslove ili racionalizaciju količina. Ovaj primjer pokazuje kako proces upravljanja troškovima u fazi realizacije omogućava pravovremenu kontrolu budžeta i prilagođavanje plana bez narušavanja ciljeva projekta.*

---

## 2.6. Savremeni pristupu upravljanju projektima

Upravljanje projektima predstavlja primjenu znanja, vještina, alata i tehnika na projektne aktivnosti radi ispunjavanja definisanih ciljeva u zadatim rokovima, budžetu i nivou kvaliteta.

Kod projekata saobraćajne infrastrukture ovaj proces je posebno složen zbog velikih investicionih iznosa, dugog životnog vijeka objekata, brojnih tehničkih, ekoloških i društveno-ekonomskih zahtjeva, te velikog broja uključenih aktera.

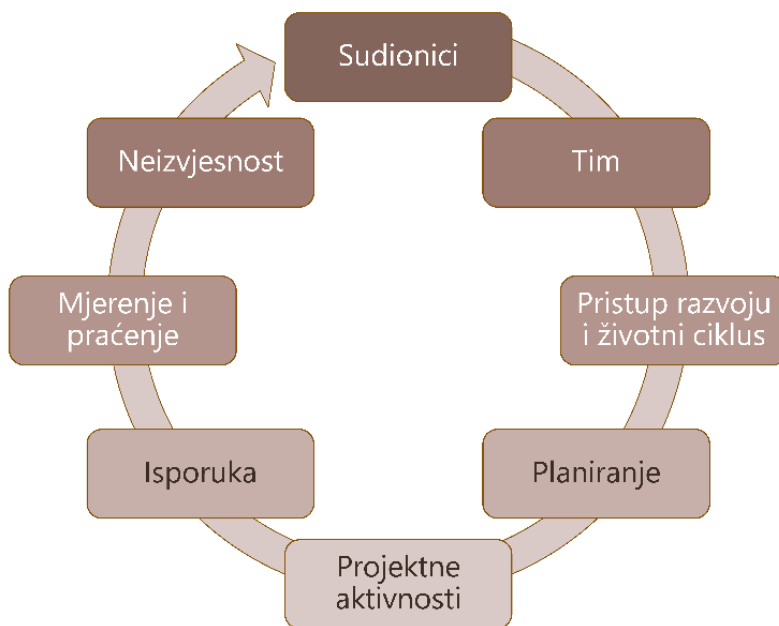


*Slika 2-6. Područja upravljanja projektima*

Tradicionalni pristup, opisan u Vodiču kroz znanje o upravljanju projektima (PMBOK 6), zasniva se na deset područja znanja i procesnim grupama koje strukturiraju upravljanje projektom [1]. Područja znanja obuhvataju: upravljanje integracijom, obimom, vremenom, troškovima, kvalitetom, ljudskim resursima, komunikacijama, rizicima, nabavkom i zainteresovanim stranama. Svako od ovih područja daje set koncepata i tehnika za planiranje, realizaciju i kontrolu projekta kroz njegov životni ciklus, što je važno za osiguranje rokova, budžeta i kvaliteta infrastrukturnih projekata (Slika 2-6).

Prema novijim izdanjima Vodiča kroz znanje o upravljanju projektima (PMBOK 7 i 8 [2]), fokus se pomjera sa detaljnih procesnih grupa na principe i domene performansi, s naglaskom na stvaranje vrijednosti, prilagodljivost i kontekst projekta.

Definisano je dvanaest principa (među kojima su, između ostalih, orijentacija na vrijednost, liderstvo i saradnja, upravljanje složenošću i neizvjesnošću, aktivno uključivanje sudionika, transparentna komunikacija, održivo upravljanje resursima), kao i osam domena performansi (sudionici, tim, pristup razvoju i životni ciklus, planiranje, aktivnosti, isporuka, mjerenje i praćenje, neizvjesnost (Slika 2-7)) koji zajedno čine okvir za organizaciju i prilagođavanje načina upravljanja projektom.



*Slika 2-7. Ključna područja upravljanja projektom*

Ovakav princip posebno je pogodan za složene infrastrukturne projekte, kod kojih su integracija tehničkih rješenja, koordinacija brojnih učesnika, upravljanje rizicima i dugoročna održivost ključni za uspjeh.

Kombinovanjem klasičnih područja znanja iz PMBOK-a 6 sa principima i domenama PMBOK-a 7 i 8, inženjeri i projektni menadžeri mogu prilagoditi način upravljanja specifičnom kontekstu saobraćajnih projekata, uz istovremenu primjenu standardizovanih dobrih praksi.

## 2.7. Nabavke u infrastrukturnim projektima

Pri realizaciji infrastrukturnih projekata gotovo uvijek postoji potreba za nabavkom materijala, opreme, radne snage, mehanizacije i različitih usluga, pa način organizacije nabavki direktno utiče na troškove, rokove i kvalitet projekta. U tom kontekstu razlikuju se dvije osnovne kategorije: **javne nabavke**, koje provode institucije javnog sektora i projekti finansirani javnim sredstvima, te **privatne/komercijalne nabavke**, koje provode privatne kompanije u skladu sa vlastitim pravilima i poslovnim ciljevima.

**Javne nabavke** provode državni, entitetski, kantonalni i opštinski organi, javna preduzeća i druge organizacije koje koriste javna sredstva, a uređene su strogim zakonskim okvirom<sup>1</sup>. Njihova obilježja su finansiranje iz budžetskih sredstava, obavezna primjena principa transparentnosti, jednak tretman ponuđača, zabrana diskriminacije i osiguranje konkurencije, propisane procedure i dokumentovanje svakog koraka postupka, te nadzor putem revizije i nadležnih institucija. Osnovni cilj sistema javnih nabavki je odgovorno i racionalno korištenje javnih sredstava u skladu sa zakonskim procedurama.

U praksi, javne nabavke obuhvataju različite faze realizacije projekata, uključujući izradu i reviziju projektne dokumentacije, izbor izvođača radova, usluge stručnog nadzora, nabavku opreme i materijala, kao i angažovanje konsultantskih i drugih stručnih usluga.

**Privatne ili komercijalne nabavke** provode izvođači, kompanije i druge privatne organizacije koje ih finansiraju iz vlastitih sredstava, kredita, investicionih fondova ili prihoda od ugovora o radovima. Ove nabavke odlikuju veća fleksibilnost u izboru ponuđača, manji stepen formalnosti i naglašena orijentacija na ekonomsku isplativost i efikasnost, dok kvalitetno ugovaranje i kontrola ostaju ključni za uspjeh projekta, jer direktno utiču na troškove, raspodjelu rizika i rezultate.

---

<sup>1</sup> „Zakon o javnim nabavkama BiH“ („Službeni glasnik BiH“, br. 39/14, 59/22 i 50/24).



## 3. INVESTICIONI PROCES

---

### 3.1. Investicioni proces i dokumentacija za infrastrukturne projekte

Investicioni proces obuhvata sve faze i aktivnosti od prve ideje do konačne izgradnje i korištenja infrastrukturnog objekta. To nije samo građevinska realizacija, već uključuje analizu opravdanosti, planiranje, projektovanje, ugovaranje, nabavke, montažu opreme, obuku osoblja i pripremu za eksploataciju.

Kvalitetna, dobro strukturirana dokumentacija temelj je uspješnog planiranja i realizacije svakog infrastrukturnog projekta. Svaki dokument izrađuje se u jasno definisanom redoslijedu, pri čemu svaki nivo donosi veću preciznost i tehničku razradu, osiguravajući kontrolu, transparentnost i usklađenost s važećim propisima.

Proces započinje izradom dokumentaciono-informacionih osnova (prostorni i urbanistički planovi, katastar, geologija, podaci o postojećoj infrastrukturi te saobraćajna i ekološka obilježja prostora), koje služe kao podloga za definisanje potreba investitora i procjenu tehničkih mogućnosti realizacije projekta.

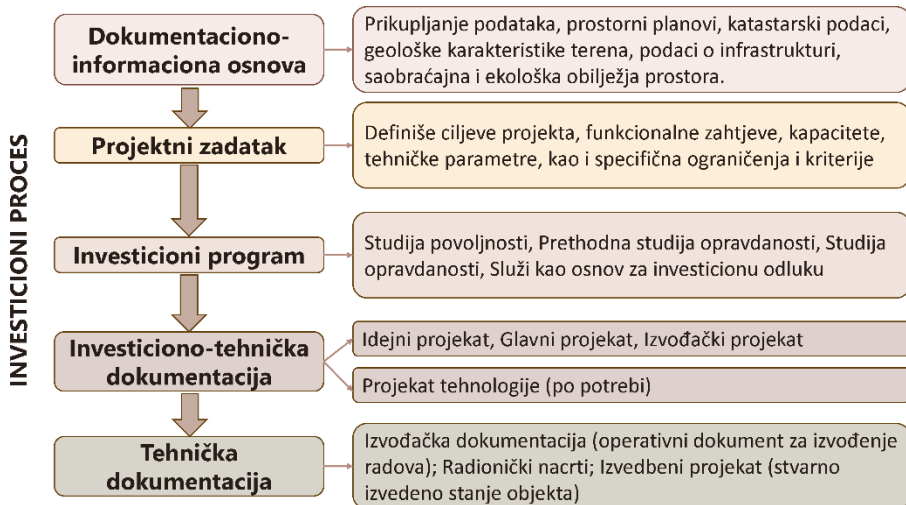
Projektni zadatak jasno definiše ciljeve, funkcionalne i tehničke zahtjeve, kapacitete projekta, te pruža obavezne smjernice projektantskom timu.

Investicioni program procjenjuje opravdanost i koristi projekta, definiše varijantna rješenja (osnovni slučaj, varijanta s projektom i minimalna varijanta), te daje preliminarnu procjenu troškova. Na toj osnovi donose se odluke o daljnjoj razradi projekta, izradi projektne dokumentacije i pripremi finansiranja.

Standardna dokumentacija uključuje idejni projekat (koncept rješenja), glavni projekat (detaljni prikaz za dozvole i javnu nabavku), izvođački projekat (radni dokument za gradilište), a po potrebi i projekat tehnologije za objekte sa složenim procesima. Dodatne studije (geotehničke,

saobraćajne, okolišne, zaštite od požara, i dr.) prate izradu glavnih dokumenata prema specifičnostima projekta.

Ovako strukturirana dokumentacija omogućava transparentno planiranje, upravljanje i kontrolu svake faze, te je ključni alat za optimizaciju rizika, troškova, rokova i kvaliteta u potpunom investicionom procesu (Slika 3-1).



Slika 3-1. Investicioni proces i pripadajuća dokumentacija

### 3.2. Faze investicionog procesa u saobraćajnoj infrastrukturi

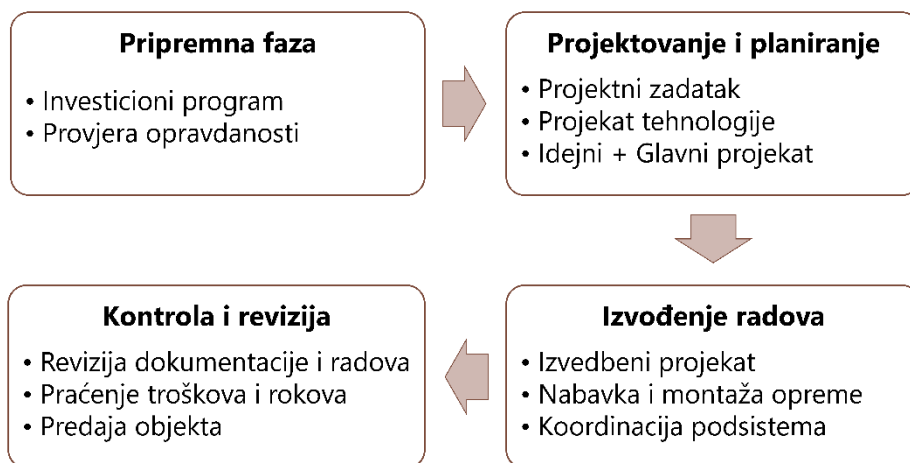
Investicioni proces se obično realizuje kroz četiri glavne faze, pri čemu svaka faza ima jasno definisanu svrhu i skup aktivnosti koji omogućavaju postepeno planiranje, pripremu, realizaciju i kontrolu projekta.

**Pripremna faza** – služi za definisanje ciljeva projekta, identifikaciju potrebe za investicijom i procjenu njene opravdanosti (izrada Investicionog programa, provjera opravdanosti investicije).

**Projektovanje i planiranje** – obuhvata izradu projektne dokumentacije i tehničkih rješenja, čime se osigurava da projekat bude tehnički izvediv i funkcionalno optimizovan (projektni zadatak, projekat tehnologije, idejni i glavni projekat).

**Izvođenje radova** – realizacija projekta na terenu, uključujući koordinaciju podsistema, nabavku i montažu opreme (koordinacija tehnoloških procesa i podsistema, nabavka i montaža opreme, izvedbeni projekat).

**Kontrola i revizija** – osigurava da izvedeni objekat zadovoljava projektne zahtjeve i standarde, te uključuje praćenje troškova i rokova i završnu verifikaciju (revizija dokumentacije i tehničkih rješenja, praćenje troškova i rokova, završna verifikacija i predaja objekta).



*Slika 3-2. Dijagram toka investicionog procesa*

Ovakav tok (Slika 3-2) jasno pokazuje kako različiti dokumenti i faze projekta funkcionišu u sinergiji i omogućavaju uspješnu realizaciju investicionog projekta.

Faze investicionog procesa vezane su za sudbinu cijele investicije, od pripreme do procjene učinka, dok faze upravljanja projektom (planiranje, izvođenje, kontrola) pokrivaju konkretne aktivnosti unutar tih šire definisanih segmenata.

### 3.3. Investicioni program i studije opravdanosti

Investicioni program je ključni dokument kojim se procjenjuje opravdanost ulaganja sredstava i analiziraju tehnički, ekonomski i drugi uslovi potrebni za realizaciju projekta. Osim što pruža osnovu za planiranje troškova, on služi i kao vodič za organizaciju i koordinaciju svih aktivnosti tokom izgradnje.

Investicioni program omogućava:

- formiranje finansijske konstrukcije projekta,
- praćenje i kontrolu ulaganja tokom realizacije,
- pružanje sveobuhvatnih informacija investitoru za donošenje odluka,
- procjenu rizika i identifikaciju kritičnih faktora uspjeha,
- planiranje resursa, uključujući ljudske, materijalne i tehničke kapacitete.

Iako nije zakonski obavezan za svaki projekat, investicioni program je praktično standard pri planiranju većine većih projekata. Smatra se najpouzdanijim izvorom podataka za planiranje i realizaciju projekta i često se koristi, naročito kod projekata koji se finansiraju sredstvima međunarodnih institucija.

Investicioni program također omogućava koordinaciju sa drugim fazama projekta, uključujući izradu projektne dokumentacije i tehničkih rješenja, te predstavlja osnovu za praćenje efektivnosti ulaganja i evaluaciju postignutih rezultata nakon završetka izgradnje.

Priprema investicionog programa obuhvata više faza analize opravdanosti projekta, pri čemu se u praksi, iako ne uvijek obavezno, izrađuju različite vrste studija koje prate razvoj projektne ideje. Redoslijed i broj studija mogu varirati u zavisnosti od veličine i složenosti projekta te zahtjeva investitora ili finansijera. Najčešće se izrađuju sljedeći dokumenti:

- **Studija mogućnosti (identifikaciona studija)** – preliminarna analiza projektne ideje, osnovnih potreba i potencijalnih koristi;
- **Prethodna studija opravdanosti** – detaljnija procjena koja omogućava rangiranje alternativa i identifikaciju ključnih faktora rizika;
- **Studija opravdanosti** – sveobuhvatna analiza koja uključuje tehničke, ekonomske i finansijske parametre projekta i služi kao osnova za donošenje investicione odluke.

Ove studije pomažu investitoru da donese informisanu odluku prije pokretanja projekta i često služe kao podloga za daljnje projektovanje, planiranje i obezbjeđenje finansiranja.

Iako se ove studije u praksi najčešće izrađuju radi procjene opravdanosti ulaganja, njihova izrada nije univerzalno zakonski obavezna. Obaveza postoji u pojedinim sektorima ili za određene vrste projekata, na primjer kod zahvata koji zahtijevaju procjenu uticaja na okoliš, kod većih infrastrukturnih projekata u oblasti saobraćaja i energetike, te kod projekata koji se realizuju kroz javno-privatna partnerstva ili se finansiraju sredstvima međunarodnih finansijskih institucija. U takvim slučajevima nadležni propisi ili finansijeri mogu zahtijevati izradu studije izvodljivosti, ekonomske analize ili posebnih tehničkih i okolišnih elaborata kao uslov za odobravanje projekta.

**Procjena finansijske i ekonomske prihvatljivosti projekta** je složen proces koji obuhvata analizu efikasnosti i rentabilnosti investicije. Različiti učesnici u procesu investiranja mogu imati različite stavove i procjene budućih efekata projekta. Očekivani efekti moraju se kvantificirati primjenom odgovarajućih metoda i kriterija, koji se biraju u skladu sa namjenom objekta i njegovim karakteristikama.

Efekti projekta se obično dijele na:

- *Neposredne (komercijalne) efekte* – finansijski učinci koji se vrednuju na osnovu direktnog uticaja na prihode i troškove;
- *Posredne (društveno-korisne) efekte* – doprinos projekta širem društvenom i ekonomskom okruženju, uključujući infrastrukturne, ekološke i socijalne koristi.

Odabir kriterija za ocjenu efekata projekta zavisi od funkcionalne namjene objekta, na primjer:

- kod industrijskih objekata prednost se daje finansijskim parametrima, poput povećanja proizvodnje i dobiti;
- kod infrastrukturnih objekata (ceste, pruge, hidroenergetski projekti) prednost pri ocjeni imaju društveni efekti, poput povećanja dostupnosti, smanjenja troškova transporta ili poboljšanja životnog standarda.

Nakon izrade investicionog programa, posebno studije opravdanosti u kojoj je izvršena ocjena prihvatljivosti, daje se **zbirna ocjena projekta**.

### 3.4. Investicijska odluka i zbirna ocjena

Nakon provedenih tehničkih, ekonomskih i društvenih analiza, potrebno je objediniti njihove rezultate kako bi se dobila jasna i uporediva procjena vrijednosti i opravdanosti projekta. Ovakva sintetizirana procjena predstavlja završni korak u evaluacijskom procesu i služi kao temelj za donošenje investicijske odluke.

U okviru zbirne ocjene primjenjuju se tri grupe kriterija:

1. **Eliminacioni kriteriji** – služe za identifikaciju projekata koji ne zadovoljavaju osnovne tehničke, ekonomske ili zakonske zahtjeve i koji se stoga isključuju iz daljeg razmatranja.
2. **Funkcionalni kriteriji** – ocjenjuju koliko projektna rješenja zadovoljavaju funkcionalne zahtjeve i ciljeve projekta, uključujući tehničku izvedivost i operativnu efikasnost.
3. **Deskriptivni kriteriji** – obuhvataju kvalitativne aspekte projekta, kao što su uticaj na društvo, okoliš, socijalna opravdanost i drugi elementi koji se teško kvantificiraju, ali su značajni za sveobuhvatnu ocjenu.

Na primjer, eliminacioni kriterij može biti da projekat ne zadovoljava minimalne sigurnosne standarde, dok funkcionalni kriterij ocjenjuje efikasnost transportnog rješenja.

Pri donošenju odluke (od strane investitora ili nadležnog tijela) vrednuje se i uticaj ekoloških, socijalnih i upravljačkih (ESG - Environmental, Social, Governance) faktora što je posebno važno kod savremenih projekata ili međunarodnog finansiranja.

**Ekološki faktori** uključuju procjenu uticaja projekta na okoliš, korištenje resursa i emisije štetnih supstanci.

**Socijalni faktori** obuhvataju uticaj na lokalnu zajednicu, zapošljavanje, socijalnu inkluziju i sigurnost korisnika.

**Faktori upravljanja** odnose se na transparentnost, odgovornost i kvalitet upravljanja projektom. Integracija ESG kriterija u ocjenu projekta omogućava sveobuhvatniji uvid u rizike i koristi, povećava prihvatljivost projekta kod javnosti i finansijskih institucija, te doprinosi dugoročno održivom razvoju.

Optimalna varijanta bira se na osnovu uporedne analize rješenja, rizika, troškova i usklađenosti s razvojnim i strateškim planovima. Odluku donosi nadležni investitor ili javno tijelo, uz obavezu osiguravanja transparentnosti i racionalnog upravljanja javnim ili privatnim resursima.

### 3.5. Rizici i neizvjesnosti u investicionom procesu

Rizici i neizvjesnosti sastavni su dio svakog investicionog projekta i mogu značajno uticati na njegovu realizaciju, troškove, rokove i postignute rezultate. Oni proizilaze iz činjenice da se investicione odluke donose u uslovima nepotpunih informacija i promjenjivog okruženja, pri čemu budući događaji i njihovi efekti ne mogu biti sa sigurnošću predviđeni.

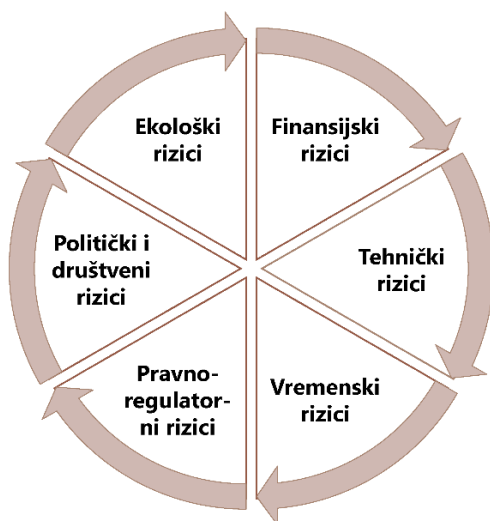
Rizici u investicionom procesu prisutni su već od inicijalne ideje i pripreme dokumentacije, te prate projekat kroz faze projektovanja, izgradnje i eksploatacije. Izvori neizvjesnosti mogu biti povezani sa dostupnošću resursa, promjenama tržišnih i makroekonomskih uslova, tehničkim i tehnološkim ograničenjima, pravnim i regulatornim okvirom, kao i političkim, društvenim i ekološkim okolnostima. Posebno kod velikih infrastrukturnih i javnih projekata, dug vremenski horizont i veliki obim ulaganja dodatno povećavaju izloženost riziku.

U praksi se rizici u investicionom procesu najčešće grupišu u nekoliko osnovnih kategorija (Slika 3-3):

1. **Finansijski rizici** – odnose se na promjene cijena materijala i opreme, kamatnih stopa, inflaciju, valutne oscilacije, kao i probleme u obezbjeđenju finansiranja i naplata prihoda.
2. **Tehnički rizici** – obuhvataju nedostatke ili greške u projektnoj dokumentaciji, nepredviđene geotehničke i hidrološke uslove, kvarove opreme, kao i potrebu za promjenama tehnologije tokom realizacije.
3. **Vremenski rizici** – uključuju kašnjenja uzrokovana nepovoljnim vremenskim uslovima, zastojsima u nabavci, neusklađenošću podistema ili nedovoljnom efikasnošću izvođenja radova.
4. **Pravno-regulatorni rizici** – vezani su za promjene zakona i propisa, postupke izdavanja dozvola, imovinsko-pravne odnose, porezne

obaveze i administrativne procedure koje mogu usporiti realizaciju ili povećati troškove.

5. **Politički i društveni rizici** – obuhvataju promjene političkih prioriteta, reakcije javnosti, stavove lokalne zajednice, društvene konflikte i druge faktore koji utiču na prihvatljivost projekta.
6. **Ekološki rizici** – odnose se na negativne uticaje na okoliš, zahtjeve u vezi sa zaštitom prirode, komplikacije u dobijanju ekoloških dozvola, kao i potencijalne štete na zaštićenim područjima.



*Slika 3-3. Rizici u investicionom procesu*

Kako bi se negativni efekti rizika sveli na prihvatljiv nivo, u investicionom procesu se primjenjuju osnovni principi upravljanja rizicima. Oni obično obuhvataju sljedeće korake:

1. **Identifikaciju rizika** – prepoznavanje svih potencijalnih izvora neizvjesnosti i događaja koji mogu negativno (ili pozitivno) uticati na realizaciju projekta.
2. **Procjenu (kvantifikaciju) rizika** – ocjenu vjerovatnoće pojave i mogućih posljedica svakog rizika, često uz pomoć jednostavnih skala ili preliminarnih analitičkih metoda.
3. **Prioritizaciju rizika** – rangiranje rizika prema njihovoj ozbiljnosti i značaju za ciljeve projekta, kako bi se pažnja usmjerila na najkritičnije rizike.

4. **Planiranje mjera upravljanja rizicima** – definisanje preventivnih i korektivnih mjera kojima se smanjuje vjerovatnoća pojave rizika ili ublažavaju njegove posljedice (npr. dodatna ispitivanja, ugovorne klauzule, rezervni budžeti).
5. **Praćenje i kontrolu rizika** – kontinuirano praćenje stanja rizika tokom realizacije projekta i pravovremeno reagovanje na nove ili promijenjene okolnosti.

Efikasno upravljanje rizicima ima ključnu ulogu u smanjenju neizvjesnosti i povećanju vjerovatnoće uspješne realizacije investicije. Kod infrastrukturnih i javnih projekata, gdje su ulogi visoki, a greške često skupe i teško popravljive, sistematski pristup rizicima predstavlja važan element odgovornog planiranja i donošenja investicionih odluka.

Detaljnija razrada analize i upravljanja rizicima projekta, uključujući metode identifikacije, procjene i rangiranja rizika, kao i planiranje i praćenje mjera za njihovo ublažavanje, data je u poglavlju 9.

### 3.6. Upravljanje resursima i koordinacija u toku realizacije projekta

Efikasno upravljanje resursima i kvalitetna koordinacija predstavljaju osnovu uspješne realizacije infrastrukturnih projekata. Dok su u poglavlju 2.3 opisani osnovni tipovi resursa i kompleksnost saobraćajnih projekata, ovdje je fokus na konkretnim načinima planiranja, organizacije i vođenja resursa te na koordinaciji svih aktivnosti tokom izvođenja radova.

#### **Planiranje i upravljanje resursima**

Resursi u infrastrukturnim projektima uključuju ljudske, materijalne, finansijske, tehničke i vremenske elemente.

Ključ za uspješno upravljanje je:

- *Precizno planiranje*: unaprijed određivanje količine, vremena i lokacije za svaki tip resursa na projektu;
- *Optimalno raspoređivanje*: efikasno korištenje svih kapaciteta (npr. kada određena oprema nije potrebna, preusmjeriti je na drugi podprojekat);

- *Praćenje i izvještavanje*: stalna kontrola potrošnje i korištenja resursa, uz pravovremeno izvještavanje rukovodstva projekta kako bi se odluke donosile na osnovu tačnih informacija.

Kod ljudskih resursa, važno je planirati ne samo broj i profil osoblja, nego i njihove kompetencije, motivaciju, obuke i komunikaciju u timu. Za materijalne i tehničke resurse prioritet je pravovremena nabavka, skladištenje i očuvanje kvaliteta, kao i efikasna logistika. Finansijsko upravljanje zahtijeva stalan nadzor nad troškovima, analizu odstupanja i blagovremeno reagovanje na potencijalna prekoračenja budžeta.

### **Koordinacija podsistema i aktivnosti**

Koordinacija u infrastrukturnim projektima ima posebno važnu ulogu:

- Na projektima učestvuje veliki broj izvođača, podizvođača, dobavljača, stručnih nadzora i institucija.
- Tehnički sistemi i faze gradnje često su međuzavisni, kašnjenje ili greška na jednom podsistemu može izazvati lančane probleme na drugima.

Praktično, koordinacija uključuje:

- Izradu detaljnih dinamičkih planova (npr. Ganttovi dijagrami);
- Redovno održavanje koordinacijskih sastanaka na kojima se dogovaraju ključne aktivnosti, razmjenjuju informacije i rješavaju konflikti;
- Korištenje softvera za upravljanje projektima (MS Project, Primavera, BIM alati) za praćenje napretka i resursa;
- Brzo rješavanje problema i prilagođavanje planova u slučaju neplaniranih situacija.

### **Fokus na kritične resurse i „uska grla“**

Neki resursi ili aktivnosti često mogu postati „usko grlo“ (npr. specifična oprema, dozvole, rijedak stručni kadar ili ključni materijal). Identifikacija i preventivno planiranje za te tačke ključni su za sprječavanje kašnjenja i troškovnih problema. Zbog toga napredni alati (analiza kritičnog puta, simulacije zagušenja, rezervni planovi) postaju standard i u infrastrukturnim projektima.

## **Komunikacija i upravljanje promjenama**

Upravljanje resursima i koordinacija nisu statične aktivnosti, već zahtijevaju stalno prilagođavanje planova i raspodjele resursa na osnovu novih informacija, promjena u projektnim zahtjevima ili nepredviđenih okolnosti. Kontinuirana i transparentna komunikacija između svih učesnika predstavlja jedan od ključnih faktora uspješnog vođenja projekta.

Iz navedenog se može zaključiti da upravljanje resursima i koordinacija tokom realizacije omogućavaju dinamičan, fleksibilan i racionalan tok izvođenja, uz minimiziranje rizika i osiguranje kvaliteta i efikasnosti projekta. Dobro vođen proces rezultira manjim gubicima, kraćim rokovima i boljom saradnjom svih učesnika, što je od posebnog značaja za kompleksne infrastrukturne projekte.

---

*“Uspješan projektni menadžer uči iz tuđih grešaka, kontinuirano unapređuje metode rada (posebno u oblasti komunikacije i analize) i nikada ne podcjenjuje značaj resursa za ukupni uspjeh projekta.”*

---

---

### **Tipične greške u upravljanju resursima i koordinaciji:**

#### **1. Nepotpuno planiranje materijala**

*Na projektu izgradnje mosta nije izvršena detaljna analiza potrebnih količina betona po fazama. Zbog toga je tokom izgradnje došlo do višednevnog prekida radova usljed kašnjenja isporuka. Izvođač je tražio hitnu nabavku, ali dobavljači nisu imali kapaciteta za brzu isporuku tako velike količine.*

#### **2. “Usko grlo” zbog specijalizovane opreme**

*Na trasi autoceste samo je jedna firma raspolagala opremom za bušenje tunela. Zbog izostanka rezervnog plana i ugovora sa alternativnim izvođačima, kašnjenje te firme od mjesec dana produžilo je cijeli projekat. Investitor nije adekvatno prepoznao rizik ograničene dostupnosti opreme i nije planirao vrijeme za eventualne zastoje.*

---

---

### 3. Neusklađenost planova između izvođača

Izvođač vodovoda započeo je radove bez koordinacije s glavnim izvođačem ceste. Tokom radova došlo je do oštećenja dijela svježe asfaltirane dionice. Svaki tim je imao vlastiti vremenski plan, ali nisu bili usklađeni. Investitor je zbog nesporazuma dodatne troškove i produženje rokova.

### 4. Nedostatak kontrole troškova

Tokom izgradnje stanice javnog prijevoza, nije vođena dnevna evidencija utroška materijala, niti su troškovi redovno ažurirani u informacionom sistemu. Kad je primijećeno odstupanje od budžeta, bilo je već kasno za korektivne mjere, te je projekat premašio planirane troškove za oko 15%., što je direktno uticalo na krajnji profit.

### 5. Neadekvatna motivacija i obuka kadra

Angažovani izvođači nisu prošli obaveznu uvodnu obuku o sigurnosnim mjerama za rad na visini. Jedan od radnika je napravio grešku koja je zaustavila radove i izazvala ozbiljnu povredu, što je pored direktnih posljedica povećalo rizik od dodatnih troškova, odšteta i kašnjenja.

---

## 3.7. Praćenje i evaluacija tokom realizacije projekta

Praćenje i evaluacija predstavljaju kontinuirane aktivnosti investicionog procesa koje omogućavaju kontrolu realizacije projekta i ocjenu postignutih rezultata u odnosu na planirane ciljeve. Praćenje osigurava da se aktivnosti provode u skladu sa planom, dok evaluacija pruža osnovu za učenje i unapređenje budućih projekata.

---

*Vrijednost evaluacije nije samo u analizi kvantitativnih pokazatelja, već u sistematskom učenju iz grešaka i unapređenju budućih projekata. Sam završetak projekta nije garancija uspjeha — evaluacija to potvrđuje.*

---

Ključne aktivnosti praćenja uključuju kontrolu troškova, rokova i kvaliteta, praćenje resursa, te upravljanje rizicima.

---

Evaluacija se provodi tokom i nakon realizacije projekta i obuhvata analizu rezultata, procjenu efektivnosti ulaganja, te identifikaciju pouka i preporuka. Ovaj sistem je posebno značajan kod velikih infrastrukturnih i javnih projekata, jer omogućava pravovremenu reakciju na probleme i povećava transparentnost.

---

### **Primjer dobre evaluacije**

*Nakon završetka izgradnje nove tramvajske linije, projektni tim je proveo završnu evaluaciju u kojoj su:*

- *analizirani svi troškovi u odnosu na planirani budžet (prekoračenje manje od 2%);*
- *provjerena primjena tehničkih standarda i sigurnosnih procedura;*
- *prikupljene povratne informacije korisnika i lokalne zajednice putem anketa o poboljšanju dostupnosti i smanjenju gužvi;*
- *evidentirane pouke iz grešaka u planiranju voznog reda i koordinaciji izvođača;*
- *predložene korektivne mjere za buduće slične projekte (više koordinacijskih sastanaka između izvođača, obavezno testiranje softvera prije puštanja u rad).*

Rezultat: *Projekat je ocijenjen kao uspješan, a u narednim sličnim projektima izbjegnute su ranije identifikovane greške.*

### **Primjer loše evaluacije**

*Vlasnik logističkog terminala proglasio je projekat uspješno realizovanim bez detaljne analize rezultata. Nisu upoređeni stvarni troškovi sa planiranim, nije provedena anketa među korisnicima, a tehničke inspekcije su izvršene površno. Tri mjeseca nakon puštanja u rad, terminal je imao probleme s infrastrukturom (česta oštećenja rampi zbog neadekvatno projektovanih dimenzija), pritužbe zaposlenih na organizaciju, te veće troškove održavanja od početnog plana. Pouke nisu dokumentovane, iste greške su se kasnije ponovile prilikom proširenja terminala.*

Rezultat: *Neefikasno trošenje sredstava, smanjen poslovni ugled i gubitak korisnika.*

---



## 4. VREDNOVANJE PROJEKATA SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE

---

Vrednovanje projekata saobraćajne infrastrukture obuhvata skup načela, izazova i procedura koje predstavljaju osnovu savremenog odlučivanja o ulaganjima u ceste, mostove, željezničke linije, luke, aerodrome i druge javne objekte. Ovaj proces omogućava racionalnu procjenu opravdanosti i ukupne vrijednosti investicije, oslanjajući se na multidisciplinarni pristup. Vrednovanje se fokusira na tehničke, ekonomske, društvene i ekološke pokazatelje koji čine temelj za informisano i odgovorno donošenje odluka.

Savremeni pristupi vrednovanju uključuju analizu i poređenje različitih projektnih rješenja kroz finansijske i ekonomske procjene, analizu rizika, ocjenu održivosti te procjenu društvenih i ekoloških uticaja. Cilj je identificirati optimalnu opciju koja na najbolji način koristi dostupne resurse i donosi stvarne koristi korisnicima i društvu.

Poseban značaj ovog procesa ogleda se u činjenici da predstavlja standardizovani alat ne samo za javne projekte već i za privatna ulaganja, zbog čega su osnovni principi vrednovanja primjenjivi na većinu infrastrukturnih projekata.

Primjena savremenih metodologija doprinosi zaštiti javnog interesa, povećanju konkurentnosti sektora, dugoročnoj održivosti i efikasnijem investicionom odlučivanju.

Vrednovanje ima tri ključna cilja:

- zaštitu javnih i društvenih interesa (sigurnost, dostupnost, razvoj);
- osiguranje ekonomske opravdanosti ulaganja (isplativost, optimalno korištenje sredstava, povrat investicije);
- smanjenje rizika i negativnih uticaja na okolinu i zajednicu.

Na taj način proces vrednovanja postaje **ključni instrument za izbor optimalnog projektnog rješenja**, pružajući investitorima, projektantima i donosiocima odluka pouzdanu osnovu za donošenje utemeljenih odluka.

## 4.1. Identifikacija i analiza problema

Prva faza svakog infrastrukturnog ulaganja je jasno prepoznavanje i detaljna analiza problema koji projekat treba riješiti. To uključuje sagledavanje šireg strateškog konteksta: važeće politike, planskih dokumenata, razvojne strategije, potrebe korisnika i ranije projekte.

---

*“Dobro definisana investicija osigurava da se ulaganje usmjerava prema stvarnim potrebama, olakšava izradu realnog plana, smanjuje rizik od grešaka i povećava šansu za dugoročnu održivost i uspjeh projekta.”*

---

Dobro identificiran projekat mora biti **funkcionalna i samostalna cjelina**, koja može dati konkretne rezultate, ali istovremeno mora biti **integrisana u širu mrežu** ili sistem kako bi se postigla sinergija s drugim projektima i infrastrukturnim rješenjima.

Vrste investicija i tipični problemi:

- Nova infrastruktura: izgradnja novih cesta, mostova ili sistema javnog prijevoza gdje trenutno nema adekvatnog rješenja;
- Dovođenje postojećih mreža: spajanje ili nadgradnja nedovršene infrastrukture;
- Proširenje/obnova: povećanje kapaciteta, modernizacija, podizanje kvaliteta;
- Sigurnosne mjere: uvođenje novih standarda ili rješenja radi smanjenja nezgoda i poboljšanja sigurnosti;
- Poboljšanje korištenja postojećih kapaciteta: optimizacija signalizacije, IT sistema, automatskih nadzornih uređaja;
- Intermodalnost/interoperabilnost: povezivanje različitih vidova transporta radi sinergije i optimizacije mreže.

Prilikom identifikacije projekta potrebno je jasno definisati:

- **Odgovorno tijelo** – ko je nosilac projekta (javna ili privatna institucija);

- **Područje uticaja** – gdje i kako projekat djeluje (npr. dio grada, regija, cestovna mreža, lokalna zajednica);
- **Krajnji korisnici i zainteresovane strane** – od direktnih korisnika (prijevoznici, građani) do indirektnih (lokalna samouprava, poslovni sektor, regulatorna tijela).

## 4.2. Ciljevi i kriteriji vrednovanja projekata

Ciljevi projekta su polazište za planiranje, realizaciju i praćenje svake faze razvoja infrastrukturnih ulaganja. Dobro postavljene ciljevi određuju svrhu projekta, očekivane rezultate i okvir za rad svakog člana tima, te ujedno predstavljaju mjeru za evaluaciju uspjeha projekta.

Osnovne karakteristike kvalitetnih ciljeva:

Specifičnost – ciljevi moraju biti jasno definisani, tako da ne ostavljaju prostor za različita tumačenja.

Mjerljivost – treba ih moći kvantitativno ili kvalitativno ocijeniti, što omogućava praćenje napretka.

Dostižnost – ciljevi moraju biti realni i izvedivi s raspoloživim resursima i u vremenskom okviru.

Relevantnost – moraju biti u skladu s društvenim, ekonomskim i ekološkim potrebama i strateškim planovima.

Vremenska ograničenost – ciljevi trebaju imati jasno definisan rok realizacije.

Prema sadržaju, ciljevi se najčešće dijele na:

- **Funkcionalne** (efikasnost, sigurnost, tehnički rad infrastrukture);
- **Ekonomske** (troškovi gradnje i održavanja, povrat investicije, pozitivno djelovanje na lokalnu ekonomiju);
- **Ekološke** (smanjenje emisija štetnih gasova, očuvanje prirodnih resursa i krajolika);
- **Društvene** (povećanje sigurnosti, bolji pristup, poboljšanje kvaliteta života).

Za svaki cilj definišu se odgovarajući **pokazatelji uspjeha**, koji omogućavaju praćenje i evaluaciju projekta.

### 4.3. Pokazatelji vrednovanja saobraćajnih projekata

Da bi se ciljevi saobraćajnih projekata mogli mjeriti i upoređivati, koriste se standardizovani pokazatelji koji kvantificiraju stanje saobraćajnog sistema prije i nakon intervencije. Ovi pokazatelji predstavljaju praktični "skup alata" za finansijsku i ekonomsku analizu, odnosno analizu troškova i koristi (Cost – Benefit Analysis, u daljnjem tekstu CBA), jer omogućavaju pretvaranje tehničkih promjena (protok, brzina, sigurnost) u mjerljive efekte.

U praksi se najčešće koriste sljedeće grupe pokazatelja (Slika 4-1):

#### **Saobraćajni pokazatelji**

- Prosječni godišnji dnevni saobraćaj (PGDS) – broj vozila po danu; osnova za projektovanje kapaciteta i analizu potražnje.
- Odnos opterećenja i kapaciteta (V/C) – pokazuje iskorištenost kapaciteta; vrijednosti  $\geq 1$  ukazuju na zagušenje.
- Vrijeme i pouzdanost putovanja – prosječno vrijeme i varijabilnost; skraćenje i stabilizacija vremena predstavljaju važnu korist.

#### **Sigurnosni pokazatelji**

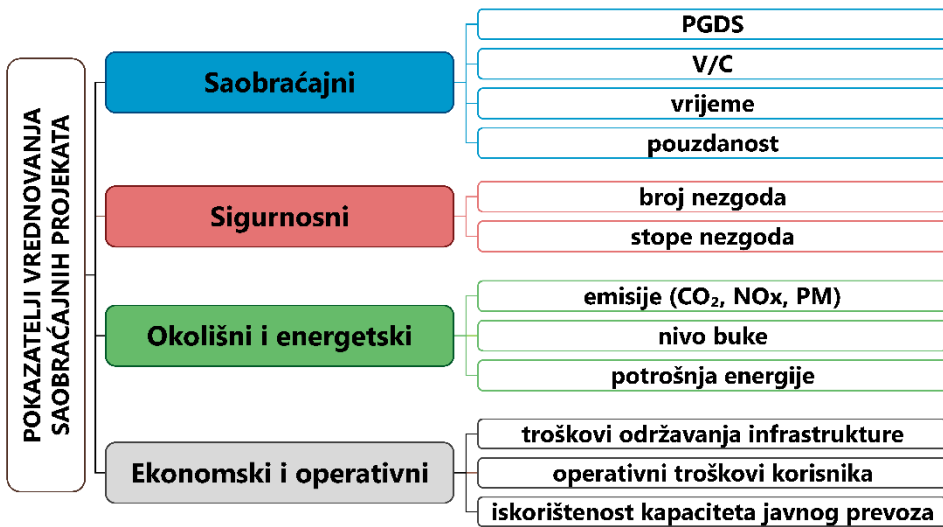
- Broj i struktura nezgoda – prati se smanjenje nezgoda kao društvena korist.
- Stope nezgoda – nezgode po km ili milion vozilo-km; omogućava poređenje različitih dionica.

#### **Okolišni i energetski pokazatelji**

- Emisije zagađujućih tvari (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM) – izražene po vozilu ili koridoru, često izražene u novčanim jedinicama.
- Nivo buke – mjeri se u dB(A); smanjenje buke daje dodatnu društvenu vrijednost.
- Potrošnja energije/goriva – utiče na troškove korisnika i emisije.

## ***Ekonomski i operativni pokazatelji***

- Troškovi održavanja infrastrukture – godišnja ulaganja prije i poslije projekta; važna za životni ciklus i budžet.
- Operativni troškovi korisnika – gorivo, vrijeme, habanje vozila; koristi se u CBA.
- Iskorištenost kapaciteta javnog prijevoza – broj putnika, popunjenost, učestalost; bitno kod modernizacije i širenja sistema.



*Slika 4-1. Pokazatelji vrednovanja saobraćajnih projekata*

Navedeni pokazatelji, pojedinačno ili u kombinaciji, koriste se u finansijskoj i ekonomskoj analizi, odnosno analizi troškova i koristi (CBA). Njihov odabir zavisi od vrste projekta (ceste, željeznica, javni prijevoz, luke, aerodromi), ali je cilj uvijek isti: objektivno procijeniti uticaj projekta na saobraćaj, sigurnost, okoliš i troškove korisnika.

### ***Primjer 4-1. Analiza pokazatelja saobraćajnog projekta***

*Analizirati učinak rekonstrukcije gradske raskrsnice koristeći četiri grupe pokazatelja: saobraćajni, sigurnosni, okolišni/energetski i ekonomski.*

- 1. Grupisati pokazatelje te prikazati poboljšanja projekta strelicama.*
- 2. Napisati kratak zaključak: Koji pokazatelji su se najviše poboljšali i koja je ukupna društvena korist?*

**Podaci prije i poslije projekta:**

Pokazatelj	Prije	Poslije
PGDS (voz/dan)	22.000	25.000
V/C	0,95	0,75
Vrijeme putovanja (min)	4,2	2,6
Broj nezgoda	27	14
Povrijeđeni	6	2
Emisije CO <sub>2</sub> (%)	–	–12%
Nivo buke (dB(A))	68	63
Potrošnja goriva (%)	–	–15%
Troškovi održavanja (%)	–	–20%
Troškovi korisnika (KM/put)	–	–0,45
Javni prijevoz – popunjenost (%)	–	+18%

**Rješenje:****1. Grupisanje pokazatelja i poboljšanja**

Grupa pokazatelja	Pokazatelj	Promjena (%)	Strelica
<b>Saobraćajni</b>	PGDS (voz/dan)	+13,6%	↑
	V/C	–21,1%	↓
	Vrijeme putovanja (min)	–38,1%	↓
<b>Sigurnosni</b>	Broj nezgoda	–48,1%	↓
	Povrijeđeni	–66,7%	↓
<b>Okolišni / energetski</b>	Emisije CO <sub>2</sub>	–12%	↓
	Nivo buke (dB(A))	–7,4%	↓
<b>Ekonomski / operativni</b>	Troškovi održavanja (%)	–20%	↓
	Troškovi korisnika (KM/put)	–	↓
	Popunjenost javnog prijevoza (%)	+18%	↑

**2. Analiza rezultata**

**Saobraćajni pokazatelji:** Vrijeme putovanja smanjeno je za 38%, uz poboljšanu pouzdanost i smanjenje zagušenja (V/C = 0,75).

**Sigurnosni pokazatelji:** Broj nezgoda smanjen je gotovo za polovinu, a broj povrijeđenih za dvije trećine, što ukazuje na značajnu društvenu korist.

**Okolišni i energetski pokazatelji:** Smanjene su emisije CO<sub>2</sub>, nivo buke i potrošnja goriva po vozilu.

**Ekonomski pokazatelji:** Troškovi održavanja i operativni troškovi korisnika su smanjeni, dok je iskorištenost javnog prijevoza povećana.

#### 4.4. Projektne opcije i komparativna analiza scenarija

U savremenom vrednovanju projekata saobraćajne infrastrukture, razmatranje više projektnih opcija i mogućih scenarija predstavlja temelj za objektivno donošenje odluka. Osnovni princip vrednovanja je da se projekti ne procjenjuju pojedinačno, već kroz poređenje **projektnog scenarija i referentnog scenarija** („do nothing“ ili „do minimum“), u skladu sa metodologijom koja se primjenjuje u smjernicama Evropske unije (Tabela 4-1).

Tabela 4-1. Tipični scenariji za poređenje projekata

Scenarij	Opis	Primjena
<b>Projektni scenarij</b> Sa projektom („do something“)	Realizacija jedne ili više alternativnih projektnih opcija (različite trase, tehnologije, faze izgradnje ili nivoi usluge).	Izgradnja nove infrastrukture ili rekonstrukcija postojećih objekata.
<b>Referentni scenarij</b> Bez projekta („do nothing“)	Održavanje postojećeg stanja bez novih investicija, uz nastavak postojećih trendova saobraćaja i troškova.	Projekti izgradnje nove infrastrukture gdje se pretpostavlja nastavak postojećeg sistema.
<b>Referentni scenarij</b> Minimalna intervencija („do minimum“)	Samo nužne mjere održavanja ili minimalna ulaganja potrebna za očuvanje funkcionalnosti sistema.	Rekonstrukcija, rehabilitacija ili modernizacija postojeće infrastrukture.

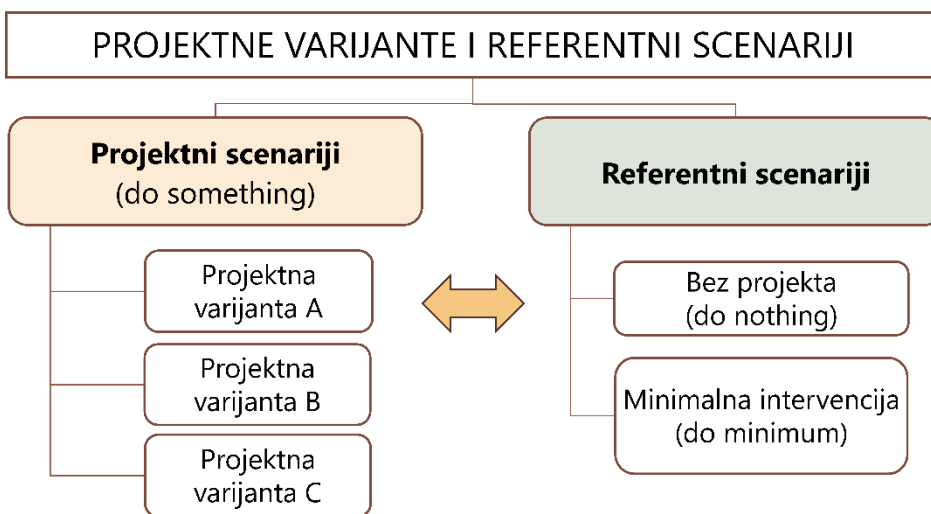
**Izbor referentnog scenarija** zavisi od najrealnijeg razvoja sistema bez projekta. Scenarij „do nothing“ koristi se kada postojeća infrastruktura može nastaviti funkcionisati bez dodatnih ulaganja, dok se scenarij „do minimum“ primjenjuje kada je nužno provesti minimalne mjere održavanja ili obnove infrastrukture.

Nakon definisanja projektnih varijanti i referentnog scenarija, efekti projekta procjenjuju se poređenjem njihovih novčanih tokova. Kod saobraćajnih projekata neto novčani tok (NNT) predstavlja inkrementalni novčani tok, odnosno razliku između novčanih tokova u scenariju sa projektom i referentnom scenariju.

$$\text{NNT} = \text{NNT}_{\text{sa projektom}} - \text{NNT}_{\text{referentni scenarij}}$$

Kod saobraćajnih projekata realizacija nove infrastrukture često mijenja raspodjelu saobraćaja na cijeloj mreži, jer novi objekti preusmjeravaju dio postojećeg opterećenja i utiču na vrijeme putovanja, operativne troškove vozila i troškove održavanja infrastrukture. Zanemarivanje ovih promjena može dovesti do pogrešne procjene ukupnih efekata projekta.

U zavisnosti od prirode projekta, poređenje scenarija može biti jednostavno ili složnije. Kod projekata rekonstrukcije ili rehabilitacije analiza se najčešće zasniva na poređenju scenarija minimalne intervencije („do minimum“) i realizacije projekta. Kod složenijih infrastrukturnih projekata razmatra se veći broj projektnih varijanti koje mogu uključivati različite trase, tehnologije, faze izgradnje ili nivoe usluge (Slika 4-2).



*Slika 4-2. Poređenje projektnih varijanti i referentnih scenarija u analizi projekata*

U kvantitativnom dijelu analize primjenjuju se standardni finansijski i ekonomski pokazatelji (NPV, IRR, ENPV, ERR i B/C – poglavlje 6.5), koji se izračunavaju na osnovu inkrementalnih novčanih tokova projekta.

Pored novčanih tokova, u analizu se uključuju i pokazatelji saobraćajnih performansi, sigurnosti, okolišnih i društvenih efekata. Primjena ovakvog pristupa, usklađenog s metodologijom CBA koja se primjenjuje u EU, omogućava:

- jasnu procjenu stvarne korisnosti projekta,
- objektivno rangiranje više projekata kada su resursi ograničeni,
- smanjenje uticaja subjektivnih tehničkih ili političkih preferencija u procesu odlučivanja.

Radi preglednosti za donosioce odluka, rezultati komparativne analize obično se prikazuju u tabelarnom obliku, gdje se za svaku varijantu sumiraju ključni kvantitativni i kvalitativni pokazatelji. Kod složenijih projekata analiza se može dopuniti višekriterijskim metodama (poglavlje 10), koje omogućavaju rangiranje varijanti kada svi efekti nisu izraženi u novčanim jedinicama.

Transparentno definisan i dokumentovan postupak komparativne analize ključan je za opravdanje konačnog izbora rješenja pred investitorima, finansijskim institucijama i javnošću.

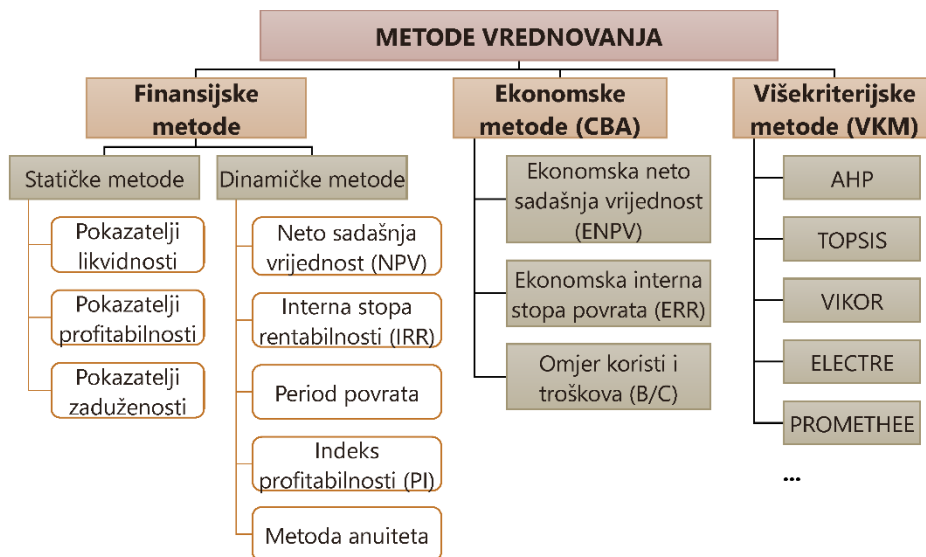


## 5. METODE I ANALITIČKI PRISTUP VREDNOVANJA PROJEKATA

Vrednovanje projekata saobraćajne infrastrukture predstavlja neizostavan dio životnog ciklusa svake javne politike i programa putem kojih se javne politike provode. Ono je važan alat za donosiocje javnih politika i implementatore operativnih programa, jer omogućava procjenu efekata javnih intervencija i njihove opravdanosti u odnosu na društveno-ekonomske okolnosti.

### 5.1. Osnovne grupe metoda vrednovanja

U kontekstu transportne infrastrukture, vrednovanje obuhvata niz metoda kojima se ocjenjuju finansijski, ekonomski, socijalni i ekološki efekti projekata, kako bi se odabrali projekti koji donose najveću korist društvu uz ograničene resurse.



Slika 5-1. Pregled metoda vrednovanja projekata transportne infrastrukture

Projekti transportne infrastrukture vrednuju se sljedećim metodama (Slika 5-1):

- **Finansijske metode:**

- Statičke: pokazatelji likvidnosti, profitabilnosti, zaduženosti.
- Dinamičke: NPV, IRR, period povrata, indeks profitabilnosti (PI), metoda anuiteta.

- **Ekonomске metode** (CBA): ENPV, ERR, omjer koristi i troškova (B/C).

- **Višekriterijske metode** (VKM): AHP, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE, koriste se kada kriterije nije moguće potpuno monetizirati ili je odluka višedimenzionalna (poglavlje 10).

Ekonomska i finansijska analiza projekta služe da odgovore na dva ključna pitanja:

**Finansijska analiza** → Da li je projekat profitabilan za investitora?

**Ekonomska/CBA analiza** → Da li je projekat koristan za ekonomiju i društvo u cjelini?

Finansijska analiza procjenjuje projekat prvenstveno iz perspektive investitora ili operatera. Fokusira se na direktne prihode, troškove, likvidnost i isplativost, odnosno da li je projekat održiv i profitabilan za onoga ko ulaže sredstva. Ovdje su relevantni samo finansijski tokovi koji idu kroz projektne račune (npr. naplaćene cestarine, plaćeni radovi, troškovi održavanja).

Ekonomska analiza sagledava projekat u širem društveno-ekonomskom kontekstu. U procjenu se uključuju i koristi i troškovi koji ne prolaze kroz finansijske tokove investitora, ali značajno utiču na zajednicu, javni sektor ili društvo, kao što su ušteda vremena korisnicima, smanjenje saobraćajnih nezgoda, poboljšanje pristupačnosti ili smanjenje zagađenja.

Razumijevanje ove razlike ključno je pri vrednovanju javnih infrastrukturnih projekata, jer projekat može biti finansijski neodrživ (ne generiše dovoljno prihoda za investitora), ali ekonomski veoma opravdan ako donosi značajne koristi društvu. U takvim slučajevima njegova realizacija može biti opravdana uz javnu podršku ili subvenciju.

## 5.2. Finansijska analiza

Finansijska analiza se odnosi na ocjenu projekta sa stajališta investitora. To je proces prikupljanja, analize, provjeravanja i interpretiranja finansijskih podataka s ciljem ocjenjivanja opravdanosti i prihvatljivosti projekta za onoga ko ulaže kapital.

Osnovni ciljevi finansijske analize su:

- provjeriti da li je projekat stabilan, održiv i profitabilan (rentabilan),
- utvrditi investicione troškove i sve troškove eksploatacije koje snosi investitor/operater u planskom periodu,
- procijeniti prihode projekta i rezidualnu vrijednost na kraju planskog perioda.

Finansijski ulazi su uglavnom novčani prihodi od korištenja projekta (npr. putarine, vozne karte), kojih, zavisno od vrste i namjene projekta, može, ali i ne mora biti (npr. besplatne javne ceste).

U finansijskoj analizi koriste se **statičke i dinamičke** metode vrednovanja investicija. Statičke metode polaze od podataka jedne reprezentativne godine i ne uzimaju u obzir vremensku vrijednost novca, dok dinamičke metode analiziraju novčane tokove tokom cijelog vijeka trajanja projekta i diskontuju ih na sadašnji trenutak.

### ➤ **Statičke metode finansijske analize**

Statičke metode analiziraju efikasnost projekta na osnovu podataka o uspješnosti u jednoj reprezentativnoj godini, obično kada je projekat dostigao puni kapacitet, a otplata kredita još traje. Zbog toga proračun statičkih pokazatelja nema smisla na samom početku ulaganja, jer projekat tada još nije postigao stabilan nivo poslovanja.

Tipični statički pokazatelji su:

1. pokazatelji likvidnosti,
2. pokazatelji ekonomičnosti,
3. pokazatelji profitabilnosti,
4. pokazatelji zaduženosti,
5. pokazatelji aktivnosti,
6. pokazatelji investiranja.

Ovi pokazatelji su korisni za analizu finansijskog zdravlja projekta ili preduzeća u određenom trenutku, ali ne uzimaju u obzir vremensku vrijednost novca niti cjelokupni životni vijek projekta.

➤ **Dinamičke metode finansijske analize**

Dinamičke metode analiziraju uspješnost projekta tokom cijelog vijeka trajanja, uz uvažavanje vremenske vrijednosti novca. Umjesto jedne godine, posmatra se čitav niz novčanih tokova (priliva i odliva) u budućnosti.

Korištenje samo jednog pokazatelja obično nije dovoljno za donošenje kvalitetne odluke, pa se u praksi preporučuje kombinacija više dinamičkih kriterija. Najvažnije dinamičke metode su:

1. neto sadašnja vrijednost investicije (NSV / NPV),
2. interna stopa rentabilnosti (IRR),
3. metoda perioda povrata investicije (uključujući diskontovani period povrata, kao dodatni kriterij),
4. metoda anuiteta,
5. indeks profitabilnosti (PI),
6. indeks odnosa koristi i troškova (B/C).

Neto sadašnja vrijednost (NPV) smatra se temeljnim kriterijem jer direktno pokazuje koliko projekat povećava (ili smanjuje) vrijednost za investitora, dok IRR, period povrata i ostali pokazatelji služe kao dopuna i pomoć u interpretaciji rezultata.

### 5.3. Ekonomska analiza

Svrha ekonomske, odnosno društveno-ekonomske analize troškova i koristi (Cost–Benefit Analysis, CBA) je da se utvrdi **ekonomska održivost projekta** proračunom dodatnih koristi koje nastaju kao rezultat njegove realizacije. Projekat stvara različite *indirektne ekonomske, socijalne i ekološke učinke*, koji se često ne vide u finansijskim izvještajima investitora, ali su ključni za društvo.

Ekonomska analiza ocjenjuje doprinos projekta *ekonomskom blagostanju regije ili države*. Projekat se posmatra u široj perspektivi: procjenjuju se korisni učinci za cjelokupno društvo, a ne samo za vlasnika ili operatera infrastrukture.

Ekonomska ocjena projekta obično se mjeri sljedećim pokazateljima:

- ekonomska neto sadašnja vrijednost (ENPV),
- ekonomska interna stopa povrata (ERR),
- omjer koristi i troškova (B/C).

Uobičajeni kriteriji za projekte koji traže sufinansiranje iz EU fondova su:

- $ENPV > 0$ ,
- ERR veća od pretpostavljene *ekonomske diskontne stope*,
- omjer  $B/C > 1$ .

### **Elementi ekonomskih troškova i koristi**

U ekonomskoj analizi polazi se od novčanih tokova iz finansijske analize, ali se oni koriguju kako bi odražavali društvenu, a ne samo privatnu perspektivu. Ključni elementi su:

- Ekonomski troškovi:
  - korigirani investicioni troškovi,
  - operativni troškovi projekta i korisnika (npr. eksploatacija vozila, vrijeme putovanja),
  - eksterni ekonomski troškovi (npr. zagađenje, buka, saobraćajne nezgode).
- Ekonomske koristi:
  - korigirani finansijski prihodi,
  - rezidualnu vrijednost projekta,
  - eksterne ekonomske koristi (uštede vremena, smanjenje nezgoda, niže emisije, bolji pristup uslugama itd.).

Da bi se iz finansijskih u ekonomsku analizu prešlo na konzistentan način, uobičajeni koraci su:

1. fiskalne korekcije (isključivanje poreza, subvencija i transfera),
2. korekcije eksternalija (dodavanje troškova i koristi koje nisu na tržištu),

3. konverzija tržišnih cijena u obračunske cijene (cijene u sjeni) pomoću konverzijskih faktora.

Na osnovu tako prilagođenih tokova troškova i koristi provodi se ekonomska analiza, koja se sastoji od:

- konverzije tržišnih u obračunske cijene,
- monetizacije netržišnih uticaja,
- uključivanja dodatnih indirektnih uticaja, ako postoje,
- diskontovanja procijenjenih ekonomskih troškova i koristi,
- proračuna ekonomskih pokazatelja ENPV i ERR.

#### 5.4. Vrste troškova u finansijskoj i ekonomskoj analizi

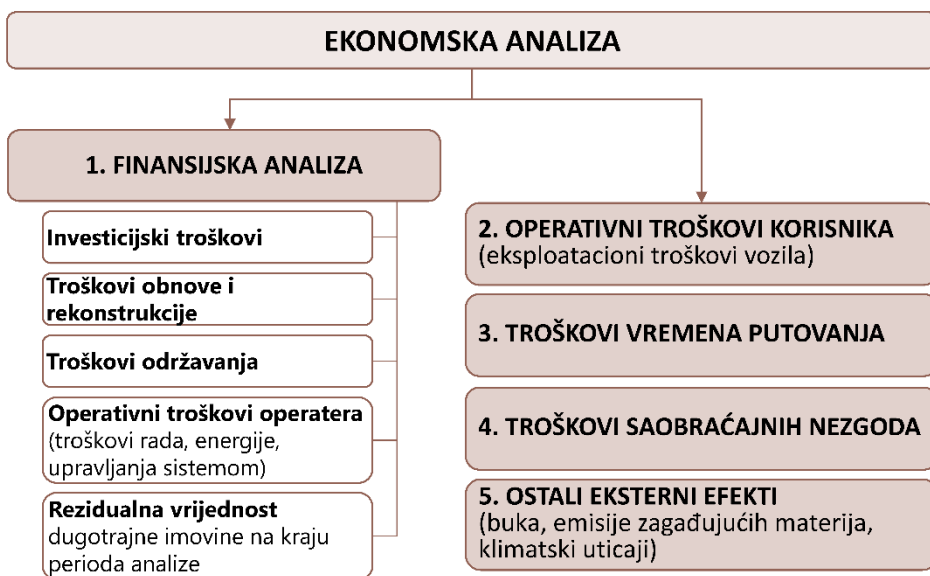
U vrednovanju infrastrukturnih projekata razlikuju se troškovi relevantni za **finansijsku analizu**, koja se provodi sa stanovišta investitora ili operatera, i troškovi koji se dodatno razmatraju u **ekonomskoj analizi**, sa stanovišta društva u cjelini.

**Finansijska analiza** obuhvata isključivo novčane tokove projekta koje snosi investitor ili upravitelj infrastrukture, a koji se evidentiraju kao stvarni prihodi i rashodi projekta. U tom smislu, finansijska analiza uključuje:

- investicione troškove,
- troškove obnove i rekonstrukcije,
- troškove održavanja,
- operativne troškove operatera (npr. troškove rada, energije i upravljanja sistemom),
- rezidualnu vrijednost dugotrajne imovine na kraju perioda analize.

**Ekonomska analiza** polazi od finansijskih tokova projekta, ali ih prilagođava i proširuje kako bi uključila sve relevantne troškove i koristi za korisnike projekta i društvo u cjelini. Pored troškova uključenih u finansijsku analizu, ekonomska analiza dodatno razmatra (Slika 5-2):

- operativne troškove korisnika (eksploatacione troškove vozila: gorivo, gume, održavanje, amortizacija),
- troškove vremena putovanja,
- troškove saobraćajnih nezgoda,
- ostale eksterne efekte, kao što su buka, zagađenje zraka i klimatski uticaji.



Slika 5-2. Struktura troškova u finansijskoj i ekonomskoj analizi saobraćajnih projekata

Razlike u tretmanu pojedinih kategorija troškova u finansijskoj i ekonomskoj analizi prikazane su u narednoj tabeli (Tabela 5-1).

Tabela 5-1. Tretman troškova u finansijskoj i ekonomskoj analizi

Vrsta troška	Finansijska analiza	Ekonomska analiza
<b>Investicioni troškovi</b>	✓ Novčani izdaci investitora	✓ Ekonomske (shadow) cijene
<b>Obnova i rekonstrukcija</b>	✓ Novčani tokovi projekta	✓ Bez poreza i transfera
<b>Održavanje</b>	✓ Rashodi upravitelja	✓ Ekonomska vrijednost resursa
<b>Operativni troškovi operatera</b>	✓ Upravljanje, energija, osoblje	✓ Uključuju se
<b>Operativni troškovi korisnika</b>	✗ Ne uključuju se	✓ Gorivo, vrijeme, nezgode
<b>Porezi i takse</b>	✓ Uključuju se	✗ Isključuju se
<b>Subvencije</b>	✓ Uključuju se	✗ Isključuju se

U okviru navedenih kategorija važno je napraviti jasnu razliku između:

- **finansijskih operativnih troškova projekta**, koji predstavljaju stvarne novčane izdatke investitora ili upravitelja infrastrukture i ulaze u finansijske novčane tokove projekta, i
- **ekonomskih operativnih troškova korisnika**, koji ne predstavljaju direktne finansijske tokove projekta, već ekonomske troškove nastale uslijed korištenja infrastrukture (npr. troškovi goriva, vremena putovanja ili saobraćajnih nezgoda).

## 5.5. Višekriterijske metode vrednovanja

Višekriterijske metode vrednovanja koriste se kada odluka o projektu zavisi od više ciljeva i kriterija, a dio relevantnih efekata nije moguće potpuno izraziti u novčanim veličinama ili kada rezultati CBA ne daju dovoljno diferenciranu osnovu za izbor (poglavlje 10). U takvim situacijama potrebno je istovremeno uzeti u obzir ekonomske, ekološke, sigurnosne, prostorne i socijalne aspekte, te ih objediniti u jedinstven okvir odlučivanja. Višekriterijske metode ne zamjenjuju analizu troškova i koristi, već je dopunjuju, omogućavajući multidimenzionalno vrednovanje projekata i transparentnije obrazlaganje odluka.

U području saobraćajne infrastrukture višekriterijske metode se najčešće primjenjuju pri izboru trase, izboru tipa rješenja (npr. varijante čvorišta, profila ceste, režima javnog prijevoza), rangiranju većeg broja projekata u uslovima ograničenih resursa, te pri faziranju realizacije investicija. Osnovna ideja je da se definiše skup kriterija (npr. investicioni troškovi, neto sadašnja vrijednost, sigurnost, uticaj na okoliš, prihvatljivost za lokalnu zajednicu), dodijele im se odgovarajuće težine, te da se pomoću odabrane metode izvede rang lista ili izbor preferirane alternative. Posebna prednost višekriterijskih metoda je mogućnost uključivanja procjena stručnih i zainteresovanih strana u strukturiran, kvantificiran postupak odlučivanja.

Detaljnija razrada teorijskih osnova, metodoloških pristupa i praktične primjene višekriterijskih metoda vrednovanja u saobraćajnom planiranju data je u poglavlju 10, gdje su ovi postupci dodatno ilustrovani kroz primjere i analizu konkretnih slučajeva.

U praksi se koristi više različitih višekriterijskih tehnika, među kojima se izdvajaju metode AHP, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE.

AHP metoda (Analytic Hierarchy Process) se zasniva na hijerarhijskoj razgradnji problema i parnim poređenjima kriterija i alternativa, što je čini pogodnom za strateške odluke i situacije s uključenim ekspertima.

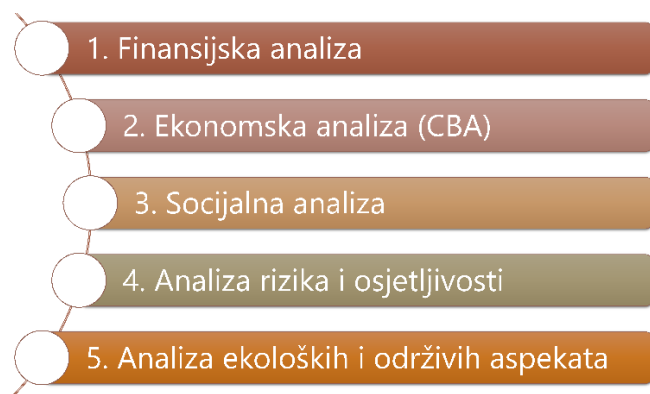
TOPSIS i VIKOR rangiraju alternative na osnovu njihove udaljenosti od idealnog i najnepovoljnijeg rješenja, pa su posebno primjenjivi kada se želi dobiti jasan kompromis između više suprotstavljenih ciljeva (npr. izbor rješenja koje ima prihvatljiv trošak uz što manji negativan uticaj na okoliš).

ELECTRE i PROMETHEE pripadaju metodama nadmašenja (outranking), pri čemu se alternativa smatra povoljnijom ako u dovoljnoj mjeri "nadmašuje" druge prema većini kriterija, uz dopuštena odstupanja po pojedinim kriterijima, što ih čini pogodnim za kompleksne infrastrukturne projekte s velikim brojem kriterija i neizvjesnosti.

## 5.6. Dodatne analitičke komponente vrednovanja

Savremeno vrednovanje projekata saobraćajne infrastrukture oslanja se na niz analitičkih metoda koje omogućuju sveobuhvatnu procjenu opravdanosti i efekata pojedinačne investicije.

Kombinovanjem ovih metoda investitor dobija cjelovit prikaz finansijske održivosti, društvene vrijednosti i ukupnog javnog efekta projekta. Pored finansijske i ekonomske analize, izrađuju se i socijalna analiza, analiza rizika i osjetljivosti te analiza ekoloških i aspekata održivosti (Slika 5-3).



*Slika 5-3. Analitičke metode vrednovanja saobraćajnih projekata*

Socijalna analiza ima za cilj da sagleda neposredne i posredne uticaje projekta na lokalnu zajednicu. Ona obuhvata procjenu efekata na socijalnu uključenost, pristup radnim mjestima i uslugama, kao i unapređenje mobilnosti stanovništva. Istovremeno, razmatraju se i mogući negativni uticaji, poput raseljavanja stanovništva ili promjena u strukturi i funkcionisanju zajednice. U mnogim slučajevima upravo socijalni aspekti imaju presudnu ulogu u prihvatljivosti projekta kod korisnika i šire javnosti, te direktno utiču na njegov krajnji uspjeh.

Analiza rizika i osjetljivosti usmjerena je na ispitivanje uticaja promjena ključnih parametara projekta na njegove ukupne rezultate. Posebna pažnja posvećuje se promjenama troškova, prihoda, trajanja realizacije, diskontne stope i eksternih uticaja. U tu svrhu primjenjuju se različite metode, poput analize scenarija kroz razmatranje najboljeg, realnog i najgoreg slučaja, Monte Carlo simulacija, kao i rangiranja osjetljivosti pojedinih parametara. Na ovaj način identificiraju se elementi projekta sa najvećim stepenom neizvjesnosti i definišu potrebe za sistematskim upravljanjem rizikom.

Analiza ekoloških i održivih aspekata bavi se procjenom uticaja projekta na okoliš, uključujući emisije ugljen-dioksida (CO<sub>2</sub>), kvalitet zraka, biodiverzitet i dugoročnu održivost prostora. Posebno se analiziraju efekti projekta u kontekstu klimatskih promjena, kao i njegova usklađenost sa savremenim principima održivog razvoja, uključujući zahtjeve Evropske unije i ESG (Environmental, Social, Governance) okvir. Na taj način ekološka analiza postaje integralni dio procesa donošenja odluka, osiguravajući da infrastrukturni projekti budu ne samo ekonomski opravdani, već i društveno i ekološki odgovorni.

## 5.7. Održivost i društveno-ekološki aspekti

Održivost se najčešće definiše kao:

---

*„Razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjosti bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe.“*

---

U kontekstu saobraćajne infrastrukture, to znači da projekti moraju biti **ekonomski opravdani, društveno korisni i ekološki prihvatljivi** kroz cijeli životni ciklus, od planiranja i izgradnje do eksploatacije i zbrinjavanja / uklanjanja infrastrukture.

Održivost se u praksi često posmatra kao skup ograničenja. Projekti se mogu isključiti iz daljnje razrade ako:

- značajno ugrožavaju rijetke ekosisteme ili biodiverzitet;
- predstavljaju neprihvatljive rizike po zdravlje ljudi;
- krše važeće zakonske ili sigurnosne standarde;
- su u suprotnosti s temeljnim etičkim principima.

Osim ekoloških aspekata, održivost obuhvata i usklađenost sa zakonskim okvirima, sigurnosnim standardima, društvenom pravednošću i principima odgovornog upravljanja.

## 5.8. Rangiranje projekata i odluka o prioritetima

Nakon što se za više projekata provedu finansijske, ekonomske, socijalne i ekološke analize, potrebno ih je međusobno uporediti i odrediti prioritete.

Na osnovu dobijenih rezultata analize formira se preliminarni redoslijed projekata koji omogućava objektivno određivanje prioriteta.

U praksi se koriste pokazatelji kao što su:

- Neto sadašnja vrijednost (NPV),
- Interna stopa povrata (IRR),
- Odnos koristi i troškova (B/C),
- Kvalitativne ocjene sigurnosnih, ekoloških i socijalnih efekata.

Pravila za rangiranje su slijedeća:

- Projekti s  $NPV > 0$ ,  $IRR \geq$  zahtijevane stope povrata (diskontne stope) i  $B/C > 1$  smatraju se ekonomski prihvatljivim.
- Među prihvatljivim projektima prednost se daje onima sa:
  - većom neto društvenom koristi,
  - boljim sigurnosnim rezultatima, i
  - manjim negativnim ekološkim uticajima.

Kod javnih infrastrukturnih projekata konačna odluka o prioritetima obično uključuje i:

- strateški značaj projekta,
- regionalnu ravnotežu,
- raspoloživost finansijskih sredstava.

Cilj je odabrati projekte koji donose **najveću ukupnu korist uz prihvatljive rizike**.

## 5.9. Ograničenja i izazovi evaluacije

Iako su savremene metode vrednovanja projekata razvijene i široko primjenjivane, njihova primjena suočava se s brojnim ograničenjima i praktičnim izazovima. Najčešći problemi su:

- Nedovoljno pouzdani podaci (npr. saobraćajne prognoze, troškovi održavanja),
- Pojednostavljeni ili nesigurni modeli,
- Teškoće u monetizaciji određenih koristi (npr. kvalitet života, pejzažne vrijednosti),
- Velika osjetljivost rezultata na pretpostavke o diskontnoj stopi ili rastu potražnje.

Pored tehničkih ograničenja, proces evaluacije može biti i pod uticajem:

- političkih prioriteta,
- institucionalnih barijera,
- pritisaka interesnih grupa.

Zbog toga je važno da proces vrednovanja bude **transparentan**, da ključne pretpostavke budu jasno dokumentovane, te da se rezultati analize koriste kao **podrška, a ne zamjena**, za odgovorno donošenje odluka.

## 5.10. Ex-post evaluacija i učenje iz projekata

Ex-post evaluacija podrazumijeva procjenu projekta nakon što je izgrađen i određeni period u funkciji, s ciljem da se utvrdi da li su planirani ciljevi, troškovi i koristi zaista ostvareni. Tipično obuhvata praćenje ostvarenja ciljeva i mjerenje ključnih performansi (protok saobraćaja, vrijeme

putovanja, troškovi održavanja, sigurnost, zadovoljstvo korisnika), analizu odstupanja od planiranih vrijednosti i identifikaciju uzroka odstupanja.

Rezultati ex-post evaluacije se koriste za **učenje iz iskustva**, uključujući:

- poboljšanje metoda planiranja i vrednovanja
- prilagođavanje budućih projekata
- korekciju postojećih politika
- optimizaciju planova održavanja i upravljanja infrastrukturom

U mnogim zemljama ex-post analiza velikih saobraćajnih projekata postaje obavezna praksa upravo zato što omogućava povratnu informaciju o tome da li su javna sredstva utrošena na način koji donosi očekivane društvene koristi.



## 6. OSNOVE FINANSIJSKE MATEMATIKE

---

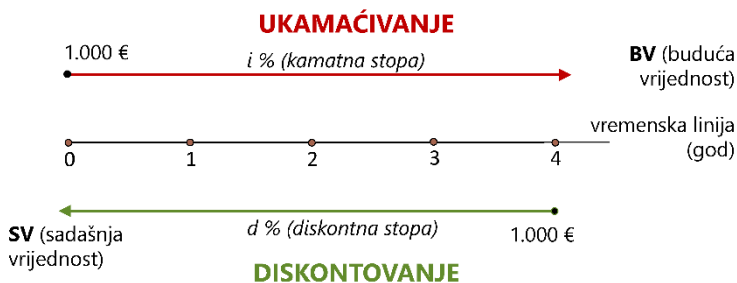
### 6.1. Vrijednost novca u vremenu

Izreka "vrijeme je novac" upućuje na to da svako odgađanje ima svoju cijenu i da jedna novčana jedinica danas nije jednako vrijedna kao ista ta jedinica u budućnosti. **Vremenska vrijednost novca** zasniva se na mogućnosti ostvarenja prinosa i na uticaju inflacije, koja smanjuje kupovnu moć novca.

Novac dostupan danas može se uložiti i ostvariti prinos, pa odgađanje njegovog primitka stvara oportunitetni trošak izgubljene zarade. Ako bismo isti nominalni iznos dobili tek za godinu dana, nastaje oportunitetni trošak, tj. izgubljena zarada koju smo mogli ostvariti da smo novac imali ranije. Uz to, inflacija smanjuje kupovnu vrijednost novca: pri godišnjoj stopi od 2,5% iznos od 1.000 eura za godinu dana vrijedi približno 975,6 eura ( $1.000 / 1,025 \approx 975,6$ ).

Zato 1.000 eura danas vrijedi više nego 1.000 eura za godinu dana. Međutim, pri poređenju različitih iznosa u različitim trenucima (npr. 1.000 eura danas ili 1.500 eura za godinu dana) potrebno je sve svesti na isti vremenski trenutak, najčešće na sadašnji. To se postiže tehnikama **ukamaćivanja** i **diskontovanja** (Slika 6-1).

Ukamaćivanje i diskontovanje su dva međusobno obrnuta procesa kojima se novčani iznosi prevode iz jednog vremenskog trenutka u drugi. Definisani su kamatnom, odnosno diskontnom stopom i brojem vremenskih perioda.



Slika 6-1. Tehnika izračunavanja vremenske vrijednosti novca

- **Ukamaćivanje** predstavlja svođenje sadašnje vrijednosti na vrijednost u budućnosti (računanje buduće vrijednosti pri zadanoj kamatnoj stopi i broju perioda). Koristi se, na primjer, kada želimo znati koliki će iznos danas uloženog novca biti za nekoliko godina, pri poznatoj kamatnoj stopi.
- **Diskontovanje** predstavlja svođenje budućih novčanih iznosa na sadašnju vrijednost, primjenom diskontne (kamatne) stope. Koristi se kada želimo uporediti vrijednost iznosa koji dopijevaju u budućnosti sa današnjim iznosom, što je osnova svih investicionih proračuna.

Osnovno načelo vremenske vrijednosti novca glasi:

---

*"Upoređivati se mogu samo novčani iznosi u istom vremenskom trenutku, što se u praksi postiže ukamaćivanjem i diskontovanjem na zajednički referentni trenutak (najčešće danas)."*

---

### **Zašto novac danas vrijedi više nego sutra?**

Postoji više razloga zašto je, na primjer, 5 eura danas vrijednije od 5 eura sljedeće godine. Najvažniji se mogu svrstati u tri grupe:

- a) nestrpljivost,
- b) rizik, i
- c) inflacija.

**Nestrpljivost** - Ljudi u pravilu preferiraju imati dobro ili uslugu ranije nego kasnije. Ako smo gladni, sendvič sada ima veću vrijednost od istog sendviča za tri dana. Ako nam je auto potreban za posao, nije svejedno hoćemo li ga dobiti za dva dana ili za dvije godine. Novac, kao univerzalno sredstvo razmjene, time ima veću vrijednost ako ga imamo odmah nego ako ga dobijemo u budućnosti.

**Rizik** - Poslovice *"bolje vrabac u ruci nego golub na grani"* odražava činjenicu da je novac koji imamo siguran, dok je obećani budući iznos podložan riziku da ne bude isplaćen. Ako nekome posudimo 5 eura, a on obeća vratiti 6 eura sutra uz vjerovatnoću isplate od 50%, očekivana vrijednost tog obećanja iznosi samo 3 eura. Čak i ako je nominalna

kamatna stopa vrlo visoka, visoka nesigurnost može učiniti transakciju nepovoljnom. U pravilu zajmodavci zahtijevaju određenu naknadu za preuzeti rizik, koja se u praksi odražava kroz višu kamatnu stopu.

**Inflacija** - Ako cijene robe i usluga rastu, isti nominalni iznos novca omogućava kupovinu manjeg broja dobara u budućnosti nego danas. Tako 5 eura danas i 5 eura za deset godina ne predstavljaju istu realnu vrijednost. Također, s vremenom često rastu i plate, pa otplate dugoročnih kredita u kasnijim godinama čine manji relativni teret u odnosu na primanja. Na primjer, ako je danas plata 1.000 eura, a rata kredita 589 eura (58,9% plate), pri čemu plata realno raste, za 30 godina ista rata može predstavljati znatno manji udio u plati.

Zbir svih ovih faktora, nestrpljivosti, rizika, inflacije i drugih manje izraženih uticaja određuje kako se vrednuju sadašnji i budući novčani tokovi, te koliku kamatnu ili diskontnu stopu investitori traže, a dužnici su spremni prihvatiti. Upravo zato je razumijevanje vremenske vrijednosti novca osnova za sve daljnje proračune u finansijskoj i investicionoj analizi.

## 6.2. Kamatni račun - jednostavna i složena kamata

U prethodnom poglavlju objašnjena je vremenska vrijednost novca i pokazano zašto ista nominalna svota nema istu vrijednost danas i u budućnosti. Da bi se ta razlika kvantitativno izrazila, koriste se kamate, odnosno kamatni račun.

Kamatni račun obuhvata pravila i metode za obračunavanje cijene korištenja novca tokom određenog vremenskog perioda. U praksi se najčešće susrećemo s dvjema osnovnim vrstama obračuna kamata:

- jednostavna (prosta) kamata i
- složena kamata.

U ovom poglavlju se najprije uvode osnovni pojmovi (period kapitalizacije, kamatna stopa), zatim se obrađuje jednostavna kamata i različite metode obračuna dana, a potom složena kamata, uključujući dekurzivno i anticipativno ukamaćivanje. Ove tehnike su temelj svih kasnijih proračuna u investicionoj analizi i vrednovanju infrastrukturnih projekata.

### 6.2.1. Osnovni pojmovi

Razumijevanje kamatnog računa počinje od nekoliko osnovnih pojmova koji se stalno pojavljuju u finansijskoj matematici i u praksi kreditnih i investicionih ugovora.

#### **1. Period kapitalizacije**

Period kapitalizacije (period ukamaćivanja) je osnovni vremenski interval u kojem se obračunavaju i pripisuju kamate na glavnicu.

- Može biti godina, polugodište, kvartal, mjesec, dan, što zavisi od ugovora ili zakona.
- Što je period kraći (češća kapitalizacija), to je veći efektivni iznos kamata na kraju istog kalendarskog perioda.

#### **2. Kamatna stopa**

Kamatna stopa predstavlja cijenu korištenja novca koju korisnik kredita plaća davaocu kredita za određeni period. Ona pokazuje koliki se iznos kamate obračunava na posuđeni kapital u određenom periodu.

- Obično se izražava u procentima na godišnjem nivou (npr. 5% godišnje).
- Može biti nominalna (ugovorna) i efektivna (stvarna, koja uzima u obzir učestalost kapitalizacije).

#### **3. Glavnica**

Glavnica je početni iznos novca koji je uložen, pozajmljen ili na koji se obračunavaju kamate. To je "osnovica" na koju se primjenjuje kamatna stopa.

- Kod kredita: glavnica je iznos koji dužnik stvarno posuđuje i treba vratiti.
- Kod ulaganja: glavnica je početni ulog/investicija prije dodavanja kamata ili prinosa.

#### **4. Jednostavna i složena kamata**

- Jednostavna (prosta) kamata obračunava se samo na početnu glavnicu, pa iznos kamata raste linearno s vremenom.

- Složena kamata, se u svakom periodu dodaje glavnici, pa se u sljedećem periodu obračunavaju i "kamate na kamate" zbog čega iznos duga raste eksponencijalno s vremenom.

U narednim poglavljima detaljnije se obrađuju pravila i formule za jednostavnu i složenu kamatu, uz primjere karakteristične za finansiranje i investicione projekte.

### 6.2.2. Jednostavni (prosti) kamatni račun

Jednostavni kamatni račun predstavlja osnovni način obračuna kamata kod kojeg se kamate tokom cijelog perioda ukamaćivanja obračunavaju samo na početnu glavniciu, bez njenog uvećanja za prethodno obračunate kamate. Zbog toga iznos kamata raste proporcionalno vremenu trajanja ulaganja ili zaduženja.

Neka su:

$I_0$  – početna glavnica,

$I_n$  – ukupni iznos (glavnica + kamata) nakon  $n$  godina,

$i$  – kamatna stopa po periodu,

$n$  – period ukamaćivanja,

$K$  – ukupne kamate.

Konačna vrijednost glavnice sa ukupnim kamatama iznosi:

$$I_n = I_0 \cdot (1 + i \cdot n) \quad (6-1)$$

Kamate za svaki period ukamaćivanja iznose:

$$K_n = I_n - I_0 \quad (6-2)$$

Ukupne kamate nakon  $n$  godina:

$$K = I_0 \cdot i \cdot n \quad (6-3)$$

Ukupne kamate nakon  $m$  mjeseci:

$$K = I_0 \cdot i \cdot \frac{m}{12} \quad (6-4)$$

Ako su vremenski periodi izraženi u danima, koriste se tri standardne metode:

1. Francuska metoda:

Koristi se u bankarskoj praksi u mnogim evropskim zemljama. Pretpostavlja da godina ima 360 dana, dok se broj dana u mjesecima uzima prema kalendaru.

$$K = I_0 \cdot i \cdot \frac{d \text{ (prema kalendaru)}}{360} \quad (6-5)$$

2. Njemačka metoda:

Često se koristi kod standardizovanih finansijskih obračuna i obveznica. Pretpostavlja da svaki mjesec ima 30 dana, a godina 360 dana.

$$K = I_0 \cdot i \cdot \frac{d \text{ (30 dana)}}{360} \quad (6-6)$$

3. Engleska metoda:

Koristi se u anglosaksonskoj finansijskoj praksi. Godina ima 365 dana (odnosno 366 u prijestupnoj godini), a broj dana u mjesecima uzima se prema kalendaru.

$$K = I_0 \cdot i \cdot \frac{d \text{ (prema kalendaru)}}{365} \quad (6-7)$$

---

**Primjer 6-1.**

*Ako uzmemo kredit od  $I_0 = 1.000$  €, po kamatnoj stopi od  $i = 10\%$  na period od dvije godine, tada će dug na kraju prve godine biti:*

$$I_1 = I_0 \cdot (1 + i \cdot 1) = 1.000 \cdot (1 + 0,10 \cdot 1) = 1.100 \text{ €}$$

Za isti iznos kredita na kraju druge godine dug će iznositi:

$$I_2 = I_0 \cdot (1 + i \cdot 2) = 1.000 \cdot (1 + 0,10 \cdot 2) = 1.200 \text{ €}$$

Iz primjera se vidi da kamate svake godine rastu linearno, jer se obračunavaju samo na početnu glavniciu. Zbog toga se dug svake godine povećava za isti iznos kamate, u ovom slučaju za 100 € godišnje.

---

---

**Primjer 6-2.**

Uz koliku je godišnju kamatnu stopu dužnik posudio 40.000 eura ako je vjerovniku nakon 5 godina u cijelosti podmirio dug s iznosom od 57.000 eura? Kamate se obračunavaju po jednostavnom kamatnom računu.

**Rješenje:**

$I_0 = 40.000$ ,  $n = 5$  (godina),  $I_5 = 57.000$ ,  $i = ?$

Ukupne jednostavne kamate:  $K = I_5 - I_0 = 57.000 - 40.000 = 17.000$  €

Iz formule  $\Rightarrow K = I_0 \cdot i \cdot n$  slijedi da je

$$i = \frac{K}{I_0 \cdot n}$$

pa je

$$i = \frac{17.000}{40.000 \cdot 5} = 0,085 \cdot 100 = 8,5\%$$

---

**Primjer 6-3.**

Koliko iznose ukupne jednostavne kamate na iznos od 15.000 eura za period od 5 godina, ako je godišnja kamata u prve 2 godine  $i_1=10\%$ , a u preostale 3 godine 5% manja?

**Rješenje:**

Period od 5 godina treba podijeliti na 2 podperioda: prvi podperiod iznosi 2 godine, a drugi 3 godine.

Kamate za prvi podperiod iznose:  $I_0 = 15.000$  €,  $i_1=10\%$ ,  $n_1 = 2$

$$K_1 = 15.000 \cdot \frac{10 \cdot 2}{100} = 3.000 \text{ €}$$

Kamate za drugi podperiod iznose:

$I_0 = 15.000$  €,  $i_2 = 10 - 5\% \cdot 10 = 9,5\%$ ,  $n_2 = 3$

$$K_2 = 15.000 \cdot \frac{9,5 \cdot 3}{100} = 4.275 \text{ €}$$

Ukupne kamate:  $K_1 + K_2 = 3.000 + 4.275 = 7.275$  €

---

#### **Primjer 6-4.**

*Kupac je trebao platiti fakturu od 30.000 eura 19. marta 2025., ali je zbog nesolventnosti to učinio tek 15. juna 2025. Ako je ugovorena zatezna kamata od 8% godišnje, koliki iznos je platio 15. juna, uz obračun po jednostavnom kamatnom računu?*

#### **Rješenje:**

Izračunat ćemo tražene jednostavne kamate prema francuskoj, njemačkoj i engleskoj metodi. U tu svrhu nužno je najprije odrediti broj dana zakašnjenja plaćanja fakture po svakoj metodi.

Bez obzira koja se metoda koristi za obračun broja dana, prvi dan (19. mart) se ne uzima, dok se posljednji dan (15. juni) uračunava u obračunu broja dana.

mjesec	metoda		
	francuska	njemačka	engleska
mart	12	11	12
april	30	30	30
maj	31	30	31
juni	15	15	15
<b>broj dana (d)</b>	<b>88</b>	<b>86</b>	<b>88</b>

Izračunajmo sada jednostavne kamate:

- prema francuskoj metodi: 
$$K = 30.000 \cdot \frac{8 \cdot 88}{360 \cdot 100} = 586,7 \text{ €}$$

- prema njemačkoj metodi: 
$$K = 30.000 \cdot \frac{8 \cdot 86}{360 \cdot 100} = 573,3 \text{ €}$$

- prema engleskoj metodi: 
$$K = 30.000 \cdot \frac{8 \cdot 88}{365 \cdot 100} = 578,6 \text{ €}$$

Faktura koju je trebalo podmiriti 19. marta 2025. godine iznosom od 30.000 eura, podmirena je 15. juna 2025. godine iznosom od **30.586,7** eura, ako se dani pri izračunavanju zateznih kamata obračunavaju po francuskoj metodi.

---

Ako se dani pri izračunavanju zateznih kamata obračunavaju po njemačkoj metodi tada je faktura podmirena iznosom od **30.573,3** eura.

Po engleskoj metodi faktura je podmirena sa iznosom od **30.578,6** eura.

Dakle, kao što se može vidjeti, najveći iznos bi bio plaćen ako bi se obračun vršio po francuskoj metodi.

---

U praksi se u većini finansijskih i investicionih poslova primjenjuje složeno (dekurzivno) ukamaćivanje, dok se jednostavna kamata koristi relativno rijetko i uglavnom za kraće periode ili kod zateznih kamata. Zbog toga se u ovom poglavlju jednostavnoj kamati posvećuje manje pažnje, dok je glavni fokus na složenom kamatnom računu i njegovoj primjeni u investicionim analizama.

### 6.2.3. Složeni kamatni račun

Kod složenog kamatnog računa kamate se u svakom periodu kapitalizacije obračunavaju na glavnici uvećanu za već prethodno obračunate kamate, odnosno računa se "kamata na kamatu". Zbog toga iznos duga ili ulaganja raste eksponencijalno, a ne linearno kao kod jednostavne kamate.

Postoje dva uobičajena načina složenog kamatnog računa: **dekurzivno** i **anticipativno** ukamaćivanje.

- Kod dekurzivnog ukamaćivanja kamata se obračunava i dodaje glavnici na kraju svakog perioda.
- Kod anticipativnog ukamaćivanja kamata se obračunava i "zadržava" na početku perioda (diskontni način).

Neka su:

$I_0$  – početna glavnica,

$I_n$  – konačna vrijednost nakon  $n$  perioda,

$i$  – kamatna stopa po periodu,

$n$  – period ukamaćivanja,

$K$  – ukupne kamate.

### a) Dekurzivno ukamaćivanje

Kod dekurzivnog ukamaćivanja, konačna vrijednost glavnice nakon  $n$  perioda se dobija na sljedeći način:

$$I_1 = I_0 + K = I_0 + I_0 \cdot i = I_0(1 + i)$$

$$I_2 = I_1 + I_1 \cdot i = I_1(1 + i) = I_0(1 + i)^2 \dots \Rightarrow$$

$$I_n = I_0(1 + i)^n \quad (6-8)$$

Formula ( 6-8 ) predstavlja konačnu vrijednost uložene glavnice  $I_0$  po kamatnoj stopi  $i$  na kraju  $n$ -tog perioda.

Izraz  $(1 + i)$  naziva se **dekurzivni kamatni faktor** i često se označava sa " $r$ ", pa se formula može pisati i kao:

$$I_n = I_0 \cdot r^n, \quad r = (1 + i) \quad (6-9)$$

**Ukupne složene kamate** su razlika između konačne i početne vrijednosti:

$$K = I_n - I_0 = I_0 \cdot (r^n - 1) \quad (6-10)$$

### b) Anticipativno ukamaćivanje

Kod anticipativnog obračuna, kamata se „skida unaprijed“, tako da se sadašnja vrijednost povezuje s budućom vrijednošću na sljedeći način:

$$I_0 = I_1 - I_1 \cdot i = I_1 \cdot (1 - i) \Rightarrow I_1 = I_0 \cdot (1 - i)^{-1}$$

$$I_1 = I_2 - I_2 \cdot i = I_2 \cdot (1 - i) \Rightarrow I_2 = I_1(1 - i)^{-1} = I_0 \cdot (1 - i)^{-2} \dots$$

$$I_n = I_0(1 - i)^{-n} \quad (6-11)$$

Formula ( 6-11 ) predstavlja konačnu vrijednost uložene glavnice  $I_0$  po kamatnoj stopi  $i$  na kraju  $n$ -tog perioda.

Izraz  $(1 - i)$  naziva se **anticipativni kamatni faktor** i označava se sa " $\rho$ ", pa vrijedi:

$$I_n = I_0 \cdot \rho^{-n}, \quad \rho = (1 - i) \quad (6-12)$$

**Ukupne složene kamate** tada su:

$$K = I_n - I_0 = I_0 \cdot (\rho^{-n} - 1) \quad (6-13)$$

**Primjer 6-5.**

Ako uzmemo kredit od  $I_0=1.000$  eura, po kamatnoj stopi od  $i=10\%$  na period od tri godine koliki će dug biti na kraju treće godine?

**Rješenje:**

**a) Dekurzivno**

Na kraju prve godine dug će biti:

$$I_1 = I_0(1 + i)^1 = 1000 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right)^1 = 1.000 \cdot 1,100 = 1.100 \text{ €}$$

Na kraju druge godine:

$$I_2 = I_0(1 + i)^2 = 1000 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right)^2 = 1.000 \cdot 1,210 = 1.210 \text{ €}$$

Na kraju treće godine:

$$I_3 = I_0(1 + i)^3 = 1000 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right)^3 = 1.000 \cdot 1,331 = 1.331 \text{ €}$$

Ukupne složene kamate:

$$K = I_n - I_0 = 1.331 - 1.000 = 331 \text{ €}$$

**b) Anticipativno**

Na kraju prve godine dug će biti:

$$I_1 = I_0(1 - i)^{-1} = 1.000 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right)^{-1} = 1.000 \cdot 1,111 = 1.111,1 \text{ €}$$

Na kraju druge godine:

$$I_2 = I_0(1 - i)^{-2} = 1.000 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right)^{-2} = 1.000 \cdot 1,2345 = 1.234,5 \text{ €}$$

Na kraju treće godine:

$$I_3 = I_0(1 - i)^{-3} = 1.000 \cdot \left(1 - \frac{10}{100}\right)^{-3} = 1.000 \cdot 1,3717 = 1.371,7 \text{ €}$$

Ukupne složene kamate:

$$K = I_n - I_0 = 1.371,7 - 1.000 = 371,7 \text{ €}$$

Na kraju treće godine dug iznosi 1.331 € pri dekurzivnom, odnosno 1.371,7 € pri anticipativnom obračunu kamata, što pokazuje da anticipativni obračun rezultira većim ukupnim dugom.

### **Primjer 6-6.**

*Kolika je konačna vrijednost glavnice od 5.000 eura nakon 5 godina uz složenu kapitalizaciju i godišnju kamatnu stopu  $i = 2.5\%$ ?*

$$I_0 = 5.000 \text{ €}, n = 5 \text{ god.}, i = 2,5\%$$

**Rješenje:**

**a) Dekurzivno:**

$$I_5 = I_0(1 + i)^5 = 5.000 \cdot \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^5 = 5.000 \cdot 1,131 = 5.657,0 \text{ €}$$

**b) Anticipativno:**

$$I_5 = I_0(1 - i)^{-5} = 5.000 \cdot \left(1 - \frac{2,5}{100}\right)^{-5} = 5.000 \cdot 1,135 = 5.674,7 \text{ €}$$

### **Primjer 6-7.**

*Uz koju kamatnu stopu iznos od 20.000 eura kroz 5 godina naraste na 33.701,16 eura ako je obračun kamata složen, godišnji i anticipativan?*

$$I_0 = 20.000 \text{ €}, n = 5 \text{ god.}, I_5 = 33.701,16 \text{ €} \Rightarrow i = ?$$

**Rješenje:**

$$\rho = (1 - i) \Rightarrow i = 1 - \rho$$

$$I_5 = I_0 \cdot \rho^{-5} \rightarrow \rho^{-5} = \frac{I_5}{I_0} \rightarrow \rho = \sqrt[5]{\frac{I_0}{I_5}}$$

$$\rho = \sqrt[5]{\frac{20.000}{33.701,16}} \rightarrow \rho = \sqrt[5]{0,593} = 0,901$$

$$i = 1 - \rho = 1 - 0,901 = 0,0991 * 100 = 9,91\%$$

## 6.2.4. Nominalna, relativna i konformna kamatna stopa

### 6.2.4.1. *Nominalna kamatna stopa*

Unaprijed propisanu (zakonom ili ugovorom) kamatnu stopu nazivamo **nominalna** ili **ugovorna** kamatna stopa. U praksi se nominalna kamatna stopa gotovo uvijek odnosi na period od jedne godine, pa govorimo o godišnjoj nominalnoj kamatnoj stopi.

Međutim, u mnogim ugovorima kamate se ne obračunavaju samo jednom godišnje, nego više puta tokom godine (npr. polugodišnje, kvartalno, mjesečno). Tada nastaje potreba da se zadana godišnja nominalna stopa "prevede" u kamatnu stopu za kraće obračunske periode.

Na primjer, ako je zadana godišnja nominalna kamatna stopa, a ugovoren je mjesečni obračun kamata, tada se svi elementi obračuna kamata moraju izraziti u mjesecima, odnosno godišnja stopa mora biti pretvorena u mjesečnu.

Ako se kapitaliziranje vrši tokom  $n$  godina, i to  $m$  puta godišnje (svaka godina je podijeljena na  $m$  obračunskih perioda), tada je ukupan broj obračunskih perioda jednak  $m \cdot n$ .

Ostaje pitanje: **Kojom kamatnom stopom obračunavati kamate za te kraće (ili duže) vremenske periode?**

Postoje dvije osnovne mogućnosti, koje vode do pojmova **relativne** i **konformne** kamatne stope. Ako se nominalna kamatna stopa odnosi na jedan vremenski period (npr. godinu), a kamate se obračunavaju u kraćim intervalima (npr. mjesečno), tada je sve veličine potrebno preračunati na taj obračunski interval.

### 6.2.4.2. *Relativna kamatna stopa*

Relativna kamatna stopa je kamatna stopa po kraćem obračunskom periodu, dobijena jednostavnim dijeljenjem nominalne godišnje stope s brojem obračuna u godini.

Ako je:

$i$  – nominalna godišnja kamatna stopa, i

$m$  – broj obračunskih perioda u godini,

tada je relativna kamatna stopa po periodu:

$$i' = \frac{i}{m} \quad (6-14)$$

Dakle, relativna stopa je  $m$  puta manja od nominalne.

Kod složenog dekurzivnog ukamaćivanja, ako se kapitalizacija vrši  $n$  godina, a kamate se računaju  $m$  puta godišnje, ukupan broj obračunskih perioda je  $m \cdot n$ , pa formula za konačnu vrijednost kapitala glasi:

$$I_{m \cdot n} = I_0 \cdot (1 + i')^{m \cdot n} = I_0 \cdot \left(1 + \frac{i}{m}\right)^{m \cdot n} \quad (6-15)$$

gdje je  $I_{m \cdot n}$  krajnja vrijednost kapitala nakon  $n$  godina.

Tipične vrijednosti  $m$  su:

- $m = 1$  – godišnji obračun kamata,
- $m = 2$  – polugodišnji obračun,
- $m = 4$  – kvartalni obračun,
- $m = 12$  – mjesečni obračun,
- $m = 365$  (366) – dnevni obračun kamata.

*Napomena:* U ovom poglavlju relativna kamatna stopa  $i' = i/m$  se uvodi i koristi isključivo za složeno dekurzivno ukamaćivanje. Kod anticipativnog ukamaćivanja, umjesto relativne stope, u praksi se uglavnom koriste odgovarajuće konformne kamatne stope, koje će biti detaljnije objašnjene u poglavlju 6.2.4.3.

---

### **Primjer 6-8.**

*Koliki iznos treba štediša uložiti danas u banku ako želi da na kraju osme godine (računajući od danas) raspolaže iznosom od 50.000 eura? Obračun kamata je složen, dekurzivan, a banka obračunava kamate kvartalno po stopi  $i' = 0,5\%$  po kvartalu.*

### **Rješenje:**

- Banka obračunava kamate po kvartalnoj stopi, a to znači da obračunava kamate 4 puta godišnje.
  - Dakle, u 8 godina banka 32 puta obračunava kamate, pa je:
-

---

$I_{32} = 50.000 \text{ €}$ ,  $n = 32$  kvartala, kvartalna stopa  $i' = 0,5\%$ ,  $\Rightarrow I_0 = ?$

$$I_{32} = I_0 \cdot (1 + i')^{8 \cdot 4} \rightarrow I_0 = \frac{I_{32}}{(1 + i')^{32}}$$

$$I_0 = \frac{50.000}{1,005^{32}} = \frac{50.000}{1,173} = 42.625 \text{ €}$$

---

### **Primjer 6-9.**

Podignut je kredit u iznosu od 200.000 eura, uz nominalnu godišnju kamatnu stopu 5%.

Na koji će iznos dug narasti za jednu godinu uz primjenu relativne kamatne stope, ako je obračun kamata dekurzivan i

- a) godišnji,
- b) kvartalni,
- c) mjesečni?

### **Rješenje:**

$I_0 = 200.000 \text{ €}$ ,  $i = 5\%$ ,  $n = 1$  godina.

Relativna stopa po periodu:  $i' = i / m$ .

**a)** Godišnji obračun ( $m = 1$ ):

$$i' = \frac{i}{m} = \frac{5\%}{1} = 5\% = 0,05$$

$$I_{1 \cdot 1} = 200.000 \cdot (1 + 0,05)^{1 \cdot 1} = 210.000 \text{ €}$$

**b)** Kvartalni obračun ( $m = 4$ ):

$$i' = \frac{i}{m} = \frac{5\%}{4} = 1,25\% = 0,0125$$

$$I_{1 \cdot 4} = 200.000 \cdot (1 + 0,0125)^{1 \cdot 4} = 210.189 \text{ €}$$

**c)** Mjesečni obračun ( $m = 12$ ):

$$i' = \frac{i}{m} = \frac{5\%}{12} = 0,42\% = 0,0042$$

$$I_{1 \cdot 12} = 200.000 \cdot (1 + 0,0042)^{1 \cdot 12} = 210.232 \text{ €}$$

---

---

**Zaključak:**

Iako je nominalna godišnja stopa ista (5%), dug će biti najveći kod mjesečnog obračuna, nešto manji kod kvartalnog, a najmanji kod godišnjeg obračuna. Što se kamate češće obračunavaju, veći je efekat "kamate na kamatu" i veći je ukupan dug za dužnika.

---

### 6.2.4.3. Konformna kamatna stopa

Kada se kamate obračunavaju više puta godišnje, cilj je često da stvarni godišnji prinos bude isti kao da se nominalna godišnja stopa primijeni jednom godišnje.

Konformna kamatna stopa po periodu je ona stopa koja, kada se primijeni  $m$  puta godišnje, daje isti godišnji faktor kao nominalna godišnja stopa  $i$ .

Neka je:

- $i$  – nominalna godišnja kamatna stopa,
- $m$  – broj obračuna (kapitalizacija) u godini,
- $i'$  – konformna kamatna stopa po periodu.

#### a) Konformna stopa kod dekurzivnog ukamaćivanja

Ako se kamata obračunava  $m$  puta godišnje konformnom stopom  $i'$  po periodu, godišnji faktor rasta je:

$$(1 + i')^m \quad (6-16)$$

Za konformnu stopu tražimo da ta dva faktora budu jednaka:

$$1 + i = (1 + i')^m \quad (6-17)$$

odakle slijedi:

$$1 + i' = (1 + i)^{\frac{1}{m}} \quad (6-18)$$

odnosno:

$$i' = (1 + i)^{\frac{1}{m}} - 1 \quad (6-19)$$

Ovdje je:

$r = 1 + i$  – godišnji (dekurzivni) kamatni faktor,  $i$

$r' = 1 + i'$  – konformni kamatni faktor po periodu,

pri čemu vrijedi:  $r'^m = r \quad (6-20)$

---

**Primjer 6-10.**

Ako je nominalna godišnja kamatna stopa  $i = 5,0\%$ , kolika je konformna:

- polugodišnja stopa ( $m = 2$ ),
- kvartalna stopa ( $m = 4$ ),
- mjesečna stopa ( $m = 12$ ),

kod dekurzivnog ukamaćivanja?

**Rješenje:**

Nominalna godišnja stopa:  $i = 0,05$ ,  $i' = (1 + i)^{\frac{1}{m}} - 1$

a) Polugodišnji obračunski period  $m=2$

$$i' = (1 + 0,05)^{\frac{1}{2}} - 1 = 1,05^{0,5} - 1 = 0,0247 = 2,47\%$$

b) Kvartalni obračunski period  $m=4$

$$i' = (1 + 0,05)^{\frac{1}{4}} - 1 = 1,05^{0,25} - 1 = 0,0123 = 1,23\%$$

c) Mjesečni obračunski period  $m=12$

$$i' = (1 + 0,05)^{\frac{1}{12}} - 1 = 1,05^{0,083} - 1 = 0,0041 = 0,41\%$$

Primjećuje se da je kod dekurzivnog obračuna kamata, konformna kamatna stopa po kraćem obračunskom periodu uvijek nešto manja od odgovarajuće relativne stope  $i/m$ , iako obje daju isti godišnji prinos.

---

**b) Konformna kamatna stopa kod anticipativnog ukamaćivanja**

Kod anticipativnog obračuna kamata (kamata se "uzima unaprijed"), godišnji **anticipativni kamatni faktor** je  $(1 - i)$ .

Ako se jednom godišnje primjenjuje nominalna anticipativna stopa  $i$ , vrijedi:

$$I_0 = I_1(1 - i) \quad (6-21)$$

Ako se kamata anticipativno obračunava  $m$  puta godišnje konformnom stopom  $i'$  po periodu, godišnji faktor je:

$$(1 - i')^m \quad (6-22)$$

Za konformnu anticipativnu stopu tražimo:

$$1 - i = (1 - i')^m \quad (6-23)$$

odakle slijedi:

$$1 - i' = (1 - i)^{\frac{1}{m}} \quad (6-24)$$

$$i' = 1 - (1 - i)^{\frac{1}{m}} \quad (6-25)$$

Ovdje je:

$\rho = 1 - i$  – godišnji anticipativni kamatni faktor,

$\rho' = 1 - i'$  – konformni anticipativni faktor po periodu,

pri čemu vrijedi:

$$\rho'^m = \rho \quad (6-26)$$

---

### **Primjer 6-11.**

*Ako je godišnja kamatna stopa 5,0%, kolika je polugodišnja, kvartalna i mjesečna konformna stopa kod anticipativnog ukamaćivanja?*

#### **Rješenje:**

$i = 5,0\%$

Prema formuli (6-275)  $\Rightarrow i' = 1 - (1 - i)^{\frac{1}{m}}$

**a)** Polugodišnji obračunski period  $m=2$

$$i' = 1 - \left(1 - \frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{2}} = 1 - 0,9747 = 2,53\%$$

**b)** Kvartalni obračunski period  $m=4$

$$i' = 1 - \left(1 - \frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{4}} = 1 - 0,9873 = 1,27\%$$

**c)** Mjesečni obračunski period  $m=12$

$$i' = 1 - \left(1 - \frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{12}} = 1 - 0,9957 = 0,43\%$$

---

Tabela 6-1 prikazuje konformne kamatne stope kod dekurzivnog i anticipativnog ukamaćivanja ( $i = 5\%$  godišnje) iz prethodna dva primjera (Primjer 6-10 i Primjer 6-11).

Tabela 6-1. Konformne kamatne stope pri različitom broju obračuna godišnje za  $i = 5\%$  godišnje

Broj obračuna godišnje (m)	Dekurzivna konformna stopa ( $i'$ , %)	Anticipativna konformna stopa ( $i'$ , %)
m=2 (polugodišnje)	2,47	2,53
m=4 (kvartalno)	1,23	1,27
m=12 (mjesečno)	0,41	0,43

Možemo primijetiti da su za iste vremenske periode konformne kamatne stope kod anticipativnog obračuna veće od odgovarajućih konformnih stopa kod dekurzivnog obračuna, jer se kamata kod anticipativnog načina naplaćuje unaprijed.

### **Primjer 6-12.**

Za koje se vrijeme neki ulog povećao zajedno sa složenim kamatama za 120% ako se kamate obračunavaju po godišnjoj kamatnoj stopi 7,3%. Obračun kamata je složen, godišnji i dekurzivan.

**Rješenje:** Zadano je

- Konačni iznos:  $I_n = I_0 + 1,2 \cdot I_0 = 2,2 \cdot I_0$
- Godišnja stopa:  $i = 0,073$
- Tražimo  $n$  – broj godina?

Kod dekurzivnog obračuna kamate vrijedi:

$$I_n = I_0(1 + i)^n$$

Postavimo jednakost:

$$2,2 \cdot I_0 = I_0(1 + 0,073)^n \rightarrow 2,2 = (1,073)^n$$

$$\ln(1,073)^n = \ln(2,2) \rightarrow n \cdot \ln(1,073) = \ln(2,2)$$

$$n = \frac{\ln(2,2)}{\ln(1,073)} = \frac{0,7885}{0,0704} = 11,21 \text{ godina}$$

Dakle, potreban period je oko 11,2 godine da se ulog poveća za 120% pri godišnjoj složenjoj stopi od 7,3%.

## 6.3. Diskontovanje i diskontna stopa

Diskontovanje i diskontna stopa opisuju proces prevođenja budućih novčanih tokova na njihovu sadašnju vrijednost, uz uvažavanje vremenske vrijednosti novca i prinosa koji se u međuvremenu može ostvariti.

Diskontna stopa (engl. discount rate) je stopa koja se koristi u formulama za proračun sadašnje vrijednosti i ugrađena je u gotovo sve pokazatelje isplativosti ulaganja.

### 6.3.1. Pojam diskontne stope

Diskontna stopa predstavlja stopu po kojoj se budući novčani iznosi ili primici svode na sadašnju vrijednost, pri čemu se u zavisnosti od vrste analize, uvažavaju kamatna stopa, trošak kapitala, rizik i drugi relevantni faktori. U praksi diskontnu stopu često usmjeravaju odluke centralne banke i opšti uslovi na finansijskom tržištu, dok se u projektnim analizama određuje prema traženoj stopi prinosa investitora ili trošku kapitala.

Diskontna stopa u užem bankarskom smislu označava stopu po kojoj centralna banka refinansira poslovne banke, dok se u diskontnoj tehnici ista ideja koristi za diskontovanje budućih novčanih tokova. Kada znamo diskontnu stopu, možemo postaviti pitanje koliki je iznos potrebno uložiti danas da bi uz složeno ukamaćivanje dao određeni budući iznos, što se upravo rješava postupkom diskontovanja.

Za godišnje složeno diskontovanje, sadašnja vrijednost budućeg iznosa  $I_n$  nakon  $n$  godina pri diskontnoj stopi  $d$  računa se kao:

$$I_0 = I_n \cdot \frac{1}{(1 + d)^n} \quad (6-28)$$

gdje je faktor  $\eta$  - koeficijent diskontovanja:

$$\eta = \frac{1}{(1 + d)^n} \quad (6-29)$$

Što je diskontna stopa veća ili je horizont posmatranja duži, to je sadašnja vrijednost određenog budućeg iznosa manja.

U praksi je važno razlikovati finansijsku diskontnu stopu, koja odražava trošak kapitala investitora ili izvore finansiranja, od društvene diskontne

stope, koja se koristi u ekonomskoj analizi i reflektuje oportunitetni trošak kapitala sa stanovišta društva u cjelini. Dok finansijska stopa proizlazi iz tržišnih uslova i strukture finansiranja projekta, društvena stopa ima normativnu dimenziju i povezuje se sa međuvremenskim društvenim preferencijama i dugoročnim razvojnim ciljevima.

Izbor diskontne stope stoga predstavlja jednu od ključnih pretpostavki svake analize, te može značajno uticati na konačnu ocjenu isplativosti projekta. Zbog toga se u stručnoj i regulatornoj praksi često propisuju referentne vrijednosti diskontne stope za pojedine vrste projekata.

### 6.3.2. Odnos kamatne i diskontne stope

Kamatna stopa je ugovorni parametar pojedinačnog zajma i opisuje koliko dužnik plaća na posuđeni iznos, dok je diskontna stopa tržišna referenca kojom se vrednuje sadašnja vrijednost svih budućih tokova novca. Isti dužnik može dobiti dva kredita s različitim kamatnim stopama, ali se njihova ekonomska prihvatljivost poredi upravo kroz diskontovanje budućih otplata nekom relevantnom tržišnom stopom prinosa.

Ako je sadašnja vrijednost svih budućih otplata, diskontovanih po odgovarajućoj stopi  $d$ , veća od iznosa kredita, kredit "košta" dužnika jer su stvarne finansijske obveze veće od primljenog iznosa, dok u slučaju kada je manja, dužnik zapravo profitira.

Kada su kamatna i diskontna stopa jednake, sadašnja vrijednost svih budućih otplata jednaka je nominalnom iznosu zajma pa posuđivanje ne stvara ni dobitak ni gubitak u sadašnjim vrijednostima.

---

#### **Primjer 6-13. Diskontovanje**

*Koliko danas treba uložiti sredstava, ako se na njih obračunava kamata od 10% godišnje, da biste za 10 godina primili 2.594 eura, pod uslovom da se kamata kapitalizira jednom godišnje?*

#### **Rješenje:**

- tražimo sadašnju vrijednost budućeg iznosa 2.594 eura
  - za 10 godina
  - pri godišnjoj stopi  $d = 10\%$ .
-

---

Kod diskontovanja jednokratnog iznosa vrijedi:

$$I_0 = \frac{I_n}{(1 + d)^n}$$

Uvrštavanjem podataka:

$$I_0 = \frac{2.594}{(1 + 0,10)^{10}}$$

$$I_0 = \frac{2.594}{(1,10)^{10}} \approx 1.000 \text{ €}$$

Dakle, potrebno je danas uložiti približno 1.000 eura da bi se, uz godišnju složenu stopu od 10%, nakon 10 godina dobio iznos od 2.594 eura.

---

#### **Primjer 6-14. Kredit, kamatna i diskontna stopa**

Razmotrimo zajam u iznosu od 100.000 eura na 30 godina, s godišnjom nominalnom **kamatnom stopom od 6%**, koji se otplaćuje u jednakim mjesečnim ratama od 589,37 eura. Dužnik na prvi pogled zaključuje:

*"Mjesečna otplata mi je 589,37 eura, dakle ukupno ću za 30 godina otplatiti  $30 \times 12 \times 589,37 = 212.173,35$  eura. Banka zarađuje 112.173,35 eura na meni!"*

Ovakav zaključak je pogrešan, jer krši osnovno načelo vremenske vrijednosti novca: **"upoređivati se mogu samo novčani iznosi u istom trenutku"**.

Iznosi 100.000 eura danas i zbir 212.173,35 eura raspoređen tokom 30 godina nisu istovremeni, pa ih ne možemo direktno oduzeti bez diskontovanja budućih uplata.

Pretpostavimo da je relevantna tržišna **diskontna stopa 5%** godišnje. Sada se svaka buduća rata od 589,37 eura diskontuje relativnom stopom  $d' = 5\% / 12 = 0,42\%$ , a zatim se sve diskontovane rate zbroje. Na taj se način dobija **sadašnja vrijednost svih budućih otplata**, koja u ovom primjeru iznosi 109.788,80 eura.

Pošto banka danas isplaćuje dužniku 100.000 eura, može se zaključiti da je, pri diskontnoj stopi od 5%, ukupna "cijena" kredita 9.788,80 eura, što predstavlja naknadu za uslugu i profit banke.

---

Iznos kredita (€)	Rata (€)	God. kamatna stopa	Broj god.	Način gledanja	Iznos (€)	Razlika (€)
100.000	589,37	6%	30	Prosta suma rata	212.173,35	112.173,35
100.000	589,37	6%	30	Sadašnja vrijednost pri $d=5\%$	109.788,80	9.788,80

Ko "dobija", a ko "gubi" na zajmu najlakše se određuje poređenjem kamatne i diskontne stope. U našem primjeru kamatna stopa kredita (6%) veća je od diskontne stope (5%), pa je sadašnja vrijednost otplata nešto veća od iznosa kredita i kredit je za dužnika trošak od 9.788,80 eura. Kada bi diskontna stopa bila veća od 6% (npr. 7%), sadašnja vrijednost svih budućih otplata bila bi manja od 100.000 eura, pa bi dužnik u ekonomskom smislu "profitirao" na ovom zajmu.

## 6.4. Amortizacija i životni vijek infrastrukture

### 6.4.1. Pojam amortizacije

Nematerijalna i materijalna imovina, osim prirodnih bogatstava, se troši upotrebom. Trošeći se, ona prenosi dio svoje vrijednosti na nove proizvode odnosno usluge. Vrijednosno izraženo, to postupno trošenje i prenošenje dijela vrijednosti na nove proizvode/usluge, naziva se amortizacija.

Amortizacija predstavlja trošak poslovanja koji nastaje upotrebom dugotrajne imovine s ograničenim vijekom trajanja i obračunava se tokom njenog procijenjenog korisnog vijeka.

Dugotrajnom materijalnom i nematerijalnom imovinom koja se amortizira smatraju se stvari i prava:

- koja imaju ograničeni vijek trajanja,
- za koja se očekuje da će se koristiti duže od godine dana,
- čija pojedinačna nabavna vrijednost prelazi minimalni prag za priznavanje dugotrajne imovine, u skladu s važećim računovodstvenim propisima,

- koja preduzeće drži za upotrebu u proizvodnji ili prodaji robe, pružanju usluga, iznajmljivanje drugima ili u administrativne svrhe.

Pri obračunu amortizacije potrebno je postupati u skladu s važećim računovodstvenim standardima i relevantnim poreznim propisima.

Postoji i imovina koja ne podliježe obračunu amortizacije, najčešće zato što nema ograničen vijek trajanja ili joj se vrijednost ne troši upotrebom. U tu imovinu spadaju, između ostalog:

- zemljišta,
- šume i slična obnovljiva prirodna bogatstva,
- finansijska imovina,
- spomenici kulture i
- umjetnička djela (visokovrijedna, bez ograničenog vijeka trajanja).

---

### **Zašto se zemljište ne amortizira, a zgrada da?**

*Zemljište se ne amortizira jer se ne troši upotrebom i nema pouzdano ograničen vijek trajanja. Može se koristiti vrlo dugo bez gubitka osnovne funkcije, pa nema "vremenskog troška" koji bi trebalo rasporediti kroz godine.*

*Zgrada na tom zemljištu se amortizira zato što:*

- fizički se troši (habanje, oštećenja, zastarijevanje),
- ima ograničen korisni vijek trajanja,
- dio svoje vrijednosti postupno prenosi na proizvode i usluge.

**Zaključak:** ključni uslovi da se neka imovina amortizira su da ima **ograničen vijek trajanja i da se troši upotrebom.**

---

### **Zašto se finansijska imovina ne amortizira?**

*Finansijska imovina se ne amortizira jer se **ne troši upotrebom** i ne gubi vrijednost fizičkim korištenjem, već predstavlja pravo na buduće novčane tokove ili vlasnički interes. Njena vrijednost zavisi od tržišnih uslova, kreditnog rizika i kamatnih stopa, a ne od stepena korištenja. Također, finansijska imovina **nema ograničen korisni vijek trajanja** u smislu dugotrajne materijalne imovine; čak i kada ima rok dospijeca, njena vrijednost se ne raspoređuje kroz amortizaciju, već se priznaje kroz otplatu glavnice, kamatne prihode ili promjene fer vrijednosti.*

---

## 6.4.2. Vijek trajanja dugotrajne materijalne imovine

Procjena vijeka trajanja dugotrajne materijalne imovine ima značajnu ulogu u računovodstvu, ali i u finansijskoj i ekonomskoj analizi infrastrukturnih projekata. Njegova pravilna procjena utiče na iznos amortizacije, finansijske izvještaje preduzeća i ocjenu opravdanosti ulaganja u projekte kao što su ceste, mostovi, vodovodi ili energetska postrojenja.

Kod infrastrukturnih objekata se razlikuju tri vrste vijeka trajanja:

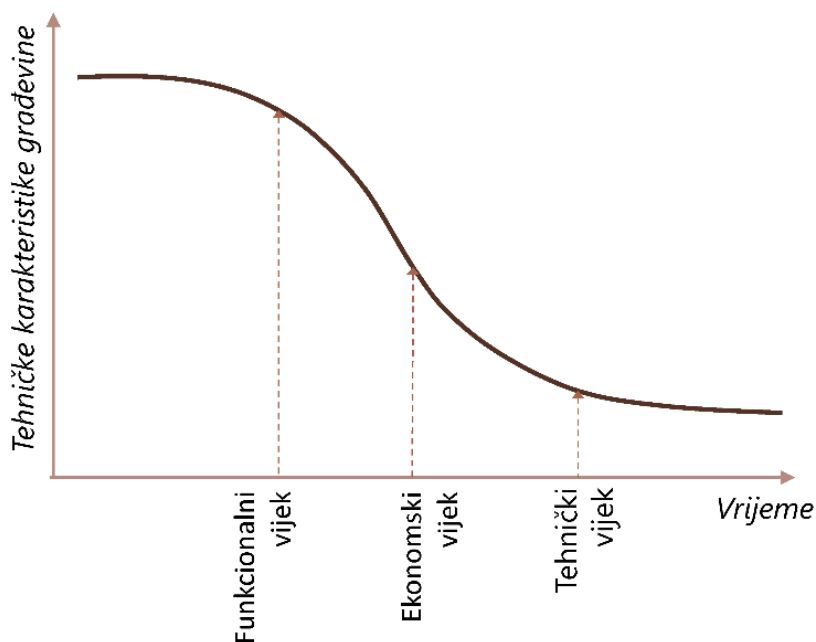
- funkcionalni vijek,
- ekonomski vijek, i
- tehnički vijek.

**Funkcionalni vijek** građevine traje dok objekat zadovoljava namjenu za koju je izgrađen i konstruktivne zahtjeve koje propisuje građevinska struka. Kada objekat funkcionalno zastari (npr. školska zgrada bez adekvatnih učionica, prilaza za osobe s invaliditetom, zaštite od požara), troškovi prilagođavanja i održavanja rastu i javljaju se potrebe za značajnim ulaganjima ili rekonstrukcijom, iako je konstrukcija možda još uvijek u dobrom stanju.

**Ekonomski vijek** traje dok koristi od korištenja objekta (prihodi ili uštede) premašuju troškove njegove izgradnje, održavanja i rada. Kada troškovi postanu veći od korist, ekonomski vijek je završen, čak i ako je građevina još uvijek funkcionalna i tehnički upotrebljiva.

**Tehnički vijek** se odnosi na **fizički vijek** trajanja objekta, tj. period tokom kojeg se objekat može sigurno koristiti prije nego što zbog starosti, zamora materijala, korozije ili drugih oštećenja postane tehnički neupotrebljiv ili nesiguran za upotrebu. Nakon isteka tehničkog vijeka, objekat zahtijeva temeljitu sanaciju ili zamjenu.

U praksi se ove tri vrste vijeka trajanja rijetko poklapaju (Slika 6-2). Upravo zbog toga se u finansijskoj i ekonomskoj analizi projekata uvodi pojam **korisnog vijeka trajanja**, koji predstavlja kompromis između tehničkih, ekonomskih i funkcionalnih aspekata.



Slika 6-2. Različite vrste životnog vijeka građevine

### 6.4.3. Okvirni vijek trajanja saobraćajne infrastrukture

Kod saobraćajnica je razlika između funkcionalnog, ekonomskog i tehničkog vijeka posebno vidljiva.

Tabela 6-2 prikazuje okvirne vrijednosti vijeka trajanja za različite tipove saobraćajne infrastrukture, uz napomene o faktorima koji na njih utiču. Navedene vrijednosti zavise od lokalnih uslova, kvaliteta izgradnje i nivoa održavanja.

U praksi, određivanje vijeka trajanja saobraćajne infrastrukture nije jednoznačno, jer zavisi od više međusobno povezanih faktora. Funkcionalni vijek najčešće je uslovljen promjenama u zahtjevima korisnika, standardima i kapacitetu sistema, dok ekonomski vijek zavisi od odnosa troškova održavanja i koristi koje infrastruktura ostvaruje. Tehnički vijek, s druge strane, je određen fizičkim stanjem konstrukcije i njenom sposobnošću da zadrži projektovane karakteristike. Upravo zbog tih razlika, ista infrastrukturna komponenta može istovremeno biti tehnički ispravna, ali funkcionalno ili ekonomski zastarjela.

Tabela 6-2. Okvirni vijek trajanja saobraćajne infrastrukture

Tip saobraćajne infrastrukture	Funkcionalni vijek	Ekonomski vijek	Tehnički vijek	Napomene / primjeri
Magistralna cesta kroz naseljeno mjesto	30–40 god.	20–35 god.	40–50 god.	Funkcionalni vijek se može skratiti zbog nedostatka biciklističkih staza, pješačkih prelaza, traka za javni prijevoz; ekonomski vijek smanjuje se kada se preusmjeri saobraćaj na novu paralelnu cestu.
Magistralna cesta između gradova	35–50 god.	25–40 god.	45–60 god.	Ekonomski vijek može biti skraćen izgradnjom autoceste; tehnički vijek traje duže, sve dok konstrukcija kolovoza ne pokaže znakove zamora materijala.
Regionalna/ lokalna cesta	25–35 god.	15–25 god.	35–50 god.	Često izložena nepovoljnim klimatskim uslovima, odronima, povećanom opterećenju teretnim vozilima; funkcionalni vijek kraći zbog novih standarda sigurnosti i odvodnje.
Most	40–60 god.	30–50 god.	50–100 god.	Funkcionalni vijek se može skratiti zbog povećanja kapaciteta saobraćaja; ekonomski vijek zavisi od važnosti veze; tehnički vijek ovisi o materijalu (beton, čelik) i održavanju.
Biciklistička staza / pješačka staza	20–30 god.	15–25 god.	30–40 god.	Funkcionalni vijek skraćen lošim projektovanjem ili promjenom urbanih tokova; tehnički vijek ovisi o kvaliteti asfalta ili betona.
Tramvajska ili metro pruga	30–50 god.	25–40 god.	50–80 god.	Funkcionalni vijek se smanjuje povećanjem opterećenja i zastarjelom signalizacijom; ekonomski vijek zavisi od broja putnika i održavanja; tehnički vijek šina i konstrukcije traje znatno duže.

#### 6.4.3.1. *Korisni vijek trajanja infrastrukture*

Korisni vijek trajanja označava **procijenjeni period tokom kojeg se očekuje da određeno sredstvo ili infrastrukturni objekat bude raspoloživ za upotrebu od strane subjekta**, odnosno period tokom kojeg se može ostvarivati planirani obim usluga njegovim korištenjem. Ovaj pojam ima centralnu ulogu u obračunu amortizacije, planiranju održavanja, kao i u finansijskoj i ekonomskoj analizi opravdanosti infrastrukturnih projekata.

Korisni vijek trajanja ne mora biti jednak tehničkom ni ekonomskom vijeku, jer zavisi od poslovne politike, planskog horizonta i namjene infrastrukture. U praksi se zato definiše kao **analitički odabrani period** kao kompromis između tehničkih, ekonomskih i funkcionalnih karakteristika sredstva.

---

#### **Tipični primjeri razlike**

*Vozni park javnog prijevoza koji se ekonomski može koristiti, na primjer, 10 godina, ali ga operater iz poslovnih razloga obnavlja svakih pet godina. U tom slučaju korisni vijek trajanja se računa kao 5 godina, iako je ekonomski vijek duži.*

*Most ili cesta koja je prvobitno projektovana s očekivanom upotrebom od 40 godina, ali se nakon stručne procjene ili promjena saobraćajnih tokova utvrdi da se može koristiti duže ili kraće. Tada se korisni vijek prilagođava stvarnim potrebama i planovima subjekta.*

---

#### 6.4.3.2. *Korisni vijek u finansijskoj analizi projekata*

U finansijskoj analizi infrastrukturnih projekata **korisni vijek trajanja određuje vremenski okvir finansijskog modela**, uključujući period amortizacije dugotrajne imovine, te vremenski raspored projekcije troškova i prihoda. Iako amortizacija ne predstavlja stvarni novčani izlaz, ona utiče na račun dobiti i gubitka, a posredno i na porezne obaveze i neto dobit projekta.

Pravilno definisan korisni vijek ima ključnu ulogu u procjeni finansijske isplativosti projekta. Prekratko procijenjen vijek smanjuje broj godina u kojima se diskontuju novčani tokovi i može dovesti do potcjenjivanja neto sadašnje vrijednosti (NPV) i interne stope rentabilnosti (IRR), te pogrešnog odbijanja finansijski održivog projekta. Suprotno tome, pretpostavka predugog vijeka može rezultirati precjenjivanjem koristi, bez adekvatnog uvažavanja troškova obnove ili zamjene infrastrukture, što može dovesti do prihvatanja projekata s nižom stvarnom profitabilnošću.

U finansijskoj analizi, korisni vijek trajanja predstavlja analitički odabrani period koji se koristi za računovodstveni i finansijski tretman imovine, dok ekonomski vijek označava teorijski period tokom kojeg infrastrukturni projekat ostvaruje neto društvenu korist. Iako su ova dva pojma međusobno povezana, ona nisu nužno identična.

---

### ***Primjena u infrastrukturnim projektima***

*U kontekstu transportne infrastrukture, poput autocesta i željeznica, gdje se korisni vijek često procjenjuje u rasponu od 20 do 50 godina, netačna procjena ovog parametra može značajno iskriviti sliku ukupnih finansijskih troškova i koristi, naročito u okviru analiza osjetljivosti kojima se ispituje stabilnost rezultata na promjene ključnih pretpostavki.*

*Zbog toga se preporučuje oslanjanje na smjernice razvojnih i finansijskih institucija, poput Evropske investicione banke (EIB), koje sugeriraju da se korisni, odnosno ekonomski vijek infrastrukture procjenjuje na osnovu tehničkih specifikacija, historijskih podataka i uporedivih projekata, te dodatno provjerava analizom osjetljivosti i scenarija.*

---

#### ***6.4.3.3. Posebnosti projekata javno-privatnog partnerstva (JPP)***

Kod projekata realizovanih kroz model javno-privatnog partnerstva, finansijska analiza se u pravilu zasniva na trajanju ugovora o JPP-u, a ne na punom tehničkom ili ekonomskom vijeku infrastrukture. Ugovorni period najčešće iznosi 20–30 godina.

U tom kontekstu, procjena korisnog vijeka u finansijskoj analizi JPP projekta mora biti usklađena s ugovornim obavezama privatnog partnera, uključujući raspored investicionih, operativnih i troškova održavanja tokom trajanja ugovora.

Posebnu ulogu ima tretman **rezidualne vrijednosti** infrastrukture na kraju ugovora, budući da se objekat u većini slučajeva vraća u vlasništvo javnog sektora. Ovi elementi značajno utiču na NPV i IRR privatnog partnera, posebno na IRR vlastitog kapitala (equity IRR).

#### 6.4.3.4. *Korisni vijek i ekonomska (cost–benefit) analiza*

Za razliku od finansijske analize, ekonomska analiza infrastrukturnih projekata, uključujući projekte realizovane kroz JPP model, usmjerena je na identifikaciju i kvantifikaciju društvenih koristi i troškova projekta. Diskontovanje se provodi tokom perioda koji odražava realni ekonomski vijek infrastrukture, nezavisno od modela finansiranja.

Kod JPP projekata, ekonomska analiza se stoga ne ograničava na trajanje ugovora o partnerstvu, već se provodi na osnovu punog ekonomskog vijeka infrastrukture, kako bi se omogućilo poređenje s alternativnim rješenjima, uključujući klasičnu javnu realizaciju projekta. Ovakav pristup je u skladu s evropskom praksom i metodologijom analize *Public Sector Comparator* (PSC)<sup>2</sup>, kojom se procjenjuje da li JPP model donosi veću društvenu vrijednost u odnosu na tradicionalni model javne nabavke.

Dužina vijeka određuje se na osnovu tipičnog ekonomskog vijeka slične infrastrukture, važećih metodoloških smjernica (npr. EU i JASPERS vodiča), te relevantnih sektorskih politika. Radi provjere pouzdanosti rezultata, uobičajena je primjena analize osjetljivosti na dužinu izabranog horizonta analize, pri čemu se ispituje uticaj promjena pretpostavljenog ekonomskog vijeka na ekonomsku neto sadašnju vrijednost i ekonomsku stopu povrata, čime se provjerava robusnost zaključaka o društvenoj opravdanosti infrastrukturnog projekta.

---

<sup>2</sup> Kvantitativna procjena „vrijednosti za novac“ u okviru pripreme i nabavke JPP projekata obuhvata poređenje fiskalnih troškova (uključujući prilagođene rizike) opcije JPP i najbolje opcije tradicionalne javne nabavke — što se naziva komparatorom troškova javnog sektora (Public Sector Comparator, PSC).

#### 6.4.4. Stope i metode amortizacije

Stopa amortizacije predstavlja godišnji postotak nabavne vrijednosti nekog sredstva koji se obračunava kao trošak kroz njegov vijek korištenja. Osnovni princip: što je vijek upotrebe kraći, stopa amortizacije je viša, pa je i godišnji trošak veći, i obratno.

Stopa amortizacije se najčešće izračunava kao:

$$\text{Stopa amortizacije (\%)} = \frac{100}{\text{vijek upotrebe (god.)}} \quad (6-30)$$

Zakonom o porezu na dobit propisane su maksimalne porezno dopuštene stope amortizacije. Preduzetnici ih moraju poštovati kako bi bila priznata porezna olakšica. U sljedećoj tabeli dat je pregled najčešćih dopuštenih stopa:

Tabela 6-3. Porezno priznate stope amortizacije dugotrajne imovine

Opis	Vijek upotrebe (god)	Stopa amortizacije (%)
građevinski objekti	20	5
ceste, komunalni objekti, željeznica	10	10
oprema, vozila, postrojenja	6,67	15
oprema za vodoprivredne, vodovodne i kanalizacijske sisteme	6,67	15
hardver, softver, oprema za zaštitu okoliša	3	33,3
višegodišnji zasadi	6,67	15
osnovna stada	2,5	40
nematerijalna imovina	5	20

Izvor: Zakon o porezu na dobit FBiH<sup>3</sup>

Stopa i metoda amortizacije utiču na finansijske izvještaje, porezni tretman i pravi prikaz troškova tokom godine korištenja. Pri planiranju investicija i analizi rentabilnosti izbor stope treba biti usklađen s važećim propisima i realnom procjenom stvarnog vijeka korištenja.

<sup>3</sup><https://www.pufbih.ba/v1/public/upload/zakoni/9080b-zakon-o-porezu-na-dobit-precisceni.pdf>, Službene novine FBiH, br. 15/2016 i 15/2020

---

### **Zašto su stope amortizacije različite?**

Primijetimo da je stopa amortizacije za građevinske objekte 5% godišnje, dok je za osnovna stada 40%, a za hardver i softver 33,3%. Razlog je u procijenjenom korisnom vijeku upotrebe:

- građevine se koriste vrlo dugo (oko 20 godina i više), sporo se troše i rijetko potpuno zastarijevaju
- osnovna stada i softver imaju kratak vijek upotrebe:
  - životinje brže "otpadaju" iz proizvodnje,
  - IT oprema i softver brzo tehnološki zastarijevaju.

Budući da je njihov vijek upotrebe kraći, godišnji "dio" vrijednosti koji treba prenijeti u trošak (amortizacija) mora biti veći, pa su i stope amortizacije više.

**Kraći vijek upotrebe → veća godišnja stopa amortizacije.**

---

### 6.4.5. Metode obračuna amortizacije

Postoje dvije osnovne grupe metoda amortizacije:

- **vremenske metode** – polaze od korisnog vijeka trajanja (godine), i
- **funkcionalne metode** – polaze od učinka (sati rada, km, komada).

Kod vremenskih metoda odlučujući faktor je predvidivi korisni vijek trajanja sredstva.

Osnovne vremenske metode su:

- linearna (proporcionalna),
- degresivna (opadajući saldo),
- progresivna.

#### **a) Linearna metoda amortizacije**

Linearna (proporcionalna) metoda pretpostavlja da je **iznos godišnje amortizacije jednak tokom cijelog vijeka upotrebe**. Godišnji iznos amortizacije utvrđuje se na način da se osnovica za amortizaciju pomnoži godišnjom stopom amortizacije.

$$A_{god} = osnov. za amortiz. \times godišnja stopa amortiz. \quad (6-31)$$

### Primjer 6-15.

Obračun godišnje amortizacije, linearnom metodom, opreme nabavne vrijednosti 80.000 eura, procijenjenog vijeka trajanja 5 godina.

$$\text{Stopa amortizacije (\%)} = \frac{100}{5} = 20\%$$

$$A_{\text{god}} = 80.000 \times 20\% = 16.000 \text{ €}$$

Godina korištenja	Nabavna vrijednost	Stopa amortizacije	Trošak amortizacije (€)	Akumulirana amortizacija (€)	Knjigovodstvena vrijednost (€)
1	80.000	20,0%	16.000	16.000	64.000
2	80.000	20,0%	16.000	32.000	48.000
3	80.000	20,0%	16.000	48.000	32.000
4	80.000	20,0%	16.000	64.000	16.000
5	80.000	20,0%	16.000	80.000	0
<b>Ukupno</b>		<b>100%</b>	<b>80.000</b>		

### b) Degresivna metoda amortizacije

Degresivna metoda pretpostavlja da se sredstvo **najviše troši na početku vijeka trajanja**, pa su tada i troškovi amortizacije veći. Stope su veće u ranim godinama, a kasnije se smanjuju.

U praksi se koriste različite varijante (npr. ubrzana amortizacija s višestrukom stopom na preostali saldo).

Godišnja stopa amortizacije utvrđuje se na sljedeći način:

$$\text{Stopa amortizacije} = 100 * \left[ \left( \frac{t-(Z-1)}{t} \right)^2 - \left( \frac{t-Z}{t} \right)^2 \right] \quad (6-32)$$

gdje su:

Z – posmatrana godina korištenja osnovnog sredstva,

t – vijek upotrebe.

U sljedećem primjeru stope su već zadane, tako da im je zbir 100%, a najveće su na početku.

### **Primjer 6-16.**

Nabavljen je uređaj u vrijednosti 15.000.000 eura. Vijek trajanja je 5 godina. Izračunati iznos amortizacije po godinama te knjigovodstvenu vrijednost na kraju svake godine primjenom zadatih degresivnih stopa.

Godina korišt.	Nabavna vrijednost	Stopa amortizacije	Trošak amortizacije (€)	Akumulirana amortizacija (€)	Knjigovodstvena vrijednost (€)
1	15.000.000	36,0%	5.400.000	5.400.000	9.600.000
2	15.000.000	28,0%	4.200.000	9.600.000	5.400.000
3	15.000.000	20,0%	3.000.000	12.600.000	2.400.000
4	15.000.000	12,0%	1.800.000	14.400.000	600.000
5	15.000.000	4,0%	600.000	15.000.000	0
<b>Ukupno</b>		<b>100%</b>	<b>15.000.000</b>		

### **c) Progresivna metoda amortizacije**

Progresivna metoda polazi od pretpostavke da je **najveće korištenje (i trošenje) sredstva na kraju vijeka trajanja**, pa stope amortizacije rastu iz godine u godinu. Metoda se rijetko koristi u praksi; najčešće u društvima koja očekuju rast proizvodnje i dobitka u kasnijim godinama.

Godišnja stopa amortizacije utvrđuje se na sljedeći način:

$$\text{Stopa amortizacije} = 100 * \left[ \left( \frac{Z}{t} \right)^2 - \left( \frac{Z-1}{t} \right)^2 \right] \quad (6-33)$$

gdje su:

Z – posmatrana godina korištenja osnovnog sredstva,

t – vijek upotrebe.

U primjeru su stope već zadane tako da njihov zbir iznosi 100%, a rastu od godine do godine.

### **Primjer 6-17.**

Za nabavnu vrijednost 15.000.000 eura izračunati amortizaciju pomoću progresivne metode, ako je korisni vijek trajanja 8 godina.

Godina korišt.	Nabavna vrijednost	Stopa amortizacije	Trošak amortizacije (€)	Akumulirana amortizacija (€)	Knjigovodstvena vrijednost (€)
1	15.000.000	1,6%	234.375	234.375	14.765.625
2	15.000.000	4,7%	703.125	937.500	14.062.500
3	15.000.000	7,8%	1.171.875	2.109.375	12.890.625
4	15.000.000	10,9%	1.640.625	3.750.000	11.250.000
5	15.000.000	14,1%	2.109.375	5.859.375	9.140.625
6	15.000.000	17,2%	2.578.125	8.437.500	6.562.500
7	15.000.000	20,3%	3.046.875	11.484.375	3.515.625
8	15.000.000	23,4%	3.515.625	15.000.000	0
<b>Ukupno</b>		<b>100%</b>	<b>15.000.000</b>		

#### **d) Funkcionalna (po učinku) metoda amortizacije**

Funkcionalna metoda ne uzima vrijeme kao glavni kriterij, već stvarni učinak sredstva (broj proizvedenih jedinica, km, sati rada). Zato se često naziva **amortizacija po učinku ili po jedinici proizvoda**.

Kod ove metode posebno je važno planirati što realniji učinak. Da bi se došlo do iznosa amortizacije, stavlja se u odnos nabavna vrijednost tih sredstava s predviđenim učinkom ili planiranim brojem sati njihovog rada, te se dobije iznos amortizacije po jedinici proizvoda ili učinka.

Postupak proračuna:

1. Prvo je potrebno odrediti amortizacijsku osnovicu:

$$Osnovica = nabavna vrijednost - ostatak vrijednosti \quad (6-34)$$

2. Procijeniti ukupan očekivani učinak (npr. ukupno km).

3. Izračunati amortizaciju po jedinici učinka:

$$A_{po\ jedinici} = \frac{Osnovica}{ukupan\ učinak} \quad (6-35)$$

#### 4. Godišnja amortizacija:

$$A_{\text{godišnje}} = A_{\text{po jedinici}} \cdot \text{Stvarni učinak te godine} \quad (6-36)$$

##### **Primjer 6-18.**

Obračunati amortizaciju, metodom učinka, automobila nabavne vrijednosti 80.000 eura, procijenjenog ostatka vrijednosti 10.000 eura. Procijenjeni korisni vijek upotrebe je 90.000 km.

##### **Rješenje:**

1. Osnovica = 80.000 – 10.000 = 70.000 €
2. Procijenjeni korisni vijek upotrebe = 90.000 km.
3. Amortizaciju po jedinici učinka  $A_{\text{po km}} = \frac{70.000}{90.000} = 0,78 \text{ €}$
4. Na kraju svake godine, iznos amortizacije utvrđuje se množenjem stope od 0,78 €/km s brojem pređenih kilometara te godine.

Pretpostavimo da automobil pređe:

- Prve godine: 25.000 km
- Druge godine: 25.000 km
- Treće godine: 20.000 km
- Četvrte godine: 20.000 km

Ukupno: 90.000 km – nakon toga je potpuno amortiziran.

Učinci obračuna amortizacije metodom učinka:

Godina korištenja	Pređeni km	Trošak amortizacije (€)	Akumulirana amortizacija (€)	Knjigovodstvena vrijednost (€)
1	25.000	19.444,44	19.444,44	60.555,56
2	25.000	19.444,44	38.888,88	41.111,12
3	20.000	15.555,56	54.444,44	25.555,56
4	20.000	15.555,56	70.000,00	10.000,00
<b>Ukupno</b>	90.000	70.000		

Ova metoda je prikladna samo ako se ukupne jedinice učinka mogu dovoljno pouzdano procijeniti unaprijed.

Na kraju je važno naglasiti:

- različite metode daju različite godišnje iznose amortizacije,
- ukupna amortizacija za cijeli korisni vijek upotrebe je ista (jednaka osnovici za obračun amortizacije).

Za porezne svrhe porezni propisi u pravilu zahtijevaju primjenu linearne metode amortizacije i obračun amortizacije pojedinačno po sredstvu. Ako preduzeće u internoj evidenciji koristi neku drugu metodu, pri sastavljanju prijave poreza na dobit potrebno je izračunati i amortizaciju prema linearnoj metodi radi pravilnog utvrđivanja porezne osnovice.

## 6.5. Proračun finansijskih i ekonomskih pokazatelja isplativosti

Metode prikazane u ovom poglavlju koriste se i u finansijskoj i u ekonomskoj analizi projekata. Razlika između ova dva pristupa ne leži u matematičkom postupku proračuna, već u prirodi novčanih tokova koji se analiziraju i u primijenjenoj diskontnoj stopi. U finansijskoj analizi koriste se tržišni novčani tokovi projekta i finansijska diskontna stopa, dok se u ekonomskoj analizi primjenjuju ekonomski (korigovani) tokovi i društvena diskontna stopa.

Odluke o investiranju od presudne su važnosti za dugoročnu održivost projekta, a izbor optimalnog rješenja često nije jednostavan. Zbog toga se u praksi koriste kvantitativne metode koje omogućavaju objektivnu procjenu isplativosti i poređenje alternativnih projekata ili varijantnih rješenja.

Najčešće primjenjivane metode za procjenu isplativosti projekata i donošenje investicionih odluka su:

### Osnovne metode

1. Metoda neto sadašnje vrijednosti (NPV) i
2. Metoda interne stope rentabilnosti (IRR).

### Dodatne metode

3. Metoda perioda povrata investicije ( $t_p$ ),
4. Metoda indeksa profitabilnosti (IP),
5. Metoda odnosa koristi i troškova (B/C), i
6. Metoda anuiteta.

Osnovne metode predstavljaju temelj za ocjenu isplativosti projekta i imaju presudnu ulogu u donošenju investicionih odluka, jer direktno pokazuju da li projekat stvara neto korist u odnosu na uložena sredstva. Ostale metode služe za dodatnu interpretaciju rezultata osnovnih pokazatelja, poređenje varijantnih rješenja i pružanje podrške u donošenju investicione odluke, posebno u slučajevima kada osnovni kriteriji ne daju jednoznačan odgovor.

Pri tome, pojedine metode se u praksi i stručnoj literaturi češće povezuju sa finansijskom, odnosno ekonomskom analizom. Tako se period povrata investicije ( $t_p$ ) i indeks profitabilnosti (IP) najčešće primjenjuju u finansijskoj analizi projekata, dok se metoda odnosa koristi i troškova (B/C) i metoda anuiteta dominantno koriste u ekonomskoj analizi, naročito kod javnih i infrastrukturnih projekata.

Ova podjela nije stroga, jer se iste metode mogu primijeniti u oba analitička okvira, ali odražava njihovu uobičajenu upotrebu i način interpretacije rezultata.

### 6.5.1. Metoda neto sadašnje vrijednosti

Neto sadašnja vrijednost investicije u nekom vremenu  $t$  definisana je kao razlika sadašnje vrijednosti svih prihoda  $P$  i svih troškova  $T$  ostvarenih tokom vijeka trajanja investicije, svedena na sadašnji trenutak.

Svođenje svih novčanih tokova, nastalih tokom eksploatacije, na vrijeme  $t$  u kome se vrši poređenje, vrši se pomoću diskontnog faktora.

Diskontna stopa  $d$  tokom perioda eksploatacije može biti konstantna ili može varirati.

U prvom slučaju kada je diskontna stopa jednaka za čitav period eksploatacije, budući troškovi/prihodi  $E_1, E_2, \dots, E_n$  se svode na sadašnju vrijednost pomoću formule:

$$\begin{aligned} NPV &= E_0 + \frac{E_1}{(1+d)^1} + \frac{E_2}{(1+d)^2} + \dots + \frac{E_n}{(1+d)^n} = \\ &= \sum E \cdot \eta^t \end{aligned} \tag{6-37}$$

pri čemu je:

$$\eta = \frac{1}{(1+d)} \quad (6-38)$$

diskontni faktor, a  $d$  – diskontna stopa.

U drugom slučaju, kada vrijednost diskontne stope varira u periodu eksploatacije, neto sadašnja vrijednost prihoda odnosno troškova izražava se kao:

$$\begin{aligned} NPV = E_0 + \frac{E_1}{(1+d_1)^1} + \frac{E_2}{(1+d_1)(1+d_2)} + \dots \\ + \frac{E_n}{(1+d_1)(1+d_2) \dots (1+d_n)} \end{aligned} \quad (6-39)$$

Pošto je neto sadašnja vrijednost definisana kao razlika između sadašnje vrijednosti prihoda i sadašnje vrijednosti troškova (uključujući početno ulaganje  $I_0$ ), sadašnju vrijednost projekta (tzv. čista sadašnja vrijednost) možemo izraziti kao:

$$\begin{aligned} NPV = \sum \frac{P_t}{(1+d)^t} - \sum \frac{T_t}{(1+d)^t} - I_0 = \\ = \sum \frac{P_t - T_t}{(1+d)^t} - I_0 \end{aligned} \quad (6-40)$$

odnosno:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+d)^t} - I_0 \quad (6-41)$$

gdje je:

$$K_t = P_t - T_t \quad (6-42)$$

Pretpostavlja se da su prihodi i troškovi, odnosno koristi  $K$  konstantni i da se diskontuju po diskontnoj stopi  $d$  bez obzira u kom vremenu su nastali.

Projektno rješenje, tj. investiciono ulaganje, smatra se isplativim ako je:

$$NPV \geq 0 \quad (6-43)$$

Ako se poredi više varijantnih rješenja, najpovoljnije je ono koje ima najveću vrijednost neto sadašnje vrijednosti (*NPV*).

Prednost metode neto sadašnje vrijednosti je u tome što uzima u obzir vremensku vrijednost novca, odnosno oportunitetne troškove kapitala sadržane u diskontnoj stopi, kao i čitav vijek trajanja projekta.

Izazov u primjeni ove metode je pouzdano određivanje diskontne stope, jer njen izbor utiče na rezultate i finansijske i ekonomske analize projekta.

### **Primjer 6-19. Proračun neto sadašnje vrijednosti (*NPV*) investicionog projekta**

Troškovi investicije iznose **10.000 €**. Očekivani novčani tok kroz narednih pet godina je sljedeći:

- prve dvije godine po 2.000 € godišnje,
- naredne dvije godine po 4.000 € godišnje,
- peta godina 5.000 €.

Diskontna stopa iznosi **10%**.

**Zadatak:** Izračunati *NPV* investicije i odrediti da li je finansijski opravdano ući u projekat, ako je kriterij prihvatljivosti  $NPV > 0$ .

**Rješenje:**

god	(a) Investicije (€)	(b) Dobit (€)	(a)+(b) Novčani tok (€)	Diskontni faktor ( $\eta$ )	Diskontovani novčani tok (€)
<b>0</b>	-10.000		-10.000		-10.000
<b>1</b>		2.000	2.000	0,9091	1.818
<b>2</b>		2.000	2.000	0,8264	1.653
<b>3</b>		4.000	4.000	0,7513	3.005
<b>4</b>		4.000	4.000	0,6830	2.732
<b>5</b>		5.000	5.000	0,6209	3.105
				<b>NPV=</b>	<b>2.313</b>

**Odgovor:** Obzirom da je  $NPV=2.313 \text{ €} > 0$ , investicija je po ovom pokazatelju finansijski isplativa.

**Primjer 6-20. Ocjena prihvatljivosti projekta metodom neto sadašnje vrijednosti (NPV)**

Razmatra se investicioni projekat sa novčanim tokovima (NT) prikazanim u narednoj tabeli. Početno ulaganje projekta iznosi 100.000 €, dok se očekivani pozitivni novčani tokovi ostvaruju tokom naredne četiri godine. Svi novčani tokovi realizuju se na kraju godine.

Procijeniti finansijsku prihvatljivost projekta korištenjem metode neto sadašnje vrijednosti (NPV) kao kriterija odlučivanja. Diskontna stopa iznosi 10% i predstavlja minimalni zahtijevani prinos investitora.

Potrebno je:

1. Izračunati NPV projekta pri zadatoj diskontnoj stopi.
2. Donijeti odluku o prihvatanju ili odbijanju projekta na osnovu dobijene vrijednosti NPV, uz kratko obrazloženje.

Tabela novčanih tokova (€)

Godina	0	1	2	3	4
Novčani tok (NT)	-100.000	10.000	20.000	50.000	60.000

**Rješenje:**

d= 10%					
	(a) Investicije/ troškovi (€)	(b) Dobit (€)	(a)+(b) Novčani tok (€)	Diskontni faktor ( $\eta$ )	Diskontovani novčani tok (€)
0	-100.000		-100.000		-100.000
1		10.000	10.000	0,9091	9.091
2		20.000	20.000	0,8264	16.529
3		50.000	50.000	0,7513	37.566
4		60.000	60.000	0,6830	40.981
				<b>NPV=</b>	<b>4.166</b>

**Odgovor:** S obzirom na to da je  $NPV = 4.166 \text{ €} > 0$ , projekat je finansijski prihvatljiv prema kriteriju neto sadašnje vrijednosti.

Pozitivna neto sadašnja vrijednost znači da projekat generiše prinos veći od minimalno zahtijevane stope od 10% i time povećava vrijednost za investitora.

### **Primjer 6-21. Poređenje alternativnih projekata primjenom NPV-a**

Razmatraju se dva investiciona projekta, A i B, sa različitim strukturama početnih ulaganja i očekivanih godišnjih novčanih tokova. Novčani tokovi za oba projekta dati su u tabeli ispod.

Potrebno je izračunati neto sadašnju vrijednost (NPV) oba projekta pri diskontnoj stopi od 9%, te na osnovu dobijenih rezultata izvršiti poređenje projekata. Kao kriterij izbora koristiti NPV i odrediti koji je projekat finansijski povoljniji, uz kratko obrazloženje odluke.

Tabela novčanih tokova

godina	Novčani tokovi (€)	
	projekat A	projekat B
0	-20.000	-10.000
1	5.000	4.500
2	5.000	4.500
3	5.000	4.500
4	5.000	-
5	5.000	-
6	5.000	-

#### **Rješenje:**

d= 9%					
god.	novčani tokovi (€)		Diskontni faktor ( $\eta$ )	Diskontovani novčani tok A (€)	Diskontovani novčani tok B (€)
	projekat A	projekat B			
0	-20.000	-10.000		-20.000	-10.000
1	5.000	4.500	0,9174	4.587	4.128
2	5.000	4.500	0,8417	4.208	3.788
3	5.000	4.500	0,7722	3.861	3.475
4	5.000	-	0,7084	3.542	
5	5.000	-	0,6499	3.250	
6	5.000	-	0,5963	2.981	
			<b>NPV=</b>	<b>2.4230</b>	<b>1.391</b>

**Odgovor:** Oba projekta su prihvatljiva jer im je  $NPV > 0$ , ali se prema kriteriju neto sadašnje vrijednosti bira projekat s većom NPV. Pošto je  $NPV_A = 2.429,59$  € veći od  $NPV_B = 1.390,83$  €, projekat A je povoljniji i treba ga izabrati ako su projekti međusobno isključivi.

## 6.5.2. Metoda interne stope rentabilnosti

Interna stopa rentabilnosti (IRR) spada među najčešće korištene kriterije za ocjenu investicionih projekata, posebno u situacijama kada postoji neizvjesnost u pogledu izbora odgovarajuće diskontne stope.

Kod metode interne stope rentabilnosti nepoznata veličina je diskontna stopa  $d$ , čime se izbjegava njeno subjektivno određivanje, što predstavlja jedan od glavnih problema u finansijskim i ekonomskim analizama.

Interna stopa rentabilnosti definiše se kao diskontna stopa pri kojoj je neto sadašnja vrijednost (NPV) budućih neto novčanih tokova jednaka nuli, odnosno pri kojoj su sadašnja vrijednost pozitivnih i negativnih novčanih tokova projekta međusobno izjednačene.

Formalno, IRR je stopa  $d_{IRR}$  za koju važi:

$$\sum_{t=1}^n \frac{NNT_t}{(1 + d_{IRR})^t} = I_0 \quad (6-44)$$

odnosno ekvivalentno:

$$\sum_{t=1}^n \frac{NNT_t}{(1 + d_{IRR})^t} - I_0 = 0 \quad (6-45)$$

gdje su:

- n** – vrijeme trajanje projekta,
- NNT<sub>t</sub>** – neto novčani tok projekta u godini  $t$ ,
- t** – godina u vijeku trajanja projekta,
- I<sub>0</sub>** – investicioni troškovi,
- d<sub>IRR</sub>** – interna stopa rentabilnosti (IRR).

### 6.5.2.1. Načini izračunavanja IRR

U praksi se IRR može odrediti iterativno, grafički ili korištenjem softverskih alata. Kod iterativne i grafičke metode polazi se od niza pretpostavljenih diskontnih stopa (npr. 10%, 15%, 20%, 25%), za koje se izračuna NPV projekta. Na osnovu promjene znaka NPV ili njegovog približavanja nuli identifikuje se interval u kojem se nalazi interna stopa rentabilnosti.

### **Primjer 6-22. Određivanje interne stope rentabilnosti projekta**

Za novčane tokove projekta A - Primjer 6-21, potrebno je izračunati IRR i na osnovu nje procijeniti isplativost projekta prema ovom kriteriju.

#### **Rješenje**

##### **1. Iterativni proračun IRR-a**

Za dati projekat sa investicionim troškom  $I_0 = 20.000$  € izračunate su vrijednosti NPV za nekoliko diskontnih stopa:

- pri 10%: NPV = 1.776 €
- pri 15%: NPV = -1.078 €
- pri 20%: NPV = -3.372 €

Iz dobijenih rezultata se vidi da je NPV=0 za IRR između 10% i 15%, te se za preciznije određivanje IRR bira uži interval stopa.

Radi preciznijeg određivanja IRR, NPV se računa za uže intervale diskontnih stopa, npr. 11%, 12%, 13% i 14%.

- pri 11%: NPV = 1.153 €
- pri 12%: NPV = 557 €
- pri 13%: NPV = -12 €
- pri 14%: NPV = -557 €.

Na osnovu dobijenih vrijednosti NPV uočava se da se traženi IRR nalazi između 12% i 13%, pa se, kao aproksimacija, može primijeniti linearna interpolacija između te dvije tačke, uz napomenu da se ne radi o pravoj liniji već o pojednostavljenju odnosa između NPV i IRR stope.

Upotrijebit ćemo jednačinu prave kroz dvije tačke:

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \cdot (x - x_1)$$

U ovom slučaju tačke su (12%, 557) i (13%, -12). Tražimo x, za y=0.

$$0 - 557 = \frac{-12 - 557}{13 - 12} \cdot (x - 12)$$

$$-557 = -569 \cdot (x - 12)$$

$$x - 12 = \frac{-557}{-569} = 0,9725$$

$$x = 0,9725 + 12 = 12,98\%$$

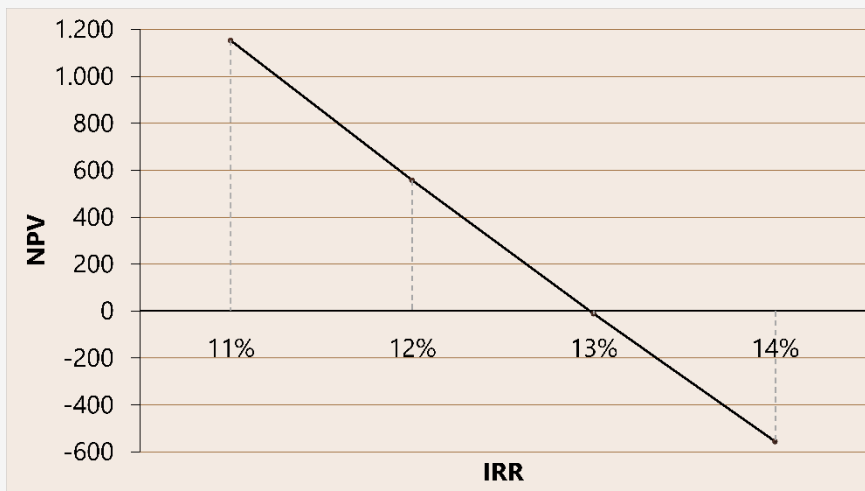
---

Korištenjem linearne interpolacije dobija se približna vrijednost IRR od oko 12,98%, što odgovara tački u kojoj je NPV jednak nuli, odnosno gdje su sadašnja vrijednost priliva i ulaganja izjednačene.

## 2. Grafičko određivanje IRR-a

Vezom između NPV i diskontne stope može se konstruisati grafikon na kojem je na horizontalnoj osi diskontna stopa, a na vertikalnoj osi vrijednost NPV.

Tačka u kojoj kriva NPV-d siječe horizontalnu osu (NPV=0) predstavlja internu stopu rentabilnosti projekta, pa se IRR može očitati kao odgovarajuća vrijednost diskontne stope, u ovom primjeru približno 13%.



Grafički prikaz je didaktički koristan jer jasno pokazuje da povećanje diskontne stope smanjuje NPV i da IRR predstavlja „graničnu” stopu iznad koje projekat više nije prihvatljiv prema kriteriju NPV.

## 3. Softverski proračun IRR-a

IRR se u savremenoj praksi najčešće računa softverskim alatima koji implementiraju numeričke algoritme za pronalaženje nulte tačke funkcije NPV(d). U programima poput Excel-a koristi se ugrađena funkcija  $IRR(value; [guess])$ , pri čemu se kao argument navodi niz novčanih tokova, a opciono i početna pretpostavka za stopu, nakon čega program iterativno traži rješenje.

---

---

Primjenom Excel funkcije na novčane tokove posmatranog projekta dobija se IRR od 12,978%, što je preciznija vrijednost u odnosu na iterativnu i grafičku aproksimaciju. Ovakav pristup se preporučuje za praktičan rad, dok iterativne tabele i grafički postupak ostaju korisni za razumijevanje koncepta i provjeru rezultata.

**Odgovor:**

S obzirom na to da je dobijena vrijednost IRR  $\approx 12,98\%$  veća od zadane diskontne stope od 9%, projekat je **prihvatljiv prema kriteriju interne stope rentabilnosti**.

---

**Primjer 6-23. Procjena projekta primjenom kriterija IRR**

Za podatke iz Primjer 6-19 potrebno je izračunati IRR i na osnovu dobijene vrijednosti utvrditi da li je projekat prihvatljiv.

**Rješenje:**

**1. Iterativni proračun IRR-a**

Za dati projekat sa investicionim troškom  $I_0 = 10.000$  € izračunate su vrijednosti NPV za nekoliko diskontnih stopa:

- pri 5%: NPV = 507 €
- pri 10%: NPV = -929 €
- pri 15%: NPV = -2.088 €

Iz dobijenih rezultata se vidi da je NPV=0 za IRR između 5% i 10%, te se za preciznije određivanje IRR-a bira uži interval stopa.

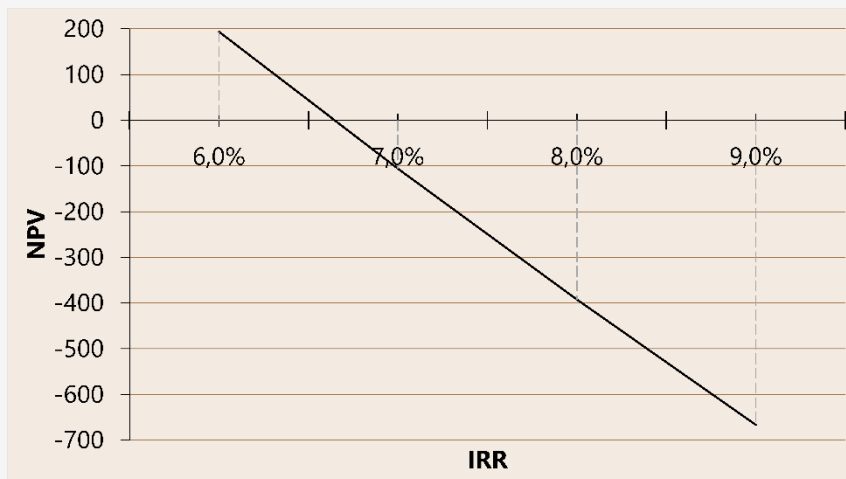
Radi preciznijeg određivanja IRR-a, NPV se računa za uže intervale diskontnih stopa: 6%, 7%, 8% i 9%.

- pri 6%: NPV = 194 €
- pri 7%: NPV = -106 €
- pri 8%: NPV = -393 €
- pri 9%: NPV = -667 €.

Linearnom interpolacijom dobijamo IRR=6,65%.

---

## 2. Grafičko određivanje IRR-a



Sa dijagrama očitavamo da je IRR približno 6,7%

## 3. Softverski proračun IRR-a

Vrijednost dobijena proračunom u Excel-u iznosi IRR = 6,64%.

### **Odgovor:**

Pošto je izračunata vrijednost IRR  $\approx$  6,64% manja od zadate diskontne stope od 9%, projekat **nije prihvatljiv prema kriteriju interne stope rentabilnosti**.

### 6.5.3. Metoda perioda povrata investicije

Metoda perioda povrata investicije sastoji se u određivanju vremena potrebnog za amortizaciju početnog ulaganja, tj. definisanju broja godina potrebnih da se akumuliraju sredstva dovoljna za pokriće investicionih troškova.

Kod izbora između više varijanti, povoljnija je ona varijanta koja zahtijeva kraći period povrata investicije.

Period amortizacije investicionog ulaganja  $t$  može se odrediti formulama:

$$t = \frac{I}{P - T} \text{ ili } t = \frac{I}{K} \quad (6-46)$$

gdje su:

- $I$ – investiciona ulaganja,
- $P$ – godišnji prihodi,
- $T$ – godišnji troškovi,
- $K$ – godišnja neto korist projekta.

**Prednosti metode:**

- Jednostavna je i lako primjenjiva,
- Brzo omogućava procjenu perioda povrata investicije.

**Ograničenja i nedostaci:**

- Ne uzima u obzir prihode i troškove nastale nakon potpunog povrata ulaganja,
- Ignoriše ulogu kamatne stope i vremenske vrijednosti novca,
- Projekti sa istim periodom povrata ne moraju biti jednako profitabilni,
- Nije pouzdana mjera ukupne profitabilnosti projekta.

Da bi se u određenoj mjeri prevazišla ograničenja, uvodi se **diskontovano vrijeme povrata investicije** (Discounted Payback Period, DPP). Kod DPP-a se budući prihodi i troškovi diskontuju na sadašnju vrijednost, uzimajući u obzir kamatnu stopu ili očekivani prinos na ulaganje. Diskontovano vrijeme povrata daje precizniju sliku stvarnog perioda u kojem investicija postaje isplativa i omogućava poređenje projekata različite veličine i rizika.

Vrijeme povrata investicije se obično smatra prihvatljivim ako ne prelazi otprilike **jednu trećinu ukupnog vremenskog horizonta projekta** (ponekad i polovinu, kod dužih ili manje rizičnih projekata sa stabilnijim i dugotrajnim prihodima). Ova smjernica omogućava da investicija brzo generiše povrat, dok preostali period projekta doprinosi dodatnoj profitabilnosti.

I pored jednostavnosti, metoda perioda povrata investicije je ograničena i danas se primjenjuje uglavnom kod manjih projekata rekonstrukcije ili kao jedan od elemenata procjene rizika u većim projektima. Za veće projekte, kod kojih je moguća preciznija projekcija prihoda i troškova, te postoje različite tehničko-tehnološke alternative, preporučuju se složenije i ekonomski preciznije metode, pri čemu je diskontovano vrijeme povrata značajan dodatni kriterij.

### **Primjer 6-24. Poređenje perioda povrata dva projekta**

Sredstva od 10.000.000 € mogu se investirati u dva projekta, A i B.

**Projekat A** traje 6 god., generiše godišnji neto-priliv od 2.500.000 €.

**Projekat B** traje 10 god., generiše godišnji neto-priliv od 2.000.000 €.

1. Izračunati **period povrata investicije** za oba projekta.
2. Uporediti projekte na osnovu perioda povrata i odrediti koji projekat ima brži povrat uložениh sredstava.
3. Kratko obrazložiti izbor projekta i praktičnu upotrebljivost perioda povrata kao kriterija odlučivanja u investicijama.

#### **Rješenje:**

Proračun perioda povrata:

Projekat A:

$$t_A = \frac{10.000.000}{2.500.000} = 4 \text{ godine}$$

Projekat B:

$$t_B = \frac{10.000.000}{2.000.000} = 5 \text{ godina}$$

Relativni period povrata u odnosu na životni vijek projekta:

<b>Projekat</b>	<b>Period povrata (godine)</b>	<b>Ukupni horizont (godine)</b>	<b>Relativni period povrata</b>
<b>A</b>	4	6	4/6 ≈ 66%
<b>B</b>	5	10	5/10 = 50%

#### **Zaključak:**

Apsolutno gledano, Projekat A ima kraći period povrata (4 godine u odnosu na 5 godina) i stoga "brže vraća ulaganje".

Relativno gledano, Projekat B vraća investiciju u manjem dijelu svog životnog horizonta (50% u odnosu na 66%), što ga čini potencijalno sigurnijom i stabilnijom investicijom.

Ovaj primjer pokazuje da pri ocjeni investicija nije dovoljno gledati samo apsolutno vrijeme povrata, već je važno uzeti u obzir i **relaciju perioda povrata prema ukupnom horizontu projekta**.

### **Primjer 6-25. Period povrata investicije**

Pretpostavimo projekat u saobraćajnoj infrastrukturi sa početnom investicijom od 150.000 € i sljedećim podacima:

<b>Godina</b>	<b>Neto godišnja korist (€)</b>	<b>Diskontovana korist (10% diskontna stopa, €)</b>
<b>1</b>	50.000	45.455
<b>2</b>	50.000	41.322
<b>3</b>	50.000	37.565
<b>4</b>	50.000	34.150
<b>5</b>	50.000	31.046

1. Odrediti **period povrata investicije** bez diskontovanja i sa diskontovanjem.
2. Procijeniti da li je projekat finansijski prihvatljiv s obzirom na period povrata.
3. Kratko obrazložiti rezultat i njegovu upotrebljivost kao kriterija odlučivanja u infrastrukturnim projektima.

**Rješenje:** I=150.000 €

<b>Godina</b>	<b>Neto godišnja korist (€)</b>	<b>Akumulirana neto korist (€)</b>	<b>Diskontovana korist (10%, €)</b>	<b>Akumulirana diskontovana korist (€)</b>
<b>1</b>	50.000	50.000	45.455	45.455
<b>2</b>	50.000	100.000	41.322	86.777
<b>3</b>	50.000	<b>150.000</b>	37.565	<b>124.342</b>
<b>4</b>	50.000	200.000	34.150	<b>158.492</b>
<b>5</b>	50.000	250.000	31.046	189.538

Iz tabele vidimo da je obični period povrata **tri** godine, dok je diskontovani period povrata (DPP) **između treće i četvrte** godine.

#### **Zaključak:**

Diskontovani period povrata iznosi oko 3,4 godine, što je više od jedne trećine trajanja projekta (5 godina), pa se projekat može smatrati **finansijski relativno rizičnim**. Ipak, DPP je koristan kriterij za brzo ocjenjivanje brzine povrata ulaganja i za poređenje dva projekta, ali ga treba kombinovati s drugim kriterijima poput NPV-a i IRR-a za sveobuhvatnu odluku.

#### 6.5.4. Metoda indeksa profitabilnosti

Metoda indeksa profitabilnosti predstavlja kriterij za ocjenu **finansijske isplativosti** projekta i predstavlja dopunu kriterija neto sadašnje vrijednosti (NPV). Iako se u literaturi ponekad povezuje s odnosom koristi i troškova (B/C), važno je naglasiti razliku:

- **Indeks profitabilnosti (IP)** odnosi se na omjer neto sadašnje vrijednosti projekta i investicionih troškova, te pokazuje koliko neto finansijske koristi projekat generira po jedinici uloženog kapitala.
- **Odnosi koristi i troškova (B/C)**, s druge strane, uključuje sve diskontovane koristi i troškove projekta, čime pruža širi uvid u **ekonomsku opravdanost**, naročito kod javnih i infrastrukturnih projekata.

Stoga se indeks profitabilnosti u ovom radu razmatra kao finansijski, a ne ekonomski pokazatelj efikasnosti investicije [3].

Indeks profitabilnosti računa se kao:

$$IP = \frac{PV}{I_0} \quad (6-47)$$

gdje su:

- IP – indeks profitabilnosti investicije,
- PV –sadašnja vrijednost novčanih tokova,
- $I_0$  – investicioni troškovi.

**Prag prihvatljivosti:** Projekat se smatra prihvatljivim ako je  $IP > 1$ .

Detaljnija formula proračuna indeksa profitabilnosti:

$$IP = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{NNT_t}{(1+d)^t}}{I_0} \quad (6-48)$$

gdje su:

- NNT – neto novčani tok u godini  $t$ ,
- $d$  – diskontna stopa (%),

$n$  – trajanje projekta u godinama,  
 $I_0$  – investicioni troškovi.

Indeks profitabilnosti omogućava **relativno poređenje projekata iste veličine** i jasno pokazuje koliko neto koristi projekat generira po uloženoj jedinici kapitala. U kombinaciji s drugim metodama, poput NPV i diskontovanog perioda povrata, pruža potpuniju sliku o isplativosti investicije.

### 6.5.5. Metoda odnosa koristi i troškova

Metoda odnosa koristi i troškova (B/C) koristi se za ocjenu **ekonomske isplativosti** projekata, posebno u javnom sektoru. Razlog za to je što ova metoda sagledava **ukupne društvene koristi i troškove projekta**, bez obzira na to kome pripadaju, te omogućava procjenu opravdanosti projekta sa stanovišta društva u cjelini, a ne isključivo iz perspektive pojedinačnog investitora.

Odnos koristi i troškova definiše se kao omjer sadašnje vrijednosti koristi i sadašnje vrijednosti troškova:

$$\frac{B}{C} = \frac{PV_B}{PV_C} \quad (6-49)$$

gdje su:

$\frac{B}{C}$  – odnos koristi i troškova,

$PV_B$  –sadašnja vrijednost koristi ( $PV_B = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+d)^t}$ ),

$PV_C$  –sadašnja vrijednost troškova ( $PV_C = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+d)^t}$ ).

**Prag prihvatljivosti:** Projekat se smatra prihvatljivim ako je  $B/C > 1$ .

Ova metoda dopunjuje metodu indeksa profitabilnosti. Između projekata sa jednakim ili sličnim IP vrijednostima, prednost se daje projektu sa manjim tekućim i investicionim troškovima, odnosno manje kapitalno intenzivnom projektu, tj. projektu sa većim odnosom B/C.

### **Primjer 6-26. Proračun indeksa profitabilnosti (IP) i odnosa koristi i troškova (B/C)**

Razmatra se projekat u saobraćajnoj infrastrukturi sa sljedećim karakteristikama:

- Početna investicija:  $I_0 = 500.000\text{€}$
- Trajanje projekta: 5 godina
- Diskontna stopa:  $d = 10\%$
- Godišnji prihodi i troškovi dati su u tabeli.

Ulazni podaci i diskontovani novčani tokovi:

God	Prihodi $P_t(\text{€})$	Troškovi $T_t(\text{€})$	Diskont. prihodi $PV_B(\text{€})$	Diskont. troškovi $PV_C(\text{€})$	Diskont. neto tok (€)
1	120.000	60.000	109.091	54.545	54.546
2	130.000	65.000	107.438	53.645	53.793
3	150.000	70.000	112.697	52.631	60.066
4	160.000	75.000	109.379	51.336	58.043
5	140.000	80.000	86.815	49.597	37.218
Suma:			525.420	261.754	263.666

1. Izračunati **indeks profitabilnosti (IP)** projekta.
2. Izračunati **odnos koristi i troškova (B/C)**.
3. Donijeti zaključak o finansijskoj opravdanosti projekta.
4. Kratko obrazložiti razlike u interpretaciji ova dva kriterija.

#### **Rješenje:**

##### **1. Proračun indeksa profitabilnosti (IP)**

Sadašnja vrijednost novčanih tokova:

$$PV = \sum_{t=1}^5 (PV_B - PV_C) = 263.666 \text{ €}$$

---

Indeks profitabilnosti:

$$IP = \frac{PV}{I_0} = \frac{263.666}{500.000} \approx 0,53$$

## 2. Proračun odnosa koristi i troškova (B/C)

Odnos koristi i troškova:

$$\frac{B}{C} = \frac{PV_B}{PV_C} = \frac{525.420}{261.754 + 500.000} \approx 0,79$$

### Zaključak

- **Indeks profitabilnosti:**  $IP < 1 \rightarrow$  projekat nije finansijski prihvatljiv
- **Odnos koristi i troškova:**  $\frac{B}{C} < 1 \rightarrow$  projekat nije ekonomski opravdan

Ovaj primjer pokazuje da oba kriterija, iako konceptualno različita, dovode do istog zaključka o neprihvatljivosti projekta: IP naglašava odnos neto koristi i investicije, dok B/C sagledava odnos ukupnih koristi i ukupnih troškova.

Oba kriterija su korisna za donošenje odluka, ali uvijek je preporučljivo koristiti ih zajedno s drugim metodama poput NPV i IRR.

---

### 6.5.6. Metoda anuiteta

Metoda anuiteta, za razliku od metoda neto sadašnje vrijednosti (NPV) i interne stope rentabilnosti (IRR), ne odgovara primarno na pitanje da li investitor treba ući u projekat, već na pitanje **koje projektno rješenje je efikasnije na godišnjem nivou**. Zbog toga se u praksi i stručnoj literaturi češće koristi u okviru **ekonomske analize**, posebno kod javnih i infrastrukturnih projekata.

Metoda anuiteta zasniva se na pretvaranju svih novčanih tokova relevantnih za donošenje investicione odluke u **ekvivalentne godišnje iznose**, odnosno u jednake godišnje troškove ili koristi tokom čitavog vijeka trajanja projekta. Na taj način omogućava se poređenje projekata različitog trajanja, investicionog obima i strukture troškova na zajedničkoj, godišnjoj osnovi.

Primjenom ove metode određuje se ekvivalentni godišnji iznos koji obuhvata investiciona ulaganja, tekuće troškove, prihode i rezidualnu vrijednost projekta.

Pri proračunu, sve komponente novčanog toka prevode se u ekvivalentne godišnje iznose pomoću **faktora anuiteta**, koji se izražava formulom:

$$a_j = \frac{d \cdot (1 + d)^t}{(1 + d)^t - 1} \quad (6-50)$$

gdje su:

$a_j$ – faktor anuiteta,

$d$ – diskontna stopa,

$t$ – broj godina trajanja projekta.

Faktor anuiteta predstavlja godišnji ekvivalent jedinične sadašnje vrijednosti i ima konstantnu vrijednost tokom cijelog vijeka trajanja projekta.

Po isteku proračunskog vijeka eksploatacije, objekat zadržava određenu **rezidualnu vrijednost  $R$** , koju je potrebno uključiti u analizu. Rezidualna vrijednost se u metodi anuiteta svodi na ekvivalentni godišnji iznos i može se tretirati kao dodatni prihod ili kao umanjenje ukupnih godišnjih troškova.

Ukupni godišnji troškovi projekta izraženi metodom anuiteta iznose:

$$T_g = I \cdot a_j + T_i - R \cdot a_j \quad (6-51)$$

gdje su:

$T_g$ – ukupni godišnji troškovi,

$I$ – početna investiciona ulaganja,

$T_i$ – godišnji tekući troškovi,

$R$ – rezidualna vrijednost projekta,

Tekući troškovi  $T_i$  predstavljaju prosječne godišnje troškove eksploatacije i održavanja projekta (npr. troškovi rada, materijala, energije i održavanja). Ukoliko su ovi troškovi konstantni tokom vijeka trajanja projekta, direktno se uzimaju kao godišnji iznos.

U slučaju promjenljivih troškova, potrebno je najprije izračunati njihovu sadašnju vrijednost  $T_0$ , a zatim se ta vrijednost, primjenom faktora anuiteta, svodi na ekvivalentni godišnji iznos.

$$T_0 = \sum_{k=1}^t \frac{T_k}{(1+d)^k} \quad (6-52)$$

$$T_i = T_0 \cdot a_j \quad (6-53)$$

U slučaju da prihodi nisu izraženi kao konstantni godišnji iznosi, ukupni godišnji prihodi projekta određuju se na isti način kao i troškovi, tako što se njihova sadašnja vrijednost svodi na ekvivalentni godišnji iznos:

$$P_g = P_0 \cdot a_j \quad (6-54)$$

gdje su:

$P_g$  – ekvivalentni godišnji prihodi,

$P_0$  – sadašnja vrijednost ukupnih prihoda projekta.

Projekat se smatra **ekonomski opravdanim** ako važi:

$$P_g > T_g$$

U slučaju izbora između više varijanti, prednost se daje onoj koja ostvaruje najveću razliku:

$$K = P_g - T_g$$

---

### **Primjer 6-27. Poređenje dva projekta (A i B) metodom anuiteta**

Investitor razmatra dva projekta – projekat **A** i projekat **B**.

Potrebno je:

1. Izračunati ekvivalentne godišnje troškove  $T_g$  i prihode  $P_g$ .
  2. Utvrditi razliku  $K = P_g - T_g$  za oba projekta.
  3. Odrediti da li su projekti ekonomski opravdani.
  4. Utvrditi koji je projekat povoljniji.
-

Podaci o projektima:

Parametar	Projekat A	Projekat B
Početna investicija $I$	10.000 €	12.000 €
Tekući godišnji troškovi $T_i$	3.000 €	3.200 €
Rezidualna vrijednost $R$	2.000 €	3.000 €
Trajanje projekta $t$	5 godina	5 godina
Diskontna stopa $d$	5 %	5 %
Godišnji prihodi $P_i$	7.000 €	8.000 €

**Korak 1:** Faktor anuiteta

$$a_j = \frac{d(1+d)^t}{(1+d)^t - 1} = \frac{0,05 \cdot (1,05)^5}{(1,05)^5 - 1} \approx 0,23097$$

**Korak 2:** Ekvivalentni godišnji troškovi

Obzirom da su tekući troškovi konstantni, direktno se koristi  $T_i$ :

$$T_g = I \cdot a_j + T_i - R \cdot a_j$$

$$T_{gA} = 10.000 \cdot 0,23097 + 3.000 - 2.000 \cdot 0,23097 \approx 4.848€$$

$$T_{gB} = 12.000 \cdot 0,23097 + 3.200 - 3.000 \cdot 0,23097 \approx 5.279€$$

**Korak 3:** Ekvivalentni godišnji prihodi

Pošto su prihodi konstantni:  $P_g = P_i$

$$P_{gA} = 7.000€, \quad P_{gB} = 8.000€$$

**Korak 4:**

Razlika:  $K = P_g - T_g$

$$K_A = 7.000 - 4.848 \approx 2.152€$$

$$K_B = 8.000 - 5.279 \approx 2.721€$$

**Zaključak:**

- Oba projekta su ekonomski opravdana jer je  $K > 0$
- Projekat **B** je povoljniji jer ostvaruje veći godišnji neto višak
- Prednost se daje projektu sa najvećim  $K$ , odnosno najvećim neto godišnjim efektom



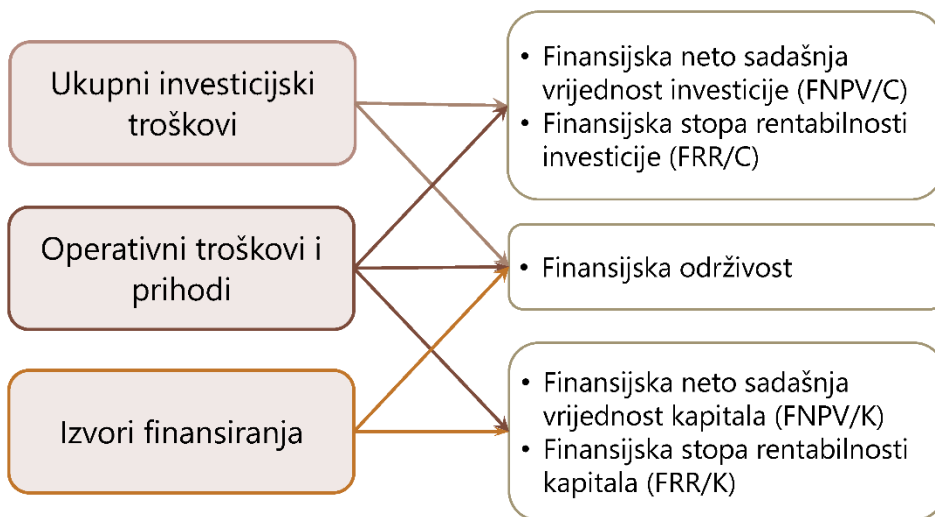
## 7. FINANSIJSKA ANALIZA PROJEKTA

---

### 7.1. Koncept i pokazatelji finansijske analize

U prethodnom poglavlju prikazani su matematički temelji i osnovni pokazatelji za procjenu isplativosti projekata. U ovom poglavlju se navedeni koncepti primjenjuju na konkretnu strukturu troškova i prihoda infrastrukturnog projekta, s ciljem procjene njegove **finansijske isplativosti i finansijske održivosti** iz perspektive investitora.

Finansijskom analizom se procjenjuje da li projekat može biti izveden i dugoročno održiv sa stanovišta investitora i finansijera, odnosno da li može generisati dovoljne novčane tokove za pokriće operativnih troškova, servisiranje duga i ostvarenje očekivanog povrata na uloženi kapital. Analiza polazi od projekcija prihoda i rashoda, strukture finansiranja i dinamike ulaganja, te omogućava provjeru likvidnosti i isplativosti projekta tokom cijelog planskog perioda.



Slika 7-1. Struktura finansijske analize (Izvor: EC CBA Guide 2008)

Slika 7-1 prikazuje strukturu finansijske analize projekta iz perspektive investitora i finansijera, pri čemu se *operativni troškovi* odnose isključivo na troškove eksploatacije i upravljanja infrastrukturom koji ulaze u novčane tokove projekta.

*Operativni troškovi korisnika*, iako predstavljaju važan dio ukupnih ekonomskih efekata projekta, ne predstavljaju finansijske tokove projekta i detaljno se razmatraju u okviru ekonomske analize (poglavlje 8).

U finansijskoj analizi računaju se dva ključna pokazatelja isplativosti: finansijska neto sadašnja vrijednost (FNPV) i finansijska interna stopa rentabilnosti (FRR) (poglavlje 6.5).

- **FNPV** predstavlja sadašnju vrijednost svih neto novčanih tokova projekta; pri čemu je kriterij prihvatljivosti  $FNPV > 0$ .
- **FRR** se računa posebno za:
  - **ukupnu investiciju (FRR/C)** – povrat na ukupno investirana sredstva (kapital i dug), pri čemu je kriterij:  $FRR/C >$  referentna diskontna stopa;
  - **sopstveni kapital (FRR/K)** – povrat na sredstva uložena od strane investitora, pri čemu je kriterij:  $FRR/K >$  zahtijevana stopa povrata investitora.

## 7.2. Finansijska analiza projekata u okviru JPP

Ukoliko se infrastrukturni projekat realizuje kroz model javno-privatnog partnerstva (JPP), finansijska analiza se proširuje. Pored ukupne investicione profitabilnosti, posebno se ocjenjuje povrat na kapital privatnog i javnog partnera, uzimajući u obzir raspodjelu rizika i mehanizme ostvarivanja prihoda.

Javno-privatno partnerstvo predstavlja oblik realizacije infrastrukturnih projekata u kojem javni sektor uključuje privatnog partnera u finansiranje, izgradnju, upravljanje ili održavanje projekta. Privatni investitori u pravilu imaju drugačije ciljeve i viši stepen averzije prema riziku u odnosu na javne institucije, zbog čega je neophodno osigurati odgovarajuće podsticaje, ali bez stvaranja pretjerane dobiti.

Kod finansijske analize JPP projekata najprije se provodi konsolidovana analiza ukupne profitabilnosti investicije. Nakon toga se posebno izračunavaju:

- **FRR/K<sub>p</sub>** – stopa povrata privatnog kapitala, koja poredi prihode privatnog partnera, umanjene za operativne troškove i eventualne koncesijske naknade, sa uložnim sredstvima (kapital i/ili krediti);
- **FRR/K<sub>j</sub>** – stopa povrata javnog kapitala, koja poredi prihode javnog partnera sa uložnim javnim sredstvima.

Dobijeni rezultati se provjeravaju u odnosu na nacionalne ili sektorske standarde profitabilnosti i primijenjenu diskontnu stopu, s ciljem sprječavanja prefinansiranja projekta.

Tabela 7-1. prikazuje ključne razlike između klasičnih javnih projekata i projekata realizovanih kroz javno-privatno partnerstvo (JPP) u pogledu vlasništva, finansijske i ekonomske analize, raspodjele rizika i povrata kapitala.

*Tabela 7-1. Ključne razlike JPP i klasičnih javnih projekata*

<b>Aspekt</b>	<b>Klasični javni projekat</b>	<b>JPP projekat</b>
<b>Vlasništvo</b>	Javni sektor	Obično javni sektor; privatni partner upravlja
<b>Finansijska analiza</b>	Obuhvata period relevantan za novčane tokove i finansijsku održivost	Ograničena na trajanje ugovora; uključuje rezidualnu vrijednost
<b>Ekonomska analiza</b>	Obuhvata puni ekonomski vijek generisanja društvene vrijednosti	Isto kao kod klasičnih projekata (poređenje sa alternativom)
<b>Rizik</b>	Pretežno na javnom sektoru	Rizici raspodijeljeni ugovorom; privatni partner preuzima dio rizika
<b>Povrat na kapital</b>	Nema privatnog kapitala	Posebno se računa povrat privatnog i javnog kapitala

### 7.3. Finansijske tabele, pretpostavke i rezultati

Finansijska analiza projekta u praksi se najčešće prezentuje kroz niz tabela koje sistematski prikazuju početna ulaganja, operativne troškove, prihode, izvore finansiranja i dinamiku otplate duga. Na osnovu tih tabela procjenjuje se i finansijska održivost projekta.

Prije izrade finansijskih tabela potrebno je jasno definisati sljedeće ulazne pretpostavke:

1. vremenski horizont projekta,
2. ukupne investicione i operativne troškove,
3. ukupne prihode koji se generišu iz projekta,
4. rezidualnu vrijednost projekta,
5. pretpostavke o inflaciji i cjenovnim promjenama,
6. primijenjenu diskontnu stopu,
7. strukturu finansiranja projekta (učešće kapitala, duga i sufinansiranja).

Na osnovu formiranih finansijskih tabela izračunavaju se ključni **rezultati finansijske analize**, među kojima su:

- finansijska neto sadašnja vrijednost (FNPV),
- finansijska interna stopa rentabilnosti (FRR) ukupne investicije i sopstvenog kapitala,
- indeks profitabilnosti (IP),
- period povrata investicije,
- pokazatelji finansijske održivosti projekta.

Ekonomska analiza dopunjuje finansijsku analizu uključivanjem troškova i koristi korisnika i društva u cjelini, čime se omogućava procjena ukupne društvene opravdanosti projekta.

## 7.4. Definisanje vremenskog horizonta projekta

Vremenski horizont projekta podrazumijeva maksimalan broj godina za koji se provodi analiza, a koji odgovara **tehnički i funkcionalno opravdanom vijeku trajanja projekta**. Odabrani vremenski horizont treba biti dovoljno dug da obuhvati sve relevantne srednjoročne i dugoročne efekte projekta.

Izbor vremenskog horizonta ima značajan uticaj na rezultate procjene isplativosti. Preciznije, utiče na proračun ključnih pokazatelja analize troškova i koristi, kao i na utvrđivanje stope sufinansiranja projekta. Zbog toga se njegov izbor mora zasnivati na karakteristikama sektora i prirodi investicije.

Maksimalan broj godina za koji se izrađuju prognoze zavisi od sektora ulaganja. Kod većine infrastrukturnih projekata vremenski horizont analize iznosi najmanje 20 godina, dok je kod proizvodnih investicija najčešće kraći i iznosi oko 10 godina.

Poželjno je da period evaluacije obuhvati i fazu izgradnje i fazu eksploatacije projekta. Na primjer, projekat čija izgradnja traje dvije godine, a planirani vijek eksploatacije iznosi 25 godina, treba imati vremenski horizont od ukupno 27 godina. Time se osigurava da se svi troškovi i koristi projekta pravilno obuhvate i da rezultati budu uporedivi s drugim projektnim alternativama.

Isti vremenski horizont se u pravilu koristi u finansijskoj i ekonomskoj analizi projekta radi osiguranja dosljednosti i uporedivosti rezultata. Međutim, u posebnim slučajevima, naročito kod projekata javno-privatnog partnerstva, finansijska analiza može biti vezana za ugovorni period, dok se ekonomska analiza provodi za puni ekonomski vijek infrastrukture.

*Tabela 7-2. Referentni periodi za projekte u EU*

Sektor	Broj godina
Željeznice	30
Vodosnabdijevanje/sanitarna zaštita	30
<b>Ceste</b>	<b>25-30</b>
Upravljanje otpadom	25-30
Luke i aerodromi	25
<b>Gradski saobraćaj</b>	<b>25-30</b>
Energija	15-25
Istraživanje i inovacije	15-25
Širokopojasni prijenos podataka	15-20
Poslovna infrastruktura	10-15
Drugi sektori	10-15

*Izvor: Delegirana uredba Evropske komisije (EU) br. 480/2014*

Tabela 7-2. prikazuje referentne vremenske periode za projekte u Evropskoj uniji. Za sektor cesta i gradskog saobraćaja referentni period analize iznosi 25 do 30 godina. Analiza projekata sa vremenskim horizontom dužim od 30 godina uglavnom se ne preporučuje zbog visokog stepena neizvjesnosti u dugoročnim prognozama.

U slučajevima kada se očekuje da projekat ostvaruje koristi i nakon isteka perioda evaluacije, na kraju tog perioda određuje se njegova rezidualna vrijednost. Osnovno pravilo je da odabrani vremenski horizont analize mora biti isti za sve razmatrane varijante projekta, kako bi se dugoročni troškovi i koristi mogli pravilno i objektivno uporediti.

## 7.5. Identifikacija i klasifikacija finansijskih troškova projekta

U skladu s „Praktičnim smjernicama za proračun ukupnih infrastrukturnih troškova za pet načina prijevoza“ [4] troškovi projekata transportne infrastrukture obično se grupišu u četiri osnovne kategorije (Slika 7-2):

1. Investicioni troškovi,
2. Troškovi obnove i rekonstrukcije,
3. Troškovi održavanja, i
4. Operativni troškovi projekta (troškovi operatera).

<i>Identifikacija i raspodjela troškova po godinama</i>			
<b>Korak 1</b>	<b>Korak 2</b>	<b>Korak 3</b>	<b>Korak 4</b>
Identifikacija investicijskih troškova	Planiranje troškova obnove i rekonstrukcije	Planiranje troškova održavanja	Procjena operativnih troškova (operatera)
Vrijeme planiranja, projektovanja, izgradnje,... (godina)	Vremenski raspored npr. svake 8, 15,...godine)	Vremenski raspored (godišnje / periodično)	Vremenski raspored (za sve godine upotrebe)

*Slika 7-2. Identifikacija i vremenska raspodjela finansijskih troškova projekta*

Slika 7-2. prikazuje postupak identifikacije i vremenske raspodjele finansijskih troškova projekta tokom njegovog životnog ciklusa. Svaka kategorija troškova raspoređuje se po godinama u skladu s fazom realizacije i očekivanom dinamikom nastanka, čime se formiraju godišnji novčani tokovi projekta. Tako definisani tokovi predstavljaju osnovu za dalju finansijsku analizu i proračun pokazatelja isplativosti.

U narednim poglavljima detaljnije se razmatraju pojedine kategorije troškova, s posebnim naglaskom na njihov tretman u finansijskoj i ekonomskoj analizi.

### 7.5.1. Investicioni troškovi

Investicioni troškovi obuhvataju sve **kapitalne izdatke** povezane s realizacijom projekta saobraćajne infrastrukture tokom njegovog životnog ciklusa. Oni uključuju početna ulaganja u pripremu, izgradnju i opremanje projekta, troškove zamjene kapitalne i kratkotrajnije opreme tokom perioda eksploatacije, kao i **rezidualnu vrijednost investicije** na kraju perioda evaluacije.

U finansijskoj analizi investicioni troškovi predstavljaju **stvarne i inkrementalne novčane izdatke** investitora ili operatera projekta, raspoređene po godinama u skladu s planiranom dinamikom realizacije. Ovi troškovi čine osnovu za formiranje investicionih novčanih tokova koji se diskontuju radi proračuna pokazatelja finansijske isplativosti i održivosti projekta.

#### 7.5.1.1. Početna investicija

Početna investicija obuhvata sve troškove koji nastaju u fazi pripreme i izgradnje projekta i koji su neophodni za njegovo stavljanje u funkciju. U ove troškove spadaju, između ostalog:

- troškovi **pripreme i planiranja projekta**,
- troškovi **izrade projektne dokumentacije** (idejni, glavni i izvedbeni projekat),
- troškovi **pribavljanja dozvola, saglasnosti i odobrenja** nadležnih organa,
- troškovi **revizije tehničke dokumentacije**,
- troškovi **stručnog i tehničkog nadzora** nad izvođenjem radova,
- troškovi **upravljanja projektom i tehničke pomoći**,
- troškovi **građevinskih radova**, postrojenja, strojeva i opreme,

- troškovi **zemljišta i imovinsko-pravnih odnosa**, gdje je primjenjivo,
- troškovi **mjera zaštite okoliša i prilagođavanja klimatskim promjenama** tokom faze izgradnje, u skladu s važećim studijama i propisima.

U finansijskoj analizi razmatraju se isključivo **inkrementalni novčani izdaci**, odnosno troškovi koji nastaju isključivo kao posljedica realizacije konkretnog projekta i koji ne bi postojali bez njega. Raspodjela početne investicije po godinama mora biti usklađena s planiranom fizičkom realizacijom i dinamikom građenja.

#### 7.5.1.2. *Troškovi zamjene*

Troškovi zamjene obuhvataju izdatke koji nastaju tokom referentnog perioda radi zamjene kapitalnih sredstava čiji je vijek trajanja kraći od ukupnog vijeka trajanja projekta. To uključuje, na primjer:

- vozila i mehanizaciju za održavanje,
- opremu za nadzor, upravljanje i signalizaciju,
- informatičku, komunikacionu i laboratorijsku opremu,
- druge tehničke resurse neophodne za funkcionisanje infrastrukture.

Prilikom planiranja finansijskih tokova preporučuje se izbjegavanje značajnih zamjena neposredno pred kraj referentnog perioda, jer one mogu dovesti do iskrivljene procjene troškova i koristi projekta. U takvim slučajevima, vrši se usklađivanje dužine referentnog perioda projektovanom vijeku trajanja sredstva, ili se zamjena odgađa uz odgovarajuće povećanje troškova održavanja do kraja perioda analize.

#### 7.5.1.3. *Rezidualna vrijednost investicije*

Rezidualna vrijednost investicije predstavlja **preostalu vrijednost dugotrajne imovine** na kraju perioda evaluacije i mora biti uključena u obračun investicionih tokova u posljednjoj godini analize. Ona odražava dio uslužnog potencijala imovine koji nije iscrpljen tokom posmatranog perioda.

Rezidualna vrijednost objekta jednaka je nuli ili zanemariva u slučaju kada je odabrani vremenski horizont analize jednak ekonomskom vijeku trajanja imovine. Kod projekata s dugim ekonomskim vijekom, što je čest slučaj u saobraćajnom sektoru, rezidualna vrijednost se najčešće računa primjenom standardne računovodstvene metode amortizacije, pri čemu se preporučuje korištenje **linearne metode**.

Rezidualna vrijednost može se prikazati kao prihod projekta u završnoj godini analize ili, alternativno, kao negativna stavka u okviru investicionih troškova, uz obaveznu dosljednost u primjeni odabranog pristupa.

### 7.5.2. Troškovi obnove i rekonstrukcije

Troškovi obnove i rekonstrukcije su izdaci koji nastaju tokom eksploatacije projekta radi produženja vijeka trajanja postojećih infrastrukturnih objekata ili prilagođavanja promijenjenim uslovima saobraćaja.

U užem smislu, **obnova** obuhvata zamjenu ili sanaciju postojećih elemenata infrastrukture s ciljem očuvanja ili produženja njihovog životnog vijeka, bez promjene kapaciteta ili uvođenja novih funkcionalnosti. Ovi izdaci se u pravilu posmatraju kao dio troškova životnog ciklusa, jer odgađaju potrebu za potpunom rekonstrukcijom ili izgradnjom nove saobraćajnice.

Nasuprot tome, **rekonstrukcija** predstavlja širi pojam i može obuhvatiti intervencije koje mijenjaju funkcionalne karakteristike ili kapacitet saobraćajnice, čak i kada objekat još nije dosegao kraj svog tehničkog vijeka. U takvim slučajevima, rekonstrukcija se provodi kao odgovor na promjene u potražnji, sigurnosnim zahtjevima ili važećim standardima, te se dio troškova tretira kao nova investicija, a ne kao produženje životnog vijeka postojeće infrastrukture.

---

#### **Primjer troškova obnove**

*Sanacija oštećenih slojeva kolovoza nakon više godina eksploatacije, u vidu uklanjanja postojećeg asfaltnog sloja i ugradnje novog na istoj trasi i istog kapaciteta, predstavlja obnovu. Takva intervencija produžava vijek trajanja kolovozne konstrukcije i ubraja se u troškove obnove.*

---

---

### **Primjer troškova rekonstrukcije**

*Proširenje postojeće magistralne ceste sa dvije na četiri saobraćajne trake, dodavanje razdjelnog pojasa, izgradnja novih raskrsnica ili denivelacija radi povećanja kapaciteta i sigurnosti korisnika.*

*Ukoliko se ovakvi zahvati provode dok je postojeća cesta još u dobrom tehničkom stanju, dio troškova ne odnosi se na produženje vijeka trajanja postojeće konstrukcije, već na investiciju u povećanje kapaciteta i funkcionalnosti.*

---

U praksi je važno razlikovati obnovu od rekonstrukcije, jer se ovi zahvati različito tretiraju u finansijskoj i ekonomskoj analizi projekata (Slika 7-3). Slika prikazuje njihovo mjesto u životnom ciklusu infrastrukture i odnos prema redovnom održavanju i početku novog životnog ciklusa objekta.



*Slika 7-3. Šematski prikaz odnosa održavanja, obnove i rekonstrukcije u životnom ciklusu saobraćajne infrastrukture*

### 7.5.3. Troškovi održavanja

Troškovi održavanja predstavljaju važnu komponentu u sveobuhvatnom vrednovanju projekata saobraćajne infrastrukture. Za razliku od inicijalnih investicionih troškova, koji su jednokratni i lako uočljivi, troškovi održavanja nastaju tokom cijelog životnog vijeka infrastrukturnog objekta i često imaju presudan uticaj na njegovu ukupnu ekonomsku opravdanost. Neadekvatno planiranje ili potcjenjivanje ovih troškova može dovesti do ubrzanog propadanja infrastrukture, povećanja ukupnih životnih troškova i smanjenja nivoa usluge za korisnike.

Pojam održavanja odnosi se na putnu infrastrukturu u cjelini, uključujući kolovoznu konstrukciju, objekte na trasi puta (mostove, propuste i potporne zidove), sistem odvodnje, saobraćajnu signalizaciju i sigurnosnu opremu. Kolovozna konstrukcija se koristi kao reprezentativni element za detaljniju analizu, s obzirom na njen dominantan udio u troškovima održavanja i dostupnost razvijenih pokazatelja stanja.

U okviru ekonomske analize, troškovi održavanja se diskontuju i uključuju u proračun neto sadašnje vrijednosti (NPV), interne stope rentabilnosti (IRR) i odnosa koristi i troškova (B/C). Njihova adekvatna procjena je od presudne važnosti za realnu procjenu dugoročne isplativosti projekta. U višekriterijskim modelima vrednovanja, troškovi održavanja često se pojavljuju kao poseban kriterij ili kao dio šireg kriterija ekonomske održivosti.

U sektoru transporta, troškovi korištenja i održavanja mogu se grupisati u sljedeće kategorije:

- **infrastrukturni troškovi**, koji obuhvataju popravke, tekuće održavanje, materijale, energiju i sisteme upravljanja saobraćajem;
- **uslužni troškovi**, koji uključuju troškove osoblja, upravljanja saobraćajem, potrošnje energije i materijala, održavanja vozila i osiguranja;
- **upravljački troškovi**, koji se odnose na upravljanje uslugama, naplatu karata ili cestarina, režijske troškove, objekte i administraciju.

Prema vremenskoj dinamici realizacije, troškovi održavanja i zamjene mogu se posmatrati kroz **redovne** aktivnosti koje se provode kontinuirano radi osiguranja tehničke sigurnosti, funkcionalnosti i raspoloživosti putne infrastrukture, zatim kroz **periodične** zahvate koji se planirano realizuju s ciljem vraćanja infrastrukture u projektovano ili približno prvobitno stanje, te kroz **vanredno** održavanje i rehabilitaciju koje nastaje kao posljedica nepredviđenih oštećenja ili dugotrajnog zanemarivanja prethodnih mjera. U ekstremnim slučajevima, izostanak pravovremenog održavanja dovodi do potrebe za obnovom ili potpunom rekonstrukcijom, uz višestruko veće troškove u odnosu na preventivne intervencije.

S aspekta zavisnosti od obima korištenja, troškovi održavanja se mogu podijeliti na **fiksne troškove**, koji su vezani za određeni kapacitet i ne variraju s količinom pružene usluge, i **varijabilne troškove**, koji zavise od intenziteta korištenja infrastrukture.

---

#### ***Primjer održavanja asfaltnih kolovoza kroz životni ciklus***

*Životni vijek asfaltnih kolovoza zavisi od kvaliteta izgradnje, klimatskih uslova, količine i strukture saobraćaja, ali i od kvaliteta održavanja. Kvalitetno izgrađen kolovoz s nižim saobraćajnim opterećenjem može trajati 25 godina ili više, dok sa pravilnim i pravovremenim održavanjem ovaj se vijek može dodatno produžiti, čime se povećava povrat na početnu investiciju. Najčešće aktivnosti održavanja asfaltnih kolovoza uključuju zaptivanje pukotina, krpljenje udarnih rupa i periodično presvlačenje habajućeg sloja asfalta. [5].*

---

#### ***7.5.3.1. Dinamika troškova održavanja tokom životnog ciklusa***

Troškovi održavanja nisu ravnomjerno raspoređeni tokom vremena. U ranim fazama životnog ciklusa infrastrukturnog objekta, kada je stanje kolovoza ili konstrukcije dobro, potrebne su minimalne intervencije. Kako se objekat približava sredini svog projektovanog vijeka, javlja se potreba za periodičnim održavanjem, dok u kasnijim fazama, ukoliko se održavanje ne provodi pravovremeno, dolazi do naglog rasta troškova.

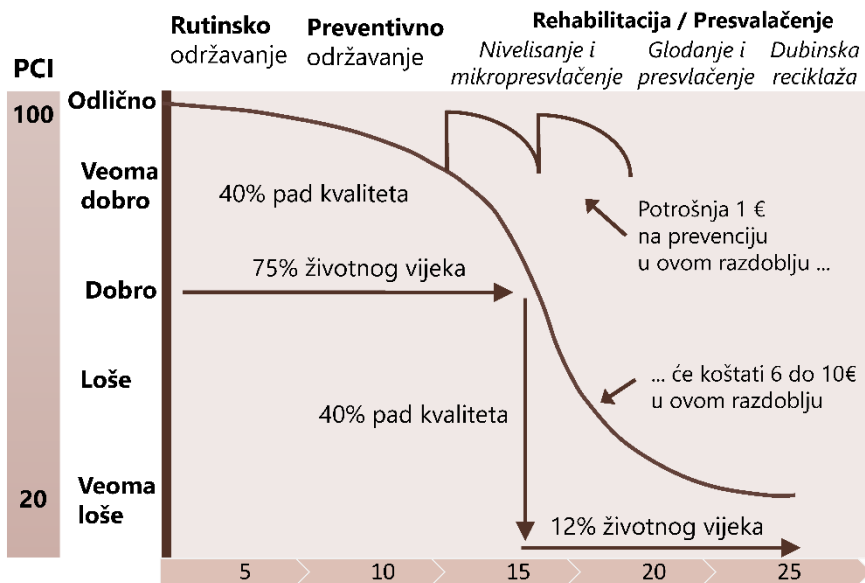
Ovakva dinamika posebno je izražena kod asfaltnih kolovoza. Indeks stanja kolovoza PCI (*Pavement Condition Index*) predstavlja kvantitativni pokazatelj tehničkog stanja kolovoza i najčešće je korišten u sistemima

upravljanja infrastrukturom. Vrijednosti PCI indeksa kreću se od 0 (potpuno neupotrebljivo stanje) do 100 (odlično stanje).

Troškovi održavanja u direktnoj su vezi s promjenom PCI vrijednosti tokom vremena. Pri visokim PCI vrijednostima degradacija je spora i zahtijeva uglavnom preventivne intervencije, dok nakon dostizanja kritične tačke dolazi do ubrzanog pada stanja i potrebe za znatno skupljim rehabilitacionim zahvatima.

Slika 7-4 i Tabela 7-3 prikazuje odnos PCI indeksa, faza održavanja i relativnih troškova intervencija. U ranoj fazi eksploatacije trošak preventivnog održavanja uzet je kao jedinična referentna vrijednost (1 €) isključivo u svrhu poređenja.

U kasnijim fazama, kada je kolovoz u lošem ili veoma lošem stanju, relativni troškovi potrebnih zahvata dostižu vrijednosti od 6 do 10 € u odnosu na jedinični trošak preventivne mjere. Ovakav odnos jasno potvrđuje da pravovremeno preventivno održavanje predstavlja osnovu racionalnog upravljanja infrastrukturom i ključni je element analize troškova životnog ciklusa.



Slika 7-4. Odnos PCI indeksa, faza održavanja i relativnih troškova

Tabela 7-3. Odnos PCI indeksa, tipa intervencije i relativnih troškova

PCI raspon	Stanje kolovoza	Preporučena mjera	Relativni trošak
85–100	Odlično	Rutinsko održavanje	1×
70–85	Veoma dobro	Preventivno održavanje (npr. mikropresvlačenje, zaptivanje pukotina)	1,5–2×
55–70	Dobro	Rehabilitacija, niveliranje i mikropresvlačenje	3–4×
40-55	Loše	Rehabilitacija, glodanje i presvlačenje	4–5×
< 40	Veoma loše	Dubinska reciklaža ili rekonstrukcija kolovozne konstrukcije	6-10×

Pored kolovozne konstrukcije, značajan dio troškova održavanja odnosi se i na druge elemente putne infrastrukture. To uključuje redovne i periodične radove na **mostovima i drugim objektima** (sanacija ležajeva, dilatacija, zaštita od korozije), **sistemu odvodnje** (čišćenje rigola, propusta i kanala), **saobraćajnoj signalizaciji i opremi** (obnova horizontalne i vertikalne signalizacije, zamjena zaštitnih ograda i sigurnosnih elemenata), kao i **zemljanim radovima i kosinama** (stabilizacija pokosa, uklanjanje odrona i vegetacije). Iako su ovi troškovi pojedinačno često manji od troškova održavanja kolovoza, njihov kumulativni uticaj na sigurnost i funkcionalnost saobraćajnice je značajan.

Slični principi važe i za ostale vidove transportne infrastrukture.

- Kod **željeznica** troškovi održavanja obuhvataju kolosijek, skretnice, signalno-sigurnosne i elektroenergetske sisteme, objekte i postrojenja.
- Kod **luka** se održavanje odnosi na obalne konstrukcije, gatove, navigacijsku opremu, bagerske radove i terminalnu infrastrukturu.
- Troškovi održavanja **aerodroma** uključuju piste i rulne staze, svjetlosnu signalizaciju, navigacione sisteme, objekte i sigurnosnu opremu.

Iako se struktura troškova razlikuje po vidovima transporta, zajedničko im je da pravovremeno održavanje ima ključnu ulogu u očuvanju funkcionalnosti, sigurnosti i ukupne ekonomske isplativosti infrastrukture.

#### 7.5.4. Finansijski operativni troškovi

Finansijski operativni troškovi predstavljaju *troškove poslovanja i funkcionisanja sistema*. Obuhvataju sve **tekuće novčane izdatke** koji nastaju tokom eksploatacije infrastrukturnog projekta i koje snosi **investitor ili upravitelj infrastrukture**. Ovi troškovi predstavljaju stvarne finansijske tokove projekta i direktno ulaze u finansijsku analizu, jer utiču na likvidnost, sposobnost servisiranja duga i ukupnu finansijsku održivost projekta.

Za razliku od operativnih troškova korisnika, koji se razmatraju u okviru ekonomske analize iz društvene perspektive, finansijski operativni troškovi odnose se isključivo na rashode povezane s upravljanjem, funkcionisanjem i pružanjem usluge infrastrukturnog sistema.

U sektoru saobraćajne infrastrukture, finansijski operativni troškovi najčešće uključuju:

- troškove osoblja (upravljanje, tehničko osoblje, administracija),
- troškove energije i komunalnih usluga,
- troškove upravljanja saobraćajem i nadzora sistema,
- troškove redovnog funkcionisanja objekata i opreme,
- troškove naplate (npr. cestarine, karte, IT sistemi),
- administrativne i režijske troškove (osiguranje, zakup, održavanje zgrada).

Visina finansijskih operativnih troškova zavisi od vrste infrastrukture, obima usluge, tehničkog nivoa sistema i organizacionog modela upravljanja. Kod infrastrukturnih projekata s naplatom usluge (npr. autoceste s naplatom cestarine, aerodromi, luke), ovi troškovi imaju posebno važnu ulogu jer direktno utiču na neto finansijski rezultat projekta.

U finansijskoj analizi, finansijski operativni troškovi se planiraju po godinama, u skladu s očekivanim režimom rada i intenzitetom korištenja infrastrukture, te se diskontuju zajedno s ostalim novčanim tokovima radi proračuna finansijskih pokazatelja isplativosti (FNPV, FRR).

---

### **Primjer finansijskih operativnih troškova cestovnog projekta**

Razmotrimo projekat upravljanja i eksploatacije autoceste dužine 50 km s naplatom cestarine. Tokom faze eksploatacije, upravitelj infrastrukture snosi sljedeće finansijske operativne troškove: troškove zaposlenih u službama upravljanja i održavanja, troškove električne energije za rasvjetu tunela i čvorova, troškove rada i održavanja sistema za naplatu cestarine, troškove nadzora i upravljanja saobraćajem, kao i administrativne i režijske troškove (osiguranje, IT sistemi, zakup i održavanje poslovnih prostora).

Svi navedeni troškovi predstavljaju stvarne novčane izdatke projekta i uključuju se u finansijsku analizu kao godišnji operativni rashodi. Oni se porede s prihodima od cestarine radi procjene finansijske održivosti projekta, ali se ne miješaju s operativnim troškovima korisnika (npr. troškovima goriva ili vremena putovanja), koji se razmatraju isključivo u ekonomskoj analizi.

U narednoj tabeli je dat bročani primjer godišnjih finansijskih operativnih rashoda projekta.

<b>Stavka troška</b>	<b>Godišnji iznos (€)</b>	<b>Napomena</b>
Troškovi zaposlenih	1.200.000	Upravljanje, naplata, nadzor
Energija (rasvjeta, sistemi)	450.000	Tuneli, čvorovi, objekti
Održavanje operativnih sistema	600.000	Naplata cestarine, ITS
Upravljanje saobraćajem i sigurnost	350.000	Centar za upravljanje, nadzor
Administrativni i režijski troškovi	300.000	IT, osiguranje, zakup
<b>Ukupno</b>	<b>2.900.000</b>	Godišnji finansijski rashodi

Ovi rashodi predstavljaju stvarne novčane tokove projekta i u potpunosti se uključuju u finansijsku analizu radi procjene finansijske održivosti i likvidnosti projekta.

---

## 7.6. Procjena ukupnih prihoda projekta

Prihodi projekta u finansijskoj analizi definišu se **kao novčani prilivi koji direktno proizlaze iz korištenja projektne infrastrukture ili pružanja usluga, a koje ostvaruje investitor ili operater projekta**. Ovi prihodi predstavljaju osnovu za proračun finansijske profitabilnosti projekta i za provjeru njegove finansijske održivosti iz perspektive investitora i finansijera.

Tipični finansijski prihodi u transportnim projektima obuhvataju:

- cestarine, karte, takse i druge naknade koje plaćaju korisnici,
- naknade za korištenje infrastrukture (npr. željezničke pruge, terminala),
- prihode od prodaje ili zakupa zemljišta, zgrada i pratećih sadržaja,
- prihode od netransportnih aktivnosti vezanih uz projekat (npr. zakup odmorišta, oglašavanje).

Prihodi se procjenjuju na osnovu:

- prognoze obima saobraćaja ili korištenja usluge (broj vozila, putnika, tonaža),
- projekcije tarifa, naknada i cijena kroz vrijeme,
- očekivanog rasta potražnje i indeksacije cijena.

**Transferi i subvencije** (npr. budžetska sredstva, kompenzacije za obavljanje javne usluge), kao i ostali finansijski prilivi koji ne proizlaze direktno iz korištenja infrastrukture (npr. kamate), **ne uključuju se u proračun finansijske profitabilnosti** (FNPV/FRR). Međutim, oni se uzimaju u obzir pri **provjeri finansijske održivosti**, jer doprinose pokriću rashoda i očuvanju likvidnosti projekta.

Ako se usluge projekta plaćaju od strane države ili drugog javnog tijela (npr. kroz ugovore o dostupnosti ili plaćanja po učinku), takva plaćanja se u finansijskoj analizi tretiraju kao **prihodi projekta**, budući da predstavljaju novčani priliv ostvaren na osnovu korištenja projektne infrastrukture.

Kao rezultat analize, izrađuje se projekcija finansijskih prihoda za cijeli referentni period, u scenarijima „bez projekta“ i „sa projektom“.

Razlika između ova dva scenarija predstavlja **inkrementalne finansijske novčane tokove**, odnosno dodatne novčane prilive i odlive koji nastaju isključivo kao posljedica realizacije projekta u odnosu na stanje bez projekta. Ovi tokovi se koriste za proračun finansijskih pokazatelja isplativosti (FNPV, FRR) i za analizu finansijske održivosti projekta.

Pregled tipičnih finansijskih prihoda relevantnih za proračun finansijske profitabilnosti transportnih projekata dat je u narednoj tabeli (Tabela 7-4).

*Tabela 7-4. Tipični finansijski prihodi u transportnim projektima*

<b>Vrsta prihoda</b>	<b>Podkategorija / primjer</b>	<b>Cesta / Željeznica / JP / Parking</b>
<b>Prihodi od transportnih aktivnosti</b>	Cestarine i druge korisničke naknade	Cesta
	Naknade za korištenje željezničke pruge	Željeznica
	Naplata karata (putnički saobraćaj)	Željeznica, javni prijevoz
	Naknade za javni prijevoz (karte, pretplate)	Javni prijevoz
	Parking naknade	Parking / javni prijevoz
<b>Prihodi od netransportnih aktivnosti</b>	Zakup servisnih stanica i odmorišta	Cesta
	Zakup poslovnih prostora u stanicama	Željeznica, javni prijevoz
	Oglašavanje (uz cestu, na stanicama, u vozilima)	Cesta, željeznica, javni prijevoz
	Vrijednost otpadnog / reciklažnog materijala	Svi vidovi
	Prodaja ili zakup zemljišta i zgrada	Svi vidovi

---

### **Primjer 7-1. Projekcija prihoda od cestarine i netransportnih aktivnosti**

Razmatra se nova dionica autoceste dužine 30 km na kojoj se naplaćuje cestarina. U prvoj godini pune eksploatacije očekuje se prosječno 10.000 vozila dnevno, uz cestarinu od 0,08 €/vozilo·km.

Broj vozila raste 2% godišnje, a tarifa se indeksira (usklađuje) 1% godišnje. Pored prihoda od cestarine, koncesionar ostvaruje i finansijske prihode od zakupa odmorišta u iznosu od 200.000 € godišnje, uz godišnji rast od 1%.

U ovom primjeru razmatraju se isključivo **finansijski prihodi projekta**, odnosno novčani prilivi koji ulaze u finansijsku analizu i proračun pokazatelja finansijske isplativosti.

#### **Prihodi u prvoj godini eksploatacije**

Godišnji broj vozila:

$$N_1 = 10.000 \times 365 = 3.650.000 \text{ vozila/god}$$

Godišnji broj vozilo-kilometara

$$VK_1 = N_1 \times 30 = 3.650.000 \times 30 = 109.500.000 \text{ vozilo km/god}$$

1. Prihod od cestarine u prvoj godini:

$$R_{\text{toll},1} = VK_1 \times 0,08 = 109.500.000 \times 0,08 = 8.760.000 \text{ €/god}$$

2. Prihodi od zakupa odmorišta u prvoj godini

$$R_{\text{zakup},1} = 200.000 \text{ €/god}$$

3. Ukupni prihodi u prvoj godini

$$R_{\text{ukupno},1} = R_{\text{toll},1} + R_{\text{zakup},1} = 8.760.000 + 200.000 = 8.960.000 \text{ €/god}$$

4. Projekcija prihoda u narednim godinama

U drugoj i svim narednim godinama eksploatacije prihodi se računaju primjenom pretpostavljenih stopa rasta saobraćaja i indeksacije tarifa:

- broj vozila:

$$N_t = N_{t-1} \times 1,02$$

- tarifa:

$$T_t = T_{t-1} \times 1,01$$

- prihod od cestarine:

$$R_{\text{toll},t} = N_t \times 30 \times T_t$$

- prihod od zakupa odmorišta:

$$R_{\text{zakup},t} = R_{\text{zakup},t-1} \times 1,01$$

Na ovaj način dobija se projekcija finansijskih prihoda po godinama za cijeli referentni period analize (npr. 25–30 godina). Tako izračunati godišnji prihodi se koriste za formiranje **inkrementalnih finansijskih novčanih tokova**, koji predstavljaju osnovu za proračun finansijskih pokazatelja isplativosti projekta (FNPV, FRR) i provjeru njegove finansijske održivosti.

## 7.7. Inflacijsko prilagođavanje troškova i prihoda

U analizama infrastrukturnih projekata troškovi i prihodi mogu se iskazivati u **stalnim (realnim)** ili **trenutnim (nominalnim)** cijenama, u zavisnosti od načina na koji se tretira inflacija. Izbor pristupa ne zavisi od prirode projekta, već od metodološkog okvira finansijske analize i raspoloživosti podataka.

**Stalne (realne) cijene** izražene su u vrijednostima odabrane bazne godine i ne uključuju uticaj opšte inflacije. Njihovom primjenom eliminiše se efekat rasta opšteg nivoa cijena, čime se omogućava sagledavanje stvarnih promjena u obimu aktivnosti i strukturi troškova i prihoda. U ovom pristupu diskontovanje se vrši **realnom diskontnom stopom**, koja ne sadrži inflaciju.

**Trenutne (nominalne) cijene** izražavaju vrijednosti u cijenama koje važe u svakoj pojedinačnoj godini i uključuju očekivani uticaj inflacije. U tom slučaju, troškovi i prihodi se iz godine u godinu uvećavaju u skladu s projekcijama inflacije i eventualnim indeksacijama cijena, a diskontovanje se vrši **nominalnom diskontnom stopom** koja obuhvata i realni prinos i inflaciju.

Nominalna i realna diskontna stopa povezane su tzv. **Fisherovom relacijom**:

$$(1 + d_n) = (1 + d_r)(1 + \pi) \quad (7-1)$$

gdje su:

$d_n$ – nominalna diskontna stopa,

$d_r$ – realna diskontna stopa,

$\pi$ – stopa inflacije.

Iz ove relacije proizlazi da se nominalna diskontna stopa može aproksimirati kao:

$$d_n \approx d_r + \pi \quad (7-2)$$

što je prihvatljivo pojednostavljenje za umjerene stope inflacije.

Efekat inflacije, odnosno opšti porast nivoa cijena i moguće promjene relativnih cijena pojedinih ulaznih i izlaznih veličina, može značajno uticati na projekciju finansijske rentabilnosti, posebno kod projekata sa dugim vremenskim horizontom. Ključno metodološko pravilo jeste da su **način iskazivanja cijena i odabrana diskontna stopa međusobno usklađeni**. Stalne cijene zahtijevaju realnu diskontnu stopu, dok trenutne cijene zahtijevaju nominalnu stopu. Kada se koriste stalne cijene, promjene relativnih cijena (npr. brži rast cijena energije u odnosu na opštu inflaciju) je potrebno eksplicitno ugraditi u projekcije tamo gdje su te promjene značajne za rezultate analize.

---

### **Primjer 7-2. Stalne i trenutne cijene u finansijskoj analizi**

*Pretpostavimo da su godišnji operativni troškovi projekta u baznoj godini 1.000.000 €. Očekivana stopa inflacije iznosi 3% godišnje, a realna diskontna stopa 4%.*

1. Ako se analiza provodi u **stalnim cijenama**, operativni trošak ostaje 1.000.000 € u svim godinama, a diskontovanje se vrši realnom diskontnom stopom od 4%.
2. Ako se analiza provodi u **trenutnim (nominalnim) cijenama**, operativni troškovi se uvećavaju za stopu inflacije:
  - u 2. godini: 1.030.000 €
  - u 3. godini: 1.060.900 €

U tom slučaju diskontovanje se vrši nominalnom diskontnom stopom, koja uključuje inflaciju.

---

---

## Proračun nominalne diskontne stope

Dato je:

- realna diskontna stopa:  $d_r = 4\% = 0,04$
- očekivana godišnja inflacija:  $\pi = 3\% = 0,03$

Primjenom Fisherove relacije:

$$(1 + d_n) = (1 + d_r)(1 + \pi)$$

$$(1 + d_n) = (1,04)(1,03) = 1,0712$$

$$d_n = 1,0712 - 1 = 0,0712 = 7,12\%$$

Iako se nominalna diskontna stopa često aproksimira zbirom realne stope i inflacije ( $4\% + 3\% = 7\%$ ), precizniji proračun prema Fisherovoj relaciji daje nešto višu stopu ( $7,12\%$ ), što je posebno važno kod dugoročnih infrastrukturnih projekata.

---

U praksi su oba pristupa dozvoljena, pod uslovom da su projekcije cijena i diskontna stopa međusobno usklađene. Neusklađenost između stalnih i nominalnih veličina dovodi do pogrešne procjene finansijske isplativosti projekta.

## 7.8. Finansijska održivost

Finansijski plan projekta treba da demonstrira njegovu **finansijsku održivost**, odnosno sposobnost projekta da tokom čitavog referentnog perioda redovno izmiruje sve svoje novčane obaveze bez rizika od nelikvidnosti. To podrazumijeva da projekat ni u jednoj godini ne ostane bez gotovine potrebne za pokriće tekućih rashoda, investicionih izdataka i obaveza po osnovu servisiranja duga.

Osnovni uslov finansijske održivosti jeste **usklađenost vremenskog toka priliva i odliva gotovine**. Ukupni godišnji prilivi, uključujući prihode od korisnika, transferna plaćanja (budžetske transfere i namjenske naknade) i eventualne operativne subvencije, moraju biti dovoljni da pokriju:

- investicione izdatke,
- operativne troškove, i
- obaveze po osnovu otplate glavnice i kamata.

Projekat se smatra finansijski održivim ukoliko je **kumulativni neto novčani tok pozitivan u svakoj godini** analiziranog perioda. Drugim riječima, u finansijskoj projekciji ne smiju se pojaviti godine sa negativnim kumulativnim stanjem gotovine.

### **Primjer 7-3. Provjera finansijske održivosti projekta**

Pretpostavimo da se projekat djelimično finansira dugoročnim kreditom, pri čemu godišnje obaveze po osnovu **servisa duga (otplata kamate i dijela glavnice)** iznose 600.000 €. Godišnji novčani tokovi prikazani su u narednoj tabeli.

	<b>Prihodi (€)</b>	<b>Troškovi (€)</b>		<b>(€)</b>	<b>(€)</b>
Godina	Prihodi + subvencije	Operativni troškovi	Servis duga	Neto tok	Kumulativni tok
<b>1</b>	3.000.000	2.200.000	600.000	200.000	200.000
<b>2</b>	3.100.000	2.250.000	600.000	250.000	450.000
<b>3</b>	3.200.000	2.300.000	600.000	300.000	750.000

Kako je **kumulativni novčani tok u svakoj godini pozitivan**, projekat nema rizik od nelikvidnosti i smatra se finansijski održivim, iako njegova finansijska profitabilnost može biti ograničena.

Za projekte javnih cesta koji nemaju naplatu cestarine, finansijska održivost se ne zasniva isključivo na tržišnim prihodima, već na zakonom definisanim izvorima finansiranja. U tom smislu, sredstva za održavanje, obnovu, rekonstrukciju i izgradnju javnih cesta osiguravaju se kombinacijom javnih prihoda, kreditnih sredstava i donacija odnosno grantova.

Javni prihodi obuhvataju, između ostalog, naknade za upotrebu cesta koje se plaćaju pri registraciji vozila, naknade sadržane u cijeni nafte i naftnih derivata, naknade za vanrednu i prekomjernu upotrebu cesta, prihode od korištenja cestovnog zemljišta i reklamnih znakova, kao i druge namjenske naknade propisane posebnim aktima. Ovi prihodi predstavljaju osnovni izvor finansiranja magistralnih i regionalnih cesta kod kojih ne postoji direktna naplata cestarine.

U finansijskoj analizi ovakvih projekata navedeni izvori tretiraju se kao finansijski prilivi projekta, zajedno sa eventualnim kreditima i grantovima iz budžeta različitih nivoa vlasti, te služe za osiguranje likvidnosti i redovnog izmirenja obaveza tokom perioda analize.

Iako finansijska analiza omogućava procjenu održivosti projekta sa stanovišta investitora ili budžetskog korisnika, njen domet je ograničen na novčane tokove koji imaju neposredan finansijski karakter. Ona ne obuhvata šire društvene koristi i troškove koji nastaju realizacijom projekta. Zbog toga se u nastavku razmatra ekonomska analiza, koja proširuje evaluacijski okvir uključivanjem eksternalija i ukupnih društvenih efekata infrastrukturnih ulaganja.

## 8. EKONOMSKA ANALIZA PROJEKATA

---

### 8.1. Metodološki okvir ekonomske analize

Ekonomska analiza predstavlja proširenje evaluacijskog okvira projekta sa perspektive investitora na perspektivu društva u cjelini, s ciljem utvrđivanja da li realizacija projekta dovodi do neto povećanja društvenog blagostanja u odnosu na scenarij „bez projekta“ ili raspoložive alternative.

Za razliku od finansijske analize, koja se zasniva na tržišnim cijenama i stvarnim novčanim tokovima projekta, ekonomska analiza vrši korekciju tržišnih cijena, isključuje transferna plaćanja i uključuje eksternalije kako bi bili obuhvaćeni svi relevantni društveni troškovi i koristi.

U okviru ekonomske analize finansijski tokovi se transformišu u ekonomske isključivanjem poreza, subvencija i drugih čistih transfera, primjenom ekonomskih („shadow“) cijena resursa te uključivanjem troškova i koristi koje snose korisnici i društvo, a koji se ne pojavljuju kao direktni novčani tokovi projekta. Poseban značaj imaju eksterni efekti, uključujući uštede vremena putovanja, smanjenje operativnih troškova vozila, smanjenje broja i težine saobraćajnih nezgoda, kao i ekološke uticaje (emisije zagađujućih materija, buka i klimatski efekti).

U suštini, ekonomska analiza ispituje da li su ukupne društvene koristi projekta veće od ukupnih društvenih troškova, uzimajući u obzir alternativnu upotrebu ograničenih resursa kao što su novac, rad, zemljište i vrijeme.

Ekonomska analiza projekta se u pravilu prezentuje kroz skup tabela koje prikazuju ekonomske koristi i troškove tokom cjelokupnog ekonomskog vijeka projekta. Na osnovu tih tabela procjenjuje se njegova ukupna ekonomska opravdanost.

Prije izrade ekonomskih tabela potrebno je jasno definisati sljedeće ulazne pretpostavke:

1. ekonomski vijek trajanja projekta,
2. finansijske tokove koji se podvrgavaju ekonomskim korekcijama,

3. vrste i obim koristi i troškova korisnika i društva (uštete vremena, smanjenje troškova eksploatacije, sigurnosni i ekološki efekti i dr.),
4. konverzije (obračunske) faktore i korekcije tržišnih cijena,
5. rezidualnu ekonomsku vrijednost projekta,
6. primijenjenu društvenu diskontnu stopu, i
7. metode vrednovanja eksternalija, ukoliko su relevantne.

Na osnovu formiranih ekonomskih tabela izračunavaju se ključni **pokazatelji ekonomske analize**, među kojima su:

- ekonomska neto sadašnja vrijednost (ENPV),
- ekonomska interna stopa rentabilnosti (ERR),
- odnos koristi i troškova (B/C), i
- rezultati analize osjetljivosti i rizika (ukoliko se provode).

## 8.2. Struktura ekonomskih tokova

Ekonomski novčani tok projekta predstavlja razliku između ukupnih ekonomskih koristi i ukupnih ekonomskih troškova po godinama tokom referentnog perioda analize.

$$\text{Ekonomski tok} = \text{Ekonomske koristi} - \text{Ekonomski troškovi}$$

Tabela 8-1. Ekonomske koristi i troškovi u CBA

Ekonomski TROŠKOVI	Ekonomske KORISTI
• Investicioni troškovi	• Uštete troškova vremena putovanja
• Rekonstruktivni troškovi	• Povećanje potrošačkog viška (uključujući generisani saobraćaj)
• Operativni troškovi održavanja infrastrukture	• Uštete operativnih troškova vozila (VOC)
• Troškovi rada i zemljišta	• Uštete troškova saobraćajnih nezgoda
• Povećanje negativnih eksternalija (ako nastanu)	• Smanjenje negativnih eksternalija (emisije, buka i sl.)

Tabela 8-1 daje pregled osnovnih kategorija ekonomskih troškova i koristi koje čine osnovu za formiranje ekonomskih novčanih tokova projekta.

### 8.3. Prelazak sa finansijskih na ekonomske tokove

Ekonomska analiza polazi od istih podataka kao i finansijska (investicioni troškovi, troškovi eksploatacije i prihodi projekta), ali ih prilagođava kako bi odražavali oportunitetni trošak resursa za društvo, a ne samo novčane tokove investitora. Prelazak sa finansijskih na ekonomske tokove zasniva se na inkrementalnom pristupu, korekciji cijena i uključivanju eksternalija.

Osnovni princip je **inkrementalna analiza** u kojoj se svi troškovi i koristi posmatraju kao razlika između scenarija „bez projekta“ (ili „uradi minimum“) i scenarija „sa projektom“. Inkrementalni ekonomski tokovi predstavljaju godišnju razliku između ova dva scenarija i upravo oni ulaze u proračun ENPV, EIRR i B/C pokazatelja.

Finansijske tokove zatim treba prilagoditi ekonomskoj perspektivi:

- iz troškova i prihoda se isključuju porezi, carine, subvencije i čisti transferi, jer oni predstavljaju preraspodjelu, a ne stvarnu potrošnju ili stvaranje resursa za društvo,
- dodaju se efekti koji nisu vidljivi u finansijskim izvještajima, poput ušteda vremena, smanjenja troškova nezgoda i promjena u emisijama i buci.

Zbog tržišnih distorzija, tržišne cijene često ne odražavaju stvarni oportunitetni trošak resursa. Stoga se primjenjuju „shadow“ cijene dobijene konverzijom finansijskih cijena.

U tom kontekstu, razlikuju se trgovinske (tradable) i netrgovinske (non-tradable) komponente troškova. Trgovinske komponente su dobra i oprema kojima se može međunarodno trgovati (npr. čelik, cement, signalna oprema). Njihova ekonomska vrijednost zasniva se na međunarodnim, odnosno graničnim cijenama, jer one odražavaju alternativu uvoza ili izvoza. Nakon prilagođavanja za transport i uklanjanja poreza dobija se ekonomska cijena koja predstavlja stvarni društveni oportunitetni trošak.

Netrgovinske komponente, poput lokalnih radova, usluga projektovanja ili zemljišta, nemaju međunarodnu tržišnu alternativu, pa se njihove

finansijske cijene koriguju konverzionim faktorima radi uklanjanja domaćih distorzija.

Poseban slučaj je rad, kada se u uslovima nezaposlenosti može primijeniti "shadow" faktor rada, jer tržišna nadnica ne mora odražavati puni društveni oportunitetni trošak angažovanja radne snage.

### 8.3.1. Konverzioni faktori u ekonomskoj analizi

U ekonomskoj analizi projekata cilj nije procjena finansijskih izdataka investitora, već utvrđivanje stvarnog troška i koristi resursa za društvo u cjelini. Tržišne cijene koje se koriste u finansijskoj analizi često ne odražavaju oportunitetni trošak resursa zbog poreza, subvencija, regulacija, monopola ili distorzija na tržištu rada i kapitala.

Zbog toga se finansijske (tržišne) cijene koriguju primjenom **konverzionih faktora (CF – Conversion Factors)**, kako bi se dobile ekonomske ili „shadow“ cijene.

Konverzioni faktor definiše se kao:

$$CF = \frac{\text{ekonomska cijena}}{\text{finansijska cijena}}$$

Vrijednost CF-a može biti manja, jednaka ili veća od 1, u zavisnosti od toga da li finansijska cijena precjenjuje, realno odražava ili potcjenjuje oportunitetni trošak resursa.

U praksi se konverzioni faktori ne određuju proizvoljno za svaki projekat, već se preuzimaju iz nacionalnih metodoloških smjernica ili preporuka međunarodnih institucija (npr. Evropske komisije, EIB, JASPERS). Kada takve smjernice ne postoje, koriste se referentne vrijednosti uz jasno obrazloženje pretpostavki.

U praksi se razlikuju *specifični, ponderisani i standardni* konverzioni faktori.

#### 1. Specifični konverzioni faktori

U EU praksi se primjenjuju različiti konverzioni faktori za pojedine komponente troškova (Tabela 8-2) [6]:

Tabela 8-2. Faktori konverzije za različite vrste troškova

Vrsta troška	CF	Obrazloženje
<b>Nekvalifikovani rad</b>	0,60	Visoka nezaposlenost → "shadow" nadnica niža od tržišne
<b>Kvalifikovani rad</b>	1,00	Konkurentno tržište rada
<b>Zemljište</b>	1,00	Eksproprijaciona cijena ≈ oportunitetni trošak
<b>Sirovine (trgovinske robe)</b>	0,98	Standardni konverzioni faktor
<b>Energija</b>	0,492	Neto cijena bez akciza

Na primjer, ako je finansijski trošak nekvalifikovanog rada 1.000.000 €, a CF = 0,60, tada je ekonomski trošak:

$$1.000.000 \times 0,60 = 600.000 \text{ €}$$

To znači da je društveni oportunitetni trošak rada niži od tržišne nadnice zbog nezaposlenosti.

## 2. Ponderisani konverzioni faktori

Ako postoji detaljna struktura troškova (npr.: nekvalifikovana radna snaga, kvalifikovana radna snaga, sirovine, energija, oprema) tada se računa **ponderisani konverzioni faktor** kao prosjek pojedinačnih CF-a, ponderisan udjelima svake komponente.

Na primjer, ako imamo strukturu građevinskih radova:

- 40% nekvalifikovani rad (CF = 0,60)
- 8% kvalifikovani rad (CF = 1,00)
- 45% sirovine (CF = 0,98)
- 7% energija (CF = 0,492)

Ponderisani CF za građevinske radove iznosi:

$$PCF = 0,40 \times 0,60 + 0,08 \times 1,00 + 0,45 \times 0,98 + 0,07 \times 0,49 = 0,794$$

Tada je:

$$\text{Ekonomski trošak radova} = \text{Finansijski trošak} \times 0,794$$

Na taj način agregirani finansijski trošak se prevodi u ekonomski bez modeliranja svake komponente posebno.

Tabela 8-3. Ponderisani faktori konverzije za različite vrste troškova

Vrsta troška	PCF	Obrazloženje
<b>Radovi</b>	0,794	40% nekvalifikovana radna snaga, 8% kvalifikovana radna snaga, 45% sirovine, 7% energija
<b>Održavanje</b>	0,754	37% nekvalifikovana radna snaga, 7% kvalifikovana radna snaga, 46% sirovine, 10% energija
<b>Naplatni sistem</b>	0,705	73% nekvalifikovana radna snaga, 10% kvalifikovana radna snaga, 17% sirovine
<b>Preostala (rezidualna) vrijednost</b>	0,785	59% radovi, 27% rješavanje imovinsko-pravnih odnosa, 7% eksproprijacija zemljišta, 5% režijski troškovi, 2% opšti troškovi

### 3. Standardni konverzioni faktor (SCF)

U slučaju kada nisu dostupni podaci o strukturi troškova, tada se koristi standardni konverzioni faktor (SCF):

$$SCF = \frac{M + X}{(M + T_m) + (X - T_x)} \quad (8-1)$$

gdje su:

M – ukupan uvoz,

X – ukupan izvoz,

$T_m$  – porezi i carine na uvoz,

$T_x$  – porezi na izvoz.

SCF koriguje tržišne cijene za trgovinske distorzije. U praksi se njegova vrijednost najčešće kreće između 0,85 i 0,95.

#### **Primjer 8-1. Proračun standardnog konverzionog faktora**

##### **Podaci (u milionima eura)**

Ukupan uvoz (**M**) = 3.000

Ukupan izvoz (**X**) = 1.500

Porezi i carine na uvoz (**T<sub>m</sub>**) = 800

Porezi na izvoz (**T<sub>x</sub>**) = 25

### Proračun

$$SCF = \frac{3.000 + 1.500}{(3.000 + 800) + (1.500 - 25)} = \frac{4.500}{3.800 + 1.475} = 0,853$$

Vrijednost **SCF = 0,853** znači da su tržišne cijene u prosjeku oko 15% više od njihovih ekonomskih (shadow) vrijednosti.

U Bosni i Hercegovini ne postoji zvanično objavljen nacionalni standardni konverzioni faktor (SCF). U praksi se, uzimajući u obzir PDV 17% i ograničene carine zbog sporazuma o slobodnoj trgovini, u studijama javnih investicija najčešće koristi vrijednost **SCF ≈ 0,90**.

Tabela 8-4 i Tabela 8-5 prikazuju prelazak sa finansijskih na ekonomske novčane tokove (mil. €) za vremenski period od 10 godina. Finansijska diskontna stopa je 4,25%, dok je ekonomska stopa 5,25%.

Tabela 8-4. Finansijska analiza- primjer

	Godine									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ukupni operativni prihodi</i>	0	42	115	119	126	126	126	126	126	126
<b>Ukupni prilivi</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>115</b>	<b>119</b>	<b>126</b>	<b>126</b>	<b>126</b>	<b>126</b>	<b>126</b>	<b>126</b>
<i>Ukupni operativni troškovi</i>	0	-56	-75	-98	-101	-101	-101	-101	-117	-117
<i>Ukupni investicioni troškovi</i>	-165	-4	-4	-24	-3	0	-26	0	0	12
<b>Ukupni odlivi</b>	<b>-165</b>	<b>-60</b>	<b>-79</b>	<b>-122</b>	<b>-104</b>	<b>-101</b>	<b>-127</b>	<b>-101</b>	<b>-117</b>	<b>-105</b>
<b>Neto novčani tok</b>	<b>-165</b>	<b>-18</b>	<b>36</b>	<b>-3</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>-1</b>	<b>25</b>	<b>9</b>	<b>21</b>
<b>Finansijska interna stopa rentabilnosti – FRR(C):</b>										<b>-5,66%</b>
<b>Finansijska neto sadašnja vrijednost investicije – FNPV:</b>										<b>-74,04</b>

Prelazak na ekonomsku analizu:

1. Pretvaranje tržišnih u obračunske (shadow) cijene,
2. Monetizacija netržišnih efekata,
3. Uključivanje indirektnih efekata (gdje je primjenjivo),
4. Diskontovanje društvenom diskontnom stopom,
5. Proračun ekonomskih pokazatelja uspješnosti.

Tabela 8-5. Ekonomska analiza-primjer

	CF	Godine									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Fiskalne korekcije*</b>											
<i>Smanjeno zagađenje na okoliš</i>		0	11	11	11	11	11	11	11	11	11
<b>Eksterne koristi</b>		<b>0</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>
<i>Prihodi X</i>	1,2	0	32,4	72	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8	76,8
<i>Prihodi Y</i>	1,1	0	16,5	60,5	60,5	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2	68,2
<b>Ukupni operativni prihodi</b>		<b>0</b>	<b>48,9</b>	<b>132,5</b>	<b>137,3</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>145</b>
<i>Povećana buka</i>		0	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12
<b>Eksterni troškovi</b>		<b>0</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>	<b>-12</b>
<i>Rad</i>	0,8	0	-18,4	-18,4	-25,6	-25,6	-25,6	-25,6	-25,6	-30,4	-30,4
<i>Ostali operativni troškovi</i>	1,1	0	-36,3	-57,2	-72,6	-75,9	-75,9	-75,9	-75,9	-86,9	-86,9
<b>Ukupni operativni troškovi</b>		<b>0</b>	<b>-54,7</b>	<b>-75,6</b>	<b>-98,2</b>	<b>-101,5</b>	<b>-101,5</b>	<b>-101,5</b>	<b>-101,5</b>	<b>-117,3</b>	<b>-117,3</b>
<b>Ukupni investicioni troškovi</b>	<b>0,9</b>	<b>-148,5</b>	<b>-3,6</b>	<b>-3,6</b>	<b>-21,6</b>	<b>-2,7</b>	<b>0</b>	<b>-23,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10,8</b>
<i>Neto novčani tok</i>		-148,5	-10,4	52,3	16,5	39,8	42,5	19,1	42,5	26,7	37,5
<b>Ekonomska interna stopa rentabilnosti – ERR:</b>										<b>11,74%</b>	
<b>Ekonomska neto sadašnja vrijednost – ENPV:</b>										<b>53,36</b>	
<b>Odnos koristi i troškova – B/C:</b>										<b>1,06</b>	

\* Fiskalne korekcije predstavljaju uklanjanje poreza, такси i drugih transfera koji su već uključeni u finansijskoj analizi.

Prethodne tabele (Tabela 8-4 i Tabela 8-5) prikazuju razliku između finansijske i ekonomske analize projekta. U finansijskoj analizi projekat ostvaruje negativnu neto sadašnju vrijednost i negativnu internu stopu rentabilnosti, što znači da nije profitabilan za investitora. Nakon korekcija za poreze, primjene konverzionih faktora i uključivanja eksternalija, u ekonomskoj analizi projekat ostvaruje pozitivnu ENPV i ERR veću od društvene diskontne stope. To pokazuje da projekat, iako finansijski neprofitabilan, donosi neto korist društvu i može biti ekonomski opravdan.

## 8.4. Ekonomski troškovi i koristi projekta

Ekonomski troškovi saobraćajnih projekata predstavljaju društvene gubitke povezane s izgradnjom, održavanjem i korištenjem infrastrukture. Za razliku od finansijskih troškova, ekonomski troškovi obuhvataju ukupnu potrošnju društvenih resursa izraženu u ekonomskim (shadow) cijenama.

U analizi troškova i koristi (CBA) troškovi i koristi posmatraju se kroz iste kategorije. Kada se realizacijom projekta određeni ekonomski trošak smanji u odnosu na scenarij „bez projekta“, ta razlika predstavlja ekonomsku korist za društvo.

Opšti princip se može izraziti kao:

$$B_t = C_{bez,t} - C_{sa,t} \quad (8-2)$$

gdje je:

$B_t$  – ekonomska korist u godini  $t$ ,

$C_{bez,t}$  – trošak u scenariju bez projekta,

$C_{sa,t}$  – trošak u scenariju sa projektom.

Razlika između troškova u dva scenarija ne mora uvijek biti pozitivna. U pojedinim slučajevima realizacija projekta može dovesti do povećanja određenih ekonomskih troškova (npr. porast emisija usljed rasta saobraćaja, veći troškovi održavanja infrastrukture ili povećani budžetski izdaci). Tada razlika poprima negativan predznak i tretira se kao dodatni društveni trošak u ekonomskim tokovima projekta. Ukupna ekonomska isplativost zavisi od neto efekta svih pozitivnih i negativnih promjena.

U nastavku se razmatraju glavne kategorije ekonomskih troškova i način na koji se njihovo smanjenje transformiše u koristi projekta.

### 8.4.1. Troškovi investicije, obnove i rekonstrukcije u ekonomskim cijenama

Investicioni troškovi obuhvataju početna ulaganja u izgradnju nove saobraćajne infrastrukture (poglavlje 7.5.1), uključujući građevinske radove, materijale, opremu, projektovanje, nadzor i druge aktivnosti neophodne za realizaciju projekta.

Troškovi obnove i rekonstrukcije, čija je razlika detaljno objašnjena u poglavlju 7.5.2, javljaju se tokom životnog vijeka projekta i mogu imati različit ekonomski tretman. Obnova se u pravilu posmatra kao dio troškova životnog ciklusa koji produžavaju vijek trajanja postojeće infrastrukture, dok se rekonstrukcija, ukoliko podrazumijeva povećanje kapaciteta ili promjenu funkcionalnih karakteristika, može tretirati kao nova investicija.

U ekonomskoj analizi svi ovi izdaci predstavljaju negativne novčane tokove i unose se u ekonomske tokove projekta prema vremenskom rasporedu njihove realizacije, u skladu s inkrementalnim pristupom.

Finansijske cijene ne preuzimaju se direktno, već se koriguju kako bi odražavale stvarni društveni oportunitetni trošak resursa. Korekcija podrazumijeva:

- uklanjanje poreza, carina i drugih fiskalnih transfera,
- primjenu odgovarajućih konverzionih faktora,
- prilagođavanje cijena u slučaju tržišnih distorzija (subvencije, administrativno regulisane cijene, monopolističke strukture).

Za komponente koje su predmet međunarodne razmjene (npr. čelik, cement, standardizovana tehnička oprema) preporučuje se korištenje međunarodnih referentnih ili graničnih cijena kao osnove za utvrđivanje ekonomskih vrijednosti, jer one bolje odražavaju alternativnu vrijednost resursa za društvo.

#### 8.4.2. Troškovi rada i zemljišta u ekonomskim cijenama

Troškovi rada i zemljišta u ekonomskoj analizi vrednuju se prema njihovom društvenom oportunitetnom trošku, a ne prema finansijskim izdacima projekta. Kod rada se primjenjuje odgovarajući „shadow“ faktor, zavisno od stanja na tržištu rada: u uslovima nezaposlenosti ekonomska vrijednost nekvalifikovanog rada može biti niža od tržišne nadnice, dok je za kvalifikovanu radnu snagu na tržištu ona najčešće bliska tržišnoj plati.

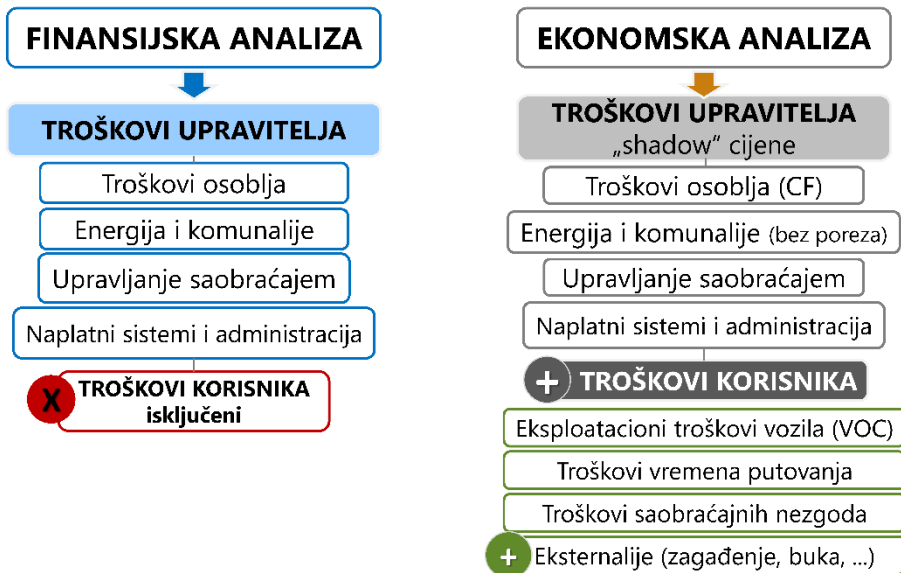
Vrijednost zemljišta određuje se prema njegovoj najboljoj alternativnoj upotrebi, odnosno prema vrijednosti koju bi društvo ostvarilo da se zemljište koristi na drugi, najprofitabilniji način. Ako zemljište nema značajnu alternativnu namjenu, ekonomski trošak može biti nizak.

Međutim, ukoliko se projekat realizuje na zemljištu koje generiše prihod ili ima komercijalnu vrijednost, ekonomski trošak obuhvata propušteni neto prihod od te namjene, kao i eventualne troškove preseljenja, rušenja ili prilagođavanja postojeće aktivnosti.

### 8.4.3. Ekonomski operativni troškovi

Operativni troškovi predstavljaju ponavljajuće troškove koji nastaju tokom perioda eksploatacije projekta. U saobraćajnim projektima oni obuhvataju (Slika 8-1):

- finansijske operativne troškove upravitelja infrastrukture (poglavlje 7.5.4), vrednovane u ekonomskim cijenama, i
- promjene u eksploatacionim troškovima vozila koje snose korisnici infrastrukture.



Slika 8-1. Razlika između finansijskih i ekonomskih operativnih troškova projekta

Finansijski operativni troškovi upravitelja uključuju troškove osoblja, energije, upravljanja saobraćajem, naplatnih sistema, administracije i redovnog funkcionisanja objekata i opreme.

U ekonomskoj analizi ovi troškovi se koriguju isključivanjem fiskalnih elemenata i primjenom odgovarajućih konverzionih faktora, kako bi odražavali stvarni društveni oportunitetni trošak.

Promjene u eksploatacionim troškovima vozila predstavljaju operativni efekat projekta na korisnike. One se izražavaju kao jedinični troškovi po vozilo-kilometru, diferencirani po kategorijama vozila, i procjenjuju se inkrementalno kao razlika između scenarija „bez projekta“ i „sa projektom“. Njihovo detaljnije razmatranje iz korisničke perspektive dato je u narednom poglavlju.

#### 8.4.4. Troškovi i koristi korisnika infrastrukture

Troškovi korisnika infrastrukture obuhvataju izdatke i gubitke koje snose vlasnici vozila i putnici prilikom korištenja cestovne mreže. U okviru analize troškova i koristi (CBA), promjena ovih troškova između scenarija „bez projekta“ i „sa projektom“ predstavlja osnovnu korisničku korist projekta.

Glavne kategorije troškova korisnika su:

- eksploatacioni troškovi vozila (VOC),
- troškovi vremena putovanja, i
- troškovi saobraćajnih nezgoda.

U praksi se za procjenu operativnih troškova korisnika i ekonomskih efekata cestovnih projekata koriste specijalizirani modeli i softverski alati (npr. HDM-4, RED i savremeni saobraćajni modeli), koji omogućavaju kvantifikaciju troškova vozila, vremena putovanja, zagušenja i sigurnosnih efekata.

Način procjene korisničkih koristi zavisi od prirode projekta i njegovog uticaja na ponašanje korisnika, pa razlikujemo:

- jednostavne infrastrukturne projekte, kod kojih nema promjene obima saobraćaja, i
- složenije projekte koji utiču na potražnju i generisanje dodatnog saobraćaja.

Kod složenijih projekata smanjenje zagušenja i povećanje brzina mogu generisati novi saobraćaj, promjenu ruta ili realizaciju putovanja koja se u osnovnom scenariju ne bi dogodila.

Iako dio korisnika može imati veće individualne troškove, istovremeno ostvaruje dodatne koristi u vidu bolje dostupnosti, kraćeg vremena putovanja i veće udobnosti. Ova neto korist u ekonomskoj analizi izražava se kroz **potrošački višak**, pri čemu se za procjenu koristi primjenjuje **pravilo polovine** kod promjena generaliziranih troškova i obima saobraćaja.

**Pravilo polovine** u ekonomskim analizama saobraćaja znači da se korist koja nastaje od novih putovanja, koja se pojavljuju nakon smanjenja troškova, aproksimira kao **polovina uštede po putovanju**, jer se pretpostavlja da su različiti korisnici spremni da putuju po različitim cijenama, a prosječna korist leži otprilike na sredini između stare i nove "cijene" putovanja.

### **Jednostavni infrastrukturni projekti**

Kod **jednostavnih infrastrukturnih projekata** (npr. sanacija kolovoza), koji ne mijenjaju obim saobraćaja niti ponašanje korisnika, koristi se procjenjuju isključivo kroz smanjenje resursnih troškova putovanja. U tim slučajevima nema generisanog saobraćaja niti potrebe za primjenom koncepta potrošačkog viška.

*Resursni troškovi* predstavljaju stvarnu potrošnju ekonomskih resursa, kao što su gorivo, energija, habanje vozila i vrijeme. Ako projekat poboljša kvalitet kolovoza ili poveća prosječnu brzinu kretanja, smanjuju se potrošnja goriva, habanje vozila i vrijeme putovanja. Ove uštede predstavljaju direktnu ekonomsku korist.

---

#### ***Primjer 8-2. Uštede kod jednostavnog infrastrukturnog projekta***

*Razmotrimo projekat sanacije kolovoza na postojećoj dvotračnoj magistralnoj cesti dužine 10 km. PGDS na dionici iznosi 5.000 vozila/dan, a prosječna potrošnja goriva prije sanacije bila je 8,5 l/100 km.*

*Nakon sanacije očekuje se smanjenje potrošnje goriva na 7,8 l/100 km, a prosječno vrijeme putovanja skraćuje se za 5 minuta po vozilu.*

*Prosječna vrijednost vremena putnika je 10 €/h, a cijena goriva 1,60 €/l.*

---

---

Mini-proračun godišnje ekonomske i ekološke koristi ovog projekta.

***Ušteda goriva:***

Prosječna ušteda u potrošnji goriva  $8,5 - 7,8 = 0,7$  l/100 km

Godišnja ušteda goriva:  $5.000 \times 365 \times 10 \times 0,7 / 100 =$  **127.750 l/god**

Vrijednost u € (1,60 €/l):  $127.750 \times 1,60 \approx$  **204.000 €/god**

***Ušteda vremena:***

Prosječno vrijeme putovanja smanjeno je za 5 min po vozilu.

Vrijednost vremena putnika:  $10 \text{ €/h} \times 5/60 \text{ h} = 0,833$  € po vozilu.

Godišnja ušteda:  $5.000 \times 365 \times 0,833 \approx$  **1.520.000 €/god**

***Smanjenje emisija CO<sub>2</sub>:***

Prosječna emisija 2,31 kg CO<sub>2</sub>/l goriva.

Godišnja ušteda emisija:

$127.750 \times 2,31 \approx$  **295.000 kg CO<sub>2</sub>/god** (~295 t/god)

Uštede goriva, vremena i emisija CO<sub>2</sub> predstavljaju direktne ekonomske i ekološke koristi projekta koje se u analizi mogu uključiti bez korekcija za potrošački višak, budući da projekat ne utiče na obim saobraćaja niti na promjenu ponašanja korisnika.

---

**Složeniji infrastrukturni projekti**

Kod ***složenijih infrastrukturnih projekata*** poboljšanje kapaciteta i kvaliteta saobraćaja utiče na promjenu ponašanja korisnika.

Troškovi vremena putovanja često se kombinuju s ostalim operativnim troškovima (gorivo, održavanje, cestarina, parkiranje) kako bi se dobio ***generalizirani trošak putovanja***.

Generalizirani trošak je osnova za procjenu potrošačkog viška i analizu učinka infrastrukturnih projekata na ponašanje korisnika i izbor rute ili vida saobraćaja.

---

### **Primjer 8-3. Poboljšanje gradske saobraćajne arterije**

Zamislimo da se u gradu planira proširenje glavne saobraćajnice, čime se povećava njen kapacitet i smanjuje vrijeme putovanja.

#### **Prije projekta:**

- Prosječno vrijeme putovanja: 30 minuta
- Trošak goriva po putovanju: 2 €
- Ukupni "**generalizirani trošak**" (vrijeme+gorivo) po putovanju: 10 €
- Broj putovanja dnevno: 500

#### **Nakon projekta:**

- Prosječno vrijeme putovanja: 20 minuta
- Trošak goriva ostaje 2 €
- Generalizirani trošak po putovanju: 8 €
- Broj putovanja dnevno: 600

#### **Procjena potrošačkog viška:**

Postojeća putovanja (500 putovanja):

$$500 \times (10 - 8) = 1.000 \frac{\text{€}}{\text{dan}}$$

Nova putovanja (100 putovanja) - pravilo polovine:

$$100 \times \frac{10 - 8}{2} = 100 \frac{\text{€}}{\text{dan}}$$

#### **Ukupni dnevni potrošački višak:**

$$1.000 + 100 = 1.100 \frac{\text{€}}{\text{dan}}$$

Smanjenje zagušenja i vremena putovanja donosi punu korist postojećim korisnicima i dodatnu korist novim korisnicima, pri čemu se ukupan ekonomski efekat projekta mjeri kroz promjenu potrošačkog viška.

---

#### **8.4.4.1. Eksploatacioni troškovi vozila**

Troškovi eksploatacije vozila (VOC – *vehicle operating costs*) predstavljaju značajnu komponentu ekonomske analize infrastrukturnih projekata. U kontekstu analize troškova i koristi (CBA), VOC obuhvataju varijabilne troškove korištenja vozila koji se mijenjaju usljed promjene tehničkih i saobraćajnih karakteristika ceste.

Troškovi eksploatacije vozila (VOC) se procjenjuju za cjelokupan vozni park, uvažavajući različite kategorije vozila i uslove saobraćaja (brzina, zagušenje, stanje kolovoza, nagibi i dr.), a izražavaju se po vozilo-kilometru.

U ekonomskoj analizi se uključuju samo troškovi koji se mijenjaju s obimom i uslovima vožnje. Fiksni troškovi vlasništva vozila (npr. registracija, osiguranje) ne uzimaju se u obzir, jer ne zavise od intenziteta korištenja infrastrukture niti utiču na odluku o pojedinačnom putovanju, te stoga ne predstavljaju relevantan marginalni društveni trošak.

Eksploatacioni troškovi obično obuhvataju sljedeće komponente:

- Gorivo – potrošnja zavisi od brzine, uzdužnog nagiba, režima vožnje i hrapavosti kolovoza. U ekonomskoj analizi koristi se cijena bez poreza i fiskalnih nameta.
- Mazivo – trošak se procjenjuje proporcionalno potrošnji goriva ili pređenoj kilometraži, uz korekciju za poreze.
- Gume – trošak zavisi od vijeka trajanja, kvaliteta kolovoza i opterećenja vozila.
- Popravke i održavanje – obuhvataju redovne servise i zamjenu dijelova. Ovi troškovi rastu sa lošijim stanjem kolovoza i nestabilnim režimom vožnje.
- Amortizaciju povezanu s korištenjem – dio amortizacije koji zavisi od intenziteta korištenja vozila može se uključiti u VOC, jer se mijenja s promjenom uslova vožnje.

Vrijednost navedenih eksploatacionih troškova zavisi od:

- horizontalne i vertikalne geometrije saobraćajnice,
- hrapavosti kolovoza (IRI),
- prosječne brzine,
- režima vožnje (ubrzanja i usporavanja), i
- stepena zagušenja.

Poboljšanje infrastrukture koje omogućava stabilnije brzine, manju hrapavost i smanjeno zagušenje u pravilu dovodi do smanjenja potrošnje goriva, habanja vozila i troškova održavanja. Razlika u VOC-u između projektnog i osnovnog scenarija predstavlja ekonomsku korist projekta.

Eksploatacioni troškovi vozila predstavljaju jednu od najosjetljivijih kategorija koristi u cestovnim projektima, posebno kod projekata

rehabilitacije i poboljšanja kvaliteta kolovoza. Njihova pravilna procjena zahtijeva pouzdane podatke o strukturi saobraćaja, tehničkim karakteristikama puta i jediničnim troškovima po kategorijama vozila.

#### *8.4.4.2. Troškovi vremena putovanja i metode procjene*

Troškovi vremena putovanja (VOT – *Value of Time*) odražavaju ekonomsku vrijednost vremena koje korisnici provode na putovanju, uključujući vrijeme vožnje, čekanja i zastoja. Njihova monetizacija omogućava realnije vrednovanje infrastrukturnih projekata, budući da uštede vremena često čine jednu od najvećih komponenti korisničkih koristi.

Vrijednost vremena se izražava u novčanoj jedinici po satu i razlikuje se prema svrsi putovanja (poslovno, komutaciono/svakodnevno, privatno). Za poslovna putovanja vrijednost vremena se najčešće zasniva na trošku radnog sata, dok se za privatna putovanja koristi pristup spremnosti da se plati (WTP-Willingness To Pay) ili preporuke relevantnih vođača.

Na troškove vremena putovanja utiču:

- tip i svrha putovanja (poslovno, privatno, školovanje itd.),
- prosječna brzina i uslovi kretanja na posmatranoj ruti,
- zagušenje i zadržavanja u saobraćaju (zastoji, čekanje na raskrsnicama, nezgode), te
- dostupnost alternativnih ruta i saobraćajnih vidova (npr. preusmjeravanje sa automobila na javni prijevoz).

Ukupna korist od uštede vremena računa se kao proizvod ušteđenog vremena, vrijednosti vremena i broja korisnika.

#### ***Metode procjene troškova vremena putovanja***

U ekonomskoj analizi saobraćajnih projekata primjenjuju se dvije osnovne metode procjene troškova vremena putovanja, koje se razlikuju prema načinu utvrđivanja vrijednosti vremena.

##### *1. Metoda uštede troškova (cost-saving approach)*

Koristi se u slučajevima kada se unapređenjem saobraćajne infrastrukture smanjuje vrijeme putovanja ili povećava pouzdanost vremena putovanja. Trošak vremena računa se kao proizvod ušteđenih

sati putovanja i usvojene novčane vrijednosti jednog sata vremena korisnika, pri čemu se posebno mogu posmatrati poslovna, komutaciona i ostala privatna putovanja.

2. *Pristup spremnosti da se plati (WTP – Willingness To Pay)*

Procjenjuje se koliko su putnici spremni platiti da smanje vrijeme putovanja, odnosno koliko cijene uštede u vremenu. Rezultati se najčešće dobijaju anketnim istraživanjima i koriste se za određivanje vrijednosti vremena, posebno za privatna i slobodna putovanja.

**Primjer 8-4. Procjena uštede troškova vremena putovanja**

*Na gradskoj raskrsnici sa dominantnim učešćem putničkih vozila planira se izgradnja nove signalizacije i rekonstrukcija prilaznih traka, s ciljem povećanja protočnosti i smanjenja zastoja. U postojećem stanju prosječno vrijeme prolaska kroz raskrsnicu iznosi 30 minuta, dok se nakon realizacije projekta očekuje smanjenje na 20 minuta.*

*Dnevni saobraćaj iznosi 2.000 putničkih vozila, sa prosječno 1,5 putnika po vozilu. Pretpostavlja se da se uslovi zadržavaju tokom 300 dana godišnje i da se nakon projekta obim saobraćaja poveća za 8%.*

*Zadatak je:*

- a) Izračunati godišnju ekonomsku korist projekta primjenom metode uštede troškova vremena (uz zadatu vrijednost vremena od 7 €/sat po putniku).*
- b) Procijeniti godišnju korist primjenom pristupa spremnosti da se plati (WTP), uz pretpostavku da su putnici spremni platiti 1,50 € za uštedu od 10 min*
- c) Uporediti rezultate i objasniti razliku između dobijenih vrijednosti.*

**Rješenje:**

Početni broj putnika:  $N_0 = 2.000 \times 1,5 = 3.000$  putnika/dan

Novi broj putnika:  $N_1 = 3.000 \times 1,08 = 3.240$  putnika/dan

Generisani saobraćaj:  $\Delta N = N_1 - N_0 = 240$  putnika/dan

Ušteda vremena po putovanju:  $\Delta t = 30 - 20 = 10$  min = 0,167 h

### (a) Metoda uštede troškova vremena

Vrijednost vremena:  $VOT = 7 \text{ €/h}$

Ušteta po putniku:  $\Delta C = \Delta t \times VOT = 0,167 \times 7 \approx 1,17 \text{ €/putnik}$

Korist postojećih korisnika:

$$\Delta C_{\text{post.}} = N_0 \times \Delta C \approx 3.000 \times 1,17 \approx 3.510 \text{ €/dan}$$

Korist novih korisnika (pravilo polovine):

$$\Delta C_{\text{novi}} = 240 \times \frac{1,17}{2} \approx 140 \text{ €/dan}$$

Ukupna dnevna korist:  $3.510 + 140 = 3.650 \text{ €/dan}$

**Godišnja korist:**  $3.650 \times 300 \text{ dana} \approx \mathbf{1.095.000 \text{ €/god}}$

### (b) Pristup spremnosti da se plati (WTP)

*Anketom je utvrđeno da su putnici spremni platiti 1,50 € za uštedu od 10 minuta.*

Korist postojećih korisnika:  $1,50 \times 3.000 = 4.500 \text{ €/dan}$

Korist novih korisnika (pravilo polovine):  $\frac{1}{2} \times 1,50 \times 240 = 180 \text{ €/dan}$

Ukupna dnevna korist:  $4.500 + 180 = 4.680 \text{ €/dan}$

**Godišnja korist:**  $4.680 \times 300 \text{ dana} = \mathbf{1.404.000 \text{ €/god}}$

### (c) Poređenje rezultata

**Metoda uštede troškova vremena** **1.095.000 €/god**

**Metoda WTP** **1.404.000 €/god**

U oba slučaja koristi se mjere promjenom potrošačkog viška, dok razlika proizlazi iz načina određivanja vrijednosti vremena. U praksi, metoda zasnovana na spremnosti da se plati često daje veće procijenjene koristi jer direktno odražava preferencije i percepciju korisnika o vrijednosti uštede vremena.

#### 8.4.4.3. *Troškovi saobraćajnih nezgoda*

Troškovi saobraćajnih nezgoda predstavljaju ekonomske gubitke koji nastaju kao posljedica smrtnog ishoda, povreda i materijalne štete, te obuhvataju i direktne i indirektne društvene posljedice. U analizi troškova i koristi (CBA), monetizacija ovih troškova omogućava uključivanje sigurnosnih efekata infrastrukturnih projekata u ukupnu procjenu njihove društvene opravdanosti.

Za monetizaciju troškova saobraćajnih nezgoda koriste se različite metode koje omogućavaju izražavanje gubitaka u novčanoj jedinici i integraciju tih podataka u ekonomske analize infrastrukturnih projekata. Najčešće korištene metode su:

- *Vrednovanje statističkog života (VSL- Value of a Statistical Life),*
- *Troškovi po tipu nezgode, i*
- *Analiza osiguravajućih gubitaka.*

**Metoda vrednovanja statističkog života** koristi se za procjenu ekonomske vrijednosti smanjenja rizika smrtnog ishoda, na osnovu spremnosti na plaćanje (Willingness to Pay) za smanjenje rizika. Vrednovanje statističkog života se ne odnosi na pojedinačne osobe, već na prosječnu vrijednost statističkog života u populaciji, pri čemu se razmatraju male promjene vjerovatnoće smrtnog ishoda.

Teške povrede i drugi nefatalni ishodi u pravilu se vrednuju posebnim procjenama troškova i gubitaka kvaliteta života. Ova metoda omogućava pretvaranje rizika i potencijalnih ljudskih gubitaka u novčane jedinice, čime se sigurnosni efekti projekata mogu eksplicitno uključiti u ekonomsku analizu. U novijim pristupima koriste se i koncepti vrijednosti statističke godine života (VSLY – Value of a Statistical Life Year), posebno kod analiza mjera koje utiču na dužinu trajanja i kvalitet života.

Vrijednosti statističkog života (VSL) ne predstavljaju etičku procjenu vrijednosti pojedinačnog ljudskog života, već ekonomski pokazatelj zasnovan na empirijskim procjenama spremnosti pojedinaca da plate za smanjenje rizika. Njihova visina zavisi od primijenjene metodologije, regulatornog okvira i dohodovnog nivoa posmatrane ekonomije, te se u

međunarodnoj praksi razlikuje među zemljama. U primjeni ove metode preporučuje se korištenje referentnih vrijednosti iz relevantnih međunarodnih smjernica, uz eventualno prilagođavanje specifičnostima posmatrane zemlje.

**Troškovi po tipu nezgode** se zasnivaju na klasifikaciji nezgoda prema tipu i težini posljedica (npr. sudar vozila, izlazak vozila s ceste, sudar sa pješakom, nezgode s poginulim, teško povrijeđenim i lako povrijeđenim licima). Za svaku kategoriju određuju se prosječni direktni i indirektni troškovi, pri čemu se kao izvori koriste statistike saobraćajnih nezgoda, zdravstveni i osiguravajući podaci, te procjene relevantnih institucija.

Direktni troškovi obuhvataju medicinsku njegu, štetu na vozilima i infrastrukturi te angažovanje hitnih službi, dok indirektni troškovi uključuju gubitak produktivnosti, kašnjenja u transportu i druge društvene posljedice. Ovakav pristup omogućava diferenciranu procjenu troškova i preciznije predviđanje ušteda koje infrastrukturni projekti mogu ostvariti smanjenjem učestalosti i težine nezgoda.

**Analiza osiguravajućih gubitaka** koristi podatke iz osiguravajućih društava o prijavljenim štetama nastalim u saobraćajnim nezgodama. Analiza obuhvata procjenu materijalne štete na vozilima i infrastrukturi, medicinskih troškova i novčanih naknada koje se isplaćuju osiguranicima i trećim licima. Ovaj pristup je posebno koristan kada su dostupni pouzdani podaci iz osiguravajućih sistema, ali je važno imati u vidu da osiguravajući podaci obično ne obuhvataju sve društvene troškove (npr. neformalnu njegu, psihološke posljedice i dio gubitka produktivnosti).

U praksi se jedinične vrijednosti nezgoda često utvrđuju kombinacijom navedenih pristupa.

### **Struktura troškova saobraćajnih nezgoda**

Posljedice saobraćajnih nezgoda ogledaju se kroz direktne i indirektno troškove koji značajno opterećuju društvo i ekonomski sistem.

1. **Direktni troškovi** nastaju neposredno nakon nezgode i uključuju (Slika 8-2):

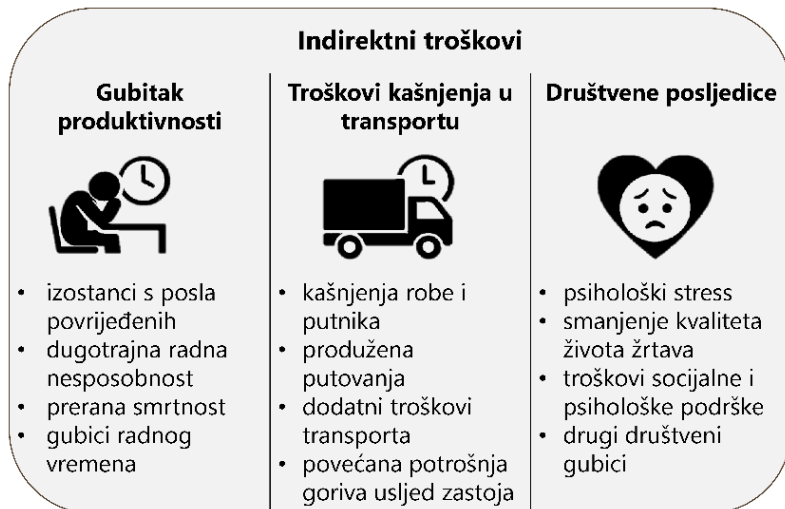
- Medicinske troškove – liječenje povrijeđenih, hospitalizacija, rehabilitacija i dugotrajna njega.
- Troškove vozila i imovine – šteta na vozilima, cestovnoj infrastrukturi (kolovoz, bankine, signalizacija, zaštitne ograde, mostovi) i drugim objektima.
- Troškove hitnih službi – angažovanje policije, hitne pomoći, vatrogasaca i drugih službi uključenih u intervenciju, spašavanje, obezbjeđenje lica mjesta i upravljanje saobraćajem nakon nezgode.



*Slika 8-2. Direktni troškovi saobraćajnih nezgoda*

2. **Indirektni troškovi** se odnose na šire društvene posljedice nezgoda (Slika 8-3):

- Gubitak produktivnosti – izostanci s posla povrijeđenih osoba, dugotrajna nesposobnost za rad, prerana smrtnost i gubici radnog vremena članova porodice ili njegovatelja.
- Troškove kašnjenja u transportu – kašnjenja robe i putnika zbog prekida ili usporavanja saobraćaja, produženih putovanja, dodatnih troškova transporta i povećane potrošnje goriva usljed zastoja i obilaznica.
- Društvene posljedice – psihološki stres, smanjenje kvaliteta života žrtava i članova njihovih porodica, troškovi socijalne i psihološke podrške te drugi teško kvantificirani društveni gubici.



Slika 8-3. Indirektni troškovi saobraćajnih nezgoda

### **Jedinični troškovi saobraćajnih nezgoda**

Jedinični troškovi saobraćajnih nezgoda utvrđuju se kombinacijom statističkih podataka i ekonomskih metoda, poput vrednovanja statističkog života (VSL), troškova po tipu nezgode i analize osiguravajućih gubitaka. Direktni i indirektni troškovi se sabiraju i, po potrebi, prilagođavaju nacionalnim ili međunarodnim metodologijama. Nezgode s lakšim povredama imaju znatno niže troškove u odnosu na nezgode s teškim povredama ili smrtnim ishodom.

U ekonomskoj analizi projekata cestovne infrastrukture sigurnosne koristi se procjenjuju poređenjem scenarija „bez projekta“ i „sa projektom“, pri čemu razlika u troškovima nezgoda predstavlja ekonomsku korist projekta.

Kod jednostavnih projekata, koristi se primjena agregiranih jediničnih troškova po nezgodi ili po žrtvi, uz procijenjeno smanjenje njihovog broja. Kod složenijih projekata, primjenjuje se detaljno modeliranje promjena u broju i težini nezgoda, nakon čega se dobijene razlike monetiziraju i uključuju u analizu.

Kod novih saobraćajnica, broj nezgoda u scenariju „sa projektom“ procjenjuje se primjenom referentnih stopa nezgoda ili sigurnosnih prediktivnih modela, uzimajući u obzir projektovani obim saobraćaja i

tehničke karakteristike infrastrukture, dok se scenarij „bez projekta“ zasniva na postojećoj mreži i alternativnim rutama.

---

### **Primjer 8-5. Procjena ušteda od smanjenja saobraćajnih nezgoda**

*Pretpostavimo da se na dionici ceste u postojećem stanju godišnje dogodi prosječno:*

- 2 nezgode sa poginulim licima,
- 5 nezgoda sa teško povrijeđenim licima, i
- 20 nezgoda sa lakše povrijeđenim licima.

Na osnovu nacionalnih ili preporučenih evropskih vrijednosti, usvajaju se sljedeći jedinični troškovi po žrtvi:

- nezgoda s poginulim: 1.500.000 €
- nezgoda s teško povrijeđenim: 13% od vrijednosti poginulog 195.000 €
- nezgoda s lakše povrijeđenim: 1% od vrijednosti poginulog 15.000 €

Ukupni godišnji troškovi nezgoda u postojećem stanju iznose:

$$2 \times 1.500.000 = 3.000.000 \text{ €}$$

$$5 \times 195.000 = 975.000 \text{ €}$$

$$20 \times 15.000 = 300.000 \text{ €}$$

**Ukupno: 4.275.000 €** godišnje

*Procjenjuje se da će planirani projekat smanjiti broj nezgoda za 40% u svim kategorijama.*

Godišnji troškovi nezgoda u scenariju „sa projektom“ iznosili bi:

$$0,6 \times 3.000.000 = 1.800.000 \text{ €}$$

$$0,6 \times 975.000 = 585.000 \text{ €}$$

$$0,6 \times 300.000 = 180.000 \text{ €}$$

**Ukupno: 2.565.000 €** godišnje

Godišnje ekonomske uštede zbog smanjenja nezgoda iznose:

$$4.275.000 - 2.565.000 = \mathbf{1.710.000 \text{ €}}$$

Ovaj iznos se koristi kao godišnja korist projekta u pogledu sigurnosti saobraćaja i unosi se u dalju analizu troškova i koristi (npr. za proračun neto sadašnje vrijednosti i omjera koristi i troškova).

---

## 8.5. Ekološke koristi i ostale eksternalije

Ekološke koristi i ostale eksternalije nastaju kada projekat utiče na promjenu negativnih efekata transporta na okoliš, zdravlje stanovništva i druge društvene aspekte. U zavisnosti od karakteristika projekta, te promjene mogu predstavljati ekonomsku korist (smanjenje šteta) ili dodatni društveni trošak (povećanje šteta).

Tipične kategorije obuhvataju:

- smanjenje emisija CO<sub>2</sub> (globalni klimatski efekti),
- smanjenje emisija lokalnih zagađujućih supstanci (NO<sub>x</sub>, PM, SO<sub>2</sub> i dr.) i povezanih zdravstvenih troškova,
- smanjenje buke u urbanim područjima,
- eventualne efekte na prostorni razvoj, pejzaž i kvalitet života.

Procjena ekoloških efekata se vrši u dva koraka:

1. **Kvantifikacija fizičkih promjena** – utvrđuje se razlika u emisijama ili nivou buke između scenarija „bez projekta“ i „sa projektom“, na osnovu promjene obima saobraćaja, strukture voznog parka, prosječne brzine i režima vožnje.
2. **Monetizacija** – primjenjuju se jedinični eksterni troškovi (npr. €/t CO<sub>2</sub>, €/kg NO<sub>x</sub>, €/kg PM, €/dB po stanovniku) u skladu s nacionalnim ili međunarodnim metodološkim smjernicama.

Smanjenje emisija i buke predstavlja ekonomsku korist projekta, dok njihovo povećanje predstavlja dodatni društveni trošak. Neto efekat se uključuje u ekonomske tokove zajedno s korisničkim i investicionim efektima, čime se dobija cjelovita slika doprinosa projekta društvenoj dobrobiti.

---

### ***Primjer 8-6. Procjena ekoloških koristi projekta***

*Razmatra se projekat rekonstrukcije gradske saobraćajnice kojim se poboljšava protočnost i povećava prosječna brzina kretanja. Zbog stabilnijeg režima vožnje očekuje se smanjenje potrošnje goriva i emisija zagađujućih supstanci.*

---

---

*Pretpostavke:*

- *Dnevni saobraćaj: 10.000 vozila*
- *Dužina dionice: 5 km*
- *Broj dana u godini: 300*
- *Smanjenje potrošnje goriva: 0,3 l/100 km*
- *Emisioni faktor CO<sub>2</sub>: 2,31 kg CO<sub>2</sub>/l*
- *Emisioni faktor NO<sub>x</sub>: 0,004 kg/km po vozilu*
- *Monetarne vrijednosti:*
  - *CO<sub>2</sub> = 100 €/t*
  - *NO<sub>x</sub> = 9 €/kg*

### **1. Smanjenje emisija CO<sub>2</sub>**

*Godišnja ušteda goriva:*

$$10.000 \times 300 \times 5 \times \frac{0,3}{100} = 45.000 \text{ l/god}$$

*Smanjenje emisija CO<sub>2</sub>:*

$$45.000 \times 2,31 = 103.950 \text{ kg} \approx 104 \text{ t/god}$$

***Monetarna vrijednost smanjenja CO<sub>2</sub>:***

$$104 \times 100 = 10.400 \text{ €/god}$$

### **2. Smanjenje emisija NO<sub>x</sub>**

*Godišnji broj vozilo-kilometara:*

$$10.000 \times 300 \times 5 = 15.000.000 \text{ voz-km/god}$$

Pretpostavimo da optimizacija saobraćaja smanjuje emisije NO<sub>x</sub> za 5%.

*Ukupne emisije NO<sub>x</sub> prije projekta:*

$$15.000.000 \times 0,004 = 60.000 \text{ kg}$$

*Smanjenje (5%):*

$$60.000 \times 0,05 = 3.000 \text{ kg/god}$$

***Monetarna vrijednost:***

$$3.000 \times 9 = 27.000 \text{ €/god}$$

### **3. Ukupna godišnja ekološka korist**

$$10.400 + 27.000 = 37.400 \text{ €/god}$$

---

---

Poboljšanje protočnosti dovodi do smanjenja emisija CO<sub>2</sub> (globalna korist) i NO<sub>x</sub> (lokalna zdravstvena korist). Ukupna godišnja ekološka korist projekta iznosi **37.400 €**, a taj iznos se uključuje u ekonomske tokove projekta zajedno s uštedama vremena, operativnim troškovima i sigurnosnim efektima.

Ako bi projekat doveo do povećanja obima saobraćaja i rasta emisija, monetizirana razlika bi predstavljala **negativan ekonomski efekat**.

---

## 8.6. Proračun ekonomskih pokazatelja isplativosti

Nakon što su ekonomski troškovi i koristi projekta određeni po godinama (inkrementalno, „sa“ i „bez“ projekta), izračunavaju se **ekonomski pokazatelji isplativosti**: ENPV, EIRR i B/C. Metodologija je identična finansijskoj analizi (poglavlje 6.5), pri čemu se umjesto finansijskih novčanih tokova koriste **ekonomski tokovi**, diskontovani društvenom diskontnom stopom.

- **ENPV** (ekonomska neto sadašnja vrijednost) predstavlja razliku između sadašnje vrijednosti ekonomskih koristi i troškova. Projekat je prihvatljiv ako je  $ENPV > 0$ .
- **EIRR** (ekonomska interna stopa rentabilnosti) je stopa pri kojoj je  $ENPV = 0$ . Projekat je prihvatljiv ako je  $EIRR \geq$  „društvena diskontna stopa“.
- **B/C** (odnos koristi i troškova) predstavlja odnos diskontovanih koristi i troškova. Projekat je prihvatljiv ako je  $B/C > 1$ .

Ovi pokazatelji omogućavaju procjenu da li projekat stvara neto korist za društvo i predstavljaju osnovu za poređenje i rangiranje alternativnih investicija.

## 8.7. Analiza raspodjele koristi

Pored ukupne ekonomske isplativosti, u praksi je često važno analizirati raspodjelu koristi i troškova između različitih društvenih grupa. Iako analiza raspodjele ne mijenja vrijednosti ENPV i EIRR, ona omogućava uvid u to, koje društvene grupe ostvaruju koristi, a koje snose troškove projekta.

Ekonomski efekti se mogu prikazati prema sljedećim grupama:

- korisnici infrastrukture (potrošački višak, uštede vremena i troškova),
- operateri i upravitelji (promjene u troškovima i prihodima),
- javni budžet (porezi, subvencije, fiskalni efekti),
- treća lica i lokalne zajednice (eksternalije).

Fiskalni efekti (porezi, doprinosi, budžetski prilivi) se u osnovnoj ekonomskoj analizi tretiraju kao transferi, ali se u analizi raspodjele mogu posebno prikazati kako bi se razumjela veza između ekonomskih rezultata projekta i načina na koji se punjenje javnog budžeta mijenja u odnosu na različite društvene grupe.

## 8.8. Neizvjesnost i analiza rizika

Ekonomska analiza se zasniva na projekcijama saobraćaja, investicionih i operativnih troškova, vrijednosti vremena, jediničnih eksternalija i diskontne stope, koje su neminovno opterećene neizvjesnošću. Zbog toga se osnovni rezultati (ENPV, EIRR i B/C) dopunjuju analizom osjetljivosti i analizom rizika.

**Analiza osjetljivosti** ispituje kako promjena pojedinih ključnih varijabli (npr. obima saobraćaja, investicionih troškova, vrijednosti vremena, troškova nezgoda) utiče na ekonomske pokazatelje projekta. Time se identificiraju tzv. kritične varijable čije promjene najviše utiču na isplativost.

**Analiza rizika** ide korak dalje i procjenjuje vjerovatnoću nastanka nepovoljnih scenarija. U praksi se može provoditi:

- definisanjem alternativnih scenarija (optimistični, realni, pesimistični),
- primjenom probabilističkih metoda (npr. Monte Carlo simulacije), ili
- identifikacijom rizika implementacije (kašnjenja, prekoračenja troškova, promjena regulative).

Cilj analize rizika nije samo testiranje robusnosti projekta, već i unapređenje kvaliteta donošenja odluka, kroz identifikaciju faktora koji mogu ugroziti očekivane društvene koristi.

## 9. ANALIZA I UPRAVLJANJE RIZIKOM PROJEKTA

---

### 9.1. Uvod u analizu rizika

U poglavlju 3.5 razmotreni su osnovni pojmovi, izvori i vrste rizika i neizvjesnosti u investicionom procesu, kao i njihov uticaj na donošenje investicionih odluka. U ovom poglavlju fokus se pomjera sa opšteg i konceptualnog nivoa na metodološki i operativni pristup analizi i upravljanju rizikom projekta.

**Analiza rizika** predstavlja sistematski postupak identifikacije, procjene i vrednovanja rizika kojima je projekat izložen tokom svog životnog ciklusa, dok **upravljanje rizikom** obuhvata planiranje, primjenu i praćenje mjera usmjerenih na smanjenje vjerovatnoće pojave neželjenih događaja i ublažavanje njihovih posljedica. Cilj ovih aktivnosti nije potpuna eliminacija rizika, što najčešće nije ni moguće, već njegovo svođenje na prihvatljiv nivo u skladu sa ciljevima projekta i raspoloživim resursima.

**Rizik** predstavlja neizvjestan događaj ili stanje koji, ukoliko se pojavi, može imati pozitivan ili negativan uticaj na ciljeve projekta kao što su obim, vrijeme, troškovi, kvalitet i učinci za korisnike. Ovakva definicija naglašava da rizik ne označava isključivo prijetnje, već i prilike koje, ako se prepoznaju i iskoriste, mogu unaprijediti ukupne rezultate projekta [2].

U užem smislu, analiza rizika najčešće je usmjerena na negativne ishode, jer upravo oni dovode u pitanje isplativost, održivost i realizaciju projekta. U širem smislu, rizik odražava varijabilnost oko očekivanog ishoda, tj. što je veća varijabilnost, to je i nivo rizika viši. Kod infrastrukturnih projekata, koji se realizuju u dugim vremenskim horizontima i zahtijevaju značajna finansijska sredstva, upravljanje rizikom predstavlja jedan od ključnih elemenata kvalitetne pripreme i realizacije. S obzirom na to da rizik proizlazi iz neizvjesnosti budućih događaja i njihovih ishoda, upravljanje rizikom u suštini znači upravljanje neizvjesnošću.

Neizvjesnost se ne može potpuno eliminisati, ali se njome može upravljati smanjenjem nepoznanica, unapređenjem informacija, odgovarajućim ugovornim rješenjima i planiranjem odgovora na rizike.

## 9.2. Osnovni elementi i karakteristike rizika

Rizik projekta se može posmatrati kroz tri osnovna elementa:

1. Rizični događaj ili stanje (šta se može desiti), (R)
2. Vjerovatnoća pojave (kolika je vjerovatnoća da će se desiti), (V)
3. Uticaj (posljedice) na ciljeve projekta (troškove, rokove, kvalitet i koristi). (U)

U upravljanju projektima i analizama rizika često se koristi pojednostavljena relacija:

$$\textbf{Rizik} = \textbf{vjerovatnoća} \times \textbf{uticaj}$$

Karakteristike rizika su:

- *neizvjesnost* – nije poznato da li će se događaj pojaviti, kada i s kojim intenzitetom,
- *odstupanje od plana* – moguća su negativna, ali i pozitivna odstupanja u odnosu na planirane ciljeve,
- *vremenska komponenta* – trenutak pojave utiče na izbor i efikasnost odgovora (npr. isti događaj je često znatno jeftinije sanirati u ranoj nego u kasnoj fazi projekta).

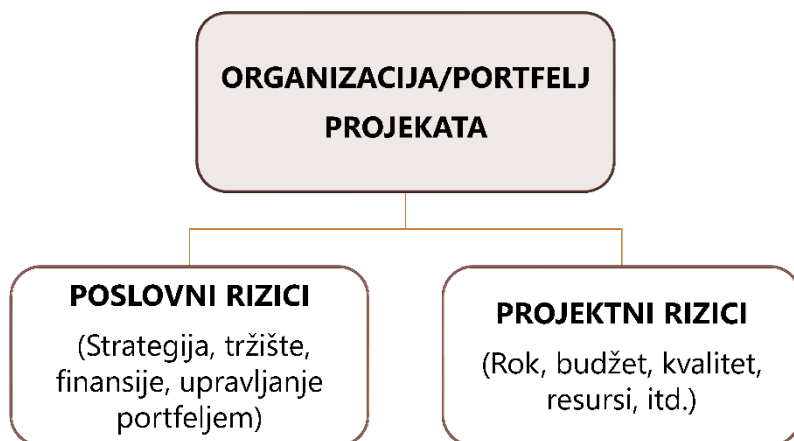
Analizu rizika dodatno otežavaju faktori poput ograničene i neujednačene informisanosti, složenosti projekata, različitih interesa uključenih aktera, kao i teškoća u kvantifikaciji pojedinih posljedica, posebno kod reputacionih, političkih ili društvenih rizika.

### 9.2.1. Poslovni i projektni rizici

U kontekstu upravljanja infrastrukturnim projektima, rizici se javljaju na različitim nivoima, pa je za njihovo pravilno razumijevanje i upravljanje nužno razlikovati poslovne i projektne rizike (Slika 9-1).

**Poslovni rizici**, su povezani sa strategijom organizacije, izborom projekata, tržišnim uslovima i finansijskom strukturom, te su u nadležnosti vrhovnog menadžmenta i vlasnika portfelja projekata.

**Projektne rizici** se direktno odnose na realizaciju konkretnog projekta, uključujući rokove, budžet, kvalitet, obim, performanse i bezbjednost, a za koje su odgovorni projektni menadžer i projektni tim.



Slika 9-1. Poslovni i projektni rizici

Za infrastrukturne projekte, tipične grupe projektnih rizika uključuju:

- *pokretanje projekta* (dozvole, planovi, eksproprijacija, javno mnijenje),
- *izgradnju* (kašnjenja, prekoračenje troškova, nedostatak resursa, kvalitet radova),
- *održavanje i zamjenu* (veći od planiranih troškova, kraći vijek trajanja),
- *ostvarivanje prihoda i koristi* (niža potražnja, promjena tarifa, konkurentske rute),
- *finansiranje* (promjena kamatnih stopa, valutni rizik, rizik refinansiranja),
- *eksploataciju* (bezbjednost, nezgode, prekidi u usluzi, nepredviđena oštećenja),
- *institucionalne i regulatorne rizike* (promjene zakona, regulative, političke podrške).

Radi sistematičnosti i preglednosti, preporučuje se izrada **strukture raščlanjivanja rizika** (Risk Breakdown Structure – RBS), prilagođene organizaciji i tipu projekta, koja služi kao svojevrsna „karta“ mogućih izvora rizika.

### 9.2.2. Proces upravljanja rizikom

Upravljanje rizikom projekta je kontinuirani proces koji prati projekat od inicijalne ideje do završetka faze eksploatacije. Cilj ovog procesa je svjesno smanjenje neizvjesnosti, povećanje vjerovatnoće uspjeha i optimizacija korištenja resursa, te osiguranje da projekat ostvari planirane ciljeve u pogledu troškova, vremena, kvaliteta i korisničkih koristi.

U praksi se proces upravljanja rizikom obično razlaže u sljedeće faze:

1. planiranje pristupa riziku,
2. identifikacija rizika,
3. kvalitativna procjena rizika,
4. kvantitativna analiza rizika (kada je opravdana),
5. planiranje odgovora na rizike,
6. praćenje i učenje.

### 9.2.3. Planiranje pristupa riziku

Planiranje pristupa riziku podrazumijeva donošenje odluka o načinu upravljanja rizicima na konkretnom projektu pri čemu se:

- definišu ciljevi upravljanja rizikom (npr. ograničavanje vjerovatnoće prekoračenja budžeta iznad određenog praga),
- utvrđuju uloge i odgovornosti (ko identifikuje, ko analizira, ko odobrava odgovore),
- procjenjuju potrebni resursi (budžet, vrijeme, stručnjaci),
- određuje dinamika pregleda rizika (npr. po fazama, kvartalno, po ključnim prekretnicama).

Rezultat ove faze je **plan upravljanja rizikom**, koji čini sastavni dio ukupnog plana projekta.

### 9.2.4. Identifikacija rizika

Identifikacija rizika predstavlja sistematsko prepoznavanje potencijalnih prijetnji i prilika koje mogu uticati na ciljeve projekta. Provodi se u ranim fazama projekta, ali i periodično tokom realizacije, kako bi bili obuhvaćeni

i novi rizici nastali usljed promjena tehničkih rješenja, okruženja ili ugovornih odnosa.

Kod infrastrukturnih projekata često se koriste iskustva sličnih projekata (lessons learned), ekspertne radionice, analiza ugovora i analiza interesnih grupa. Svi identificirani rizici evidentiraju se u **registru rizika**, uz kratak opis, uzroke i početnu procjenu.

### 9.2.5. Kvalitativna i kvantitativna analiza rizika

Kvalitativna analiza rizika podrazumijeva procjenu vjerovatnoće i uticaja svakog rizika i njihovo rangiranje po prioritetu, najčešće uz pomoć matrice vjerovatnoća–uticaj.

U praksi se vjerovatnoća i uticaj najčešće procjenjuju na kvalitativnoj skali od 1 do 5, gdje 1 označava vrlo nizak, a 5 vrlo visok nivo. **Vjerovatnoća** se procjenjuje na osnovu historijskih podataka, iskustva sa sličnim projektima i stručne procjene, dok se **uticaj** određuje prema očekivanom efektu na ključne pokazatelje projekta (npr. troškove, rokove, NPV ili IRR). Uticaj se često dodatno kvantifikuje uz pomoć analize osjetljivosti, koja pokazuje koliko promjena pojedine varijable utiče na rezultate projekta.

Rang rizika određuje se kao proizvod vjerovatnoće i uticaja ( $V \times U$ ), pri čemu se dobija vrijednost u rasponu od 1 do 25. U praksi se primjenjuju različite klasifikacije nivoa rizika, zavisno od složenosti projekta i potrebnog nivoa detalja. Najčešće se koristi trostepena klasifikacija (Tabela 9-1):

- **visok rizik** – značajne posljedice uz visoku vjerovatnoću pojave,
- **srednji rizik** – umjerene posljedice ili vjerovatnoća, i
- **nizak rizik** – mala vjerovatnoća i ograničene posljedice.

Tabela 9-1. Trostepena klasifikacija ranga rizika ( $V \times U$ )

Rang rizika ( $V \times U$ )	Nivo rizika
1 – 8	Nizak
9 – 15	Srednji
16 – 25	Visok

Rizici visokog ranga zahtijevaju prioritetno upravljanje i mjere ublažavanja, dok se za ostale primjenjuju mjere praćenja i kontrole. U složenijim projektima može se koristiti i detaljnija klasifikacija (vrlo nizak, nizak, srednji, visok i vrlo visok rizik).

Kvantitativna analiza rizika primjenjuje se kada su dostupni pouzdani podaci i kada je opravdana dodatnim troškovima analize. Ona omogućava numeričku procjenu neizvjesnosti i varijabilnosti rezultata projekta.

U tu svrhu, u infrastrukturnim projektima se najčešće koriste sljedeće metode:

- analiza osjetljivosti,
- analiza scenarija,
- Monte Carlo simulacije.

Kvantitativno, rizik se može mjeriti odstupanjem stvarnih od očekivanih ishoda, pri čemu se standardna devijacija koristi kao mjera raspršenosti rezultata oko srednje vrijednosti. Što je standardna devijacija veća, to su moguća odstupanja izraženija, odnosno neizvjesnost u pogledu očekivanih troškova, trajanja ili ekonomskih pokazatelja je veća.

### 9.2.6. Planiranje odgovora na rizike

Nakon što su rizici identificirani i procijenjeni, ključni korak u upravljanju rizikom je **planiranje odgovora**. Cilj ove faze je definisati konkretne mjere i strategije koje će omogućiti smanjenje negativnog uticaja prijetnji ili maksimiziranje koristi iz prilika. U ovoj fazi projektni tim odlučuje kako će reagovati na svaki značajan rizik, uzimajući u obzir troškove, raspoložive resurse i uticaj na raspored i budžet projekta.

Za **prijetnje** (negativne rizike), strategije najčešće uključuju:

- *Izbjegavanje rizika* – promjena plana ili procesa tako da se rizik potpuno eliminiše (npr. promjena tehnologije ili lokacije projekta).
- *Ublažavanje rizika* – preduzimanje preventivnih i korektivnih mjera koje smanjuju vjerovatnoću pojave rizika ili ublažavaju njegove posljedice (npr. dodatna ispitivanja, rezervni materijali, pojačani nadzor).

- *Prijenos rizika* – prebacivanje odgovornosti na treću stranu, kroz osiguranje, ugovorne klauzule ili partnerstva.
- *Prihvatanje rizika* – svjesno odlučivanje da se rizik prihvati, uz pripremu rezervi ili planova za brzo reagovanje ako se dogodi.

Za **prilike** (pozitivne rizike) koriste se strategije koje omogućavaju da projekat iskoristi povoljne okolnosti:

- *Iskorištavanje prilike* – aktivno djelovanje da se poveća vjerovatnoća ostvarenja pozitivnog događaja (npr. ubrzanje procesa nabavke kada tržište nudi povoljnije cijene).
- *Poboljšanje učinka prilike* – dodatne mjere koje povećavaju njen pozitivan efekat (npr. optimizacija resursa za dodatnu produktivnost).
- *Dijeljenje prilike* – partnerstvo ili saradnja sa trećom stranom radi maksimalnog iskorištavanja prilike.
- *Prihvatanje prilike* – svjesno odlučivanje da se ne preduzimaju dodatne mjere, ali da se prilika prati i koristi ako se pojavi.

**Odgovori na rizike** se integiraju u ključne elemente projekta kako bi bili efektivni:

- *Raspored projekta* – planirane aktivnosti i resursi se prilagođavaju da bi omogućili fleksibilnost u slučaju rizika.
- *Budžet* – predviđaju se finansijske rezerve za pokriće negativnih posljedica ili realizaciju prilika.
- *Ugovorne odredbe* – ugovori sa izvođačima i partnerima uključuju klauzule koje raspoređuju odgovornost za rizike.
- *Organizacija i procedure* – definisani su odgovorni za implementaciju mjera, komunikacijski kanali i procedura za aktivaciju odgovora.

Planiranje odgovora na rizike nije jednokratni zadatak. Ono zahtijeva *proaktivno razmišljanje, saradnju svih učesnika projekta i stalno prilagođavanje*. Dobro definisana strategija odgovora omogućava projektnom timu da reaguje brzo, smanjujući neizvjesnost i povećavajući šanse za uspješnu realizaciju.

### 9.2.7. Praćenje i učenje

Kao što je već rečeno, upravljanje rizikom je kontinuirani proces, jer se tokom životnog ciklusa projekta pojavljuju novi rizici, a postojeći mogu mijenjati vjerovatnoću i uticaj. Faza **praćenja i učenja** osigurava da plan upravljanja rizikom ostane relevantan i efikasan.

Ključne aktivnosti ove faze su:

- **Redovno praćenje i ponovna procjena postojećih rizika** – praćenje statusa identificiranih rizika i provjera efikasnosti primijenjenih mjera što omogućava pravovremene korekcije i sprječava eskalaciju problema.
- **Identifikacija novih rizika** – tokom realizacije projekta mogu se pojaviti nepredviđeni događaji ili promjene u okruženju (tehničke, regulatorne, tržišne ili političke), pa je neophodno kontinuirano nadzirati i dodavati nove rizike u registar.
- **Dokumentovanje naučenih lekcija** – svaka iskustvena lekcija, bilo da je riječ o uspjehu ili problemu, treba biti zabilježena i prenesena na naredne projekte. To omogućava **organizacijsko učenje**, smanjuje ponavljanje grešaka i unapređuje pristup upravljanju rizicima.

Ovakav pristup osigurava da analiza i upravljanje rizikom ne budu izolovane formalne aktivnosti, već da postanu integralan dio cjelokupnog sistema planiranja, odlučivanja i implementacije projekta. Projekti vođeni kroz kontinuirano praćenje i učenje imaju veću otpornost na nepredviđene situacije i bolje iskorištavaju prilike koje se pojavljuju tokom realizacije.

## 9.3. Analiza osjetljivosti i analiza scenarija

Analiza osjetljivosti i analiza scenarija čine osnovne alate za kvantifikaciju rizika u finansijskoj i ekonomskoj analizi projekata [7].

**Analiza osjetljivosti** omogućava identifikaciju kritičnih varijabli, tj. onih varijabli čije promjene imaju najveći uticaj na NPV, IRR i/ili druge ključne pokazatelje. Postupak obično uključuje:

- identifikaciju relevantnih varijabli (potražnja, investicioni troškovi, operativni troškovi, tarife, vrijednost vremena, diskontna stopa, eksternalije),
- eliminaciju deterministički zavisnih varijabli (da se izbjegne dvostruko brojanje, npr. „cijena“ i „ukupni prihod“ ako su direktno umnožene),
- promjenu jedne varijable za određeni procenat i ponovni proračun NPV/IRR,
- proračun elastičnosti: kolika je relativna promjena NPV/IRR u odnosu na relativnu promjenu varijable.

U praksi se primjenjuju dva komplementarna pristupa analizi osjetljivosti.

Prvi pristup podrazumijeva variranje ključnih agregiranih veličina (npr. ukupnih investicionih troškova, operativnih troškova ili prihoda) za određeni procenat (npr.  $\pm 10\%$  ili  $\pm 20\%$ ), čime se dobija opšta slika osjetljivosti projekta.

Drugi pristup zasniva se na analizi pojedinačnih varijabli i njihovog marginalnog uticaja, pri čemu se varijabla mijenja za mali iznos (npr.  $\pm 1\%$ ), a zatim se posmatra promjena NPV ili IRR i, po potrebi, izračunava elastičnost. Na primjer, ako promjena varijable od 1% izaziva promjenu NPV-a veću od unaprijed definisanog praga (npr. 5%) ili promjenu IRR-a za više od 1 %, takva varijabla se smatra kritičnom. U tom slučaju, takva varijabla se smatra ključnim rizikom projekta, te je potrebno definisati odgovarajuće mjere za njegovo ublažavanje.

Na osnovu rezultata analize identifikuju se kritične varijable, odnosno one kod kojih i male promjene uzrokuju značajne promjene pokazatelja projekta. Dodatno se određuju i granične vrijednosti, tj. vrijednosti varijabli pri kojima projekat prestaje biti prihvatljiv (npr. nivo smanjenja potražnje pri kojem NPV postaje nula), što omogućava procjenu robusnosti projekta.

**Analiza scenarija** omogućava sagledavanje kombinovanog uticaja više varijabli koje se mijenjaju istovremeno. Najčešće se definišu:

- optimistični scenarij (povoljnije pretpostavke: veća potražnja, niži troškovi),
- bazni scenarij (najvjerovatnije vrijednosti),
- pesimistični scenarij (nepovoljnije pretpostavke: niža potražnja, viši troškovi, kašnjenja).

Za svaki scenarij izračunavaju se finansijski i ekonomski pokazatelji (NPV, IRR, B/C), što omogućava donosiocima odluka da sagledaju raspon mogućih ishoda i povežu ih sa svojim prihvatljivim nivoom rizika.

Na osnovu provedene analize, za prioritetne rizike planiraju se odgovori. Za prijetnje to mogu biti izbjegavanje, ublažavanje, prijenos ili svjesno prihvatanje, dok se za prilike primjenjuju strategije iskorištavanja, poboljšanja, dijeljenja ili prihvatanja.

Definisane mjere integrišu se u raspored, budžet, ugovore i organizaciju projekta. Upravljanje rizikom ne završava planiranjem odgovora, već se nastavlja tokom realizacije kroz praćenje, ponovnu procjenu rizika i dokumentovanje naučenih lekcija, koje se koriste za unapređenje budućih projekata.

Na taj način, analiza i upravljanje rizikom postaju sastavni dio cjelokupnog sistema planiranja, finansijske i ekonomske analize i odlučivanja o infrastrukturnim projektima, a ne izdvojena i formalna aktivnost.

#### 9.4. Primjeri tipičnih rizika u infrastrukturnim projektima

U prethodnim poglavljima razmatrani su teorijski okvir, faze procesa i osnovni alati analize rizika. Međutim, razumijevanje upravljanja rizikom zahtijeva i njegovu primjenu na konkretne infrastrukturne projekte, u kojima se apstraktni pojmovi poput vjerovatnoće, uticaja i robusnosti ekonomskih pokazatelja pretvaraju u mjerljive i operativne odluke.

Infrastrukturni projekti imaju niz zajedničkih karakteristika, kao što su dug vremenski horizont, visoki investicioni izdaci, tehnička složenost i zavisnost od kretanja potražnje. Međutim, struktura rizika se razlikuje u zavisnosti od vrste sistema i načina finansiranja. Zbog toga je korisno razmotriti sektorski diferencirane primjere.

U nastavku su prikazani tipični rizici infrastrukturnih projekata: rizik potražnje kod autocesta, rizik transfera tereta kod željezničkih projekata, rizik potražnje i prihoda u urbanom javnom prijevozu, geotehnički rizici na primjeru mosta, te rizik promjene ključnih ekonomskih parametara ilustrovan analizom osjetljivosti NPV-a.

Cilj ovih primjera je pokazati kako se u praksi:

- identificiraju izvori rizika,
- procjenjuju njihova vjerovatnoća i uticaj,
- kvantificira efekat na ekonomske pokazatelje (NPV, ENPV),
- definišu prioritetne mjere upravljanja, te
- uspostavlja sistem praćenja kroz konkretne pokazatelje (KP).

### ***Primjer 9-1. Primjer rizika u cestovnim projektima***

#### **Rizik potražnje – autocesta**

##### ***Opis projekta:***

Planira se izgradnja autoceste sa prognoziranim prosječnim dnevnim saobraćajem (PGDS) od 20.000 vozila/dan u baznom scenariju. Procjena ekonomske isplativosti se temelji na analizi ekonomske neto sadašnje vrijednosti (ENPV) i projekciji prihoda od cestarine.

##### **1. Identifikacija rizika:**

Stvarni saobraćaj će biti niži od planiranog zbog:

- sporijeg ekonomskog rasta nego što je predviđeno;
- razvoja paralelne besplatne ceste koja smanjuje potražnju za korištenjem autoceste;
- manje spremnosti korisnika da plaćaju cestarinu (elastičnost potražnje u odnosu na cijenu).

##### **2. Identifikacija i kvantifikacija rizika**

Analiza osjetljivosti pokazuje odnos između stvarnog PGDS i ENPV:

<b>Scenarij PGDS (vozila/dan)</b>	<b>ENPV (mil. KM)</b>
20.000 (bazni)	50
18.000 (-10%)	35
16.000 (-20%)	20
14.000 (-30%)	5
13.000 (-35%)	0
12.000 (-40%)	-10

Rizik	Uzrok	Vjerovatnoća (1-5)	Uticaj (1-5)	Rang (V*U)
<i>Smanjeni saobraćaj zbog sporijeg ekonomskog rasta</i>	Makro-ekonomski pad BDP-a	3	4	12
<i>Smanjeni saobraćaj zbog paralelne besplatne ceste</i>	Razvoj alternativnih saobraćajnica	3	5	15
<i>Smanjena spremnost korisnika da plaćaju cestarinu</i>	Visoka cijena cestarine	3	3	9

**Napomena:** Rang  $\geq 15$  smatra se visokim rizikom koji zahtijeva prioritetno upravljanje.

### **Zaključak:**

Ako stvarni PGDS padne za više od 35% u odnosu na bazni scenarij, ENPV postaje jednak nuli, što predstavlja graničnu tačku ekonomske opravdanosti projekta.

### **3. Prioritetne mjere za ublažavanje rizika:**

Mjera	Tip	Prioritet
Fleksibilne tarife i promotivne kampanje	Finansijska / tržišna	Visok
Poboljšanje pristupne infrastrukture i signalizacije prema autocesti	Tehnička	Visok
Scenarijska analiza prihoda i prilagođavanje investicija	Finansijska / planiranje	Visok
Praćenje PGDS-a i kvartalno izvještavanje	Monitoring	Visok
Fleksibilno upravljanje tarifama i promotivnim popustima	Operativna	Srednji

Prioritet mjera definisan je prema rangu rizika ( $V \times U$ ) i ekonomskoj osjetljivosti ENPV-a.

### **4. Praćenje i kontrola: (Key Performance Indicator – KPI)**

**KPI 1:** Stvarni PGDS po segmentima – kontinuirano mjerenje.

**KPI 2:** Prihod od cestarine u odnosu na plan – kvartalno praćenje.

**KPI 3:** Uticaj paralelnih ruta – broj korisnika na alternativnim pravcima.

**KPI 4:** Vjerovatnoća smanjenja saobraćaja – godišnja revizija tržišnih i ekonomskih pokazatelja.

**Aktivnosti kontrole:**

1. Kvartalna analiza odstupanja stvarnog saobraćajnog opterećenja od planiranog.
2. Analiza uzroka nižeg saobraćaja i provođenje korektivnih mjera (promotivne aktivnosti, prilagođavanje tarifa i povećanje efikasnosti naplate).
3. Godišnja revizija finansijskih modela i ENPV-a u skladu sa stvarnim saobraćajnim opterećenjem.

**Primjer 9-2. Primjer rizika u željezničkim projektima****Rizik transfera tereta – željeznica****Opis projekta:**

*Ekonomska analiza projekta modernizacije željezničke pruge pretpostavlja da će 25% teretnog saobraćaja biti preusmjereno sa ceste na željeznicu nakon realizacije projekta modernizacije i unapređenja kvaliteta usluge. Ova promjena doprinosi smanjenju troškova održavanja cesta, smanjenju emisija i povećanju efikasnosti transportnog sistema.*

**1. Identifikacija rizika:**

Stvarni obim preusmjerenog tereta može biti niži od planiranog zbog:

- otpora logističkih operatora da mijenjaju lance snabdijevanja;
- nedovoljne pouzdanosti željezničke usluge (kašnjenja, kapacitet, kvalitet usluge);
- konkurentskih investicija u cestovnu mrežu koje održavaju privlačnost cestovnog transporta.

**2. Identifikacija i kvantifikacija rizika**

<b>Rizik</b>	<b>Uzrok</b>	<b>Vjerovat. (1-5)</b>	<b>Uticaj (1-5)</b>	<b>Rang (V*U)</b>
Otpornost logističkih operatora	Navike i postojeće ugovorne obaveze	4	4	16
Nedovoljna pouzdanost željezničke usluge	Kašnjenja, ograničen kapacitet i kvalitet usluge	3	5	15
Konkurentske investicije u cestovnu mrežu	Poboljšanje cestovne infrastrukture ili smanjenje troškova cestovnog transporta	2	4	8

**Napomena:** Ocjena rizika  $\geq 15$  smatra se visokim rizikom koji zahtijeva prioritarno upravljanje.

Kvantifikacija uticaja na prijenos tereta (scenariji)

Scenarij	Postotak tereta preusmjerenog sa ceste (%)	Ekonomske koristi i uštede (mil. KM)
Optimistični	35	10
Bazni	25	7
Pesimistični	10	3

U pesimističnom scenariju, kada se samo 10% tereta preusmjeri sa ceste na željeznicu, ekonomske koristi i smanjenje emisija su značajno niži, što može ugroziti ekonomsku opravdanost projekta.

### 3. Prioritetne mjere za ublažavanje rizika:

Mjera	Tip	Prioritet
Edukacija i saradnja s logističkim operatorima	Organizaciona / tržišna	Visok
Poboljšanje pouzdanosti i kapaciteta željezničke infrastrukture	Tehnička	Visok
Ugovorne stimulacije za preusmjeravanje tereta (popusti i dugoročni ugovori)	Finansijska	Visok
Praćenje konkurentskih investicija u cestovnu mrežu	Monitoring	Srednji
Promocija intermodalnih transportnih rješenja	Operativna	Srednji

### 4. Praćenje i kontrola:

**KPI 1:** Postotak tereta preusmjerenog sa ceste na željeznicu – kontinuirano kvartalno praćenje.

**KPI 2:** Pouzdanost željezničke usluge (procentualno kašnjenje i iskorištenost kapaciteta).

**KPI 3:** Praćenje logističkih ugovora i ugovorenih transportnih ruta – godišnja revizija.

**KPI 4:** Poređenje planiranih i ostvarenih ekonomskih koristi, ušteda u troškovima cesta i smanjenja emisija.

### **Aktivnosti kontrole:**

1. Kvartalno izvještavanje o postotku preusmjerenog tereta i ostvarenim ekonomskim koristima.
2. Provođenje korektivnih mjera kroz promotivne aktivnosti, ugovorne pogodnosti i unapređenje kapaciteta i pouzdanosti željezničke infrastrukture.
3. Godišnja revizija optimističnog, baznog i pesimističnog scenarija preusmjerenja tereta.

### **Primjer 9-3. Primjer rizika u urbanom javnom prijevozu**

#### **Rizik potražnje i prihoda: novi tramvajski sistem**

##### **Opis projekta:**

Projekat predviđa uvođenje nove tramvajske linije u urbanom području, s ciljem povećanja broja putovanja javnim prijevozom za **30%** u odnosu na postojeći nivo korištenja javnog prijevoza. Ekonomska analiza zasniva se na procjeni ekonomske neto sadašnje vrijednosti (ENPV), očekivanim prihodima od karata i potrebnom iznosu subvencije po putniku.

##### **1. Identifikacija rizika:**

Stvarni prihodi i broj putovanja mogu biti niži od planiranog zbog:

- veće od očekivane upotrebe privatnih automobila (niska cijena goriva i lako dostupna parkirališta),
- nedovoljne frekvencije i pouzdanosti tramvajskog sistema (kašnjenja, kvarovi i ograničen kapacitet),
- negativne percepcije korisnika (nepraktične rute, loša signalizacija i loše iskustvo vožnje).

##### **2. Identifikacija i kvantifikacija rizika**

<b>Rizik</b>	<b>Uzrok</b>	<b>Vjerovat. (1-5)</b>	<b>Uticaj (1-5)</b>	<b>Rang (V*U)</b>
Više putovanja privatnim automobilom	Niska cijena goriva i dostupnost parkirališta	4	4	16
Nedovoljna frekvencija i pouzdanost tramvaja	Operativni problemi i ograničen kapacitet	3	5	15
Negativna percepcija korisnika	Rute, signalizacija i udobnost	3	3	9

**Napomena:** Ocjena rizika  $\geq 15$  smatra se visokim rizikom koji zahtijeva prioritarno upravljanje.

### **Kvantifikacija** uticaja na ENPV i subvenciju po putniku (scenariji)

U pesimističnom scenariju ENPV je nula, a potrebna subvencija po putniku veća, te otežava političko i finansijsko održavanje sistema.

Scenarij	Povećanje broja putovanja (%)	ENPV (mil. KM)	Potrebna subvencija po putniku (KM)
Optimistični	35	12	0,5
Bazni	30	8	1,0
Pesimistični	20	3	2,0
Najpesimističniji	10	0	3,5

### **3. Prioritetne mjere za ublažavanje rizika:**

Mjera	Tip	Prioritet
Povećanje frekvencije tramvaja i optimizacija reda vožnje	Operativna / tehnička	Visok
Poboljšanje pouzdanosti vozila i infrastrukture	Tehnička	Visok
Promocija tramvajskog sistema i edukacija korisnika	Organizaciona / tržišna	Visok
Integracija tarifa i intermodalnih rješenja (Park&Ride, mobilne aplikacije)	Finansijska / operativna	Srednji
Praćenje uticaja korištenja privatnih automobila i politike parkiranja	Monitoring	Srednji

Prioritet mjera definisan je prema rangu rizika ( $V \times U$ ) i njihovom uticaju na ekonomsku održivost projekta.

### **4. Praćenje i kontrola:**

**KPI 1:** Broj putovanja po liniji i ukupno korištenje tramvajskog sistema

**KPI 2:** Pouzdanost tramvajskog sistema (% vožnji na vrijeme i prosječna kašnjenja)

**KPI 3:** Subvencija po putniku – kvartalno praćenje u odnosu na plan

**KPI 4:** Percepcija korisnika – godišnja anketa o zadovoljstvu putnika

#### **Aktivnosti kontrole:**

1. Kvartalno izvještavanje o odstupanjima broja putovanja i ostvarenih prihoda u odnosu na plan.
2. Provođenje mjera kroz prilagođavanje reda vožnje, povećanje kapaciteta, poboljšanje signalizacije i udobnosti korisnika.
3. Godišnja revizija scenarija i analize subvencija po putniku.

### **Primjer 9-4. Rizik geotehničkih uslova temeljenja – primjer mosta**

1. *Identifikacija rizika:* Nezadovoljavajući geotehnički uslovi temeljenja. Moguće posljedice: potreba za dodatnim ispitivanjima, promjena projektnih rješenja, povećanje troškova.

2. *Kvantifikacija rizika - Procjena (Tabela 9-2):*

- Vjerovatnoća: **srednja** (3)
- Uticaj: **vrlo težak** (4)

Rizik:  $3 \times 4 = 12$  (**visok rizik** -

- Tabela 9-3.)

*Tabela 9-2. Matrica vjerovatnoće i uticaja (primjer)*

	<b>Uticaj</b>	Neznatan	Ograničen	Težak	Vrlo težak	Katastrofalan
<b>Vjerovatnoća</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Vrlo niska	<b>1</b>	1	2	3	4	5
Niska	<b>2</b>	2	4	6	8	10
Srednja	<b>3</b>	3	6	9	12	15
Visoka	<b>4</b>	4	8	12	16	20
Vrlo visoka	<b>5</b>	5	10	15	20	25

*Tabela 9-3. Skala ranga rizika (na osnovu matrice  $V \times U$ )*

<b>Rang rizika</b>	<b>Nivo rizika</b>
<b>1 – 5</b>	<b>Nizak</b>
<b>6 – 10</b>	<b>Srednji</b>
<b>11 – 15</b>	<b>Visok</b>
<b>16 – 25</b>	<b>Vrlo visok</b>

---

### 3. Prioritizacija rizika

Rizik nepovoljnih geotehničkih uslova temeljenja je svrstan u **grupu rizika visokog prioriteta**, jer direktno utiče na stabilnost konstrukcije i budžet.

### 4. Planiranje mjera upravljanja rizicima

Preventivne mjere:

- dodatna geotehnička ispitivanja prije početka radova,
- revizija projektne dokumentacije,
- ugovorna klauzula za nepredviđene radove.

Korektivne mjere:

- izmjena tipa temeljenja (npr. prelazak na šipove),
- aktiviranje rezervnog budžeta.

### 5. Praćenje i kontrola rizika

- redovno praćenje geotehničkih mjerenja na terenu,
  - sedmični izvještaji izvođača i nadzora,
  - ponovna procjena rizika u slučaju značajnih odstupanja (npr. pojava klizišta).
- 

### **Primjer 9-5. Analiza osjetljivosti NPV projekta rekonstrukcije ceste**

#### **Opis projekta:**

#### **Projekat rekonstrukcije lokalne ceste ima**

- investiciju: 10 miliona €,
- godišnje uštede korisnika saobraćajnog sistema: 1,5 miliona €,
- vijek trajanja projekta: 20 godina, i
- diskontnu stopu: 5%.

**Rješenje:** Neto sadašnja vrijednost (NPV) projekta određuje se izrazom

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{Uštede_t}{(1+d)^t} - Investicija$$

---

$$NPV = 18,69 - 10 = 8,7 \text{ mil. €}$$

Kako je  $NPV > 0$ , projekat je ekonomski opravdan.

### 1. Jednofaktorska analiza osjetljivosti

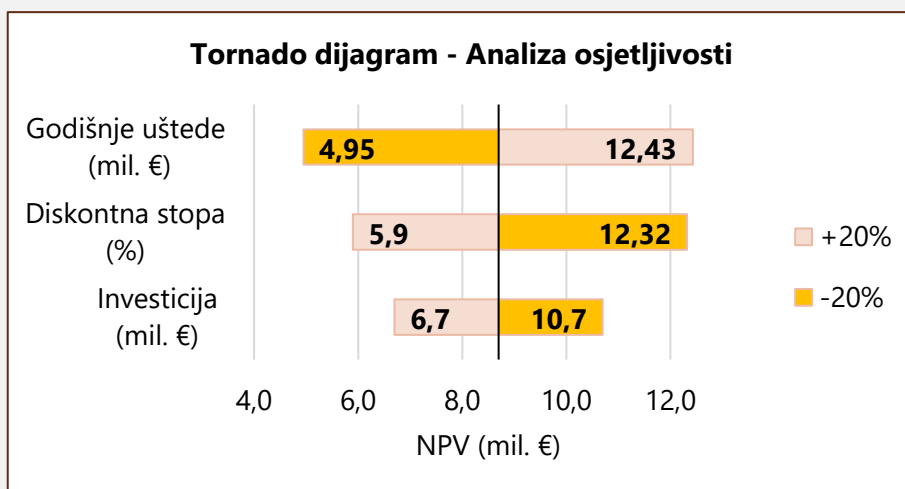
U analizi se variraju sljedeće varijable:

- investicija  $\pm 20\%$   $\rightarrow$  8 / 10 / 12 mil. €,
- godišnje uštede  $\pm 20\%$   $\rightarrow$  1,2 / 1,5 / 1,8 mil. €,
- diskontna stopa: 3% / 5% / 7%.

#### Osjetljivost NPV na promjene ključnih varijabli

Varijabla	Min (-20%)	Bazna vrijednost	Max (+20%)
Investicija (mil. €)	10,7	8,7	6,7
Diskontna stopa (%)	12,32	8,7	5,9
Godišnje uštede (mil. €)	4,95	8,7	12,43

Prethodna tabela prikazuje promjenu NPV-a pri promjeni pojedinačnih varijabli, dok ostale varijable ostaju konstantne.



Tornado dijagram pokazuje da su godišnje uštede najosjetljivija varijabla, zatim diskontna stopa, dok investicija ima najmanju osjetljivost. To ukazuje da ostvarenje planiranih ušteda predstavlja ključni rizik projekta.

## 2. Analiza scenarija

Analiza scenarija kombinuje promjene ključnih varijabli u optimističnom, baznom i pesimističnom scenariju u cilju sagledavanja raspona mogućih ishoda i procjene osjetljivosti projekta na istovremene promjene više varijabli.

Scenarij	Investicija	Diskontna stopa	Godišnje uštede	NPV (mil. €)
<b>Optimistični</b>	-20%	-20%	+20%	18,8
<b>Bazni</b>	0%	0%	0%	8,7
<b>Pesimistični</b>	+20%	+20%	-20%	0,7

U optimističnom scenariju NPV značajno raste (18,8 mil. €), dok se u pesimističnom smanjuje na 0,7 mil. €, ali ostaje pozitivan. To ukazuje da projekat ostaje opravdan, uz izraženu zavisnost od ušteda i diskontne stope.

### Preporuke za upravljanje rizicima:

#### 1. Praćenje i kontrola

Redovno pratiti ostvarenje ušteda i efikasnost projekta, te pravovremeno reagovati u slučaju odstupanja od planiranih vrijednosti.

#### 2. Fokus na ključne varijable

Prioritetno upravljati rizicima vezanim za godišnje uštede, kao najutjecajnijom varijablom, kroz realistične procjene i unapređenje korištenja infrastrukture.

#### 3. Kontrola investicionih troškova

Osigurati strogi nadzor nad troškovima i ograničiti njihova odstupanja, uz planiranje rezervi za nepredviđene izdatke.

**Tornado dijagram** je grafički alat za prikaz rezultata analize osjetljivosti, kojim se prikazuje uticaj pojedinih ulaznih varijabli na konačni rezultat. Varijable su raspoređene od najvećeg ka najmanjem uticaju, čime se dobija karakterističan oblik „tornada“. Najčešće se konstruiše oko bazne vrijednosti pokazatelja (npr. NPV), pri čemu se prikazuju odstupanja uzrokovana promjenom pojedinih varijabli, dok se ostale drže konstantnim.

Dijagram omogućava jednostavnu identifikaciju ključnih varijabli i rizika, te predstavlja koristan alat za donošenje odluka u uslovima neizvjesnosti i usmjeravanje pažnje na najkritičnije faktore projekta.

## 9.5. Integracija rizika u ekonomsku analizu

Rezultati analize rizika imaju važnu ulogu u interpretaciji i jačanju nalaza ekonomske analize projekta. Oni omogućavaju procjenu robusnosti ključnih pokazatelja, poput ENPV i EIRR, identifikaciju kritičnih varijabli koje najviše utiču na isplativost, određivanje potrebnih budžetskih rezervi, kao i unapređenje ugovornih i organizacionih rješenja.

Upravljanje rizikom ne zamjenjuje ekonomsku analizu, već je dopunjuje i produbljuje. Dok ekonomska analiza pokazuje da li je projekat isplativ pod pretpostavljenim uslovima, analiza rizika ispituje koliko je ta isplativost osjetljiva na promjene ključnih parametara i koliko je projekat otporan na nepovoljne scenarije.

Infrastrukturni projekti su po svojoj prirodi dugoročni, kapitalno intenzivni i izloženi značajnoj neizvjesnosti. Zbog toga sistematska analiza i upravljanje rizikom doprinose povećanju vjerovatnoće uspješne realizacije, smanjenju mogućnosti prekoračenja troškova i kašnjenja, stabilnosti ekonomskih rezultata te donošenju informisanih i odgovornijih odluka.

Dobro upravljanje rizikom podrazumijeva anticipiranje mogućih odstupanja i njihovo pravovremeno mjerenje i kontrolisanje, umjesto naknadnog reagovanja kada se problemi već manifestuju.



## 10. VIŠEKRITERIJSKO VREDNOVANJE

---

Višekriterijsko vrednovanje uvodi formalne metode za donošenje odluka u situacijama kada jedan pokazatelj (npr. ENPV ili EIRR) nije dovoljan da obuhvati sve relevantne aspekte infrastrukturnog projekta. Transportni projekti imaju istovremeno ekonomske, tehničke, sigurnosne, ekološke i društvene ciljeve, a često uključuju više varijantnih rješenja i veliki broj sudionika sa različitim interesima.

Klasična analiza troškova i koristi (CBA) ostaje temelj za kvantifikaciju i monetizaciju ključnih efekata, ali ne može uvijek adekvatno obuhvatiti kriterije koji su teško mjerljivi u novcu (npr. prostorni razvoj, prihvatljivost za lokalnu zajednicu, strateški ciljevi, rizici i neizvjesnosti). Višekriterijske metode (AHP, TOPSIS, VIKOR, ELECTRE i dr.) omogućavaju da se takvi kriteriji eksplicitno uvrste u proces odlučivanja, da se kriterijima dodijele težine u skladu sa prioritetima sudionika, te da se alternative rangiraju ili odabere najprihvatljivija varijanta.

U kontekstu vrednovanja saobraćajnih projekata, višekriterijsko vrednovanje se najčešće koristi kao dopuna CBA za:

- izbor ili rangiranje varijanti trase, tehnologije ili faziranja projekta,
- integrisanje ekoloških, društvenih i prostorno-planskih kriterija, i
- strukturiranje rasprave između sudionika i transparentnije opravdavanje odabranog rješenja.

Na taj način, višekriterijsko vrednovanje pomaže da se ekonomski rezultati iz prethodnih poglavlja uklope u širu sliku održivosti i strateških ciljeva razvoja transportnog sistema.

### 10.1. AHP metoda (Analytic Hierarchy Process)

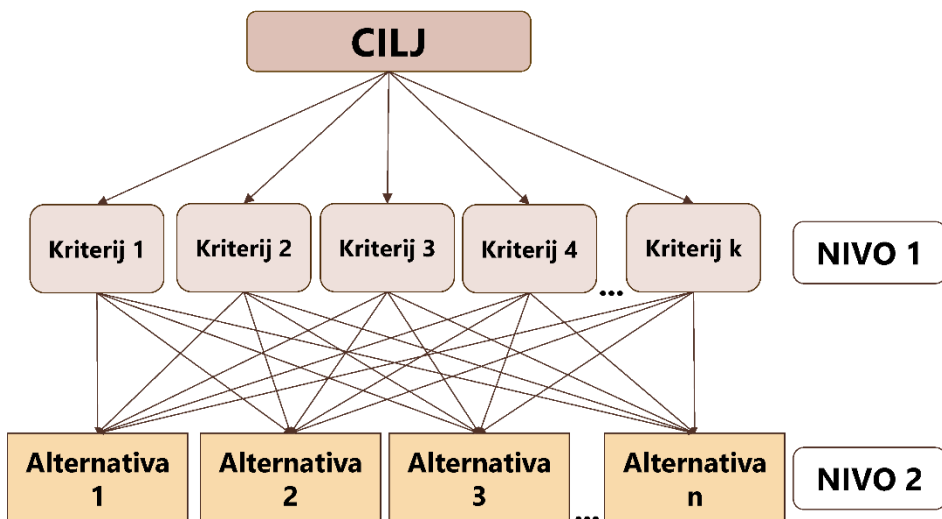
Analitički hijerarhijski proces (AHP – *Analytic Hierarchy Process*) predstavlja strukturiranu tehniku za organizaciju i analizu složenih odluka, zasnovanu na kombinaciji matematičkih metoda i psihologije odlučivanja. Ova metoda ima posebnu primjenu u individualnom i grupnom odlučivanju te se koristi širom svijeta u različitim oblastima, kao što su javna uprava, poslovanje, industrija, zdravstvo i obrazovanje. AHP je snažan i fleksibilan

postupak donošenja odluka koji omogućava određivanje prioriteta i izbor optimalnog rješenja u situacijama u kojima su istovremeno prisutni kvantitativni i kvalitativni kriteriji.

AHP spada među najpoznatije i najčešće korištene metode višekriterijskog odlučivanja. Metodu svojstvenog vektora razvio je Thomas L. Saaty 1971. godine, koja je nakon višegodišnjeg istraživanja i dorade objavljena u konačnom obliku 1980. godine [8]. Njena popularnost proizlazi iz činjenice da je vrlo bliska načinu na koji ljudi rješavaju složene probleme, razlažući ih na jednostavnije komponente: cilj, kriterije i alternative (varijante) odlučivanja. Ove komponente se povezuju u hijerarhijski model u kojem se na najvišem nivou nalazi cilj, na sljedećem nivou kriteriji, zatim potkriteriji, dok se na najnižem nivou nalaze alternative odlučivanja.

### 10.1.1. Struktura i način funkcionisanja AHP metode

AHP metoda zasniva se na hijerarhijskom strukturiranju problema odlučivanja i sistematskom poređenju elemenata modela, čime se omogućava transparentno i logično određivanje prioriteta kriterija i alternativa.



Slika 10-1. Hijerarhijska struktura AHP modela s kriterijima i alternativama

Ideja AHP metode se zasniva na definisanju cilja odlučivanja, nakon čega se utvrđuju kriteriji koji doprinose njegovom ostvarenju i utiču na konačnu odluku. Kriteriji se mogu organizovati u jedan ili više hijerarhijskih nivoa (prvi, drugi, treći nivo itd.), čime se postiže hijerarhijska struktura kriterija. Kriteriji prvog nivoa imaju najveći uticaj na donošenje odluke, dok kriteriji nižih nivoa imaju relativno manji uticaj. Kriteriji u hijerarhiji mogu se odnositi na bilo koji aspekt problema odlučivanja kao što su materijalan ili nematerijalan, precizno izmjeren ili subjektivno procijenjen, u principu na sve što može doprinijeti kvalitetnijem donošenju odluke [9].

AHP metoda se u osnovi sastoji od četiri koraka:

**Korak 1:** Formira se hijerarhijska struktura problema odlučivanja, pri čemu se na vrhu hijerarhije nalazi cilj, na nižim nivoima kriteriji i potkriteriji, dok se na dnu modela nalaze alternative (Slika 10-1).

**Korak 2:** Na svakom nivou hijerarhijske strukture elementi se međusobno porede u parovima, pri čemu se preferencije donosioca odluke izražavaju pomoću odgovarajuće Saatyjeve skale relativne važnosti.

Pojam *elementi* ovdje se koristi kao opšti termin koji obuhvata sve sastavne dijelove hijerarhije, odnosno kriterije, potkriterije i alternative, u zavisnosti od nivoa na kojem se poređenje vrši.

**Korak 3:** Na osnovu procjene relativnih važnosti elemenata izračunavaju se *lokalni prioriteti (težine) kriterija*, potkriterija i alternativa. Pri tome se provjerava *konzistentnost procjena* kako bi rezultati bili pouzdani.

**Korak 4:** Sintetizovanjem lokalnih prioriteta dobijaju se ukupni prioriteti alternativa, što omogućava jasno poređenje i identifikaciju rješenja koje najbolje doprinosi ostvarivanju cilja [10].

### 10.1.1. Određivanje težina kriterija pomoću Saaty-skale

Nakon formiranja hijerarhijske strukture, potrebno je odrediti *numeričke težine kriterija*. Za to se koristi matrica parnih poređenja i *Saaty-jeva skala* sa vrijednostima od 1 do 9 (Tabela 10-1). Vrijednost 1 označava jednaku važnost dva kriterija, dok vrijednost 9 označava ekstremnu dominaciju jednog kriterija nad drugim. Vrijednosti 3, 5 i 7 predstavljaju umjerenu, jaku i veoma jaku dominaciju, dok se parni brojevi koriste kao međuvrijednosti (Tabela 10-1).

Tabela 10-1. Saaty-jeva skala relativne važnosti

Intenzitet važnosti	Definicija	Objašnjenje
1	Jednako važno	Dva kriterija ili varijante jednako doprinose cilju
3	Umjereno važnije	Na temelju iskustva i procjena daje se umjerena prednost jednom kriteriju ili varijanti u odnosu na drugu
5	Strogo važnije	Na temelju iskustva i procjena strogo se favorizira jedan kriterij ili varijanta u odnosu na drugi
7	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedan kriterij ili varijanta izrazito se favorizira u odnosu na drugi; njegova dominacija dokazuje se u praksi
9	Ekstremna važnost	Dokazi na temelju kojih se favorizira jedan kriterij ili varijanta u odnosu na drugi potvrđeni su s najvećom uvjerljivošću
<b>2, 4, 6, 8</b>	Međuvrijednosti	

Na osnovu matrice parnih poređenja izračunava se **vektor težina kriterija**, uz provjeru konzistentnosti procjena donosioca odluke, najčešće pomoću indeksa i odnosa konzistentnosti. AHP metoda omogućava strukturirano određivanje težina, ali zahtijeva dosljednost u procjenama jer nekonzistentna poređenja mogu umanjiti pouzdanost rezultata. Suština je da ljudski sud, a ne samo kvantitativni podaci, ima značajnu ulogu u procjeni prioriteta.

Broj procjena koje se zahtijevaju od donosioca odluke jednak je broju kombinacija bez ponavljanja drugog reda od  $n$  elemenata, gdje je  $n$  broj kriterija. Suština metode svojstvenog vektora je da je lakše procijeniti relativne važnosti kriterija u parovima nego rangirati sve kriterije zajedno.

Za svaki par kriterija ( $X_i, X_j$ ) donosilac odluke bira jednu od opcija:

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

Ukoliko je kriterij  $X_i$  važniji od kriterija  $X_j$  tada se bira neki broj iz Saaty-jeve skale kao mjera relativne važnosti  $a_{ij}$ , dok se u suprotnom u matricu upisuje recipročna vrijednost  $1/a_{ij}$ .

U završnoj fazi procesa izračunavaju se prioriteta alternativa, koji predstavljaju njihove relativne sposobnosti da doprinesu ostvarenju cilja. AHP metoda ne propisuje „ispravnu“ odluku, već pomaže da se identifikuje rješenje koje najbolje odgovara postavljenom cilju i razumijevanju problema [9].

### 10.1.2. Grupno odlučivanje u AHP metodi

Grupni pristup u AHP metodi predstavlja proširenje individualnog postupka na situacije u kojima u procesu vrednovanja sudjeluje više eksperata ili institucija koje zajednički određuju kriterije i ocjenjuju alternative. Osnovna ideja je da se različita znanja, iskustva i preferencije sudionika objedine u jedinstven skup težina kriterija i prioriteta alternativa, čime se povećava legitimnost i prihvatljivost konačne odluke.

**Grupno odlučivanje** se može provoditi konsenzusom (zajednička diskusija i usaglašavanje jedne matrice parnih poređenja) ili objedinjavanjem individualnih matrica svakog člana grupe. U praksi se često koristi pristup u kojem svaki ekspert samostalno unosi svoje procjene, a zatim se one agregiraju u zajedničku matricu; što smanjuje pritisak konformizma i dominaciju pojedinaca. Softverski alati za AHP (npr. Expert Choice, Decision Lens, SuperDecisions) omogućavaju i prostorno distribuirano grupno odlučivanje, uključujući anonimni unos procjena i automatsku analizu rezultata.

Standardni i teorijski utemeljen način **agregacije individualnih procjena** je korištenje *geometrijske sredine* elemenata matrice parnih poređenja, jer se time zadržava recipročna struktura matrice (ako su procjene striktno pozitivne). Geometrijska sredina se može primijeniti direktno na elemente matrica parnih poređenja ili na već dobijene vektore težina, u zavisnosti od odabranog pristupa (agregacija individualnih procjena ili agregacija individualnih prioriteta). Nakon agregacije provjerava se konzistentnost grupne matrice i izračunavaju se grupne težine kriterija i prioriteta alternativa, koje predstavljaju rezultat zajedničke odluke.

Grupni vektori težina kriterija predstavljaju kompromis različitih ekspertskih mišljenja i treba ih tumačiti u kontekstu sastava grupe, stručnosti i mogućih interesa njenih članova. Pored ukupnog rangiranja

alternativa, korisno je analizirati i doprinos pojedinih kriterija (npr. sigurnost, okoliš i troškovi) grupnoj odluci, kako bi se utvrdilo koji su aspekti bili presudni za izbor određene varijante saobraćajnog projekta. Analiza osjetljivosti na promjene težina kriterija posebno je važna jer omogućava procjenu stabilnosti i robusnosti odluke u uslovima promjene preferencija učesnika.

### 10.1.3. Matematske osnove AHP metode

Matematska osnova AHP metode zasniva se na linearnom algebarskom modelu koji omogućava kvantifikaciju subjektivnih procjena donosioca odluke kroz proces parnog poređenja kriterija. Osnovni cilj je da se iz matrice parnih poređenja odredi **vektor težina kriterija** koji odražava njihove relativne važnosti u odnosu na ciljni atribut.

Neka je  $n$  broj kriterija (ili alternativa) čije težine  $w_i$  treba odrediti na temelju procjene omjera njihove relativne važnosti, koji se označavaju sa  $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ . Od elemenata  $a_{ij}$  formira se **matrica relativnih važnosti A**.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (10-1)$$

Matrica A ima sljedeće osobine:

$$a_{ij} > 0, \quad a_{ii} = 1, \quad a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (10-2)$$

za svaki par  $i, j = 1, \dots, n,$

Zadatak je pronaći vektor težina  $w = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$  tako da vrijedi relacija:

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w \quad (10-3)$$

gdje je  $\lambda_{max}$  **najveća svojstvena vrijednost** matrice A, a  $w$  odgovarajući **svojstveni vektor**. Nakon normalizacije svojstvenog vektora, tako da zbir svih elemenata bude jednak 1 (tako da je  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ), dobijeni vektor  $w$  predstavlja relativne težine kriterija.

Vrijednost  $\lambda_{max}$  dobija se nakon određivanja vektora težina  $w$ . U praksi se najčešće primjenjuje sljedeći postupak:

1. Na osnovu matrice parnih poređenja  $A$  izračuna se vektor težina  $w$ ,
2. Izračuna se vektor

$$(Aw)_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}w_{ij} \quad (10-4)$$

3. Za svaki element vektora izračuna se količnik

$$\frac{(Aw)_i}{w_i}, \text{ za } i = 1, \dots, n \quad (10-5)$$

4. Vrijednost  $\lambda_{max}$  dobija se kao aritmetička sredina ovih količnika:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{w_i} \quad (10-6)$$

#### 10.1.4. Indeks i odnos konzistentnosti

U idealnom slučaju, ako su procjene donosioca odluke potpuno konzistentne (transitivne), tada bi važiolo  $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$  i najveća svojstvena vrijednost bila bi  $\lambda_{max} = n$ . U praksi, međutim, zbog subjektivnosti procjena, ova jednakost nije potpuno zadovoljena, pa se uvodi pojam **indeksa konzistentnosti** (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (10-7)$$

Da bi se procijenila prihvatljivost odstupanja od potpune konzistentnosti, Saaty je predložio **odnos konzistentnosti** (CR) definisan kao:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (10-8)$$

gdje je  $RI$  **prosječna vrijednost indeksa konzistentnosti** za slučajno generisane matrice parnih poređenja veličine  $n$  (Tabela 10-2). Preporučuje se da odnos konzistentnosti ne prelazi vrijednost  $CR \leq 0,10$  (tj. 10%). Ukoliko je  $CR$  veći, matrica se smatra nedovoljno konzistentnom, pa je poželjno ponovno preispitati donesene procjene.

Tabela 10-2. Prosječne vrijednosti RI za različite dimenzije matrice

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

### 10.1.5. Prednosti i nedostaci AHP metode

Prednosti i nedostaci AHP metode često su razmatrani u literaturi o višekriterijskom odlučivanju. Zahvaljujući fleksibilnosti, intuitivnoj strukturi i širokoj primjeni, AHP se ubraja među najčešće korištene metode za analizu složenih problema odlučivanja.

Osnovna prednost AHP metode je jasno i transparentno strukturiranje problema putem hijerarhijskog modela koji obuhvata cilj, kriterije/potkriterije i alternative. Time se omogućava istovremeno uključivanje kvantitativnih i kvalitativnih kriterija, nezavisno od njihovih mjernih jedinica, što je naročito značajno kod infrastrukturnih i saobraćajnih projekata. Metoda je primjenjiva u individualnom i grupnom odlučivanju te omogućava provjeru konzistentnosti procjena, čime se olakšava dokumentovanje postupka i opravdanje konačnog izbora.

Ograničenja AHP metode prvenstveno se odnose na osjetljivost rezultata na strukturu hijerarhije i izbor kriterija. Osim toga, s povećanjem broja kriterija i alternativa raste i broj parnih poređenja, što povećava vremensku zahtjevnost postupka i rizik od nekonzistentnosti u procjenama. Također, male razlike između bliskih prioriteta alternativa ne moraju uvijek jasno odražavati njihovu praktičnu razliku, pa se AHP u praksi često kombinuje s analizom osjetljivosti i drugim metodama, poput analize troškova i koristi (CBA), radi donošenja robusnijih odluka.

#### **Primjer 10-1. Izbor najpovoljnije varijante pomoću AHP-a**

##### **KORAK 1: Definisane problema i ulazni podaci**

Potrebno je izabrati najpovoljniju varijantu rekonstrukcije gradske saobraćajnice na osnovu tri kriterija:

*K1: Investicioni troškovi (manje je bolje)*

*K2: Saobraćajna sigurnost (više je bolje)*

*K3: Uticaj na okoliš (manje negativan uticaj je bolje)*

- *Alternative:*

A1: *Rekonstrukcija postojećeg poprečnog profila*

A2: *Proširenje kolovoza s dodatnom trakom*

A3: *Nova trasa obilaznice oko naselja*

**Cilj je:** izbor najpovoljnije varijante rekonstrukcije saobraćajnice.

### ***Kvantitativne procjene po kriterijima***

<b>Kriterij</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>K1 Troškovi</b>	5,0 mil. €	4,0 mil. €	6,0 mil. €
<b>K2 Smanjenje nezgoda</b>	≈ 20%	≈ 30%	≈ 40%
<b>K3 Uticaj na okoliš</b>	srednji negativni uticaj (ponder 2)	najveći negativni uticaj (ponder 3)	najmanji negativni uticaj (ponder 1)

### **KORAK 2: Poređenja kriterija (Saatyjeva skala)**

Pretpostavljene procjene donosioca odluke su:

- sigurnost K2 je umjereno važnija od troškova K1 → **3**
- ekologija K3 je umjereno manje važna od sigurnosti K2 → **1/3**
- ekologija K3 je blago važnija od troškova K1 → **2**.

te slijedi matrica parnih poređenja kriterija/matrica relativnih važnosti A:

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>
<b>K1</b>	1,00	1/3	1/2
<b>K2</b>	3,00	1,00	3,00
<b>K3</b>	2,00	1/3	1,00

### **KORAK 3: Proračun težina kriterija i provjera konzistentnosti**

- ***Proračun težina kriterija***

Sume elemenata po kolonama koriste se za normalizaciju matrice, tako što se svaki element dijeli sumom svoje kolone. Nakon toga, prosječne vrijednosti po redovima predstavljaju težine kriterija.

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>
<b>K1</b>	1,00	0,33	0,50
<b>K2</b>	3,00	1,00	3,00
<b>K3</b>	2,00	0,33	1,00
<b>suma:</b>	<b>6,00</b>	<b>1,67</b>	<b>4,50</b>

	K1	K2	K3	Normalizovane težine kriterija w
K1	0,17	0,20	0,11	0,16
K2	0,50	0,60	0,67	0,59
K3	0,33	0,20	0,22	0,25
suma:				<b>1,00</b>

- **Provjera konzistentnosti:**

Proračun svojstvenog vektora  $\lambda_{max}$ :

$$\lambda_1 = \frac{1,0 \cdot 0,16 + 0,33 \cdot 0,59 + 0,50 \cdot 0,25}{0,16} = 3,02$$

$$\lambda_2 = \frac{3,0 \cdot 0,16 + 1,0 \cdot 0,59 + 3,0 \cdot 0,25}{0,59} = 3,09$$

$$\lambda_3 = \frac{2,0 \cdot 0,16 + 0,33 \cdot 0,59 + 1,0 \cdot 0,25}{0,25} = 3,04$$

$$\lambda_{max} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3}{3} = 3,05$$

- **Indeks i odnos konzistentnosti**

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3,05 - 3}{3 - 1} = 0,027$$

Za  $n=3$  važi **RI=0,58** (Tabela 10-2), pa je odnos konzistentnosti:

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,027}{0,58} = 0,046 < 0,10$$

Dakle,  $CR \approx 0,046 < 0,10$ , što znači da je matrica parnih poređenja **prihvatljivo konzistentna**, pa se dobijene težine kriterija mogu koristiti u daljoj analizi.

#### **KORAK 4: Standardizacija, normalizacija i rangiranje alternativa**

- **Standardizacija kriterija na zajedničku skalu (max je bolje)**

Kriteriji tipa „min“ (troškovi i negativni uticaj na okoliš) transformišu se korištenjem recipročnih vrijednosti u „max“, dok se kriteriji tipa 'max' (smanjenje nezgoda) zadržavaju u izvornom obliku.

Kriterij		A1	A2	A3	suma
Troškovi (mil. €)	<b>K1</b>	0,20	0,25	0,17	<b>0,62</b>
Smanjenje nezgoda (%)	<b>K2</b>	20	30	40	<b>90</b>
Uticaj na okoliš	<b>K3</b>	0,50	0,33	1,00	<b>1,83</b>

- **Normalizacija vrijednosti alternativa po kriterijima na bezdimenzionalnu skalu**

U ovom koraku se svaka vrijednost u redu iz prethodne tabele dijeli sumom tog reda, te se dobijaju relativne (bezdimenzionalne) vrijednosti. Na taj način suma ocjena za svaki kriterij iznosi 1, što omogućava njihovo direktno poređenje i kasnije ponderisanje težinama kriterija.

Normalizovane vrijednosti alternativa po kriterijima:

Kriterij		A1	A2	A3
Troškovi	<b>K1</b>	0,32	0,41	0,27
Smanjenje nezgoda	<b>K2</b>	0,22	0,33	0,44
Uticaj na okoliš	<b>K3</b>	0,27	0,18	0,55

- **Proračun ukupnih prioriteta i rangiranje alternativa**

Dobijenu bezdimenzionalnu matricu u prethodnom koraku množimo sa težinama kriterija dobijenim u koraku 3, tako što se svaka normalizovana vrijednost pomnoži odgovarajućom težinom kriterija, a zatim se po svakoj alternativni formira ponderisana suma.

	Normalizovane težine kriterija w
<b>K1</b>	0,16
<b>K2</b>	0,59
<b>K3</b>	0,25
<b>suma:</b>	<b>1,00</b>

	A1	A2	A3
<b>K1</b>	0,05	0,06	0,04
<b>K2</b>	0,13	0,20	0,26
<b>K3</b>	0,07	0,05	0,14
<b>suma:</b>	<b>0,25</b>	<b>0,31</b>	<b>0,44</b>

Rang alternativa		
1	A3	0,44
2	A2	0,31
3	A1	0,25

Alternativa A3 ima najviši prioritet zahvaljujući jakim efektima na sigurnost i okoliš, uprkos najvišim investicionim troškovima, što pokazuje ulogu AHP metode u balansiranju ekonomskih i neekonomskih kriterija.

## 10.2. Metoda VIKOR

Metoda VIKOR je metoda **VI**šekriterijskog **KO**mpromisnog **R**angiranja koju je razvio profesor Serafim Opricović [11]. Višekriterijsko kompromisno rješenje zahtijeva da su poznate vrijednosti svih kriterijskih funkcija za sve alternative, u vidu matrice  $|f_{ij}|_{n \times J}$ .

U nastavku su prikazani osnovni algoritamski koraci metode VIKOR.

### 10.2.1. Određivanje idealne tačke

Idealna tačka se određuje na osnovu vrijednosti kriterijskih funkcija pomoću sljedeće relacije:

$$f_i^* = \text{ext}_j(f_{ij}), \quad i=1,2,\dots,n \quad (10-9)$$

gdje **ext** označava maksimum ako **i**-ta kriterijska funkcija predstavlja korist ili dobit, ili minimum za štete ili troškove.

Idealna tačka može biti zadana i od strane donosioca odluke, tako što se "idealne" vrijednosti kriterijskih funkcija definišu kao "nivoi zadovoljenja". Ukoliko donosilac odluke zada idealnu tačku bez prethodnog određivanja dopustivih intervala vrijednosti kriterijskih funkcija, mogu nastupiti sljedeće nepovoljne situacije:

- idealna tačka je daleko izvan dopustivog skupa ili ne postoji veza između nje i dopustivog skupa, čime se u kompromisno rješenje unosi subjektivni uticaj;
- idealna tačka se nalazi u dopustivom prostoru kriterijskih funkcija, ali dobijeno kompromisno rješenje može biti inferiorno.

### 10.2.2. Transformacija raznorodnih kriterijskih funkcija

U mnogim slučajevima vrijednosti kriterijskih funkcija nisu izražene u istim mjernim jedinicama, odnosno kriterijske funkcije su raznorodne (heterogeni kriterijski prostor). Da bi se u takvim slučajevima mogla primijeniti metrika kompromisnog rangiranja, potrebno je izvršiti normalizaciju kriterijskih vrijednosti, kako bi svi kriteriji bili međusobno uporedivi.

Dužina obima (raspon vrijednosti kriterija)  $i$ -te kriterijske funkcije je:

$$D_i = |f_i^* - f_i^-| \quad (10-10)$$

gdje za svaki  $i$ -ti kriterij  $f_i^*$  najbolja vrijednost  $i$ -tog kriterija, a  $f_i^-$  najlošija vrijednost  $i$ -tog kriterija (jednačina (10-9)).

Za transformisanje kriterijskih funkcija u bezdimenzionalne funkcije sa vrijednostima u intervalu  $[0,1]$  koristi se sljedeća transformacija:

$$d_{ij} = T(f_i^* - f_{ij}) = \frac{|f_i^* - f_{ij}|}{D_{ij}}, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, J \quad (10-11)$$

Primjena linearne transformacije  $T$  podrazumijeva pretpostavku linearne zavisnosti između vrijednosti kriterijske funkcije  $f_i$  i koristi koja se ostvaruje njenim zadovoljavanjem. Drugim riječima, pretpostavlja se da jednaka relativna promjena vrijednosti kriterija ima približno jednak uticaj na korisnost, nezavisno od vrste kriterija. Takođe se pretpostavlja da su rasponi vrijednosti pojedinih kriterija međusobno uporedivi sa stanovišta preferencija donosioca odluke.

Nakon završetka vrednovanja svih varijanti potrebno je provjeriti da li su rasponi kriterijskih funkcija dovoljno reprezentativni za provođenje normalizacije. Ukoliko donosilac odluke smatra da određivanje raspona  $D_i$  na osnovu stvarnih vrijednosti kriterijskih funkcija daje premale vrijednosti, tada je potrebno unaprijed definisati idealne i anti-idealne vrijednosti kriterija ( $f_i^*$  i  $f_i^-$ ).

Na primjer, ako se za ocjenjivanje koristi skala od 1 do 10 (minimalna vrijednost 1, maksimalna vrijednost 10), tada je raspon kriterijske funkcije  $D_i = 10 - 1 = 9$ .

Međutim, ukoliko su analizirane varijante u praksi ocijenjene samo vrijednostima 5 i 6, stvarni raspon kriterijske funkcije iznosi  $D_i = 6 - 5 = 1$ . Tako mali raspon može dovesti do prenaplašavanja razlika između varijanti tokom postupka normalizacije.

U takvim slučajevima donosilac odluke može unaprijed definisati referentni (normativni) raspon kriterijske funkcije, pri čemu se kao idealna i anti-idealna vrijednost uzimaju krajnje vrijednosti skale:  $f_i^* = 10$  i  $f_i^- = 1$ , nezavisno od ocjena dodijeljenih konkretnim varijantama.

---

### **Primjer 10-2. Određivanje obima kriterijske funkcije (vrijeme putovanja)**

Obim kriterijske funkcije u metodi VIKOR može se odrediti na dva načina: **empirijski**, na osnovu stvarnih ocjena varijanti ili **normativno**, unaprijed definisanjem referentnih graničnih vrijednosti.

#### **1. Empirijski (iz stvarnih ocjena varijanti)**

Razmatra se kriterij vrijeme putovanja (min). Ako su varijante ocijenjene sa **18 i 20 minuta**, tada je:

$$\begin{aligned}f_i^* &= 18 \text{ (kraće vrijeme je bolje)} \\f_i^- &= 20 \\D_i &= |f_i^* - f_i^-| = 2\end{aligned}$$

#### **Problem:**

Raspon je vrlo mali (2 minute), pa razlika između varijanti postaje značajan dio ukupnog raspona  $D_i$ . Zbog toga ovaj kriterij može imati prevelik uticaj na konačno rangiranje alternativa.

#### **2. Normativno određivanje raspona**

Donosilac odluke može unaprijed definisati referentni raspon kriterija, na primjer: „Vrijeme putovanja može se kretati od 10 do 60 minuta.“

Tada se postavlja:

$$\begin{aligned}f_i^* &= 10 \\f_i^- &= 60 \\D_i &= 50\end{aligned}$$

Sada razlika od 2 minute predstavlja mali dio ukupnog raspona kriterijske funkcije, pa njen uticaj na konačno rangiranje više nije prenaplašen.

---

### 10.2.3. Određivanje težina kriterija u VIKOR metodi

Težine kriterija predstavljaju preferencije donosioca odluke. Jedan od najčešće korištenih načina izražavanja preferencija u metodama višekriterijskog odlučivanja jeste dodjeljivanje težina kriterijskih funkcija. Težine kriterija nemaju direktno ekonomsko značenje, već služe kao mjera relativne značajnosti kriterija.

Metode višekriterijske optimizacije koriste normalizovane vrijednosti težina, pri čemu važi:

$$\sum w_i = 1, \quad w_i \geq 0 \quad \text{za svako } i \quad (10-12)$$

Za sagledavanje relativnih odnosa težina često se koriste i normalizovane vrijednosti izražene kao cijeli brojevi, ili procenti ukupne sume. Procentualna vrijednost težine jednog kriterija predstavlja dio ukupne preferencije koja je pridružena tom kriteriju.

Određivanje težina kriterija predstavlja poseban problem u višekriterijskoj optimizaciji i zavisi od strukture preferencija donosioca odluke i načina njenog iskazivanja. Kada je donosilac odluke jedna osoba ili homogena grupa bez konfliktnih interesa, određivanje težina je jednostavnije i može se izvršiti kroz direktnu saradnju, uz dodatnu provjeru stabilnosti kompromisnog rješenja.

Složeniji slučaj nastaje kada je donosilac odluke heterogena grupa sa konfliktnim interesima, što je česta situacija u planiranju složenih tehničkih sistema. Ovakav slučaj poznat je kao grupno odlučivanje ili odlučivanje u kojem učestvuje više donosioca odluka.

Dodjeljivanje težina kriterijima uvijek je osjetljiva i problematična faza u metodama višekriterijskog odlučivanja (VKO), a istovremeno ima značajan uticaj na krajnji rezultat odlučivanja. Zbog toga izbor metode i način određivanja težina kriterija zahtijevaju posebnu pažnju.

U praksi se problem zadavanja težina kriterija najčešće rješava primjenom sljedećih postupaka:

- analiza strukture preferencija (Delfi metoda i AHP Saatyjeva metoda), ili
- simulacija strukture preferencija.

U nastavku su opisane metode za dodjeljivanje težina kriterijima koje se zasnivaju na interakciji sa donosiocima odluke, i to Delfi metoda kao i metoda simulacije strukture preferencije, kod koje članovi grupnog odlučivanja ne učestvuju direktno u analizi preferencija, dok je AHP – Saatyjeva metoda detaljno razrađena u poglavlju 10.1.1.

#### 10.2.4. Primjena Delfi metode u određivanju težina kriterija

Delfi metoda predstavlja jedan od najčešće korištenih postupaka za analizu preferencija u grupnom odlučivanju [12]. Njena osnovna svrha je usaglašavanje mišljenja i preferencija većeg broja eksperata ili institucija radi određivanja zajedničkih težina kriterija u višekriterijskom odlučivanju.

Opšti postupak primjene Delfi metode sastoji se od sljedećih koraka:

1. Svakom članu grupe prezentira se problem odlučivanja i skup kriterijskih funkcija.
2. Svaki učesnik samostalno raspodjeljuje ukupno 100 poena na kriterijske funkcije, pri čemu veći broj poena označava veći značaj odgovarajućeg kriterija u konkretnom višekriterijskom problemu.
3. Na osnovu prikupljenih podataka izrađuje se histogram raspodjele procjena, te određuju srednja vrijednost i standardno odstupanje za svaku težinu kriterija.
4. Dobijeni rezultati prezentiraju se učesnicima, uz odgovarajuću interpretaciju rezultata u zavisnosti od broja iteracija.
5. Ukoliko postupak nije završen u prethodnom koraku, proces se ponavlja počevši od koraka 2.

Prvi prolaz kroz opisani postupak predstavlja prvu iteraciju. U drugoj iteraciji učesnicima se prezentiraju statistički rezultati iz prve iteracije (srednje vrijednosti, histogrami i standardna odstupanja), bez dodatnog komentarisanja sa stanovišta višekriterijskog odlučivanja.

Nakon druge iteracije formuliše se odgovarajući zaključak na osnovu poređenja rezultata prve i druge iteracije, pri čemu su moguća dva slučaja:

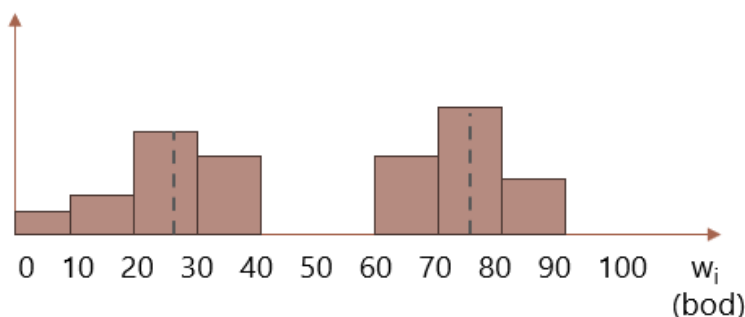
- Ukoliko za sve težine dolazi do smanjenja standardnog odstupanja i suženja histograma raspodjele procjena, smatra se da dolazi do približavanja stavova učesnika. U tom slučaju srednje vrijednosti

težina usvajaju se kao ulazne vrijednosti za metodu VIKOR i postupak analize preferencija se završava.

- Ukoliko za jednu ili više težina dolazi do povećanja standardnog odstupanja, a histogram pokazuje izraženu disperziju ili polarizaciju procjena, smatra se da među učesnicima još uvijek postoje značajne razlike u preferencijama. U tom slučaju analizu preferencija potrebno je nastaviti trećom iteracijom.

U trećoj iteraciji porede se rezultati iz sve tri iteracije, nakon čega se određuju konačne težine kriterija. Kao ulazne vrijednosti mogu se usvojiti srednje vrijednosti iz treće iteracije ili njihova kombinacija sa vrijednostima koje odražavaju polarizovane preferencije učesnika.

Polarizacija preferencija može se javiti kada različite grupe donosioca odluke daju različite ocjene za isti kriterij, npr.  $w_i = 0,27$  i  $w_i = 0,75$ . Takav slučaj ilustrovan je histogramom na slici ispod (Slika 10-2).



Slika 10-2. Histogram polarizovanih srednjih vrijednosti

### **Primjer 10-3. Primjena Delfi metode za određivanje težina kriterija**

Razmatra se problem izbora varijante saobraćajne infrastrukture na osnovu tri kriterija:

$K_1$ – investicioni troškovi,

$K_2$ – bezbjednost saobraćaja,

$K_3$ – uticaj na životnu sredinu.

U procesu odlučivanja učestvuje pet eksperata. U prvoj iteraciji Delfi metode svaki ekspert raspodjeljuje ukupno 100 poena na tri kriterija.

## I Prva iteracija

Svaki ekspert samostalno raspodjeljuje poene:

Ekspert	$K_1$	$K_2$	$K_3$
1	50	30	20
2	45	35	20
3	40	40	20
4	55	25	20
5	50	30	20

Srednje vrijednosti težina:

$$\bar{w}_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m w_{ij}, i = 1,2,3$$

Gdje je  $m$  broj eksperata, a  $w_{ij}$  ocjena i-tog kriterija od j-tog eksperta.

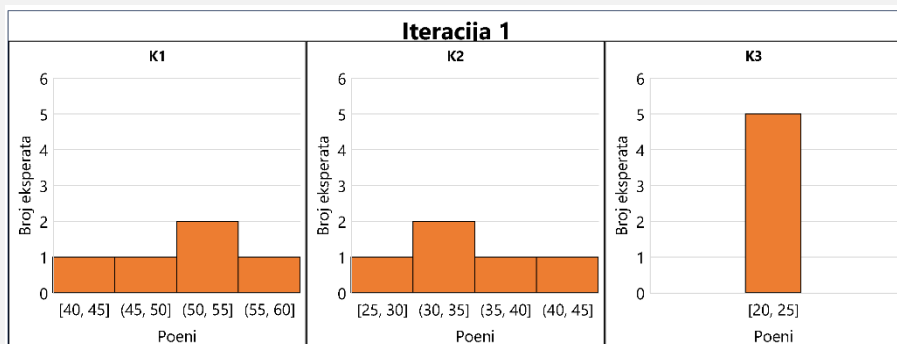
Standardno odstupanje:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (w_{ij} - \bar{w}_i)^2}, i = 1,2,\dots$$

Dobijeni statistički pokazatelji iznose:

- Srednje vrijednosti:  $\bar{w}_1 = 48$   $\bar{w}_2 = 32$   $\bar{w}_3 = 20$
- Standardno odstupanje:  $\sigma_1 = 5,7$   $\sigma_2 = 5,7$   $\sigma_3 = 0$

**Histogram:** Histogram prikazuje raspodjelu dodijeljenih težina po kriterijima, odnosno učestalost pojedinih ocjena eksperata. Širi histogram ukazuje na veće rasipanje mišljenja, dok uzak histogram pokazuje približavanje stavova eksperata.



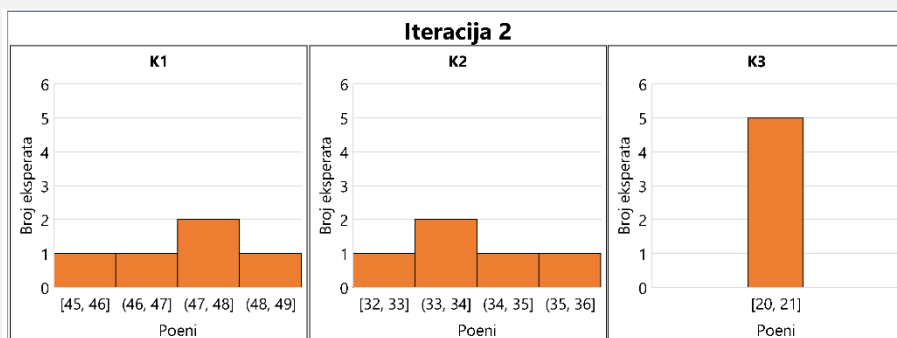
## II Druga iteracija

Eksperti se upoznaju sa statističkim rezultatima prve iteracije i anonimno mogu prilagoditi svoje ocjene:

Ekspert	$K_1$	$K_2$	$K_3$
1	47	33	20
2	46	34	20
3	45	35	20
4	48	32	20
5	47	33	20

### Novi statistički pokazatelji iznose:

- Srednje vrijednosti:  $\bar{w}_1 = 46,6$   $\bar{w}_2 = 33,4$   $\bar{w}_3 = 20$
- Standardno odstupanje:  $\sigma_1 = 1,1$   $\sigma_2 = 1,1$   $\sigma_3 = 0$



Histogram je sužen, dok su standardna odstupanja smanjena, što ukazuje na približavanje stavova eksperata i stabilizaciju težina kriterija.

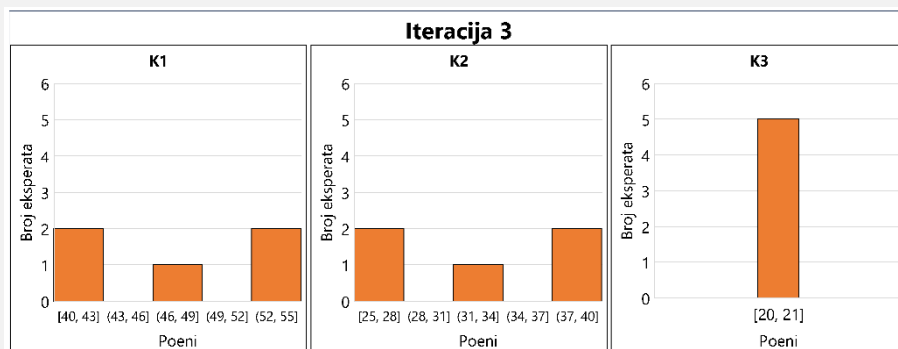
### III Treća iteracija (primjer polarizacije)

U pojedinim slučajevima može doći do polarizacije preferencija, pri čemu se nakon dodatne iteracije povećava rasipanje ocjena eksperata.

Ekspert	$K_1$	$K_2$	$K_3$
1	55	25	20
2	40	40	20
3	55	25	20
4	40	40	20
5	47	33	20

### Statistički pokazatelji treće iteracije iznose:

- Srednje vrijednosti:  $\bar{w}_1 = 47,4$   $\bar{w}_2 = 32,6$   $\bar{w}_3 = 20$
- Standardno odstupanje:  $\sigma_1 \approx 7,1$   $\sigma_2 \approx 7,1$   $\sigma_3 = 0$



Histogrami kriterija  $K_1$  i  $K_2$  u ovom slučaju pokazuju **bimodalnu distribuciju**, odnosno dvije jasno izražene grupe vrijednosti (40–55 za  $K_1$  i 25–40 za  $K_2$ ), što ukazuje na polarizaciju stavova među ekspertima.

Takva raspodjela može biti posljedica različitih profesionalnih profila eksperata (npr. projektanti, ekonomisti, stručnjaci za bezbjednost saobraćaja i životnu sredinu) ili različitih strateških prioriteta u posmatranom projektu.

### Završna odluka o težinama kriterija

U praksi, kada se nakon više iteracija postigne stabilizacija težina kriterija, a naredna iteracija ne dovede do dodatnog smanjenja rasipanja ili pokaže polarizaciju stavova, proces Delfi metode se zaustavlja.

U ovom primjeru, **težine iz druge iteracije**:

- $w_1 = 0.466$  (investicioni troškovi)
- $w_2 = 0.334$  (bezbjednost saobraćaja)
- $w_3 = 0.200$  (uticaj na životnu sredinu)

usvajaju se kao **konačne težine kriterija** i koriste kao ulazni parametri u metodi višekriterijskog odlučivanja **VIKOR**.

Na ovaj način Delfi metoda omogućava transparentno, strukturirano i ponovljivo određivanje težina kriterija, uz uvažavanje grupnog znanja eksperata i smanjenje subjektivnosti u procesu odlučivanja.

### 10.2.5. Simulacija strukture preferencije (scenarijski pristup)

Simulacija strukture preferencije, poznata i kao metoda scenarija, primjenjuje se u slučajevima kada svi članovi grupnog odlučivanja ne mogu ili ne žele da učestvuju u formalnoj analizi preferencija. Ova metoda se provodi analitički, bez direktnog učešća donosioca odluke.

Analitičar ili inženjer razmatra moguće scenarije donošenja konačne odluke, pri čemu se za svaki scenarij definišu vrijednosti težina kriterija koje se koriste kao ulazne vrijednosti u metodi VIKOR. Za svaki scenarij može se zadati jedna ili više kombinacija težina, uz pretpostavku različitog uticaja pojedinih grupa učesnika na konačnu odluku.

Na primjer, u jednom scenariju može se pretpostaviti da dominantan uticaj imaju donosioci odluke usmjereni na minimizaciju troškova, pa se veće težine dodjeljuju ekonomskim kriterijima. U drugom scenariju, koji ima izraženu ekološku orijentaciju, veće težine dodjeljuju se kriterijima zaštite životne sredine.

---

#### **Primjer 10-4. Simulacija strukture preferencija**

Razmatra se problem izbora varijante saobraćajne infrastrukture na osnovu tri kriterija:

- $K_1$ – investicioni troškovi,
- $K_2$ – bezbjednost saobraćaja,
- $K_3$ – uticaj na životnu sredinu.

Zbog nemogućnosti postizanja saglasnosti unutar grupe donosilaca odluke, analiza preferencija provodi se primjenom scenarijskog pristupa. Definišu se različiti scenariji raspodjele težina kriterija, koji predstavljaju ulazne parametre za primjenu metode VIKOR.

#### **Scenarij $S_1$ – ekonomski orijentisan pristup**

Pretpostavlja se da dominantan uticaj imaju donosioci odluke usmjereni na minimizaciju investicionih troškova:

$$w_1 = 0,50, \quad w_2 = 0,30, \quad w_3 = 0,20$$

#### **Scenarij $S_2$ – bezbjednosno orijentisan pristup**

U ovom scenariju najveći značaj se pridaje bezbjednosti saobraćaja:

$$w_1 = 0,30, \quad w_2 = 0,45, \quad w_3 = 0,25$$

---

---

### Scenarij S<sub>3</sub> – ekološki orijentisan pristup

Pretpostavlja se da odluku dominantno oblikuju kriteriji zaštite životne sredine:

$$w_1 = 0,25, \quad w_2 = 0,30, \quad w_3 = 0,45$$

Za svaki od definisanih scenarija primjenjuje se metoda VIKOR, pri čemu se analiziraju promjene rangiranja varijanti u zavisnosti od strukture preferencija.

Ukoliko se rangiranje varijanti ne mijenja značajno kroz različite scenarije, rješenje se smatra **robustnim** na promjene preferencija donosilaca odluke.

---

#### 10.2.6. Zadavanje parametra „ $\nu$ “

Za formiranje kompromisne rang-liste u VIKOR metodi potrebno je definisati vrijednost parametra  $\nu$ , koji određuje odnos između dva pristupa odlučivanju: **maksimizacije ukupnog zadovoljstva većine kriterija i minimizacije nezadovoljstva po kriteriju sa najlošijom ocjenom**. Drugim riječima, parametar  $\nu$  određuje da li će konačna odluka više favorizovati alternativu sa najboljim ukupnim performansama ili alternativu koja izbjegava izrazito loš rezultat po pojedinom kriteriju.

U praksi se vrijednost parametra  $\nu$  često povezuje s brojem kriterija  $n$ , pri čemu se koriste sljedeće preporuke:

$$\nu = 0,5 \quad \text{za} \quad n \leq 4$$

$$\nu = 0,6 \quad \text{za} \quad 5 \leq n \leq 10$$

$$\nu = 0,7 \quad \text{za} \quad n \geq 11.$$

Ove vrijednosti predstavljaju uravnotežen kompromis između težnje ka najboljem ukupnom rezultatu većine kriterija i izbjegavanja izrazito lošeg rezultata po pojedinom kriteriju.

Međutim, izbor parametra  $\nu$  prvenstveno zavisi od **načina i pravila odlučivanja** u konkretnom problemu. U situacijama kada se odluke donose većinom glasova, opravdano je koristiti veće vrijednosti parametra  $\nu$ , kao što su  $\nu = 0,9$  ili čak  $\nu = 1,0$ . Time se veći značaj daje alternativama koje ostvaruju najbolje ukupne performanse, čak i ako po pojedinim kriterijima imaju slabije rezultate.

Međutim, u sistemima odlučivanja u kojima pojedini kriteriji imaju karakter ograničenja ili „prava veta“, odnosno kada je neprihvatljivo da bilo koji kriterij bude značajno narušen, veću važnost ima minimaks strategija. U takvim slučajevima preporučuju se niže vrijednosti parametra  $v$ , ( $v < 0,5$ ), jer se favorizuju alternative koje izbjegavaju izrazito loše performanse po bilo kojem kriteriju. U ekstremnom slučaju, kada između kriterija nije dozvoljena međusobna kompenzacija, može se usvojiti i vrijednost  $v = 0$ , čime se odluka u potpunosti zasniva na izbjegavanju najlošijeg kriterijskog rezultata.

---

### **Primjer uticaja parametra $v$ na rangiranje alternativa**

*Uticaj vrijednosti parametra  $v$  na konačno rangiranje alternativa može se najbolje sagledati na sljedećem primjeru.*

*Razmatraju se tri varijante saobraćajnog projekta koje se ocjenjuju prema više kriterija (npr. troškovi, sigurnost i uticaj na okoliš). Varijanta 1 ostvaruje vrlo dobre rezultate prema većini kriterija, ali ima izrazito lošu ocjenu prema jednom kriteriju. Varijanta 2 ima uravnotežene, ali ne i najbolje rezultate po svim kriterijima.*

*Ako se usvoji vrijednost  $v = 0,7$ , veći značaj se daje ukupnom zadovoljstvu većine kriterija, pa će Varijanta 1 s boljim prosječnim performansama biti rangirana povoljnije, uprkos slabijoj ocjeni po jednom kriteriju.*

*Nasuprot tome, ako se usvoji vrijednost  $v = 0,3$ , naglasak se stavlja na minimaks strategiju odlučivanja. U tom slučaju varijante koje imaju izrazito lošu ocjenu po barem jednom kriteriju rangiraju se nepovoljnije, čak i ako su po većini kriterija vrlo povoljne. Prednost će imati varijante s uravnoteženim performansama, koje ne pokazuju kritične slabosti ni po jednom kriteriju.*

---

### 10.2.7. Proračun kompromisnih vrijednosti u VIKOR metodi

U metodi VIKOR rangiranje alternativa zasniva se na procjeni ukupnog odstupanja alternative od idealnog rješenja, kao i njenog najvećeg pojedinačnog odstupanja po posmatranim kriterijima. U tu svrhu definišu se kompromisne mjere  $S_j$ ,  $R_j$  i  $Q_j$ , koje omogućavaju sistemsko i transparentno poređenje alternativa.

Određivanje navedenih mjera se vrši prema sljedećim relacijama:

$$\begin{aligned}
 S_j &= \sum_{i=1}^n w_i d_{ij} \\
 R_j &= \max[w_i d_{ij}]_i \\
 S^* &= \min S_j, \quad S^- = \max S_j \\
 R^* &= \min R_j, \quad R^- = \max R_j \\
 QS_j &= \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} \\
 QR_j &= \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*}
 \end{aligned}
 \tag{10-13}$$

$$Q_j = v \cdot QS_j + (1 - v) \cdot QR_j$$

U pojedinim slučajevima uvodi se korekcija mjere  $R_j$  dodavanjem veličine  $r_j$ , kako bi se omogućilo preciznije razlikovanje alternativa u slučajevima kada dvije ili više alternativa imaju iste vrijednosti  $R_j$ .

$$r_j = \frac{S_j - R^-}{100}, j = 1, \dots, J \tag{10-14}$$

Ova modifikacija se primjenjuje **samo ako je**  $R_j = R^-$  **za dva ili više indeksa**  $j$ . Ako su sve vrijednosti  $R_j$ ,  $j = 1, \dots, J$ , međusobno različite, modifikacija se ne koristi.

Pojašnjenje veličina:

$S_j$ – ukupno kompromisno odstupanje alternative od idealnog rješenja,

$R_j$ – maksimalno pojedinačno odstupanje po nekom kriteriju,

$S^*, S^-, R^*, R^-$ – najbolje i najlošije referentne vrijednosti  $S_j$  i  $R_j$  među svim alternativama,

$QS_j, QR_j$ – normalizovane vrijednosti za poređenje alternativa,

$Q_j$ – ukupna kompromisna mjera alternative koja kombinuje  $S_j$  i  $R_j$ ,

$r_j$ – modifikacija  $R_j$  za preciznije rangiranje u slučajevima jednakih vrijednosti.

### 10.2.8. Rangiranje alternativa

Nakon određivanja kompromisnih mjera  $S_j$ ,  $R_j$  i  $Q_j$ , vrši se rangiranje alternativa kako bi se odredila kompromisno najbolja varijanta. Rangiranje se provodi sortiranjem alternativa prema vrijednostima ovih mjera.

#### **Rang-liste prema $QS_j$ i $QR_j$ :**

- Lista  $QS_j$  rangira alternative prema ukupnom kompromisnom odstupanju od idealnog rješenja.
- Lista  $QR_j$  rangira alternative prema najvećem pojedinačnom odstupanju po nekom kriteriju.

#### **Rang-liste prema $Q_j$ :**

- Mjera  $Q_j$  predstavlja kompromisnu vrijednost koja linearno kombinuje normalizovane vrijednosti ukupnog odstupanja  $QS_j$  i maksimalnog odstupanja  $QR_j$ , uz korištenje parametra  $v$ , koji izražava odnos između strategije maksimalnog grupnog zadovoljstva i minimaks strategije odlučivanja.
- Alternativa sa najmanjom vrijednošću  $Q_j$  smatra se *kompromisno najboljom*.

#### **Interpretacija:**

- Vrijednost parametra  $v$  omogućava fleksibilnost u procesu odlučivanja: veće vrijednosti daju prednost alternativama sa boljim ukupnim performansama, dok manje vrijednosti favorizuju alternative koje izbjegavaju izrazito loš rezultat po pojedinačnom kriteriju.
- Na taj način konačna pozicija alternative na listi  $Q_j$  predstavlja *kompromis* između ukupnog zadovoljstva kriterija i izbjegavanja najvećeg pojedinačnog odstupanja.

#### **Praktična primjena:**

- Rangiranje alternativa može se prikazati tabelarno ili grafički, što omogućava jasno poređenje i izbor najpovoljnije alternative.
- Ovaj korak je ključan u procesu odlučivanja jer integriše sve prethodno izračunate vrijednosti i omogućava transparentan i sistematičan izbor optimalnog rješenja.

### 10.2.9. Identifikacija i provjera kompromisne alternative

Metoda VIKOR predlaže kao kompromisno najbolju varijantu (za definisane težine kriterija  $w_i$ ) onu koja se nalazi na prvoj poziciji kompromisne rang-liste za  $\nu = 0,5$  pod uslovom da zadovoljava sljedeća dva kriterija:

- dovoljnu prednost nad alternativom sa naredne pozicije (uslov U1),
- dovoljno stabilnu prvu poziciju pri promjeni parametra  $\nu$  (uslov U2).

Prilikom formiranja kompromisne rang-liste, vrijednost parametra  $\nu$  se određuje prema broju kriterija i odražava odnos između ukupnog zadovoljstva većine kriterija i minimalizacije najvećeg pojedinačnog odstupanja (poglavlje 10.2.6).

Za provjeru **dovoljne prednosti (Uslov U1)** koristi se  $\nu = 0,5$ , jer predstavlja uravnoteženu strategiju odlučivanja i služi kao referentna tačka za identifikaciju kompromisnog rješenja.

Za testiranje **stabilnosti prve pozicije (Uslov U2)** koriste se i druge vrijednosti  $\nu$  (0,25 i 0,75), kako bi se provjerilo da li alternativa zadržava najbolju poziciju i pri različitim preferencijama odlučivanja.

#### **Uslov U1 - Dovoljna prednost**

Za vrednovanje prednosti koristi se razlika između mjera  $Q_j$  za  $\nu=0,5$ . Alternativa  $a'$  ima dovoljnu prednost nad sljedećom sa rang liste  $a''$  ako je:

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (10-15)$$

gdje je  $DQ$  "**prag prednosti**" definisan kao:

$$DQ = \min\left(0,25; \frac{1}{J-1}\right), \quad J = \text{broj alternativa} \quad (10-16)$$

Prag prednosti definiše se kao manja vrijednost između 0,25 i izraza  $\frac{1}{J-1}$ , čime se kod manjeg broja alternativa izbjegava previsok prag prednosti.

Uslov U1 omogućava da se donosiocu odluke prikažu i alternative koje su višekriterijski vrlo bliske, a ne samo prvoplasirana alternativa prema  $Q_j$ .

#### **Uslov U2 - Stabilnost prve pozicije**

Prva alternativa na kompromisnoj rang-listi je dovoljno stabilnom ukoliko:

- zadržava prvu poziciju pri različitim vrijednostima parametra  $\nu$ , ili
- ostvaruje prvu poziciju prema mjeri  $S_j$  ili  $R_j$ .

## Formiranje skupa kompromisnih rješenja

- Ako prva alternativa **ne zadovoljava oba uslova U1 i U2**, smatra se da **nije dovoljno bolja** od narednih alternativa. U tom slučaju formira se **skup kompromisnih rješenja** koji uključuje prvoplasiranu i sve bliske alternative.
- Ako prva alternativa ne zadovoljava **samo uslov U2**, u skup kompromisnih rješenja se uključuje i drugoplasirana alternativa sa kompromisne rang-liste.
- Ako prva alternativa ne zadovoljava **uslov U1**, skup kompromisnih rješenja uključuje sve alternative  $a', a'', \dots, a^{(k)}$  za koje vrijedi:

$$Q(a^{(k)}) - Q(a') < DQ \quad (10-17)$$

Na taj način metoda VIKOR omogućava da se u konačnom izboru uzmu u obzir alternative koje su gotovo podjednako dobre, čime se osigurava transparentan i fleksibilan višekriterijski odabir.

### **Primjer 10-5. Izbor najpovoljnije varijante pomoću metode VIKOR**

Višekriterijsko vrednovanje će se izvršiti primjenom metode VIKOR na istom skupu podataka koji je korišten u primjeru AHP metode (Primjer 10-1).

#### **Kvantitativne procjene po kriterijima**

Kriterij	A1	A2	A3
<b>K1 - Troškovi</b>	5,0 mil. €	4,0 mil. €	6,0 mil. €
<b>K2 - Smanjenje nezgoda</b>	≈ 20%	≈ 30%	≈ 40%
<b>K3 - Uticaj na okoliš</b>	srednji negativni uticaj (ponder 2)	najveći negativni uticaj (ponder 3)	najmanji negativni uticaj (ponder 1)

#### **Težine kriterija preuzete iz AHP metode**

	K1	K2	K3	Normalizovane težine kriterija w
<b>K1</b>	0,17	0,20	0,11	0,16
<b>K2</b>	0,50	0,60	0,67	0,59
<b>K3</b>	0,33	0,20	0,22	0,25
<b>suma:</b>				<b>1,00</b>

$$CR \approx 0,046 < 0,10$$

što znači da je matrica parnih poređenja **prihvatljivo konzistentna**, pa se dobijene težine kriterija mogu koristiti u daljoj analizi.

### **KORAK 1: Dužina obima i-te kriterijske funkcije je $D_i$**

Kriterij	Troškovi (mil. €)	Smanjenje nezgoda (%)	Uticaj na okoliš (ponder)
alternativa	K1	K2	K3
A1	5,0	20%	2
A2	4,0	30%	3
A3	6,0	40%	1
Smjer optimizacije	min	max	min

### **Određivanje idealnih i anti-idealnih vrijednosti kriterija**

$f_i^*$	4,0	0,40	1
$f_i^-$	6,0	0,20	3
$D_i$	2,0	0,20	2

gdje su:

- $f_i^*$  idealna vrijednost kriterija,
- $f_i^-$  anti-idealna vrijednost kriterija,
- $D_i$  raspon kriterijske funkcije.

### **Transformacija kriterijskih funkcija u bezdimenzionalne vrijednosti**

$$d_{ij} = T(f_i^* - f_{ij}) = \frac{|f_i^* - f_{ij}|}{D_i}$$

Dobijene vrijednosti  $d_{ij}$ :

Kriterij	Troškovi (mil. €)	Smanjenje nezgoda (%)	Uticaj na okoliš (ponder)
alternativa	K1	K2	K3
A1	0,50	1,00	0,50
A2	0,00	0,50	1,00
A3	1,00	0,00	0,00

## **KORAK 2. Težine kriterija** (preuzete iz primjera AHP metode)

	K1	K2	K3
<b>normalizovane težine kriterija <math>w_i</math></b>	0,16	0,59	0,25

## **KORAK 3. Proračun kompromisnih mjera**

Matrica ( $w_i d_{ij}$ ):

	Troškovi (mil. €)	Smanjenje nezgoda (%)	Uticaj na okoliš (ponder)	Sj	Rj
Alternativa	K1	K2	K3		
<b>A1</b>	0,08	0,59	0,13	<b>0,79</b>	<b>0,59</b>
<b>A2</b>	0,00	0,29	0,25	<b>0,55</b>	<b>0,29</b>
<b>A3</b>	0,16	0,00	0,00	<b>0,16</b>	<b>0,16</b>

Kompromisne mjere određuju se prema izrazima:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i d_{ij}$$

$$R_j = \max[w_i d_{ij}]_i$$

Referentne vrijednosti:

$$S^* = \min S_j, \quad S^- = \max S_j$$

$$R^* = \min R_j, \quad R^- = \max R_j$$

<b>S*</b>	<b>S<sup>-</sup></b>	<b>R*</b>	<b>R<sup>-</sup></b>
<b>0,16</b>	0,79	0,16	0,59

**Provjera:** Ako je  $R_j = R^-$  za dva ili više indeksa  $j$  primjenjuje se modifikacija  $R_j$  prema jednačini ( 10-14 ). – Modifikacija NIJE POTREBNA!

Proračun kompromisnih mjera za usvojeni parametar  $\nu = 0,5$ , (poglavlje 10.2.6).

$$QS_j = \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*}, QR_j = \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*}, Q_j = \nu \cdot QS_j + (1 - \nu) \cdot QR_j$$

Alternativa	QS <sub>j</sub>	QR <sub>j</sub>	Q <sub>j</sub>
A1	1,00	1,00	1,00
A2	0,61	0,31	0,46
A3	0,00	0,00	0,00

#### **KORAK 4. Rangiranje alternativa**

- Lista QS<sub>j</sub> rangira alternative prema ukupnom kompromisnom odstupanju od idealnog rješenja.
- Lista QR<sub>j</sub> rangira alternative prema najvećem pojedinačnom odstupanju po nekom kriteriju.
- Mjera Q<sub>j</sub> predstavlja kompromisnu vrijednost koja linearno kombinuje normalizovane vrijednosti QS<sub>j</sub> i QR<sub>j</sub>.

Alternativa s najmanjom vrijednošću Q<sub>j</sub> smatra se **kompromisno najboljom**.

		QS <sub>j</sub>			QR <sub>j</sub>			Q <sub>j</sub>
1.	A3	0,00	1.	A3	0,00	1.	A3	<b>0,00</b>
2.	A2	0,61	2.	A2	0,31	2.	A2	<b>0,46</b>
3.	A1	1,00	3.	A1	1,00	3.	A1	<b>1,00</b>

U ovom koraku zaključujemo prema mjeri Q<sub>j</sub> da je alternativa A3 na prvom mjestu.

#### **KORAK 5. Identifikacija i provjera kompromisne alternative**

##### **Uslov U1 - Dovoljna prednost**

Prag prednosti određuje se izrazom:

$$DQ = \min\left(0,25; \frac{1}{3-1}\right) = \min(0,25; 0,50) = 0,25$$

Provjera uslova:

	Alternativa	$Q_j$	$Q(a'')-Q(a')$		
1.	A3	0,00	0,46	>	0,25
2.	A2	0,46	0,54	>	0,25
3.	A1	1,00			

### **Uslov U2 - Dovoljno stabilna pozicija**

Prva alternativa na kompromisnoj rang-listi smatra se dovoljno stabilnom ako zadovoljava **barem jedan** od sljedećih kriterija:

- Prva pozicija prema  $Q_j$  za  $\nu = 0,25$  i  $\nu = 0,75$ , ili
- Prva pozicija prema  $QS_j$ , ili
- Prva pozicija prema  $QR_j$ .

za  $\nu = 0,25$

Alternativa	$Q_j$
A1	1,00
A2	0,39
A3	0,00



Rang

	Alternativa	$Q_i$
1.	A3	0,00
2.	A2	0,39
3.	A1	1,00

za  $\nu = 0,75$

Alternativa	$Q_j$
A1	1,00
A2	0,54
A3	0,00



Rang

	Alternativa	$Q_i$
1.	A3	0,00
2.	A2	0,54
3.	A1	1,00

### **Zaključak:**

Prema metodi VIKOR alternativa A3 predstavlja kompromisno najbolje rješenje jer zadovoljava uslov dovoljne prednosti (U1) i uslov stabilnosti prve pozicije (U2) na kompromisnoj rang-listi. Alternativa A3 ostvaruje:

- najmanju vrijednost mjere  $Q_j$ ,
- prvu poziciju prema mjeri  $QS_j$ , kao i prema mjeri  $QR_j$ .

Zbog toga provjera stabilnosti prve pozicije dodatnim proračunom za različite vrijednosti parametra  $\nu$  u ovom slučaju nije bila neophodna, jer je uslov U2 već ispunjen na osnovu rangiranja prema mjerama  $QS_j$  i  $QR_j$ .

Međutim, radi potpunog prikaza postupka i ilustracije uticaja parametra  $\nu$  na kompromisno rangiranje alternativa, dodatni proračun je ipak prikazan u ovom primjeru.



## 11. FINANSIRANJE PROJEKATA SAOBRAĆAJNE INFRASTRUKTURE

---

Finansiranje projekata saobraćajne infrastrukture ima ključnu ulogu u ekonomskom i društvenom razvoju svake zemlje, jer omogućava realizaciju investicija u transportnu, energetska, vodnu i drugu javnu infrastrukturu. Projekti infrastrukturne prirode zahtijevaju značajna početna ulaganja, ali i kontinuirana sredstva za eksploataciju, održavanje i periodičnu obnovu, što ih čini fiskalno zahtjevnim i dugoročno obavezujućim za javne finansije.

Zbog visokog investicionog intenziteta i dugog perioda povrata, infrastrukturni projekti se rijetko finansiraju isključivo iz jednog izvora. U praksi se primjenjuje kombinacija budžetskih sredstava, kredita međunarodnih i domaćih finansijskih institucija, grantova, te privatnog kapitala kroz modele javno-privatnog partnerstva (JPP). Izbor modela finansiranja zavisi od vrste projekta, njegovog kapaciteta generisanja prihoda, institucionalnog okvira i fiskalnog prostora države.

Razvoj infrastrukturne mreže je dugotrajan proces. Od inicijalne ideje i pripreme dokumentacije do završetka izgradnje može proteći deset i više godina, dok se objekti koriste decenijama. Takav vremenski horizont, uz kapitalnu intenzivnost i izloženost makroekonomskim, tehnološkim i demografskim promjenama, stvara visok stepen neizvjesnosti. Zbog toga, finansiranje infrastrukturnih projekata mora biti usklađeno s rezultatima finansijske i ekonomske analize, analizom rizika i dugoročnom fiskalnom održivošću.

### 11.1.1. Modeli finansiranja infrastrukturnih projekata

Način finansiranja projekata saobraćajne infrastrukture zavisi od njihovog obima, potencijala generisanja prihoda, institucionalnog okvira i fiskalnog kapaciteta države.

U praksi se primjenjuje više modela koji se često međusobno kombinuju radi optimalne raspodjele rizika i obezbjeđivanja dugoročne održivosti projekta.

## **1. Budžetsko finansiranje**

Budžetsko finansiranje predstavlja tradicionalni model u kojem se projekti realizuju korištenjem javnih sredstava iz državnog, entitetskog ili lokalnog budžeta. Ovaj pristup se najčešće primjenjuje kod projekata od strateškog značaja, kod kojih su koristi pretežno društvene prirode (povezivanje regiona, povećanje sigurnosti, unapređenje pristupačnosti usluga), a direktni prihodi nisu dovoljni da pokriju investiciju.

U takvim slučajevima odluka o finansiranju zasniva se prvenstveno na rezultatima društveno-ekonomske analize, kojom se opravdava upotreba javnih sredstava.

## **2. Kreditno finansiranje**

Kreditno finansiranje podrazumijeva korištenje zajmova domaćih ili međunarodnih finansijskih institucija, najčešće uz povoljne uslove i duže rokove otplate. Ovaj model je tipičan za velike infrastrukturne projekte koji zahtijevaju značajna početna ulaganja i imaju dug period povrata.

Otplata kredita se vrši iz budžetskih sredstava ili iz prihoda ostvarenih korištenjem infrastrukture (npr. cestarine). U praksi se kreditna sredstva često kombinuju s grantovima ili budžetskim sufinansiranjem, čime se smanjuje fiskalni pritisak i raspoređuje finansijski rizik.

## **3. Donatorska i grant sredstva**

Grantovi međunarodnih organizacija, razvojnih agencija i fondova Evropske unije imaju značajnu ulogu, naročito u fazama pripreme i planiranja projekata. Njima se finansiraju studije izvodljivosti, tehnička dokumentacija, institucionalno jačanje i pilot-projekti.

Iako grantovi obično ne pokrivaju cjelokupnu investiciju, oni smanjuju potrebu za zaduživanjem i povećavaju kvalitet pripreme projekta. Najčešće se koriste u kombinaciji s kreditima i nacionalnim budžetskim sredstvima.

## **4. Javno-privatna partnerstva (JPP)**

Model javno-privatnog partnerstva se zasniva na dugoročnoj saradnji javnog i privatnog sektora. Privatni partner obično finansira izgradnju,

upravljanje i održavanje infrastrukture tokom ugovorenog projektnog perioda, nakon čega se infrastrukturni objekat vraća u vlasništvo javnog sektora. Javni sektor obezbjeđuje regulatorni okvir i garantuje određeni nivo potražnje ili dostupnosti usluge.

Osnovna karakteristika JPP-a je raspodjela rizika između partnera. Rizici izgradnje, potražnje, te operativni i finansijski rizici se raspoređuju u skladu s principom da ih preuzima ona strana koja njima može efikasnije upravljati. Ovaj model je posebno primjenjiv kod projekata koji generišu stabilne prihode (autoceste s naplatom, parking sistemi, logistički centri).

Procjena JPP projekata zahtijeva kombinaciju finansijske i ekonomske analize, uz dodatnu procjenu fiskalnih implikacija i dugoročnih budžetskih obaveza.

## **5. Kombinovani modeli finansiranja**

U savremenoj praksi rijetko se primjenjuje isključivo jedan izvor finansiranja. Najčešće se koristi kombinacija budžetskih sredstava, kredita, grantova i privatnog kapitala, čime se postiže bolja raspodjela rizika, povoljniji uslovi finansiranja i veća stabilnost projekta.

Struktura finansiranja mora biti usklađena s kapacitetom projekta da generiše prihode, fiskalnim mogućnostima države i rezultatima analize rizika. Na taj način, finansiranje postaje dio strateškog planiranja, a ne samo tehničko pitanje obezbjeđivanja sredstava.

### **11.1.2. Međunarodne finansijske institucije**

Međunarodne finansijske institucije (MFI) imaju ključnu ulogu u finansiranju infrastrukturnih projekata, posebno u zemljama u razvoju i tranzicijskim ekonomijama, gdje domaći budžeti i tržišni izvori kapitala često nisu dovoljni za realizaciju kapitalno intenzivnih investicija. Njihova uloga se ne svodi isključivo na obezbjeđivanje finansijskih sredstava, već obuhvata i tehničku pomoć, unapređenje institucionalnih kapaciteta i primjenu međunarodnih standarda u planiranju i evaluaciji projekata.

Finansijska podrška MFI-a obično se ostvaruje kroz dugoročne kredite, garancije, kombinaciju zajmova i grantova, a u pojedinim slučajevima i kroz direktna kapitalna ulaganja. Posebna vrijednost njihove podrške ogleda se

u prenošenju znanja i metodoloških pristupa, uključujući standardizovane procedure finansijske i ekonomske analize, procjene rizika i upravljanja projektima.

### **1. Svjetska banka (World Bank)**

Svjetska banka je usmjerena na podršku održivom razvoju, smanjenju siromaštva i jačanju institucionalnih kapaciteta. U sektoru infrastrukture finansira projekte u oblasti transporta, energetike i vodoprivrede, najčešće kroz povoljne kredite i grantove, uz snažan naglasak na institucionalne reforme i unapređenje regulatornog okvira. Njeni projekti često uključuju komponente modernizacije upravljanja i jačanja javnih institucija.

### **2. Evropska banka za obnovu i razvoj (EBRD)**

EBRD je usmjerena na razvoj tržišno orijentisanih ekonomija i jačanje privatnog sektora. U infrastrukturnim projektima često kombinuje zajmove, kapitalna ulaganja i garancije, a karakteristična je po aktivnom uključivanju privatnih investitora. Njena podrška je usmjerena na modernizaciju saobraćajne infrastrukture, unapređenje energetske efikasnosti i razvoj održivih sistema javnih usluga.

### **3. Evropska investiciona banka (EIB)**

EIB, kao finansijska institucija Evropske unije, finansira projekte usklađene s politikama i strateškim ciljevima EU, posebno u oblastima održivog transporta, energetske tranzicije i urbanog razvoja. Njena osnovna uloga se ogleda u odobravanju dugoročnih kredita uz povoljne uslove finansiranja, prilagođene dugom periodu povrata karakterističnom za infrastrukturne projekte.

Iako se ove institucije razlikuju po mandatima i instrumentima, zajedničko im je usmjerenje na projekte visoke kapitalne intenzivnosti i dugoročnog društveno-ekonomskog značaja. Njihovo učešće povećava kredibilitet projekta, smanjuje percepciju rizika i olakšava privlačenje dodatnih izvora finansiranja.

Pored navedenih institucija, u finansiranju infrastrukturnih projekata učestvuju i druge međunarodne razvojne banke i fondovi, poput Razvojne banke Vijeća Evrope, kao i bilateralne razvojne agencije. Njihova uloga je često komplementarna, naročito u projektima sa izraženim regionalnim i društvenim značajem.

### 11.1.3. Domaće finansijske institucije i njihova uloga u finansiranju infrastrukturnih projekata

Pored međunarodnih finansijskih institucija, domaće banke i razvojni fondovi također imaju značajnu ulogu u realizaciji infrastrukturnih projekata. U pravilu se razlikuju dvije osnovne grupe domaćih finansijskih institucija: **komercijalne banke i domaće razvojne banke ili javni razvojni fondovi**. Njihova uloga i instrumenti finansiranja razlikuju se prema tržišnoj orijentaciji, nivou preuzetog rizika i stepenu uključenosti države.

Domaće institucije imaju značajnu prednost u poznavanju lokalnog zakonodavstva, institucionalnih procedura i specifičnosti tržišta, što omogućava bržu operativnu realizaciju i veću fleksibilnost u strukturiranju finansijskih aranžmana. Njihova sredstva se često kombinuju s međunarodnim kreditima i budžetskim sredstvima, čime se povećava finansijska održivost i smanjuje koncentracija rizika.

#### **Komercijalne banke**

Komercijalne banke uglavnom finansiraju projekte koji imaju jasno definisane prihode i tržišnu održivost, kao što su projekti sa naplatom cestarine, logistički centri ili komercijalni aerodromi. Njihovi instrumenti uključuju klasične kredite, garancije, lizing i strukturirane finansijske proizvode.

Učešće komercijalnih banaka podstiče tržišnu disciplinu, ali istovremeno zahtijeva visok kvalitet pripreme projekta i jasno definisan model povrata investicije.

#### **Razvojne banke i fondovi**

Domaće razvojne banke i javni fondovi imaju širi mandat i često finansiraju projekte od strateškog i društvenog značaja, uključujući one koji nemaju punu tržišnu održivost. Njihova podrška može podrazumijevati povoljnije kreditne uslove, subvencije ili izdavanje garancija za projekte s izraženim javnim interesom.

Ove institucije imaju važnu ulogu u balansiranju između ekonomske opravdanosti i društvenih ciljeva, posebno u sektorima gdje privatni kapital nije spreman preuzeti puni rizik.

Uloga domaćih finansijskih institucija ne svodi se samo na obezbjeđivanje kapitala. One doprinose jačanju institucionalne koordinacije, unapređenju lokalnih kapaciteta i usklađivanju infrastrukturnih projekata s nacionalnim razvojnim prioritetima. Njihovo učešće povećava finansijsku fleksibilnost projekta i olakšava kombinovanje s međunarodnim izvorima finansiranja.

#### 11.1.4. Integracija izvora finansiranja

Efikasno finansiranje infrastrukturnih projekata rijetko se zasniva na jednom izvoru sredstava. Zbog kapitalne intenzivnosti, dugog perioda povrata i izloženosti različitim vrstama rizika, u praksi se primjenjuje kombinacija javnih i privatnih, domaćih i međunarodnih izvora finansiranja. Ovakav pristup poznat je kao integrisano ili kombinovano finansiranje (blended finance).

Integracija izvora finansiranja podrazumijeva pažljivo strukturiranje odnosa između budžetskih sredstava, kredita međunarodnih i domaćih finansijskih institucija, grantova i privatnog kapitala. Cilj nije samo obezbijediti dovoljno sredstava, već i postići optimalnu raspodjelu rizika, smanjiti troškove kapitala i osigurati dugoročnu fiskalnu održivost projekta.

Tipični primjeri integrisanog finansiranja uključuju kombinaciju grantova Evropske unije sa kreditima EIB-a i nacionalnim budžetskim sredstvima, ili zajedničko učešće međunarodnih finansijskih institucija i domaćih razvojnih banaka uz sufinansiranje iz lokalnih budžeta. U projektima sa komercijalnim potencijalom, javna sredstva mogu biti dopunjena privatnim kapitalom kroz modele javno-privatnog partnerstva.

Struktura finansiranja mora biti usklađena sa:

- sposobnošću projekta da generiše prihode,
- rezultatima finansijske analize (FNPV, FRR),
- rezultatima ekonomske analize (ENPV),
- analizom rizika (valutni rizik, rizik potražnje, rizik refinansiranja), te
- fiskalnim kapacitetom države i dugoročnim budžetskim obavezama.

Različiti izvori finansiranja nose različite vrste rizika. Krediti u stranoj valuti izloženi su valutnom riziku, projekti koji zavise od prihoda iz potražnje

suočeni su s rizikom saobraćajnog opterećenja, dok dugoročno zaduživanje može generisati rizik refinansiranja. Zbog toga, izbor finansijske strukture treba zasnivati na pažljivoj procjeni rizika i dugoročne održivosti projekta, a ne samo na dostupnosti sredstava.

Integracija izvora finansiranja, stoga, predstavlja sastavni dio ukupnog planiranja projekta. Ona povezuje finansijsku analizu, ekonomsku opravdanost i upravljanje rizikom, te osigurava da realizacija infrastrukturnog projekta bude održiva ne samo u investicionoj fazi, već i tokom čitavog životnog ciklusa.

### 11.1.5. Specifičnosti finansiranja prema vidovima transporta

Različiti vidovi transporta razlikuju se po strukturi troškova, mogućnosti generisanja prihoda, stepenu javnog interesa i institucionalnoj organizaciji, što direktno utiče na modele njihovog finansiranja. Izbor finansijske strukture stoga mora biti prilagođen ekonomskim karakteristikama pojedinog sektora.

#### 1. Cestovni transport

U cestovnom sektoru većina javnih cesta se finansira indirektno putem poreza na gorivo, registracija vozila i drugih fiskalnih prihoda. Autoceste i ceste za brzi saobraćaj, koje imaju veći saobraćajni intenzitet i potencijal naplate, često se finansiraju direktnom naplatom cestarine ili kroz modele javno-privatnog partnerstva.

Ključna karakteristika cestovnog sektora je mogućnost kombinovanja javnog finansiranja i prihoda od korisnika, što omogućava različite modele finansijske strukture.

#### 2. Željeznički transport

Željeznički projekti u pravilu imaju visoke investicione troškove i ograničenu sposobnost pokrivanja troškova iz komercijalnih prihoda. Zbog izraženih društvenih i ekoloških koristi (smanjenje emisija, rasterećenje cestovne mreže, energetska efikasnost), finansiranje se u velikoj mjeri oslanja na državne subvencije i međunarodne kredite.

Opravdanje za javnu podršku temelji se prvenstveno na ekonomskoj, a ne samo na finansijskoj isplativosti.

### **3. Vodni transport (riječni i pomorski)**

Osnovna infrastruktura, poput plovnih puteva i pristaništa, najčešće se finansira javnim sredstvima zbog njenog karaktera javnog dobra. S druge strane, komercijalni terminali i pretovarne usluge često se razvijaju kroz koncesije ili privatna ulaganja.

Finansijska struktura u ovom sektoru zavisi od ravnoteže između javne infrastrukture i komercijalnih operacija.

### **4. Zračni transport**

Aerodromi s velikim saobraćajem mogu biti finansijski održivi kroz aerodromske takse, komercijalne aktivnosti i privatne investicije. Međutim, regionalni aerodromi često zahtijevaju javnu podršku zbog ograničene potražnje i visokih fiksnih troškova.

Finansiranje u ovom sektoru zavisi od veličine tržišta i stepena komercijalizacije usluga.

### **5. Javni gradski prijevoz**

Javni gradski prijevoz rijetko je u potpunosti samoodrživ. Prihodi od karata obično pokrivaju samo dio operativnih troškova, dok investicije i dio tekućih rashoda finansiraju lokalne vlasti i međunarodni fondovi.

Model finansiranja se zasniva na prepoznavanju javnog interesa, smanjenju zagušenja i emisija, te poboljšanju kvaliteta života u urbanim sredinama.

Razlike u finansijskim modelima između pojedinih vidova transporta proizlaze prvenstveno iz njihove sposobnosti generisanja prihoda, obima eksternih koristi i institucionalnog okvira upravljanja. Dok su neki sektori djelimično tržišno održivi i mogu privući privatni kapital, drugi zavise od kontinuirane javne podrške zbog izraženog društvenog značaja. Zbog toga se finansiranje mora posmatrati u kontekstu ekonomske opravdanosti, fiskalnog kapaciteta države i dugoročnih razvojnih prioriteta.

Tabela 11-1 prikazuje glavne izvore finansiranja i tipične modele projekata za svaki vid transporta.

Tabela 11-1. Finansiranje projekata prema vidovima transporta

Vid transporta	Glavni izvori finansiranja	Učešće države	Tipični modeli projekata
<b>Cestovni</b>	Porezi na gorivo, registracije vozila, cestarine, JPP	<b>Visoko</b> – izgradnja, održavanje, regulacija cestarina	Autoceste, ceste za brzi saobraćaj, lokalne ceste
<b>Željeznički</b>	Karte, naknade za infrastrukturu, državne subvencije	<b>Visoko</b> – regulacija, sufinansiranje putničkog i teretnog saobraćaja	Modernizacija mreže, elektrifikacija, nove linije, ITS za željeznicu
<b>Vodni (riječni/pomorski)</b>	Javna sredstva, koncesije, privatna ulaganja	<b>Srednje</b> – osnovna infrastruktura (plovni putevi, luke)	Luke, terminali, pristaništa, plovni kanali
<b>Zračni</b>	Aerodromske takse, komercijalne usluge, privatne investicije	<b>Srednje</b> – regionalni aerodromi, sigurnosna infrastruktura	Modernizacija aerodroma, terminali, piste
<b>Javni gradski prijevoz</b>	Karte, lokalne subvencije, fondovi EU i međunarodnih institucija	<b>Visoko</b> – subvencije operacija i investicija u vozni park	Tramvaj, metro, autobusi, integrisani sistemi javnog transporta

### 11.1.6. Finansiranje i dugoročna održivost infrastrukturnih projekata

Finansiranje infrastrukturnih projekata ne predstavlja samo tehničko pitanje obezbjeđivanja sredstava, već stratešku odluku koja utiče na dugoročnu održivost, raspodjelu rizika i fiskalnu stabilnost države. Izbor izvora i strukture finansiranja mora biti usklađen sa rezultatima finansijske i ekonomske analize, kao i sa procjenom rizika i institucionalnih kapaciteta za realizaciju projekta.

Finansijska analiza (FNPV, FRR) pokazuje da li je projekat održiv sa stanovišta novčanih tokova i sposobnosti servisiranja obaveza. Ona je posebno važna kod projekata koji generišu prihode ili uključuju privatni kapital.

S druge strane, ekonomska analiza (ENPV, EIRR) vrednuje projekat iz šire društvene perspektive, nezavisno o konkretnoj strukturi finansiranja. Projekat može biti ekonomski opravdan, ali finansijski neodrživ bez javne podrške, što je čest slučaj kod željezničke infrastrukture ili javnog gradskog prijevoza.

Struktura finansiranja direktno utiče i na fiskalne obaveze države. Dugoročni krediti povećavaju javni dug, garancije stvaraju potencijalne budžetske obaveze, a modeli javno-privatnog partnerstva mogu generisati dugoročne ugovorne obaveze koje je potrebno pažljivo procijeniti. Zbog toga je analiza fiskalne održivosti sastavni dio evaluacije svakog infrastrukturnog projekta.

Optimalna finansijska struktura treba da:

- minimizira ukupne troškove kapitala,
- rasporedi rizike između aktera koji njima mogu efikasnije upravljati,
- osigura stabilnost budžetskih tokova,
- bude usklađena s dugoročnim razvojnim ciljevima.

Finansiranje, finansijska analiza, ekonomska analiza i upravljanje rizikom čine integrisani sistem odlučivanja. Samo njihova međusobna usklađenost omogućava da infrastrukturni projekti budu ne samo izgrađeni, već i dugoročno održivi, društveno opravdani i fiskalno odgovorni.

## 12. LITERATURA

---

- [1] Project Management Institute, Inc, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK 6), Project Management Institute, 2017.
- [2] Project Management Institute, Inc, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK 8), Project Management Institute, 2025.
- [3] S. Orsag i L. Dedi, Budžetiranje kapitala, Procjena investicijskih projekata, Zagreb: Masmedia, 2011.
- [4] ECORYS Transport (NL), CE Delft (NL), "Infrastructure expenditures and, Practical guidelines to calculate total infrastructure costs for five modes of transport," European Commission – DG TREN, Rotterdam, 2005.
- [5] Saving the Paving, A Property Owner and Manager's Guide to Asphalt Maintenance, Fremont, CA: Black Diamond Paving, 2020.
- [6] EUROPEAN COMMISSION - Directorate General Regional Policy, Guide to Cost-Benefit Analysis of investment project - Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession, 2008.
- [7] D. Sitányiová i M. Gogola, Data Analysis Based on CBA Concept, Interreg, Central Europe, RegiMobil, 2021.
- [8] T. L. Saaty, The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill International Book Company, 1980.
- [9] E. H. Forman i M. A. Selly, Decision by Objectives: How to Convince Others That You are Right, tom 4281, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, 2001.
- [10] J. Klanac, J. Perkov i A. Krajnović, "Primjena AHP i PROMETHEE metode na problem diverzifikacije," *Oeconomica Jadertina*, pp. 3-27, 2013.

- [11] S. Opricović, Višekriterijumska optimizacija sistema u građevinarstvu, Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 1998.
- [12] N. Dalkey i O. Helmer, An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts, tom 9, Management Science, 1963, pp. 458-467.
- [13] D. Lisjak, Primjena AHP-metode kao alata za optimalni izbor opreme, Zagreb, 2011.
- [14] K. Bedeković, B. Lucija, B. Buzatović, J. Čičak, L. Đurić i A. Franić, Primjena modela integriranog upravljanja rizicima - zbirka poslovnih slučajeva, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, 2019.
- [15] M. D. Sprčić, Upravljanje rizicima - temeljni koncepti, strategije i instrumenti, Zagreb: Sinergija, 2013.
- [16] I. Bukvić Bestvina, "Istraživanje primjene analize specifičnih rizika u projektnom financiranju," *Ekonomski vjesnik*, tom 2, pp. 481-495, 2013.
- [17] Z. Zekić, Projektni menadžment: upravljanje razvojnim promjenama, Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet, 2010.
- [18] Willett i A. H, The Economic Theory of Risk and Insurance, University of Pennsylvania Press, 1951.
- [19] D. Juričić, Osnove javno-privatnog partnerstva i projektnog financiranja, Zagreb: PRIF Plus, 2011.
- [20] R. M. Wideman, Project and Program Risk Management: A Guide to Managing Project Risks and Opportunities (PMBOK Handbooks), Pennsylvania: Project Management Institute, 1992.
- [21] G. Varga, "Upravljanje projektnim rizicima: kvalitetno predviđanje okolnosti," *infoTrend*, tom 165, br. 11, pp. 47-49, 2008.
- [22] J. Westland, The Project Management Life Cycle: A Complete Step-by-step Methodology for Initiating, Planning, Executing & Closing a Project Successfully, London: Kogan Page, 2006.

- [23] Project Management Institute, PMI Vodič kroz znanjeo uravljanju projektima, Mate d.o.o., 2011.
- [24] T. Kendrick, Identifying and Managing Project Risk: Essential Tools for Failure-Proofing Your Project, New York: AMACOM, 2009.
- [25] International Social Security Association (ISSA), Infrastructure investment, Challenges and opportunities for social security reserve funds, Geneva: International Social Security Association, 2019.
- [26] Asian Development Bank, Guideline for the economic analysis of projects, Metro Manila, Philippines: Asian Development Bank, 2017.
- [27] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Trtransport Infrastructure Investment, Options for Efficiency, Paris, France: OECD, 2008.
- [28] International Transport Forum, Roundtable Reports, Ex-Post Assessment of Transport Investments and Policy Interventions, Paris: OECD Publishing, 2017.
- [29] P. Klairung i S. Dussadee, "Ex-post Evaluation Framework of Transportation Infrastructure Projects in Thailand Applying the OECD-DAC's Evaluation Criteria," *Engineering Journal*, tom 29, br. 4, 2025.
- [30] European Commission Directorate- General for Regional and Urban policy, Vodič kroz analizu troškova i koristi investicijskih projekata, European Commission, 2014.
- [31] European Commission Directorate-General for Regional and Urban Policy, Economic Appraisal Vademecum 2021-2027, European Commission, 2021.
- [32] J. Klanac, J. Perkov i A. Krajnović, "Primjena AHP i PROMETHEE metode na problem diverzifikacije," *Oeconomica Jadertina*, tom 3, br. 2, pp. 3-27, 2013.

*Knjiga pruža sveobuhvatan i sistematičan prikaz metoda vrednovanja projekata saobraćajne infrastrukture, povezujući teorijske osnove sa praktičnim primjerima iz savremene prakse. Poseban fokus stavljen je na ekonomske, finansijske i društvene aspekte odlučivanja, uz primjenu relevantnih analitičkih alata i metodologija.*

*Namijenjena je studentima tehničkih i ekonomskih fakulteta, kao i stručnjacima iz oblasti saobraćaja, planiranja i upravljanja infrastrukturnim projektima. Knjiga omogućava bolje razumijevanje procesa donošenja odluka i doprinosi unapređenju kvaliteta planiranja i evaluacije projekata.*

---

#### **O AUTORICI**

*Prof. dr. Suada Sulejmanović je profesorica na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, sa dugogodišnjim iskustvom u oblasti saobraćajne infrastrukture. Autorica je brojnih naučnih i stručnih radova te učesnica na domaćim i međunarodnim projektima.*

ISBN: 978-9958-638-89-3



9 789958 638893