

# PRISTUP I RAČUNARSKI PROGRAM ZA ANALIZU FINANSIJSKIH I EKONOMSKIH RIZIKA PRI IZRADI STUDIJE OPRAVDANOSTI

## AN APPROACH AND SOFTWARE FOR ANALYSIS OF FINANCIAL AND ECONOMIC RISKS IN FEASIBILITY STUDY PREPARATION

UDK: 005.52:005.334

Originalni naučni rad

Miljan MIKIĆ, dipl. građ.inž.<sup>1)</sup>

Jelena ANDRIĆ, M.Sc. građ. i B.Sc. elektr.<sup>2)</sup>

Prof. dr Branislav IVKOVIĆ, dipl. građ. inž.<sup>1)</sup>

### REZIME

*Rizik je neizvestan događaj ili stanje koje, ukoliko nastane, može imati pozitivan ili negativan efekat na ciljeve projekta. U novijoj literaturi ističe se važnost proučavanja neizvesnosti, naročito u ranim fazama realizacije projekta. U ovom radu predstavljen je pristup i računarski program za analizu i procenu finansijskih i ekonomskih rizika i neizvesnosti prilikom izrade studije opravdanosti, koji se zasniva na primeni Monte Karlo analize. Upotreba predloženog modela i programa doprinose boljoj informisanosti donosioca odluka u ranim fazama realizacije, te pružaju podlogu za upravljanje projektnim rizicima.*

**Ključne reči:** neizvesnost, finansijski i ekonomski rizici, analiza rizika, upravljanje rizicima, Monte Carlo analiza, studija opravdanosti.

### SUMMARY

*Risk is defined as an uncertain event or a condition that, if occurs, could affect project goals. In recent literature the importance of studying uncertainty is underlined, especially in early project phases. In this paper, an approach and software, based on Monte Carlo Analysis, are presented for financial and economic risk analysis in feasibility study preparation. Proposed approach and software can help the decision maker in early project phases and give the basis for project risk management.*

**Key words:** Uncertainty, Financial and Economic Risks, Risk Analysis, Risk Management, Monte Carlo Analysis, Feasibility Study.

## 1. UVOD

Američki Institut za upravljanje projektima u svom vodiču PMBOK (Guide to Project Management Body Of Knowledge, PMI, USA, 2008.), rizik definiše kao neizvestan događaj ili stanje koje, ukoliko nastane, može imati pozitivan ili negativan efekat na bar jedan od ciljeva projekta. Rizici, dakle, u širem smislu uključuju i dobre i loše stvari koje se mogu dogoditi tokom realizacije projekta. Osnovni ciljevi projekta, prema PMBOK-u, bili bi obim posla, vreme, troškovi i kvalitet izvedenih radova. Tim ciljevima bi se svakako mogli dodati i bezbednost i zdravlje ljudi, kao i veoma aktuelno pitanje zaštite životne sredine.

U literaturi (Risk Management Standard, 2002; European Commission, 2008) rizik se definiše kao kombi-

Adrese autora: <sup>1)</sup> Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra za menadžment, tehnologiju i informatiku u građevinarstvu, 11000 Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73,  
E-mail: mmikic@grf.bg.ac.rs  
ibane@grf.bg.ac.rs

<sup>2)</sup> Student doktorskih studija, School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, China  
E-mail: jln.andric@gmail.com

nacija verovatnoće, odnosno učestalosti ostvarenja neizvesnog događaja i posledica takvog događaja.

U standardu ISO 31000 iz 2009. godine, koji se odnosi na upravljanje rizicima kao i u britanskom standardu koji daje principe za upravljanje projektima (BS 6079-1, 2010), u prvi plan se stavlja neizvesnost, te se rizik definiše kao efekat neizvesnosti na ciljeve projekta. Neizvesnost se jednim delom odnosi na varijabilnost, tj. moguća neočekivana odstupanja (od procenjene vrednosti) a delom na nejasnoće (ambiguity) koje su prisutne (prilikom procene) usled nedostataka u podacima, usled pretpostavki i ograničenja, svesne ili nesvesne pristranosti (Ward i Chapman, 2003). I drugi autori ističu važnost proučavanja neizvesnosti kao uzroka mogućih uticaja na projektne ciljeve (Ward i Chapman, 2003, 2008; Perminova et al., 2008).

Perminova et al. (2008) navodi da termin rizik u literaturi češće sa sobom nosi negativnu konotaciju, tj. da se više odnosi na pretnje nego na prilike. U ovom radu termin rizik se koristi onako kako je definisan od strane PMI-a, tj. analizira se neizvesnost ostvarenja pojedinih

planiranih vrednosti, i potencijalne negativne ili pozitivne posledice po uspeh projekta.

## 2. UPRAVLJANJE RIZICIMA NA PROJEKTU IZGRADNJE

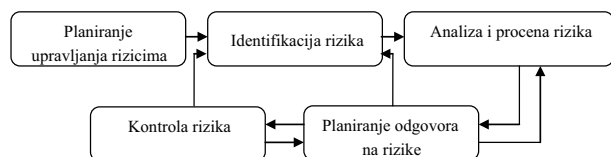
Rizici se mogu pojaviti u bilo kojoj fazi realizacije projekta. S obzirom da je investicioni projekat u građevinarstvu kompleksan tehničko-tehnološki, organizacioni, pravni, ekonomski i finansijski poduhvat (Ivković i Popović, 2005), potencijalni rizici su brojni. Iako je rizike moguće klasifikovati na više načina, hronološki se oni mogu podeliti prema fazama realizacije projekta na sledeći način (Bunni, 2003):

- Rizici pre početka izvođenja radova, i to:
  - Rizici u fazi formiranja koncepcije, odnosno inicijalnoj fazi analize opravdanosti (*feasibility stage*);
  - Rizici u fazi projektovanja (*design stage*);
- Rizici u fazi građenja (*construction stage*), i to:
  - Rizici povezani sa položajem i karakteristikama lokacije za gradnju;
  - Rizici povezani sa organizacionim, tehničkim i tehnološkim aspektima;
  - Rizici u vezi sa delovanjem čoveka;
- Rizici u fazi eksploatacije i održavanja (*post construction stage*), i to kako vezano za garantni period, tako i za period nakon isteka garantnog roka.

Na svakom tržištu su konstantno prisutni i izvesni spoljni rizici, tj. rizici na koje učesnici na projektu nemaju direktnog uticaja, kao što su na primer: politička nestabilnost, inflacija, uslovi poslovanja, promena zakonske i stručne regulative i sl.

Upravljanje projektnim rizicima (Project Risk Management) u građevinarstvu se, prema PMI-u, definiše kao oblast upravljanja projektima, u okviru koje su osnovni procesi (Slika 1):

1. Planiranje upravljanja rizikom,
2. Identifikacija rizika,
3. Analiza i procena rizika,
4. Planiranje odgovora na rizik i
5. Kontrola rizika



Slika 1. Šema procesa u okviru upravljanja rizicima na projektu (modifikovano iz PMBOK Guide, 2008.)

Planiranje upravljanja rizikom bi bio process definisanja kako će se i kroz koje aktivnosti vršiti upravljanje rizicima na projektu. Kroz identifikaciju rizika se primenom različitih tehnika utvrđuje koji su to rizici koji mogu uticati na projekat. Tehnike koje se pri tome mogu koristiti jesu na primer (Practice Standard for Project Risk Management, 2009): SWOT analiza (*Strengths* - Prednosti, *Weaknesses* - Slabosti, *Opportunities* - Prilike, *Threats* - Pretnje), BPEST i PESTLE analiza okruženja projekta (*Business* - Poslovno, *Political* – Političko, *Eco-*

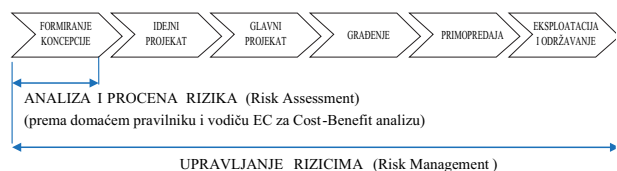
*nomi* - Ekonomsko, *Social* - Društveno, *Technology* - Tehnološko, *Legal* - Pravno, *Environmental* - Ekološko), *Cause-and-effect* i *fishbone* dijagrami, kombinacija WBS i RBS dijagrama (*Risk Breakdown Structure*), karte procesa, čekliste.

U procesu analize i procene rizika se vrše kvalitativna i kvantitativna analiza rizika. Kvalitativna analiza podrazumeva određivanje prioriteta u pogledu identifikovanih rizika radi dalje analize. Kvantitativna analiza se sastoji od procene verovatnoće odigravanja identifikovanih događaja i procene njihovih potencijalnih posledica, kako bi se sprovedla numerička analiza i utvrdio ukupni uticaj pojedinih i svih rizika na osnovne ciljeve projekta. Tokom planiranja odgovora na rizike razvijaju se opcije i aktivnosti koje bi mogle da umanje pretnje po uspešno ostvarenje projektnih ciljeva.

Konačno, kontrola rizika jeste process u kome se vrši:

- primena plana odgovora na rizike;
- praćenje i kontrola preostalih i novonastalih rizika i,
- evaluacija efikasnosti i efektivnosti upravljanja rizicima na projektu.

Kako bi se projekat uspešno realizovao, neophodno je da se sa upravljanjem rizicima počne što ranije, sa početkom planiranja ostalih bitnih elemenata investicionog projekta (obim, vreme, troškovi, kvalitet), u fazi formiranja koncepcije, a da se zatim „bavljenje“ rizicima nastavi kroz sve faze realizacije projekta (slika 2). I u domaćoj i u stranoj literaturi preovladava stav da rizicima u ranim



Slika 2. Faze u realizaciji investicionog projekta u odnosu na upravljanje rizicima

fazama realizacije projekta u praksi nije posvećena dovoljna pažnja (Ivković i Popović, 2005; Le et al., 2009) te da se adekvatnom analizom i procenom rizika u ranim fazama realizacije projekta, naročito u fazi formiranja koncepcije i izrade studije opravdanosti, mogu ostvariti najveće uštede na projektu, i to do 98% mogućih ušteda (Ivković i Popović, 2005).

## 3. ANALIZA I PROCENA RIZIKA U OKVIRU IZRADE STUDIJE OPRAVDANOSTI

U domaćem Pravilniku o sadržini i obimu prethodnih radova, prethodne studije opravdanosti i studije opravdanosti iz 2012. godine (Pravilnik o sadržini i obimu prethodnih radova, prethodne studije opravdanosti i studije opravdanosti, 2012), u vezi sa analizom i procenom rizika u okviru izrade studije opravdanosti, navodi se da prethodna studija opravdanosti, između ostalog, mora da sadrži (član 7):

Analizu osetljivosti i rizika investiranja:

1. osetljivost na promene polaznih parametara;

2. izvori i razmere rizika.

Domaći pravilnik definiše da studija opravdanosti, između ostalog, mora da sadrži (član 9):

Analizu osetljivosti i rizika investiranja:

1. osetljivost na promene finansijskih parametara;
2. osetljivost na promene ekonomskih parametara;
3. osetljivost na promene polaznih elemenata za definisanje cena (strukturna osetljivost);
4. procena rizika;
5. zaključci analize osetljivosti i rizika;

Domaći pravilnik međutim, iako definiše sadržaj, ne definiše preciznije metodologiju rada na svakoj od neophodnih tačaka vezano za analizu osetljivosti i rizika investiranja u okviru prethodne studije opravdanosti i studije opravdanosti. Iz tog razloga, u ovom radu se prikazuje analiza rađena na osnovu metodologije za analizu i procenu finansijskih i ekonomskih rizika koja je predložena u vodiču Evropske komisije za Cost-Benefit analizu investicionih projekata (*European Commission Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, 2008*). Primena ove metodologije je priznata u Srbiji, jer se u članu 4 pomenutog domaćeg pravilnika kaže:

*Prethodna studija opravdanosti i studija opravdanosti izrađena po propisima drugih zemalja, odnosno po metodologiji stranih finansijskih organizacija (kreditora, banaka i sl.) ili koja je odobrena od stranih finansijskih institucija može se dostaviti revizionoj komisiji na stručnu kontrolu i u originalnom obliku.*

S obzirom da su finansijski i ekonomski rizici kao ključni izdvojeni i u domaćem pravilniku i u vodiču Evropske komisije, i ovde je glavni akcenat upravo na tim rizicima.

Prema vodiču Evropske komisije, analiza i procena rizika se vrše kao korak dalje, nakon sprovedene finansijske i ekonomske analize projekta.

Finansijska analiza podrazumeva ispitivanje finansijske isplativosti i održivosti projekta i vrši se sa stanovišta vlasnika projekta. Od ulaznih parametara u vidu procenjenih vrednosti finansijskih prihoda i rashoda tokom životnog veka projekta se proračunom dolazi do izlaznih veličina – pokazatelja uspešnosti projekta. Osnovne izlazne veličine jesu finansijska neto sadašnja vrednost (FNPV(C)) i interna stopa rentabiliteta (IRR(C)). FNPV(C) praktično predstavlja presek stanja (diskontovanih razlika godišnjih prihoda i rashoda) na projektu posle n godina i računa se po formuli:

$$FNPV(C) = \sum_{t=0}^n a_t \cdot S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

pri čemu je:

$S_t$  – balans toka novca nakon perioda t

$a_t$  – diskontni faktor za period t, koji se računa po formuli:

$$a_t = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (2)$$

gde je  $i$  – diskontna stopa

Interna stopa rentabiliteta predstavlja vrednost diskontne stope za koju je  $FNPV(C) = 0$ .

U ekonomskoj analizi vrši se analiza uticaja projekta na širu društvenu zajednicu i okruženje projekta, i ona se, za razliku od finansijske, vrši sa stanovišta šire društvene zajednice (regiona, države) (European Commission, 2008). U ovoj analizi se najpre vrši pretvaranje tržišnih cena u obračunske, zatim se monetarizuju netržišni uticaji projekta, da bi se na kraju proračunom došlo do vrednosti pokazatelja – ekonomske neto sadašnje vrednosti (ENPV) i ekonomske stope rentabiliteta (ERR). Ovi pokazatelji se računaju po formulama datim za finansijsku analizu.

Nakon sprovedene finansijske i ekonomske analize, može se pristupiti analizi i proceni rizika. Preporučeni koraci za analizu i procenu rizika prema vodiču Evropske komisije (European Commission, 2008) jesu:

1. Analiza osetljivosti (*Sensitivity Analysis*);
2. Analiza scenarija (*Scenario Analysis*);
3. Određivanje raspodela verovatnoća za kritične parametre (*Probability distributions for critical variables*);
4. Analiza rizika (*Risk Analysis*);
5. Prevencija rizika (*Risk prevention*);

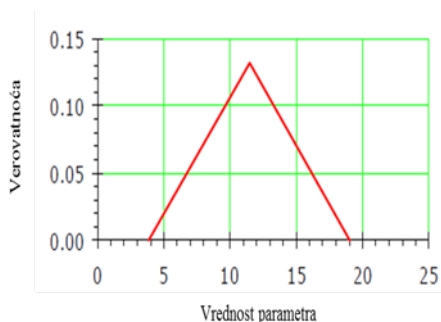
### 3.1. Analiza osetljivosti i scenarija

Cilj analize osetljivosti i analize scenarija jeste da se odrede ulazni parametri sa najvećim uticajem na glavne ekonomske i finansijske pokazatelje. Dok se kod analize osetljivosti ispituje koliki uticaj na izlazne pokazatelje ima promena vrednosti pojedinačnog ulaznog parametra, u analizi scenarija se analizira zajednički uticaj seta vrednosti kritičnih parametara na izlazne veličine finansijske i ekonomske analize (European Commission, 2008). Analiza scenarija se sprovodi tako što se grupi parametara zadaju "optimističke" i "pesimističke" vrednosti, računaju se izlazne veličine i rezultat poredi sa baznim vrednostima izlaznih veličina. Glavni cilj je dokazati da i u eventualnom slučaju ostvarivanja pesimističkog scenarija, vrednosti izlaznih veličina ostaju povoljne, tj. prihvatljive.

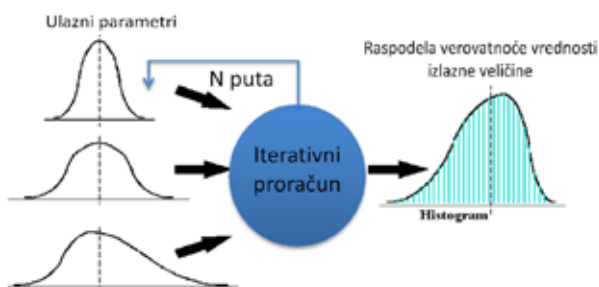
### 3.2. Određivanje raspodela verovatnoća za kritične parametre

Kao nedostatak analize osetljivosti i scenarija se u vodiču Evropske komisije (EUROPEAN COMMISSION Guide to COST-BENEFIT ANALYSIS of investment projects, 2008) navodi neuzimanje u obzir verovatnoće odigravanja događaja, odnosno nedostatak informacija o tome koliko je verovatno da će pojedini ulazni parametar imati procenjenju ili drugačiju vrednost. Korak dalje i nastavak na analizu osetljivosti i scenarija bio bi dodeljivanje raspodele verovatnoće za vrednosti svakog značajnog parametra. Ovo bi zapravo značilo uvođenje stohastike u definisanje vrednosti ulaznih parametara za finansijsku i ekonomsku analizu u okviru studije opravdanosti. Ovakav pristup je već primenjen na analizi rizika troškova izgradnje (Wall, 1997).

Određivanje raspodela verovatnoća za kritične parametre podrazumeva procenu koliko je verovatno da se pojedini rizici dogode, te kolika je neizvesnost u vezi sa vrednostima parametara. U narednom koraku, analizi rizika, kako se u vodiču Evropske komisije (EUROPEAN COMMISSION Guide to COST-BENEFIT ANALYSIS of investment projects, 2008) definiše analiziraju se posledice rizika i neizvesnosti uzimajući u obzir verovatnoće ostvarenja pojedinih vrednosti. Ovakav postupak je u praksi jako bitan za projekte velike investicione vrednosti i projekte koje prati veći broj rizika (specifični projekti, inovativne tehnologije i sl.). Izvori podataka o mogućim raspodelama verovatnoća za parametre jesu eksperimentalni podaci (naročito podaci sa prethodnih sličnih projekata), literatura, a veoma često je neophodno ekspertska znanje. Iako raspodelu verovatnoće za vrednosti pojedinih parametara nije jednostavno odrediti, u vodiču se kaže da je gotovo uvek izvodljivo vrednostima parametara pridodati makar trougaonu raspodelu verovatnoće. Nju potpuno opisuje najmanja, najveća moguća vrednost parametra i najbolje procenjena vrednost (slika 3) (Merkle, 2010).



Slika 3. Primer trougaone raspodele verovatnoće vrednosti parametra



Slika 4. Monte Karlo analiza

### 3.3. Analiza rizika

Nakon dodeljivanja raspodela verovatnoće za vrednosti kritičnih parametara, moguće je odrediti verovatnoće za pojedine vrednosti izlaznih pokazatelja (NPV, FRR(ERR)). Preporuka vodiča je da se u tu svrhu sprovede Monte Karlo analiza.

Monte Karlo analiza (*Monte Carlo Analysis*) se sastoji od iterativnog slučajnog izbora vrednosti svih parametara u skladu sa raspodelama verovatnoće koje su im

pridodate, da bi se u svakoj iteraciji sa izabranim vrednostima ulaznih parametara za tu iteraciju izvršio proračun izlaznih veličina i zabeležio rezultat (slika 4). Nakon što se postupak sprovede nekoliko stotina puta, dobija se raspodela verovatnoće za intervale vrednosti izlazne veličine (NPV ili FRR(ERR)).

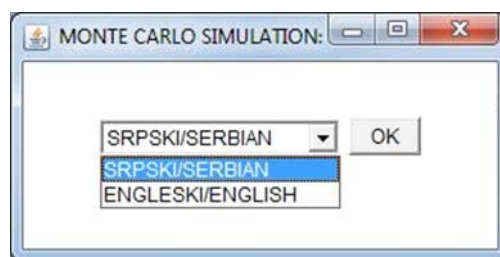
Metode za generisanje proizvoljnih brojeva sa poznatom raspodelom (u ovom radu trougaonom, diskretnom, ili normalnom) su dostupne u literaturi (Ang i Tang, 1984; Rubinstein, 1981) a generatori su dostupni u programima: MATLAB, MATHEMATICA, MATHCAD. U ovom radu su korišćeni generatori iz Jave. Ukoliko je generisano  $n$  vrednosti promenljive  $X$ :  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , srednja vrednost se računa po formuli:

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3)$$

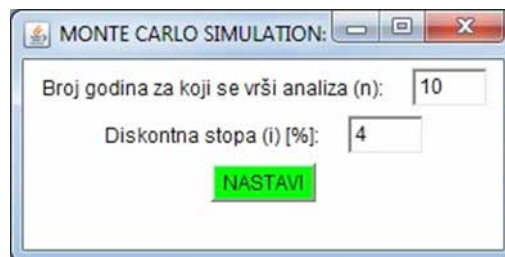
Standardna devijacija je data formulom:

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{P})^2 \quad (4)$$

Na osnovu dobijene raspodele verovatnoće vrednosti izlazne veličine (npr. NPV), moguće je napraviti i grafik kumulativne verovatnoće za intervale vrednosti te izlazne veličine (NPV). Takav dijagram bi, između ostalog, omogućio očitavanje verovatnoća da određeni projekat bude isplativ, tj. da ima pozitivnu neto sadašnju vrednost ( $NPV > 0$ ). Analiza rizika, dakle, daje odgovore na pitanja koliko je verovatno da ćemo imati pojedine vrednosti koristi od projekta, odnosno koliko je verovatno da će projekat biti isplativ/neisplativ. S obzirom na kompleksnost, Monte Karlo analiza se najčešće sprovodi upotrebom pogodnog softvera.



Slika 5. Izbor jezika i unos osnovnih podataka za analizu



Slika 6. Unos osnovnih podataka za analizu

## 4. PROGRAM ZA MONTE KARLO ANALIZU FINANSIJSKIH I EKONOMSKIH RIZIKA

### 4.1. Opis programa

Na katedri za menadžment, tehnologiju i informatiku u građevinarstvu, Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu izrađen je program za Monte Karlo analizu finansijskih i ekonomskih rizika pri izradi studije opravdanosti. Program je urađen u programskom jeziku *Java* u okruženju *NetBeans 7.0.1*. On omogućava da se, za zadate raspodele verovatnoće vrednosti ulaznih parametara finansijske ili ekonomske analize, po postupku i formulama datim u prethodnom poglavlju (formule (1) i (2)), kroz 1.000 iteracija, izračuna očekivana vrednost FNPV(C) (ENPV) i prikaže histogram verovatnoća vrednosti FNPV(C) (ENPV), kao i grafik kumulativne verovatnoće za vrednosti FNPV(C) (ENPV). Prilikom pokretanja programa, najpre se bira jezik (slika 5). U ponudi su srpski i engleski. U drugom koraku (slika 6), unosi se broj godina za koji se vrši analiza ( $n$ ) i vrednost diskontne stope ( $i$ ).

Kao treći korak se u novom prozoru unosi broj prihoda i broj rashoda za svaku godinu. Dalje se za svaku pojedinačnu godinu otvara novi prozor (slika 7) i pojavljuje se tačan broj unetih prihoda/rashoda. U ovom prozoru se, za datu godinu, svakom prihodu/rashodu dodeljuje naziv i odgovarajuća raspodela. Postoji mogućnost izbora jedne od tri raspodele: diskretna, normalna i trougaona raspodela. Pored trougaone raspodele, preporučene u vodiču (European Commission, 2008), u programu je omogućen izbor još jedne diskretne raspodele - normalne raspodele, koja bi omogućila preciznije određivanje procenjene vrednosti parametara, ukoliko naravno, podaci za tako nešto postoje. Mogućnost izbora normalne raspodele takođe je uvedena zbog centralne granične teoreme. Normalna raspodela je potpuno opisana matematičkim očekivanjem (srednjom vrednošću) i standardnom devijacijom (Merkle, 2010).

Kada su uneti svi podaci o nazivima i vrstama raspodele, u sledećem koraku (slika 8) se zadaju vrednosti parametara za izabrane raspodele. Za diskretnu raspodelu, u polja se redom, unosi vrednost, potom verovatnoća za tu vrednost. Usvojeno je da parametar čijim se vrednostima pridodaje diskretna raspodela verovatnoće može imati maksimalno pet vrednosti. Zbir svih unetih verovatnoća treba da bude jednak jedan. Normalna raspodela ima dva polja, prvo za srednju vrednost, drugo za standardnu devijaciju. Trougaona raspodela ima tri polja. U prvo polje se unosi minimalna vrednost, u drugo polje najverovatnija vrednost a u treće polje maksimalna vrednost. Nakon unošenja podataka, program, kroz sprovođenje 1.000 iteracija, po opisanom postupku vrši proračun NPV. Kao rezultat (slika 9) se najpre dobija očekivana (srednja) vrednost NPV i vrednost NPV sa pouzdanošću od 80%. Vrednost NPV sa pouzdanošću od 80% zapravo znači da je verovatnoća da će NPV biti manja ili jednaka ovoj vrednosti 80%. Dalje, generišu se grafici raspodele verovatnoće vrednosti NPV (grafik 1) i kumulativne verovatnoće za vrednosti NPV (grafik 2).

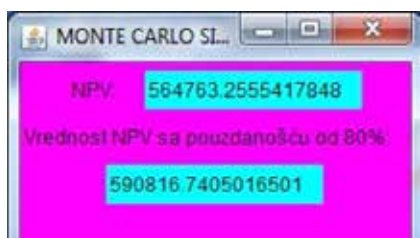
The screenshot shows a window titled "MONTE CARLO SIMULATION". It contains two sections for defining distributions for the 4th year. The first section is for income ("PRIHODI") and the second is for expenses ("RASHODI"). Each section has a table with columns for "NAZIV" (Name) and "RASPODELA" (Distribution). In the income section, "Naknada" is set to "NORMALNA RASPODELA", "Prodaja" is set to "NORMALNA RASPODELA", and "Doprinos" is set to "TROUGAONA RASPODELA". In the expense section, "Održavanje" is set to "DISKRETNIA RASPODELA", "Amortizacija" is set to "TROUGAONA RASPODELA", and "Marketing" is set to "DISKRETNIA RASPODELA". A green "SLEDEĆI" button is visible at the bottom.

Slika 7. Izgled prozora za unos naziva i vrste raspodele za prihode odnosno rashode

The screenshot shows the same window as Slika 7, but now for entering parameter values. It has sections for "DISKRETNIA RASPODELA" and "TROUGAONA RASPODELA". Under "DISKRETNIA RASPODELA", there are input fields for "Naknada" (value: 1000, probability: 0.25), "Prodaja" (value: 12000, probability: 0.1745), and "Marketing" (value: 1000, probability: 0.05). Under "TROUGAONA RASPODELA", there are input fields for "Održavanje" (min: 100, max: 2000, mode: 1500) and "Amortizacija" (min: 1000, max: 2000, mode: 2000). A green "SLEDEĆI" button is visible at the bottom.

Slika 8. Izgled ekrana za popunjavanje vrednosti parametara za izabrane raspodele verovatnoće

Ovi grafici se dobijaju tako što se nakon hiljadu iteracija proračuna vrednosti NPV, interval između maksimalne i minimalne dobijene vrednosti NPV deli na 20 klasa, te se računa i na graficima prikazuje procentualno izražena učestalost svake klase vrednosti NPV. Pored navedenog, kao dodatni rezultati generišu se i *Excel* fajlovi. Za svaku godinu se generiše *Excel* fajl, u kojem se nalaze podaci o vrednosti svih prihoda i rashoda za tu godinu za hiljadu iteracija. Drugi *Excel* fajl koji se generiše sadrži podatke o protoku novca za svaku godinu i vrednost NPV za hiljadu iteracija.



Slika 9. Rezultat aplikacije

#### 4.2. Studija slučaja

Za studiju slučaja koja ima za cilj da prikaže postupak rada i rezultate rada u programu, uzeta je ekonomska analiza opravdanosti projekta izgradnje industrijske zone u jednoj opštini u Srbiji. Opština, kao vlasnik i predlagatelj projekta, planira da na svojoj teritoriji pribavi zemljište površine 13ha, opremi ga komunalnom infrastrukturom i parcele ponudi na korišćenje zainteresovanim pravnim licima u industrijske namene. Ekonomska analiza, koja se u okviru ove studije slučaja razmatra, radi se nakon sprovedene finansijske analize koja je dala pozitivne rezultate i vrši se sa stanovišta celokupnog društva. U ekonomskoj analizi se vrši transformacija tržišnih cena u obračunske, kao i monetarizacija nenovčanih uticaja projekta. Budući ekonomski prihodi i rashodi se zatim diskontuju i računaju se ekonomski pokazatelji. Izlazna veličina je ekonomska neto sadašnja vrednost (ENPV) koja predstavlja apsolutnu meru uspešnosti projekta i pokazuje da li projekat pozitivno utiče na društvo (ukoliko je  $ENPV > 0$ ). Drugi pokazatelj je ekonomska stopa povraćaja (ERR). U ovoj analizi, razmatran je samo prvi izlazni pokazatelj ekonomske analize – ENPV. Podaci koji su se koristili za Monte Karlo analizu za analizu ekonomskih rizika opisanog projekta dati su dalje u tekstu. Analizira se period od 10 godina. Vrednost diskontne stope je 4% (slika 5). Unos drugih ulaznih podataka prikazan je na slikama 5-7. Kao prihodi koje društvo ima od opisane industrijske zone izdvojeni su naknada za korišćenje koju plaćaju budući korisnici, prihod od prodaje zemljišta budućim korisnicima, rezidualna vrednost čitave zone nakon 10 godina i doprinosi od zapošljavanja u industrijskoj zoni. Rashodi se sastoje od: troškova zemljišta za izgradnju, građevinskih radova na izgradnji in-

frastrukture, održavanja, amortizacije i marketinga. U cilju modeliranja neizvesnosti u vezi za procenjenim vrednostima prihoda i rashoda po godinama, u saradnji sa ekspertima iz oblasti, usvojene su sledeće raspodele verovatnoća vrednosti prihoda i rashoda. Naknada za korišćenje i prihod od prodaje su predstavljeni normal-

Tabela 1. Vrednosti parametara raspodele za prihod od naknade za korišćenje i prihod od prodaje [EUR]

Godina	Naknada za korišćenje		Prihod od prodaje	
	Srednja vrednost	Devijacija	Srednja vrednost	Devijacija
2014.	0	0	86.392	12.958,8
2015.	694	104,1	86.392	12.958,8
2016.	1.389	208,35	172.783	25.917,45
2017.	2.777	416,55	172.783	25.917,45
2018.	4.166	624,9	172.783	25.917,45
2019.	5.554	833,1	0	0
2020.	5.554	833,1	0	0
2021.	5.554	833,1	0	0
2022.	5.554	833,1	0	0

Tabela 2. Vrednost parametara raspodele za rezidualnu vrednost i doprinos od zapošljavanja [EUR]

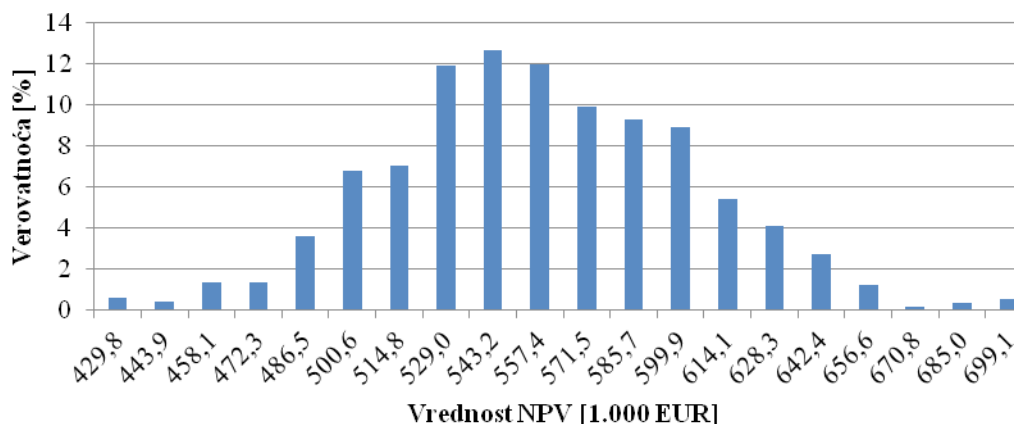
Godina	Rezidualna vrednost			Doprinos		
	Minimalna	Najverovatnija	Maksimalna	Minimalna	Najverovatnija	Maksimalna
2015.	0	0	0	11.592,8	14.491	15.940,1
2016.	0	0	0	23.184,8	28.981	31.219,1
2017.	0	0	0	46.369,6	57.962	63.758,2
2018.	0	0	0	69.554,4	86.943	95.637,3
2019.	0	0	0	92.740	115.925	127.517,5
2020.	0	0	0	92.740	115.925	127.517,5
2021.	0	0	0	92.740	115.925	127.517,5
2022.	168.475,2	210.594	231.653,4	92.740	115.925	127.517,5

Tabela 3. Vrednost parametara raspodele za troškove zemljišta za izgradnju i troškove građevinskih radova na izgradnji infrastrukture [EUR]

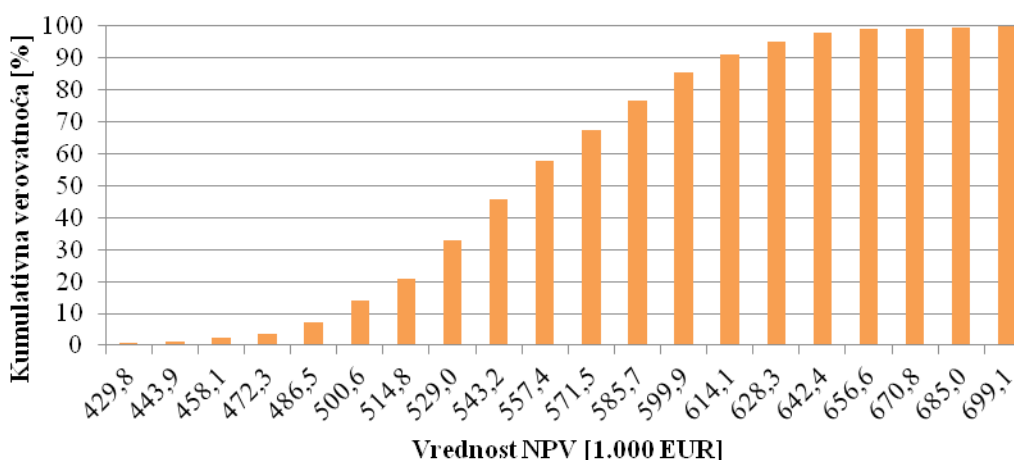
Godina	Troškovi zemljišta za izgradnju			Troškovi građevinskih radova na izradi infrastrukture		
	Minimalna	Najverovatnija	Maksimalna	Minimalna	Najverovatnija	Maksimalna
2013.	59.940	66.600	86.580	379.069,2	421.188	547.544,4

Tabela 4. Vrednost parametara raspodele za amortizaciju, održavanje i marketing [EUR]

Godina	Amortizacija			Održavanje	Marketing
	Minimalna	Najverovatnija	Maksimalna		
2014.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	2.000
2015.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	2.000
2016.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	1.000
2017.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	1.000
2018.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	1.000
2019.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	0
2020.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	0
2021.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	0
2022.	18.953,1	21.059	27.376,7	135	0



Grafik 1. Raspedela verovatnoće vrednosti ENPV za projekat 'Industrijska zona'



Grafik 2. Grafik kumulativne verovatnoće za vrednosti ENPV za projekat 'Industrijska zona'

nom raspodelom sa srednjom vrednošću i standardnom devijacijom prikazanim u tabeli 1. Rezidualna vrednost i doprinos imaju trougaonu raspodelu sa minimalnom, najverovatnijom i maksimalnom mogućom vrednošću prikazanim u tabeli 2. Troškovi zemljišta za izgradnju zone i troškovi građevinskih radova na izgradnji infrastrukture (tabela 3) i troškovi amortizacije (tabela 4) predstavljani su takođe trougaonom raspodelom. Troškovi održavanja i marketinga usvojeni su deterministički, a predstavljani su diskretnom raspodelom sa jednom vrednošću i verovatnoćom 100% (tabela 4).

Kada se u program unesu svi potrebni podaci, kao rezultat dobija se srednja vrednost ENPV, vrednost ENPV sa pouzdanošću od 80% (slika 8), standardna devijacija, histogram raspodele verovatnoće vrednosti ENPV (grafik 1), kao i grafik kumulativne verovatnoće za vrednosti ENPV (grafik 2).

Dobijena srednja vrednost ENPV je: 564.763,25 EUR. Dobijena vrednost ENPV sa pouzdanošću od 80% je: 590.816,74 EUR. Ovo znači da je verovatnoća 80% da će vrednost ENPV biti manja ili jednaka 590.816,74 EUR. Vrednost standardne devijacije iznosi 46.021,46 EUR. Sa grafika 2 se može očitati da je verovatnoća da će projekat imati ENPV manju ili jednaku 500.000 EUR oko 10%. Ovo zapravo znači da se sa verovatnoćom od

90% može tvrditi da će projekat imati ENPV veću od 500.000 EUR. Ono što se takođe sa grafika 2 može videti jeste raspon mogućih vrednosti ENPV, koji se kreće od oko 430 do oko 700.000 EUR. Iz ovoga se može zaključiti da konkretni projekat može imati samo pozitivan efekat na društvo ( $ENPV > 0$ ) i to u vrednosti od najmanje oko 430.000 EUR.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je model za analizu i procenu finansijskih i ekonomskih rizika pri izradi studije opravdanosti. Predstavljeni model se zasniva na primeni Monte Karlo analize i ima za cilj da akcenat u analizi rizika stavi na neizvesnost, i na moguća pozitivna i negativna odstupanja od procenjenih vrednosti finansijskih i ekonomskih parametara. U cilju podrške primeni predloženog modela napravljen je i predstavljen računarski program za analizu finansijskih i ekonomskih rizika prilikom izrade studije opravdanosti. Takođe je prikazana studija slučaja primene predloženog modela i softvera.

U vodiču Evropske Komisije (European Commission, 2008), ali i drugoj stranoj literaturi (Flyvbjerg et al., 2001; Flyvbjerg et al., 2003) se kao jedan od razloga preporočenja troškova i vremena realizacije projekata navodi uočena česta sklonost ka preteranom optimizmu

(*optimistic bias*) prilikom procene ulaznih parametara za studiju opravdanosti. Kao uzroci takvoj sklonosti navode se:

- Tehnički:
  - Nedostatak podataka, nova ili neproverena tehnologija
  - Promene obima posla
  - Problemi sa upravljanjem (*management issues*)
- Psihološki:
  - Tendencija pojedinaca i organizacija da favorizuju optimizam
- Ekonomski:
  - U interesu investitora, izvođača radova i konsultanta je da projekat “prođe”
- Političko-institucionalni:
  - Interes, moć, institucije
  - Učesnici ponekad namerno “lažu” kako bi projekat/interes bio realizovan

Na osnovu navedenog, neophodno je istaći da je mera na kojoj je neophodno insistirati, kako na individualnom, tako i na nivou organizacije prilikom izrade studije opravdanosti jeste dodatno prilagođavanje realnosti procenjene vrednosti ulaznih parametara (*povećanje troškova, vremena za izgradnju, smanjenje koristi*). Ovakva mera ne treba da bude zamena za analizu i procenu rizika, već bi trebalo da prethodi analizi i proceni rizika po modelu predloženom u ovom radu. Za slučaj analize investicionih troškova kao ulaznog parametra, takva mera ogledala bi se, na primer, u tome da se prilikom analize scenarija kao optimistička varijanta nikako ne analizira mogućnost da troškovi budu manji 20 ili 30%. Bliže realnosti je procena da će se oni kretati od -10 ili -5% do +30 % ili čak i više u odnosu na procenjene.

Uvođenje predstavljenog stohastičkog pristupa i primena konkretnog modela pri analizi rizika u studiji opravdanosti zasigurno doprinosi boljoj informisanosti donosioca odluka, jako bitnih za uspeh projekta.

Međutim, iako je faza formiranja koncepcije i izrade studije opravdanosti o kojima je u ovom radu bilo najviše reči veoma bitna za uspeh projekta, „bavljenje“ rizicima je neophodno nastaviti tokom realizacije projekta kroz upravljanje projektnim rizicima, čija je primena apsolutno neophodna svim učesnicima u projektu, a naročito investitoru (nosiocu projekta), kako performanse projekta ne bi značajno odstupile od planiranih i uobičajnih vrednosti.

#### LITERATURA:

- [1] A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Fourth Edition, Project Management Institute, ISBN 978-1-933890-51-7, Pennsylvania USA, (2008)
- [2] Ang, A., H.S and Tang, W.H.: Probability Concepts in Engineering Planning and Design, Decision, *Risk and Reliability*, Vol.11, John Wiley & Sons, Inc. New York, (1984)

- [3] British Standards BS 6079-1 , „Project management – Part 1: Principles and guidelines for the management of projects“, *British Standards Institute*, (2010)
- [4] Bunni, N., G.: Risk and Insurance in Construction. London, Spon Press, ISBN 0-419-21380-5, New York, (2003)
- [5] European Commission, Guide to Cost-Benefit Analysis of investment projects, (2008)
- [6] Flyvbjerg, B., Bruzileus, N., Rothengatter, W.: Megaproject and risk. An anatomy of ambition, *Cambridge University Press*, UK (2001)
- [7] Flyvbjerg, B., Holm, M. K. S., and Buhl, S. L.: How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects?, *Transportation Review*, (2003), Vol. 23 No. 1, pp. 71–88
- [8] ISO 31000 Risk Management standard, (2009)
- [9] Ivković B., Popović, Ž.:Upravljanje projektima u građevinarstvu, Građevinska knjiga, ISBN: 86-395-0447-4, Beograd, (2005)
- [10] Le, T., Caldas, C. H., Gibson, G. E. Jr., Thole M.: Assessing Scope and Managing Risk in the Highway Project Development Process, *Journal of Construction Engineering and Management*, (2009), pp. 900-910.
- [11] Merkle, M.: Verovatnoća i statistika za inženjere i studente tehnike, Akademska misao, ISBN: 978-86-7466-375-2, Beograd, (2010)
- [12] Perminova, O., Gustafsson, M., Wikstrom, K.: Defining uncertainty in projects – a new perspective. *International Journal of Project Management*, (2008), Vol. 26, pp. 73-79.
- [13] Practice Standard for Project Risk Management, Project Management Institute, Pennsylvania USA, 2009.
- [14] Pravilnik o sadržini i obimu prethodnih radova, prethodne studije opravdanosti i studije opravdanosti („Sl. glasnik RS“, br. 1/2012)
- [15] Risk Management Standard, The Institute of Risk Management, London, UK, (2002) [http://www.theirm.org/publications/documents/Risk\\_Management\\_Standard\\_030820.pdf](http://www.theirm.org/publications/documents/Risk_Management_Standard_030820.pdf), 28.10.2012.
- [16] Rubinstein, R.Y.: Simulation and the Monte Carlo Method, John Wiley and Sons, Inc., New York, (1981)
- [17] Wall, D. M.: Distributions and correlations in Monte Carlo simulation, *Construction Management and Economics*, (1997), 15, 241-258.
- [18] Ward. S. and Chapman, C.: Stakeholders and uncertainty management in projects, *Construction Management and Economics*, (2008), Vol. 26, pp. 563-577.
- [19] Ward, S. and Chapman, C.: Transforming project risk management into project uncertainty management, *International Journal of Project Management*, (2003), Vol 21, pp. 97-105.