

UDK 347.736/.739:658.71  
DOI: 10.7251/FIN1502024R  
Siniša Rajković \*

PREGLEDNI RAD

# Monte Karlo simulacije u funkciji analize rizika investicionog projekta

## Monte Carlo simulations as a function of the risk analysis of the investment project

„Ništa nije opasnije od racionalne investicione politike u iracionalnom svijetu.“

John Maynard Keynes

### Rezime

Analiza rizika je sastavni dio svake odluke koju donosimo jer se radi o budućnosti, a budućnost je po svojoj prirodi neizvjesna i nepredvidiva. Monte Karlo simulacija je korisna tehnika prilikom donošenja odluka u uslovima rizika i neizvjesnosti jer se upotrebljava za modeliranje i analiziranje realnih sistema i situacija. U oblastima projekt menadžmenta, Monte Karlo simulacija je korisna kod kvantifikovanja efekata rizika i neizvjesnosti projekta. Na ovaj način, Monte Karlo metod omogućava menadžerima da vide sve moguće ishode svojih odluka i pomaže im da donesu najbolju moguću odluku.

**Ključne riječi:** Monte Karlo simulacija, neto sadašnja vrijednost, rizik, neizvjesnost, ključne varijable (parametri) projekta.

### Abstract

Risk analysis is part of every decision we make because the future is unpredictable and uncertain. Monte Carlo simulation is a useful technique for making decision in risk and uncertainty conditions because is useful for modeling and analyzing real systems and situation. In the field of project management, Monte Carlo simulation can quantify the effect of risk and uncertainty in project. In this way, Monte Carlo simulation allows managers to consider all possibly outcomes of their decision and help them to make the best possible decision.

**Keywords:** Monte Carlo simulation, net present value, risk, uncertainty, key project variables (parameters).

### UVOD

Imajući u vidu da je budućnost neizvjesna i nepredvidiva, i da se svaki investicioni projekat odnosi na budućnost od nekoliko godina, to sa sobom nosi i određeni rizik. Rizik je stalni pratilac investicionih projekta i nepoželjna neminovnost s kojom preduzeća egzistiraju jer ga je nemoguće eliminisati i izbjeći. U skladu s tim, analiza i ocjena rizika investicionog projekta su sastavni dio svakog racionalnog pristupa planiranju projekta. Opstati na savremenom tržištu zahtijeva sposobnost menadžmenta da kvalitetno procjenjuje i upravlja rizicima kako bi se oni sveli na razumnu mjeru.

Analiza rizika podrazumijeva ispitivanje prirode kritičnih varijabli (rizičnih događaja) projekta, njihov mogući uticaj na ishod projekta i njihovu međusobnu zavisnost. Ovom analizom nastoji se kvantifiko-

vati veličina kritičnih parametara projekta, vjerovatnoća pojavljivanja tih parametara i osjetljivost projekta na promjene njegovih ključnih parametara. Proces kvantifikacije rizika podrazumijeva primjenu odgovarajućih metoda i tehnika analize rizičnosti projekta. Jedna od takvih tehnika je Monte Karlo simulacija, čija se primjena pokazala kao jedno od mogućih rješenja prilikom donošenja investicionih odluka u uslovima rizika i neizvjesnosti, u situacijama kada se raspolaže kvalitetnim i relevantnim informacijama.

Cilj ovog rada je da se upoznamo sa osnovama Monte Karlo simulacija te da njihovu primjenu ilustrujemo na praktičnom primjeru kako bismo što objektivnije sagledali njihovo mjesto i značaj u procesu donošenja investicionih odluka i strateškog planiranja. Za ilustraciju ovog modela koristimo se Microsoft Excelom sa dodatkom kompatibilnog Oracleovog alata – Crystall ball softvera jer se radi o kompleksnim matematičkim izračunavanjima.

## 1. MONTE KARLO SIMULACIJE

Prema mišljenju pojedinih relevantnih autora, Monte Karlo simulacije se prvi put pominju u članku "The Monte Carlo method" (Metropolis i Ulam, 1949) koji su 1949. godine objavili poljski matematičar Stanislaw Ulam i Nikolas Metropolis. Sam naziv metod je dobio po kazinima Monte Carla, gdje je ujak Stanislava Ulama često kockao. Formalno, Monte Karlo metodu razvili su Stanislaw Ulam i John von Neumann 1946. godine dok su radili na projektu Menhетен u Los Alamos nacionalnoj laboratoriji. Projekat Menhетен je bio naziv za program vlada SAD, Kanade i Ujedinjenog Kraljevstva čiji je cilj bio razvoj nuklearnog oružja – atomske bombe. Drugi autori pak smatraju da je simulacije prvi predložio i primijenio David Hertz (Hertz, 1964) da bi simulirao ekspanziju prerade biljaka jednog hemijskog proizvođača na njegov rezultat.

Generalno posmatrano, simulirati nešto znači „oponašati ili uhvatiti suštinu nečega, bez postizanja realnosti“ (Dayananda, Irons, Harrison, Herbohn i Rowland, 2002, str. 153). Sunderesh Heragu definiše simulacije kao „komputersku tehniku koja imitira dinamično ponašanje realnog sistema“ (Heragu, 1997), smatrajući da „imitacija ponašanja realnosti podrazumijeva generisanje vještačke istorije funkcionisanja sistema i na bazi toga ocjenu budućeg stanja“ (Heragu, 1997). Sličnog je mišljenja i Milivoje Cvetinović, koji smatra da „Monte Carlo simulacije uključuju vještačko generisanje veoma velikog skupa događaja iz kojih se izračunava rizična vrijednost (VaR – Value at Risk), što će reći da pokriva širok spektar mogućih vrijednosti finansijskih promjenjivih, pri čemu se u potpunosti uzimaju u obzir njihove međusobne korelacije“ (Cvetinović, 2008, str. 77). U literaturi često srećemo i sljedeću definiciju: „Monte Carlo tehnika je simulaciona tehnika koja koristi nekoliko uzoraka relevantne promjenjive pri različitim stanjima i kombinuje rezultate radi generisanja raspodjele vjerovatnoće za kriterijumsku promjenjivu. Ovaj proces se nastavlja sve dok se ne generiše dovoljno rezultata za ocjenu raspodjele vjerovatnoće. Ta raspodjela mora biti konzistentna sa uvjerenjima i procjenama donosioca odluke. Kada se ona dobije, donosilac odluke može koristiti punu informaciju koju u sebi nosi raspodjela kriterijumske promjenjive radi evaluacije projekta“ (Čupić i Tummala, 1994, str. 187).

Na osnovu prethodnih stavova relevantnih autora, možemo konstatovati da se, kada je riječ o simulacijama, prije svega misli na izgradnju matematičkih modela koji oponašaju (imitiraju) funkcionisanje nekog realnog sistema ili procesa, kreiranih na osnovu generisanja slučajnih brojeva i velikog broja iteracija.

Kada je riječ o finansijama i investicijama, pod simulacijama se obično podrazumijeva „razvijanje modela poslovanja ili ekonomskog sistema pomoću kojeg se vrše eksperimenti kako bi se predvidjelo kako će se stvarni sistem ponašati kod različitih politika menadžmenta“ (Dayananda, Irons, Harrison, Herbohn i Rowland, 2002, str. 153). Van Horne pod simulacijom podrazumijeva „testiranje mogućih rezultata investicionog prijedloga prije nego on bude prihvaćen“ (Van Horne i Wachowicz, 1995, str. 370) i smatra da simulacije možemo upotrijebiti za „aproximaciju očekivane vrijednosti neto sadašnje vrijednosti, očekivane vrijednosti interne stope rentabilnosti ili očekivane vrijednosti indeksa profitabilnosti i za disperziju oko očekivane vrijednosti“ (Van Horne i Wachowicz, 1995, str. 370). Drugim riječima, Monte Karlo simulacija podrazumijeva određivanje distribucije vjerovatnoće zavisne varijable investicionog projekta (neto sadašnje vrijednosti ili interne stope

prinosa) na osnovu distribucije vjerovatnoće većeg broja nezavisnih varijabli (ključnih parametara projekta), kao što su cijena, udio na tržištu, troškovi, vrijednost investicije, varijabilni i fiksni troškovi, stopa rasta tržišta i tome slično. Monte Karlo simulacije se koriste u mnogim oblastima u kojima se izvode zahtjevna i komplikovana izračunavanja kao što su fizika, finansije, matematika i slično. Kada je riječ o složenim izračunavanjima kod simulacija, važnu ulogu ima kompjuterska tehnologija i savremeni računari koji imaju kapacitete obrade velikog broja podataka u kratkom vremenskom periodu.

Prednost Monte Karlo simulacija ogleda se prvenstveno u tome što kao rezultat daju sve moguće ishode, ali i vjerovatnoće pojavljivanja svakog od tih ishoda, kao i uzimanje u obzir korelacije između kritičnih parametara projekta. Pored toga, na rezultatima Monte Karlo simulacije moguće je provesti analizu osjetljivosti (senzitivnu analizu)<sup>1</sup> kako bi se identifikovali kritični parametri koji najviše utiču na rizičnost projekta, odnosno odrediti ulazne varijable na čije je promjene najosjetljivija neto sadašnja vrijednost projekta. Ovakva identifikacija ključnih kritičnih varijabli omogućava menadžerima da blagovremeno reaguju, da uticaj tih varijabli naglase ili ograniče, u zavisnosti od njihove prirode.

Kao negativnosti ove tehnike navode se „problem preciznog utvrđivanja distribucije vjerovatnoće neizvjesnih varijabli i korelacije između distribucija“ (Todorović, 1996, str. 88). S druge strane, Mikerević smatra da „simulacije mogu biti veoma zahtjevne u smislu potrebnog vremena i sredstava. Realnost znači složenost, izgradnja modela će možda morati biti delegirana, a ovo može umanjiti njen kredibilitet za donosioca odluke“ (Mikerević, 2010, str. 343).

Da bismo Monte Karlo simulacije primijenili kako treba, neophodno je da se pridržavamo određenih koraka u njihovoj primjeni koje dajemo u nastavku rada.

## 2. PROCES PRIMJENE MONTE KARLO SIMULACIJE

Primjena Monte Karlo simulacije podrazumijeva sljedeće korake (Damodaran, 2010, str. 926):

**1. Određivanje ključnih varijabli** – U svakoj analizi projekata prisutno je mnoštvo ulaznih varijabli od kojih su neke predvidljive, a druge to nisu. Dok scenario analiza prati promjene svega nekoliko varijabli i njihov uticaj na neki od odabranih kriterijuma, kod Monte Karlo metode nema ograničenja u broju varijabli. S teorijskog gledišta, moguće je definisati distribucije vjerovatnoća za svaki input u evaluaciji projekta. S druge strane, realno gledajući, to bi bio dugotrajan i skup proces, naročito kada je riječ o ulaznim varijablama koje imaju marginalan i zanemarljiv uticaj na vrijednost projekta. Prema tome, poželjno je usmjeriti pažnju na svega nekoliko varijabli koje imaju znatan uticaj na vrijednost projekta.

**2. Definisane distribucije vjerovatnoće za kritične parametre projekta** – Ovo je ključni i najkomplikovaniji korak u simulacijama. Generalno gledajući, postoje tri načina definisanja distribucije vjerovatnoća:

- *istorijski podaci* – za parametre sa dugom istorijom i pouzdane podatke kroz istoriju, moguće je na osnovu tih podataka razviti distribuciju vjerovatnoća;

<sup>1</sup> Analiza osjetljivosti (senzitivna analiza) ispituje varijabilnost odabranih kriterijuma za ocjenu projekta (neto sadašnja vrijednost, interna stopa prinosa i sl.) prilikom promjene nekih od ključnih ulaznih varijabli. Primjenom analize osjetljivosti donosilac odluke može da dobije odgovore na mnoga pitanja tipa „šta ako“. Primjera radi, šta će se desiti sa internom stopom prinosa i neto sadašnjom vrijednosti ako prodajne cijene usluga padnu za 12%?

- *podaci o vrijednostima* – na osnovu činjenica iz sličnih investicija podaci o vrijednostima određenih parametara mogu se dobiti na osnovu sličnih investicija koje su bile predmet ranijih analiza. Primjer za to je preduzeće koje se bavi proizvodnjom keramike i čiji menadžeri žele da procijene prodaju po metru kvadratom nove prodajne jedinice u koju planiraju investirati. Menadžeri ovog projekta mogu da iskoriste distribuciju ove varijable na osnovu već postojećih prodajnih mjesta kao dobar indikator za simulaciju prodaje u novoj prodajnoj jedinici;
- *statistička distribucija i parametri* – za mnoge varijable koje treba prognozirati, istorijski podaci i podaci iz sličnih investicija biće nedovoljni ili nepouzdana. U tim slučajevima neophodno je odabrati statističke distribucije vjerovatnoće koje najbolje odslikavaju varijabilitet inputa i procijeniti parametre za te distribucije.

**3. Provjera korelacije između ključnih varijabli** – Pretpostavimo da je određena distribucija vjerovatnoće za kamatne stope i inflaciju. Iako obje ulazne varijable mogu pojedinačno biti presudne pri određivanju vrijednosti projekta, važno je ispitati njihovu korelaciju. Naime, visoku inflaciju prati povećanje kamatnih stopa. Kada postoji jaka veza, pozitivna ili negativna, između ulaznih varijabli, dva su izbora. Prvi je da se odabere samo jedna varijabla (obično ona sa većim uticajem na vrijednost projekta) i provjeri njena varijabilnost, a drugi je da se utvrdi korelacija između varijabli. Kao i kod

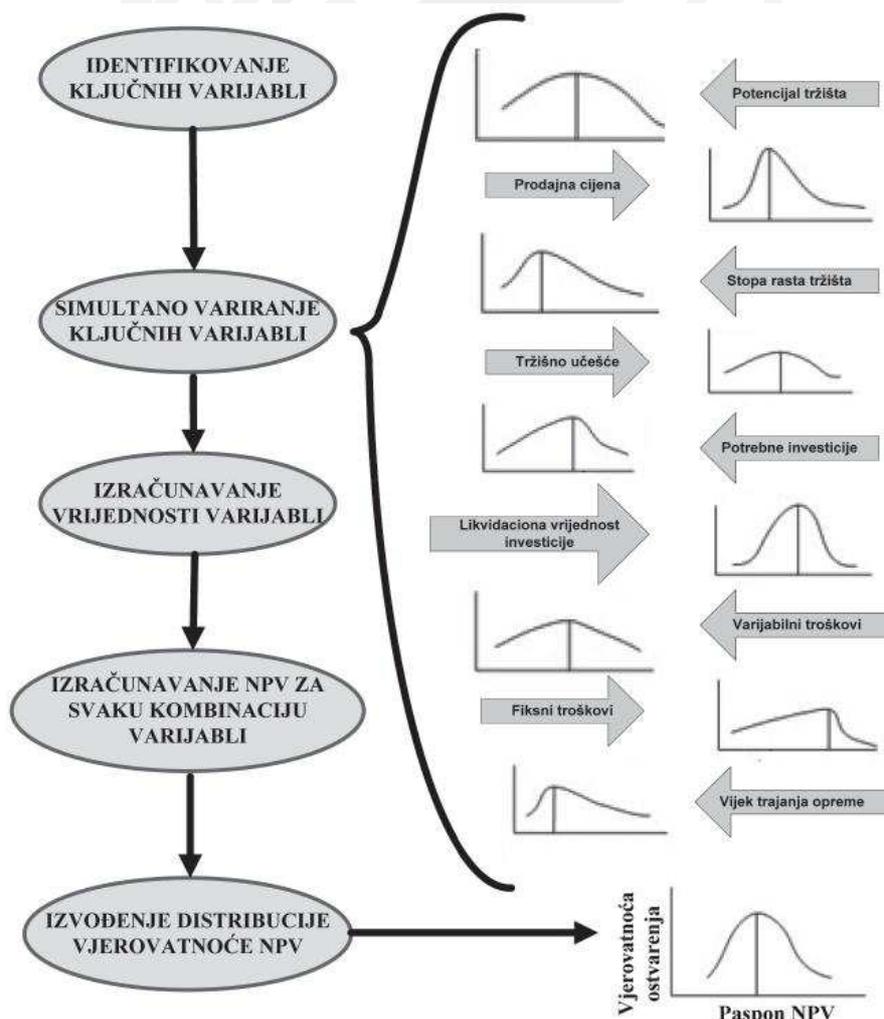
distribucije vjerovatnoće, i korelacija se može odrediti na osnovu istorijskih podataka.

**4. Pokretanje simulacije** – Za prvu simulaciju neophodno je odabrati jedan ishod iz svake distribucije i izračunati vrijednost baziranu na tim rezultatima. Ovaj postupak se može ponoviti onoliko puta koliko se to želi, iako je marginalni doprinos svake simulacije opadajući kako se broj simulacija povećava. Koliko će se simulacija pokrenuti, zavisice od:

- *broja mogućih varijabli* – što je veći broj varijabli za koje su formirane distribucije vjerovatnoća, biće potreban i veći broj simulacija;
- *karakteristike distribucija vjerovatnoća* – ukoliko je veća raznolikost distribucija vjerovatnoća u analizama, biće veći i broj potrebnih simulacija. Njihov broj biće manji kod simulacija kod kojih sve varijable imaju normalan raspored vjerovatnoća nego u situacijama kada su neke varijable normalnog rasporeda, a neke bazirane na nekim drugim vrstama rasporeda vjerovatnoća (uniformnom, trougaonom i sl.);
- *raspona ishoda (rezultata)* – što je veći potencijalni raspon ishoda za svaku od varijabli, biće veći i broj simulacija.

Prethodne korake primjene Monte Carlo simulacije možemo prikazati i grafički na sljedećem dijagramu:

Grafikon 1. Logika Monte Carlo simulacije<sup>2</sup>



<sup>2</sup> Modifikovano prema: [http://edukacija.ekof.bg.ac.rs/repository/CMS/tema\\_meseca/monte-carlo-simulacija1.jpg](http://edukacija.ekof.bg.ac.rs/repository/CMS/tema_meseca/monte-carlo-simulacija1.jpg).

### 3. ILUSTRACIJA MONTE KARLO SIMULACIJE NA PRAKTIČNOM PRIMJERU

Za potrebe demonstriranja i razumijevanja Monte Karlo simulacija koristimo hipotetički primjer projekta izgradnje nove fabrike za proizvodnju lijekova. Naime, pretpostavićemo da farmaceutska

kompanija „Medikus“ analizira mogućnost otvaranja nove fabrike za proizvodnju lijekova.<sup>3</sup> Menadžeri kompanije moraju sačiniti nekoliko procjena prilikom analize ovog projekta kako bi se uvjerali da se radi o dobroj poslovnoj ideji. Rukovodiocce ovog projekta prvenstveno zanima rizičnost konkretne investicije. Bazne procjene menadžera farmaceutske kompanije „Medikus“ navedene su u narednoj tabeli:

**Tabela 1.** Bazne procjene menadžera farmaceutske kompanije „Medikus“

Godina	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>I Proizvodnja i prodaja</b>								
1. Obim proizvedenih i prodatih jedinica po godinama		5,000.00	5,100.00	5,202.00	5,306.04	5,412.16	5,520.40	5,630.81
2. Povećanje u odnosu na prethodnu godinu			2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
<b>II Prihod</b>								
3. Prodajna cijena po jedinici		100	100	100	100	100	100	100
4. Ukupni prihodi od prodaje (1 x 3)		500,000.00	510,000.00	520,200.00	530,604.00	541,216.08	552,040.40	563,081.21
<b>III Operativni troškovi</b>								
5. Plate i naknade		30,000.00	31,000.00	32,000.00	33,000.00	34,000.00	35,000.00	36,000.00
6. Marketing i reklamiranje		17,000.00	18,000.00	19,000.00	20,000.00	21,000.00	22,000.00	23,000.00
7. Ostali administrativni troškovi		33,000.00	32,600.00	32,232.00	31,896.64	31,594.57	31,326.46	31,092.99
8. Ukupni operativni troškovi (5+6+7)	80%	400,000.00	408,000.00	416,160.00	424,483.20	432,972.86	441,632.32	450,464.97
<b>IV Kapitalni izdaci</b>								
9. Ulaganje u stalnu imovinu	400,000.00							
10. Ulaganje u obrtnu imovinu	90,000.00							
11. Ukupni kapitalni izdaci – inicijalna investicija (9+10)	490,000.00							
<b>V Novčani tokovi</b>								
12. Neto novčani tokovi (4–8)	490,000.00	100,000.00	102,000.00	104,040.00	106,120.80	108,243.22	110,408.08	112,616.24
13. Diskontna stopa	10.00%							
<b>VI NETO SADAŠNJA VRIJEDNOST</b>	<b>23,178.28</b>							

Na osnovu internih informacija kompanije, te rukovodeći se ranijim iskustvima postojećih poslovnih jedinica i njihovim istorijskim podacima, menadžeri ovog projekta odredili su bazne vrijednosti kritičnih parametara, na osnovu čega su izračunali neto sadašnju vrijednost projekta (tabela 1). Neto sadašnja vrijednost projekta (23.178,28 KM) pokazala je da je taj projekat profitabilan i sa tog aspekta atraktivan i prihvatljiv za ovu kompaniju. Međutim, rukovodioci projekta svjesni su i varijabilnosti i rizičnosti njegovih ulaznih varijabli. Mnoštvo je faktora i varijabli koji mogu da utiču na uspješnost određenog projekta, ali pretpostavimo da su menadžeri kompanije izdvojili sljedećih pet ulaznih varijabli smatrajući ih ključnim (kritičnim) parametrima projekta:

- procijenjeni obim proizvodnje i prodaje,
- procijenjena stopa rasta obima proizvodnje i prodaje,
- procijenjena prodajna cijena,
- procijenjeni ukupni operativni troškovi,
- procijenjeni kapitalni izdaci (ulaganja u stalnu i obrtnu imovinu),

S obzirom na činjenicu da je kriterijum neto sadašnje vrijednosti najpopularniji i najdominantniji kriterijum ocjene rentabilnosti projekata, menadžeri kompanije su odlučili da ovaj metod bude izlazna varijabla projekta.

<sup>3</sup> Slobodna ilustracija autora.

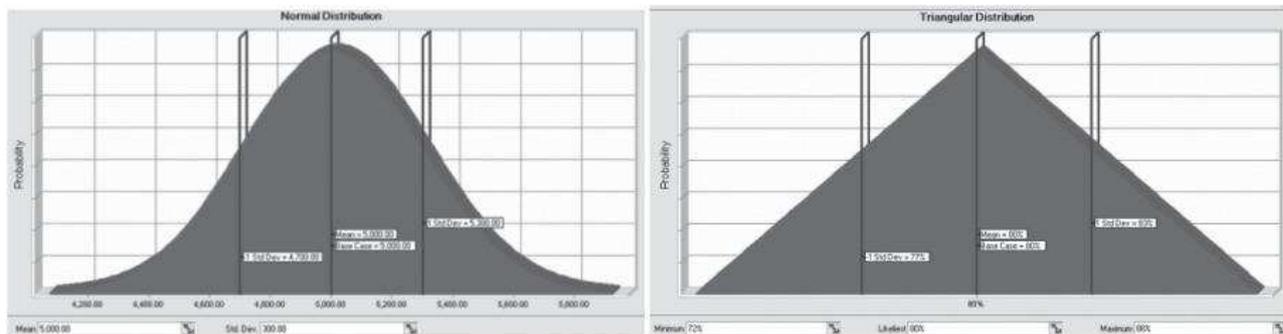
Monte Karlo simulacija podrazumijeva upotrebu distribucije vjerovatnoće ulaznih varijabli umjesto jedne vrijednosti. Distribucija vjerovatnoća ulaznih varijabli bazirana je na statističkim podacima te ranijim iskustvima koje je ova kompanija posjedovala.

Menadžeri projekta žele odgovor na sljedeća tri pitanja:

1. Kolika je vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost projekta biti veća od bazne vrijednosti (23,178.28 KM)?
2. Kolika je vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost projekta biti negativna?
3. Koji kritični parametar je najvažniji? Koja ulazna varijabla najviše utiče na rizičnost ovog projekta? Odnosno, na koju ulaznu varijablu postojećeg investicionog projekta je najosjetljivija neto sadašnja vrijednost?

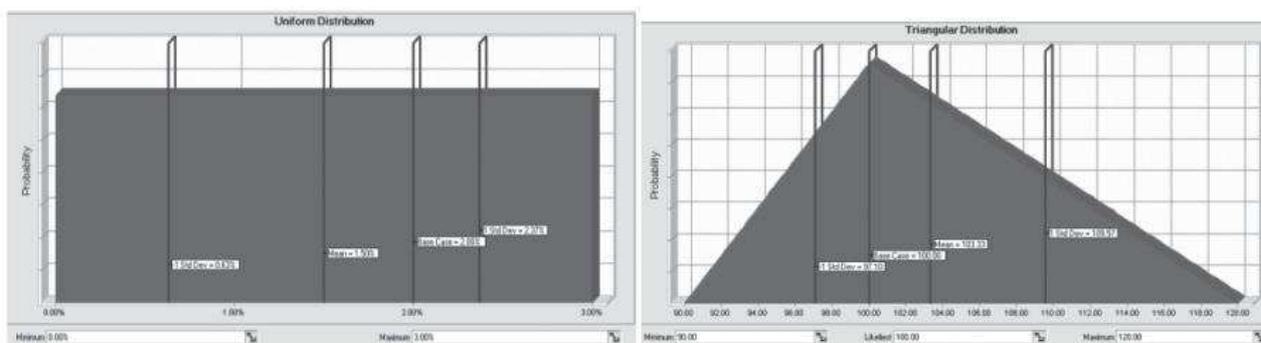
Nakon što smo identifikovali ključne varijable (kritične parametre) projekta, **drugi korak** jeste da se odrede distribucije vjerovatnoća kritičnih parametara koji se razmatraju. Na osnovu podataka (istorijskih, statističkih, makroekonomskih, mišljenja stručnjaka, prodajnog osoblja, marketing menadžera, kupaca itd.) kojima raspolažu menadžeri kompanije „Medikus“, pomoću Oracleovog alata – Crystall ball softvera, izvršena je distribucija vjerovatnoća kritičnih parametara i dobijeni su sljedeći rezultati:

Grafikon 2. Distribucija vjerovatnoća kritičnih parametara



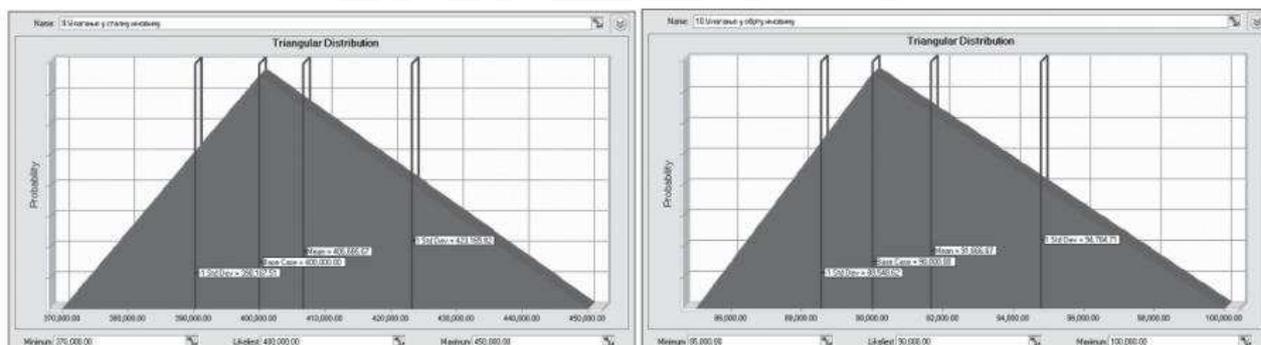
Obim proizvodnje i prodaje

Ukupni operativni troškovi



Stopa rasta obima proizvodnje i prodaje

Prodajna cijena



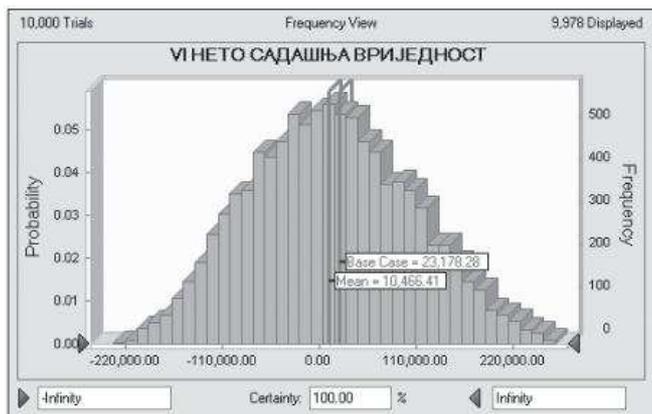
Kapitalni izdaci za obrtnu imovinu

Kapitalni izdaci za stalnu imovinu

Na osnovu prethodnih podataka i grafikona, gdje je riziku svake varijable dodijeljena odgovarajuća distribucija vjerovatnoće, postavljen je model te se može pokrenuti proces simulacije. Znači, s jedne strane je pet ulaznih varijabli (kritičnih parametara), dok je sa druge neto sadašnja vrijednost kao izlazna varijabla.

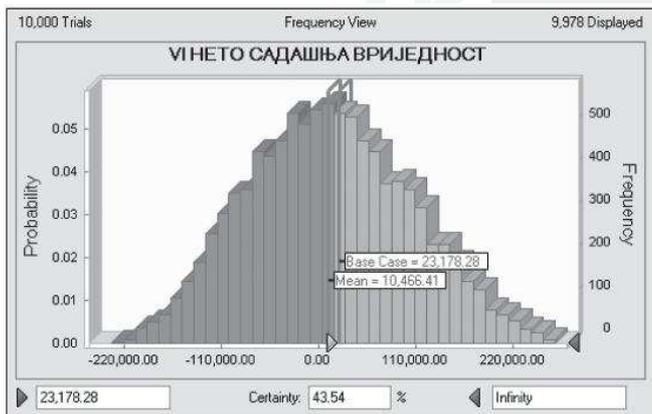
Nakon 10.000 slučajnih pokusa (iteracija, eksperimenata, scenarija) za svaku ulaznu varijablu s aplikacijom Crystalball, dobijena je sljedeća distribucija neto sadašnje vrijednosti „Medikusove“ nove fabrike za proizvodnju lijekova:

**Grafikon 3.** Distribucija neto sadašnje vrijednosti „Medikusove“ nove fabrike



Sada je moguće dati i odgovore na prethodna pitanja menadžera. Odgovor na pitanje kolika je vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost biti veća od bazne vrijednosti (23.178.28 KM) dat je u narednom grafikonu:

**Grafikon 4.** Vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost projekta biti veća od bazne vrijednosti



Na osnovu prethodnog grafikona se vidi postojanje vjerovatnoće od 43,54% da će neto sadašnja vrijednost biti veća od bazne vrijednosti (23.178,28 KM).

Na pitanje kolika je vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost biti negativna, odgovor je dat u sljedećem grafikonu:

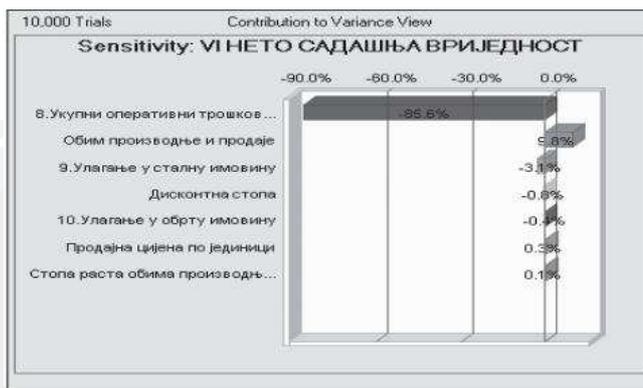
**Grafikon 5.** Vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost projekta biti negativna



Kao što se vidi, vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost biti manja od nule je 46,65%. Riječju, projekat će biti u zoni gubitka sa vjerovatnoćom od 46,65%.

Ovo je informacija koju menadžeri žele da poprave, što dovodi do trećeg pitanja: koja je ulazna varijabla najvažnija, odnosno koji to kritični parametar najviše utiče na rizičnost projekta? Ovaj podatak menadžerima je neophodan da sagledaju mogućnost korigovanja varijable koja najviše doprinosi rizičnosti projekta. Odgovor na ovo pitanje je dat u grafikonu osjetljivosti koji prikazujemo u nastavku:

**Grafikon 6.** Osjetljivost neto sadašnje vrijednosti projekata na promjene ulaznih varijabli



Prethodni grafikon pokazuje da su ukupni operativni troškovi (-85,60%) varijabla koja najviše utiče na rizičnost projekta. Menadžeri na osnovu ove analize znaju šta treba da rade da bi smanjili rizičnost projekta. Rješenje je u boljem upravljanju operativnim troškovima jer će se na taj način smanjiti varijabilitet ove varijable, a samim tim i njen negativan uticaj na neto sadašnju vrijednost projekta.

Opšti zaključak nakon sprovedene Monte Karlo simulacije je da je projekat otvaranja nove fabrike za proizvodnju lijekova vrlo rizičan. Simulacijama smo dobili informaciju da je vjerovatnoća da će neto sadašnja vrijednost projekta biti negativna 46,65%. Budući da se radi o prilično visokom broju, konstatuje se da je u pitanju projekat sa visokim stepenom rizika. Uvidom u dijagram osjetljivosti možemo se uvjeriti šta je razlog visokog stepena rizika datog projekta. Zaključak je da su ukupni operativni troškovi varijabla koja ima presudan uticaj na neto sadašnju vrijednost. Na ovu varijablu menadžeri treba da obrate pažnju ukoliko odluče da se upuste u ovaj projekat visokog rizika.

## ZAKLJUČAK

Kako pokazuje ilustrovani primjer, prednosti Monte Karlo simulacije su višestruke. Ova simulacija omogućava bolje shvatanje investicionog projekta, dopušta da se njime eksperimentiše, omogućava otkrivanje presudnih kritičnih parametara, procjenu rizičnih događaja i na taj način pomaže menadžerima prilikom donošenja investicionih odluka u uslovima neizvjesnosti i rizika. Za razliku od drugih tehnika, Monte Karlo metoda uzima u obzir sve veze među varijablama koje se razmatraju u modelu simulacije. Prednost ove metode ogleda se i u tome što korelacije i druge veze i zavisnosti mogu biti modifikovane bez teškoća. Jednostavna je za razumijevanje s obzirom na to da zahtijeva poznavanje samo osnova matematike i statistike.

S druge strane, negativna strana simulacija je u tome što su komplikovane za izračunavanje i vremenski zahtjevne budući da se radi o ogromnom broju iteracija. Upravo iz ovih razloga simulacije zahtijevaju skupu softversku podršku, ali ne daju egzaktno i optimalno rješenje, jer zavise od broja opservacija (iteracija, opusa) korištenih za dobijanje izlaznih parametara.

Nijedan upitnik, anketa ili istraživanje neće zaustaviti polemiku oko toga koji je pristup ocjeni rizičnosti projekta najprihvatljiviji. Analitičari se često vraćaju na scenario analize kad se suočavaju s novim i nepredvidljivim rizicima, uprkos brzopletim i subjektivnim načinima nošenja s rizicima ove metode. Međutim, činjenica je da su simulacije ipak najbolji izbor u uslovima raspoloživosti kvalitetnih i relevantnih podataka za neophodne procjene.

## IZVORI

1. Damodaran, Aswath, *Investment valuation – Tools and techniques for determining value of any asset*; John Wiley & Sons, New York, 2012.
2. David B. Hertz, "Risk Analysis in Capital Investment", *Harvard Business Review* 42 (January – February 1964).
3. Don Dayananda, Richard Irons, Steve Harrison, John Herbohn and Patrick Rowland, *Capital Budgeting: Financial Appraisal of Investment Project*, Cambridge University Press, 2002.
4. Don Dayananda, Richard Irons, Steve Harrison, John Herbohn and Patrick Rowland, *Capital Budgeting: Financial Appraisal of Investment Project*, Cambridge University Press, 2002.
5. N. Metropolis and S. Ulam, "The Monte Carlo method", *J. Am. Statistical Association*, vol. 44, 1949.
6. Sunderesh S. Heragu: *Facilities Design*, PWS Publishing Company, Boston, MA, 1997.
7. Van Horne, C. James; Wachowicz, M. John. *Osnove finansijskog menadžmenta*, deveto izdanje, MATE, Zagreb, 1995.
8. Mikerević, Dragan. *Napredni strateški finansijski menadžment*, Ekonomski fakultet i Finrar d.o.o., Banja Luka, 2010.
9. Todorović, Evica. *Investicione odluke u uslovima rizika*, Ekonomski fakultet u Nišu, Niš, 1996.
10. Cvetinović, Milivoj: *Upravljanje rizicima u finansijskom poslovanju*, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2008.
11. Čupić M., Tummala V. M. R., *Savremeno odlučivanje – metode i primjena*, Univerzitet Braća Karić, Beograd, 1994.