

UDK 330.32
Prethodno priopćenje
Primljeno 5. 11. 91.Dr. ENES KARIĆ,
Ekonomski fakultet Osijek**ANALIZA RIZIKA
SIMULACIJOM
STOHAISTIČKOG MODELA
VREDNOVANJA
INVESTICIJA***

Investitor koji koristi tradicionalne postupke vrednovanja investicijskih projekata ne uzima u obzir rizik kao mjerilo opravdanosti investiranja i kriterij izbora najpovoljnije mogućnosti trajnog ulaganja kapitala. Novija teorija i praksa investiranja u razvijenim tržišnim gospodarstvima prihvaća i dalje razvija metode analize rizika. Stohastička simulacija jedan je od najpoznatijih suvremenih postupaka za vrednovanje rizičnih investicija.

Postupak vrednovanja investicija D. B. Herta iz 1964. godine smatra se danas klasičnim pristupom analizi rizika. Sve šira praktična primjena simulacije u analizi rizičnih projekata omogućuje stalno poboljšavanje i prilagođavanje tog temeljnog pristupa različitim konkretnim uvjetima. Ovim se radom pokušava pronaći nova rješenja u složenoj simulacijskom postupku ocjene prihvatljivosti investicijskog projekta.

U ovom tekstu autor obrađuje jedan polazni simulacijski model i objašnjava njegovu primjenu. Pojedina rješenja za obuhvaćanje relevantnih činitelja, u svakoj od faza postupka vrednovanja investicija, autor je utvrdio na temelju izučavanja teorije simulacijskih modela i vlastitih spoznaja u primjeni stohastičke simulacije. Autor, također, uočava određene slabosti simulacije i ukazuje na njezine ograničene mogućnosti.

*Rad predstavlja dio istraživačkih rezultata na projektu "Dioničarstvo u gospodarstvu Slavonije i Baranje" kojeg financira Ministarstvo znanosti Republike Hrvatske u razdoblju 1991-1993. godine.

Odlučivanje o investicijama spada među najteže poslovne zadatke s kojima se gospodarski subjekti suočavaju. Kako se investicijsko odlučivanje više odnosi na buduće događaje nego na prošlost, rizik je bitan činitelj izbora između raspoloživih opcija odluke. Procjene budućih stanja okoline su nesigurne, a osim toga i budući učinci pojedinih investicijskih mogućnosti predviđaju se samo uz određeni stupanj vjerojatnosti.

Zadatak je analize rizika izvršiti pripremu podataka za racionalno odlučivanje. Primjena odgovarajućih metoda omogućuje jasno raščlanjivanje problema i pravilno strukturiranje procesa odlučivanja, a zatim pomoću procjena vrijednosti mogućih rezultata i njihovih vjerojatnosti vrši se vrednovanje pojedinih investicijskih opcija na temelju prethodno utvrđenih kriterija. Posebno je značajno da analiza rizika pruža potpunu sliku i razvija svijest o veličini, izvorima i načinu djelovanja rizika na problem koji je predmet odlučivanja.

Investiranje uvjetuje izlaganje investitora riziku, to jest mogućnosti ekonomskog ili financijskog gubitka odnosno dobitka, fizičke štete ili zakašnjenja. Analiza rizika je skup metoda postupanja s problemima što proizlaze iz nesigurne budućnosti, uključujući identifikaciju, mjerenje, vrednovanje, kontrolu i upravljanje rizikom.¹

Suvremeno tržišno gospodarstvo karakteriziraju sve veća pojedinačna ulaganja kapitala s neujednačenim tokovima gotovine, primjena novih tehnologija i sve nestabilnije stope gospodarskog rasta. Navedene okolnosti pogoduju širenju svih oblika investicijskog rizika. U takvim uvjetima primjena postupaka simulacije može značajno pridonijeti potpunijem informiranju investitora.

Simulacija se može definirati kao "postupak oblikovanja modela nekog stvarnog sustava i vršenja pokusa s tim modelom bilo u svrhu upoznavanja načina funkcioniranja sustava bilo radi prosuđivanja vrijednosti različitih mogućnosti djelovanja tog sustava (unutar područja definiranog nekim kriterijem ili skupom kriterija)."²

1 Vidjeti: D.F. Cooper and C.B. Chapman, Risk Analysis for Large Projects (Models, Methods and Cases), John Wiley and Sons, Chichester, 1987, p. 2.

2 R.E. Shannon, Systems Simulation (The Art and Science), Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1975, 0.1.

1. POSTUPAK STOHAŠTIČKE SIMULACIJE

Simulacijski postupak zahtijeva postavljanje matematičkog modela procesa investiranja i primjenu odgovarajućeg kompjutorskog programa koji oponaša bitne elemente funkcioniranja sustava investiranja, odnosno simulira logičku strukturu situacije investicijskog odlučivanja. Postavljanje modela kao pojednostavljenog iskaza stvarnosti je racionalnije od stavljanja u rad samog sustava.

U investicijskom odlučivanju se koristi Monte Carlo tehnika simulacije u kojoj se koriste varijable slučajnog karaktera. Ova tehnika je prvo primijenjena u istraživanju problema igara na sreću, po čemu je dobila ime. Praktično se provodi uz primjenu elektroničkog računala, te se naziva kompjutorskom simulacijom.

Elektroničko računalo opskrbljeno potrebnim podacima (input) na temelju velikog broja pokusa imitira situaciju iz stvarnog života (proces) i daje njezinu pojednostavljenu sliku pomoću dobivenih rezultata (output). Računalo radi velikom brzinom simulirajući u kratkom vremenu višegodišnje funkcioniranje razmatranog sustava. Ako poduzeće ima na raspolaganju više međusobno isključivih projekata za svaki se provodi postupak simulacije, radi pribavljanja rezultata koji služe kao mjerilo za ocjenu opravdanosti ulaganja i kriterij za izbor najpovoljnijeg projekta investiranja.³

Monte Carlo simulacija se temelji na postupku generiranja slučajnih varijabli (činitelja investiranja) i simuliranju uzorka njihovih mogućih kombinacija. Investicijski sustav se definira u obliku matematičkog modela koji pomoću skupa varijabli i njihovih međusobnih odnosa opisuje logičku strukturu razmatranog sustava. Postavljanje modela je najsloženiji postupak u primjeni ove metode koji zahtijeva najviše napora, ali sama priprema modela omogućuje značajno poboljšanje razumijevanja situacije odlučivanja i ponuđenih opcija odluke.

U postupku primjene modela moguće je postići odvajanje (izoliranje) onih varijabli koje, zbog svoga većeg utjecaja, zaslužuju posebnu pozornost. Primjena modela osigurava maksimalno iskorištenje raspoloživih podataka i pruža dodatne informacije za spoznaju veličine totalnog rizika, predviđanje gotovinskih tokova

i klasiranje projekata sa stajališta rizičnosti, a sve to omogućuje racionalno investicijsko odlučivanje.

Simulacijski pokusi djelovanja investicijskog sustava ponavljaju se veliki broj puta s varijablama izabranim po kriteriju slučajnih brojeva, a rezultati se koriste za utvrđivanje razdiobe (distribucije) vjerojatnosti mogućih ishoda.⁴ Pomoću vjerojatnosti rizik postaje bolje uočljivim, a moguće ga je i kvantificirati. Analiza dobivenih izlaznih informacija čini podlogu za vrednovanje projekata. Pri tome je moguće, a često i potrebno vršiti promjene početnog simulacijskog modela radi njegova poboljšavanja.

Premda je stohastička simulacija prvenstveno namijenjena analizi rizika pojedinačnih projekata, jasno je da može pružiti korisne informacije za izbor između više raspoloživih mogućnosti investiranja. Primjena metode simulacije u analizi rizika može se najbolje ilustrirati na primjeru. Uzet ćemo stvarni primjer iz prakse jednog poduzeća za koje smo analizom rizika nastojali prikupiti dodatne informacije za odluku o investiranju u jedan od dva međusobno isključiva projekta:

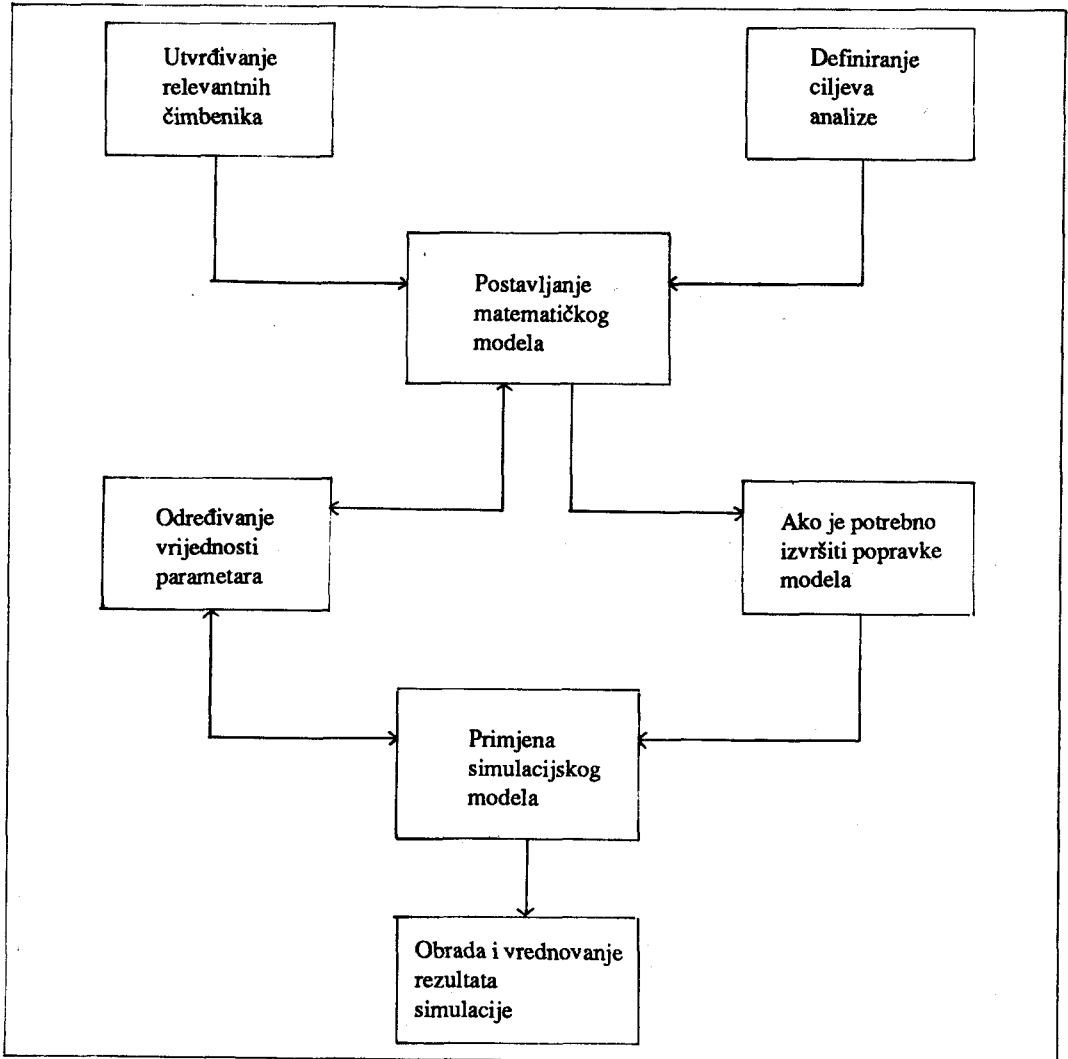
- preseljenje i proširenje kapaciteta postojećeg pogona za otkup, doradu i pakiranje povrća (projekt A) i
- izgradnja novog pogona za otkup, doradu i pakiranje povrća koji će se temeljiti na novoj tehnologiji (projekt B).

Izbor između dva ponuđena investicijska projekta je složen problem odlučivanja, budući da se radi o projektima koji se razlikuju po veličini početnog ulaganja, strukturi tekućih troškova i rasponu mogućih prinosa. Primjenom stohastičke simulacije može se jasnije iskazati odnos između očekivanih prinosa i veličine rizika kod oba projekta. Model simulacije pruža gotovo neograničene mogućnosti prikupljanja informacija o različitim aspektima funkcioniranja investicijskog procesa zbog čega je u izlaganju neophodno istaknuti samo najvažnije elemente postupka njegove primjene.

Postupak provođenja stohastičke simulacije, korišten u razmatranom primjeru, prikazan je grafički na slici 1.

3 Prvi je stohastičku simulaciju u investiranju znanstveno obradio David B. Hertz u članku "Risk Analysis in Capital Investments", Harvard Business Review, January-February 1964, pp. 95-106. tiskan je i hrvatski prijevod "Analiza rizika kod kapitalnog investiranja", CDI, Zagreb, s.a.

4 Kao mjerilo ishoda obično se uzimaju neto sadašnje vrijednosti investicije. Izračunavaju se korištenjem najniže prihvatljive stope prinosa kojom se svi očekivani gotovinski tokovi investicije diskontiraju na sadašnjost. Ako je rezultat pozitivan, projekt se može prihvatiti, a ako je negativan investicija se smatra nepoželjnom.



Slika 1. Opći prikaz postupka simulacije

2. UTVRĐIVANJE RELEVANTNIH ČIMBENIKA

Analizu relevantnih čimbenika sadrži svaka klasična investicijska studija. U analizi rizika se zahtijeva preciznije mjerenje intenziteta djelovanja ključnih čimbenika s procjenom vjerojatnosti. Kao prvi korak u primjeni metode simulacije istražuju se informacije o ponuđenim ili raspoloživim investicijskim mogućnostima (eventualno prema izrađenim investicijskim studijama) radi otkrivanja (identificiranja) bitnih čimbenika investicijske odluke, odnosno ključnih parametara o kojima ovise budućí rezultati investicijskog pothvata.

Identificiranjem ključnih čimbenika temeljna struktura investicijskog procesa se razlaže na bitne elemente. S obzirom na kompleksnost investicijske odluke i brojnost utjecajnih čimbenika, njihovo svođenje na ključne parametre može se ostvariti postupkom analize osjetljivosti. Taj postupak će pokazati koje ulazne čimbenike je potrebno obuhvatiti analizom rizika. Neki će biti obuhvaćeni zbog intenziteta njihova utjecaja a drugi zbog nepredvidivosti djelovanja na ishod investiranja.

Kao ključni parametri mogu biti ustanovljene određene globalne veličine koje utječu na investicijske primitke i investicijske izdatke ili neki pojedinačni

čimbenici koji uvjetuju takve globalne veličine, već prema tome koliko se želi ići u dubinu pri istraživanju rizika. U razmatranom primjeru analize rizika polazi se od slijedeće, u teoriji najviše prihvaćene, klasifikacije ključnih ulaznih čimbenika:⁵

- veličina tržišta,
- prodajne cijene,
- stope rasta tržišta,
- udio u tržištu (fizički obujam prodaje),
- potrebna investicijska sredstva,
- ostatak vrijednosti investicije,
- tekući proizvodni troškovi,
- fiksni troškovi, i
- vijek korištenja opreme.

Ciljne veličine se računaju na temelju diskontiranih gotovinskih tokova. Stoga će biti potrebno odrediti stopu aktualizacije (diskontnu stopu). U stvari, radi se o traženoj stopi prinosa na investiciju. To bi trebala biti minimalno prihvatljiva stopa prinosa (ili kamatna stopa) koju bi poduzeće moglo ostvariti investiranjem u druge projekte (odnosno sredstva) izložene približno jednakom riziku.⁶

3. DEFINIRANJE CILJEVA ANALIZE

Ciljevi analize su utvrđeni u skladu sa zahtjevima uprave poduzeća u pogledu izlaznih informacija analize koje će služiti za donošenje konačne investicijske odluke.

Kao temeljni kriterij koji će služiti za ocjenu valjanosti investicijskog prijedloga određena je neto sadašnja vrijednost investicije i iz nje izvedena stopa prinosa (interna stopa rentabilnosti). Nakon izbora financijskih kriterija definirana su i odgovarajuća pravila odlučivanja (poslovna politika) u odnosu na minimalno prihvatljivu očekivanu vrijednost za oba predložena projekta na temelju njihovih ocjena rizičnosti.

U razmatranom primjeru uprava poduzeća je utvrdila slijedeća pravila za izbor investicijskih prijedloga:⁷

- a) Prihvatljivi su za realizaciju oni investicijski prijedlozi koji imaju očekivanu neto sadašnju vrijednost projekta veću od nule, računatu diskontnom stopom od 16 posto (koliko iznosi prosječna stopa prinosa poduzeća ostvarena u proteklih 5 godina),

- b) Mogu se prihvatiti projekti kod kojih postoji najmanje 10 posto vjerojatnosti da će ostvariti stopu prinosa (na diskontiranoj osnovi) veću od 50 posto i najmanje 90 posto vjerojatnosti da će diskontirana stopa prinosa biti iznad nula posto,
- c) Selekcija međusobno isključivih projekata (što znači da samo jedan može biti izabran) vrši se izborom između projekata s pozitivnom netto sadašnjom vrijednošću, uz prihvaćanje projekta s najpovoljnijim odnosom između očekivane stope prinosa i veličine rizika, odnosno neizvjesnosti.

4. POSTAVLJANJE MATEMATIČKOG MODELA

Utvrđeni parametri se moraju definirati kao funkcija izabrane ciljne veličine. U razmatranom primjeru se, kao temeljna ciljna veličina, simulacijskim pokusom izračunava neto sadašnja vrijednost investicije. Ona će služiti kao mjerilo ekonomske opravdanosti investiranja. Iz neto sadašnje vrijednosti će se, također postupcima simulacije, procijeniti razdioba vjerojatnosti stope prinosa koja će služiti kao kriterij izbora između ponuđenih projekata.

Matematički model koji je korišten za simulacijsko eksperimentiranje ima slijedeći oblik:⁸

$$s = \sum_{t=1}^n \frac{v \cdot (1+r/100)^t \cdot u/100 \cdot (c-p) \cdot f}{(1+a/100)^t} + \frac{k}{(1+a/100)^n} - i \quad (1)$$

gdje simboli znače:

- s = neto sadašnja vrijednost investicije,
- v = veličina tržišta (u tonama),
- r = stopa rasta veličine tržišta (u%),
- u = udio u prodaji na tržištu (u%),
- c = prodajna cijena (za tonu),
- p = proporcionalni trošak (po toni),
- f = ukupan godišnji iznos fiksnih troškova (bez amortizacije),
- k = ostatak vrijednosti projekta na kraju njegova ekonomskog vijeka,
- i = ukupan iznos investicije,
- a = stopa aktualizacije, diskontna stopa (u%),
- t = redni broj godine ekonomskog vijeka investicije,
- n = broj godina ekonomskog vijeka projekta.

⁵ D.B. Hertz and H. Thomas, Risk Analysis and its Applications, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 1983, p. 29.

⁶ J.F. Weston and E.F. Brigham, Essentials of Managerial Finance, The Dryden Press, Hinsdale, Illinois, 1987, p. 143.

⁷ Usporedi: D.B. Hertz and H. Thomas, Op. cit., p. 40.

⁸ Model je oblikovan u skladu s postavljenim ciljevima analize razmatranog projekta. Ima prednost pred drugim sličnim modelima zato što u jednoj jednadžbi sadrži sve relevantne ulazne čimbenike. Vidjeti: F. Wagener, Die partielle Risikoanalyse als Instrument der integrierten Unternehmensplanung, V. Florentz, München, 1978.

5. ODREĐIVANJE VRIJEDNOSTI PARAMETARA

Pripremi ulaznih podataka za potrebe analize rizika mora se posvetiti posebna pozornost, jer o tome najviše ovisi kvaliteta analize rizika. Budući da se radi o parametrima čija veličina se ne može predvidjeti sa sigurnošću nije dovoljno procijeniti samo njihove pojedinačne, makar i najvjerojatnije, vrijednosti. Za svaku neizvjesnu veličinu (varijablu) moguće je pretpostaviti više različitih vrijednosti koje se utvrđuju u obliku razdiobe vjerojatnosti. U uvjetima primjene Monte Carlo simulacije svaka takva veličina postaje slučajna varijabla.⁹

Moguće je sve utvrđene parametre u simulacijskom modelu tretirati kao slučajne varijable ili se neki od parametara određuju kao konstante. U razmatranom primjeru su od devet osnovnih veličina (parametara) za analizu rizika projekta A tri veličine (investicijski iznos, ostatak vrijednosti investicije i fiksni troškovi) određeni kao konstante, a preostalih šest kao slučajne varijable. Za analizu rizika projekta B sve osnovne veličine su određene kao slučajne varijable.

Na poseban način se za oba projekta tretira diskontna stopa, jer je ona za svaki simulacijski pokus nužno konstantna. Diskontna stopa se može mijenjati u svakom novom pokusu radi ocjene osjetljivosti rezultata projekta ili u svrhu procjene stope prinosa.

Radi ilustracije postupka stohastičke simulacije, korištenog u razmatranom primjeru, objasniti ćemo detaljnije način utvrđivanja vrijednosti pojedinih parametara za analizu rizika projekta A. Vrijednosti pojedinih konstanti su slijedeće:

- investicijski iznos (i) 6.071.000 HRD,
- ostatak vrijednosti projekta (k) 3.015.000 HRD,
- godišnji iznos fiksnih troškova (f)...6.400.000 HRD,

Premda je navedene veličine najčešće teško utvrditi sa sigurnošću, zbog čega se i one mogu utvrditi u određenom rasponu i uz određene veličine vjerojatnosti (kao u slučaju projekta B), iz investicijske studije projekta A proizlazi da se u konkretnim uvjetima ove veličine mogu s velikom sigurnošću smatrati fiksnim veličinama i dovoljno precizno utvrditi kao konstante. Što se tiče diskontne stope (a) ona je utvrđena na razini od 16 posto za osnovni simulacijski pokus. U kasnijim pokusima, radi utvrđivanja kumulativne razdiobe vjero-

jatnosti stopa prinosa, koristit će se različite diskontne stope.

Slučajne varijable su izražene u obliku razdiobe (distribucije) vjerojatnosti. Postupak utvrđivanja pojedinih veličina mora polaziti od stanja raspoloživih podataka, od potrebe njihovog što detaljnije obuhvaćanja i izravnog iskazivanja stupnja nepouzdanosti svih mogućih vrijednosti parametara. Širina intervala vrijednosti varijabli ovisi o mogućnosti realne procjene, to jest o pouzdanosti analitičara u vlastita predviđanja. Manja pouzdanost uvjetuje utvrđivanje šireg raspona vrijednosti koje varijabla može zauzeti, ali to ne smije ići preko razumnih granica.

Osnovicu predviđanja vrijednosti nekih parametara mogu činiti statistički podaci iz prošlosti koji omogućuju određivanje objektivnih vjerojatnosti. Kada takve osnove nema mogu se koristiti različite tehnike intuitivnog mišljenja, odnosno ekspertni sustavi za predviđanje mogućih vrijednosti varijabli.

Procjena vjerojatnosti je jedna od najkritičnijih faza u stohastičkoj simulaciji. Postupak procjene mogu voditi osobe s iskustvom odnosno izobrazbom za takav posao. Mogu se koristiti različite metode.¹⁰ Najčešće se koriste predviđanja stručnjaka iz više funkcionalnih područja poduzeća (osobito marketinga i financijske funkcije) kao i eksperata izvan poduzeća.

Nakon statističke obrade rezultati predviđanja se definiraju u obliku razdiobe subjektivnih vjerojatnosti. Na taj način je oblik razdiobe vjerojatnosti empirijski utvrđen i najčešće se radi o normalnoj, logaritamsko-normalnoj, trokutastoj, trapezoidnoj i beta distribuciji vjerojatnosti.¹¹ U slučaju kada nema nikakve osnove da se bilo kojoj vrijednosti varijable odredi različita vjerojatnost u odnosu na sve ostale koristit će se pravokutne (jednolike) razdiobe vjerojatnosti, kao najjednostavnije među kontinuiranim razdiobama vjerojatnosti.¹²

Za potrebe vrednovanja investicija obično se mogu dobiti samo grube procjene oblika razdiobe vjerojatnosti rezultata. Ispitivanjem smo utvrdili da promjene oblika razdiobe vjerojatnosti neznatno utječu na rezultat, a osim toga vjerojatnosti pojedinih vrijednosti se međusobno potiru.

U razmatranom primjeru se sve slučajne varijable uzimaju isključivo kao diskretne varijable koje mogu

10 Vidjeti: D.B. Hertz and H. Thomas, Op. cit., pp. 156-170.

11 D. Barković, M. Meler i B. Novak, Odlučivanje u marketingu, Informator, Zagreb, 1986, str. 119-120.

12. Pavlič, Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga, Zagreb, 1988, str. 98-99. i J. T. McClave and P.G. Benson, Op. cit., pp. 261-263.

9 Pridjev slučajni znači da u svakom simulacijskom pokusu varijabla može poprimiti jednu od više mogućih vrijednosti ovisno o slučajnom ishodu pokusa. J. T. McClave and P.G. Benson, Statistics for Business and Economics, Fourth Edition, Dellen Publishing Company, San Francisco, 1988, p. 202.

poprimiti najviše pet vrijednosti. Razdiobe vjerojatnosti su utvrđene kao prosjek procjena deset stručnjaka različitog profila koji su sudjelovali u predviđanju.

Razdiobe vjerojatnosti i odgovarajući slučajni brojevi su utvrđeni za sve varijable, osim za prodajne cijene. Naime, prodajne cijene nisu izravno birane pomoću slučajnih brojeva, nego ovisno o ukupnoj godišnjoj količini prodaje. Priprema podataka se temelji na pretpostavci da su sve ulazne veličine simulacijskog modela, osim prodajnih cijena, međusobno neovisne.

U svim slučajevima postojanja mjerljive korelacije između ulaznih varijabli neophodno je tome prilagoditi njihove razdiobe vjerojatnosti, odnosno uskladiti postupak određivanja takvih slučajnih varijabli. Na taj način su utvrđeni potrebni podaci za pojedine veličine koje ulaze u izabrani simulacijski model za razmatrani projekt A. Najprije je određena razdioba vjerojatnosti broja godina ekonomskog vijeka projekta.

Tablica 1.

RAZDIoba VJEROJATNOSTI BROJA GODINA EKONOMSKOG VIJEKA PROJEKTA S PRIPADAJUĆIM SLUČAJNIM BROJEVIMA

Broj godina	8	9	10	11	12
Vjerojatnost	10 %	20 %	40 %	20 %	10 %
Slučajni brojevi	1-10	11-30	31-70	71-90	91-100

Postupkom predviđanja je utvrđeno da se dužina ekonomskog vijeka projekta može kretati u granicama između 8 i 12 godina. Za svaki pojedinačni broj godina u tom rasponu procijenjena je vjerojatnost. Razmjerno veličini vjerojatnosti određeni su rasponi slučajnih brojeva iz skupa od stotinu slučajnih brojeva (od 1 do 100) gdje svaki slučajni broj izražava vjerojatnost ostvarenja od 1 posto. Koriste se tzv. pseudoslučajni brojevi koje daje generator slučajnih brojeva korištenog elektroničkog računala.¹³

¹³ Generatori slučajnih brojeva na elektroničkim računalima zasnivaju se na različitim algoritmima, te proizlaze iz unaprijed određenih matematičkih relacija. Stoga se, za primjenu u simulacijama, preporuča prethodno statističko testiranje pseudoslučajnih brojeva, radi utvrđivanja njihove uniformnosti i neovisnosti. Vidjeti: D. Fischer i B. Dukić, "Generiranje i testiranje uzorka po trokutastoj razdiobi", Ekonomski vjesnik, br. 2, Ošijek 1991.

Tablica 2.

RAZDIoba VJEROJATNOSTI VELIČINE TRŽIŠTA (U TISUĆAMA TONA) S PRIPADAJUĆIM SLUČAJNIM BROJEVIMA

Veličina tržišta	• 5500	6000	6500	7000	7500
Vjerojatnost	5 %	20 %	50%	20 %	5 %
Slučajni brojevi	1-5	6-25	26-75	76-95	96-100

Podaci o veličini tržišta se koriste za sve godine ekonomskog vijeka projekta, a biraju se, također, po načelu slučajnog izbora. Tehnika Monte Carlo simulacije omogućuje da se pojedinim slučajnim varijablama dodjeljuju različite vjerojatnosti. Na taj način je moguće istaknuti razlike u pogledu nepouzdanosti i neizvjesnosti buduće stvarne veličine pojedinih (slučajnih) varijabla. Tako su u razmatranom primjeru uočljive znatno veće relativne razlike u vjerojatnosti između pojedinih mogućih vrijednosti veličine tržišta, nego što je to slučaj s relativnim razlikama u vjerojatnosti pojedinih mogućih vrijednosti varijable broj godina ekonomskog vijeka projekta.

Tablica 3.

RAZDIoba VJEROJATNOSTI GODIŠNJE STOPE RASTA VELIČINE TRŽIŠTA (U%) S PRIPADAJUĆIM SLUČAJNIM BROJEVIMA

Stopa rasta	-2	0	2	4	6
Vjerojatnost	5%	10%	30%	40%	15%
Slučajni brojevi	1-5	6-15	16-45	46-85	86-100

Godišnja stopa rasta veličine tržišta iskazana u postocima je, također, slučajna varijabla. Kao jedna od varijabla koje izražavaju utjecaj tržišnih čimbenika na efikasnost investiranja, stopa rasta veličine tržišta mora proizaći kao rezultat određenog oblika formalnog ili neformalnog istraživanja marketinga. Stručnjaci za marketing na temelju vlastitih subjektivnih procjena i raspoloživih objektivnih podataka utvrđuju raspon mogućih vrijednosti stope rasta, a zatim zajedno sa stručnjakom za financijsku analizu, odnosno analizu rizika, određuju vjerojatnosti ostvarenja za nekoliko diskretnih veličina godišnje stope rasta tržišta.

Tablica 4.

RAZDIoba VJEROJATNOSTI UDJELA PROJEKTA U PRODAJI NA TRŽIŠTU (U%), S PRIPADAJUĆIM SLUČAJNIM BROJEVIMA

Udio u tržištu	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14
Vjerojatnost	5%	25%	40%	25%	5%
Slučajni brojevi	1-5	6-30	31-70	71-95	96-100

Na temelju podataka u veličini tržišta, godišnjoj stopi rasta tržišta, i udjelu u prodaji na tržištu utvrdit će se obujam prodaje koji određuje i veličinu prodajne cijene. U praksi je veoma teško kvantificirati ovisnost veličine tržišta o veličini cijena i obrnuto ovisnost cijena o potražnji, odnosno količini prodaje. U razmatranom slučaju se do toga došlo tehnikama intuitivnog mišljenja. Budući da se radi o cijenama poljoprivrednih proizvoda bilo je neophodno empirijski dokazanu ovisnost o količinama ponude uključiti u procjenu gotovinskih tokova investicijskog projekta. U razmatranom primjeru je to, u određenoj mjeri, pojednostavljeno.

U drugim slučajevima će veličina tržišta biti funkcija cijena. Tada se najprije utvrđuje raspon mogućih cijena, a ovisno o visini cijene određuje se veličina tržišta. Slučajnu varijablu veličine tržišta treba odrediti na temelju nekoliko razdioba veličine tržišta od kojih svaka odgovara jednoj mogućoj razini cijena. Postupak je analogan izboru ostalih slučajnih varijabli, samo što izbor odgovarajuće razdiobe veličine tržišta ovisi o slučajnom izboru cijene. Izbor veličine tržišta koja ulazi u model za određivanje ciljne veličine, iz tako određene razdiobe, vrši se prema generiranom slučajnom broju¹⁴.

Tablica 5.

**PODACI ZA ODREĐIVANJE PRODAJNE CIJENE
(ZA TONU) GOTOVIIH PROIZVODA**

Prodajne cijene (HRD)	13000	12000	11000	10000	9000
Obujam prodaje (tisuće tona)	od 3 do 6	iznad 6 do 9	iznad 9 do 12	iznad 12 do 15	iznad 15 do 18

Na temelju prethodno utvrđenih količina prodaje i podataka o pripadajućoj prodajnoj cijeni utvrđuju se vrijednosti prodaje (prihodi od realizacije) za pojedine godine ekonomskog vijeka projekta, a prema postavljenom simulacijskom modelu. Za izračunavanje netto sadašnje vrijednosti projekta A potrebni su još i podaci za utvrđivanje vrijednosti slučanje varijable proporcionalnih troškova. U pribavljanju ovih podataka potrebno je sudjelovanje troškovnog računovodstva koje će se koristiti raspoloživim knjigovodstvenim podacima i suvremenim metodama obračuna troškova.

Tablica 6.

**RAZDIoba VJEROJATNOSTI IZNOSA
PROPORCIONALNIH TROŠKOVA (ZA TONU
PRODANIH PROIZVODA) S PRIPADAJUĆIM
SLUČAJNIM BROJEVIMA**

Proporcionalni trošak	8500	9000	9500	10000	10500
Vjerojatnost	10 %	15 %	50 %	15 %	10 %
Slučajni brojevi	1-10	11-25	26-75	76-90	91-100

Prethodni postupak pripreme podataka omogućuje detaljnije i kvalitetnije istraživanje efikasnosti i rizičnosti investiranja, nego što je to slučaj s klasičnim investicijskim studijama koje se temelje na korištenju determinističkih modela u kojima su svi parametri konstante. Simulacijskim postupkom je moguće raspoložive podatke potpunije iskoristiti.

6. PRIMJENA SIMULACIJSKOG MODELA

Obrada ulaznih podataka i izračunavanje traženih ciljnih veličina ostvarit će se primjenom izabranog modela u simulacijskom pokusu. U modelu je obuhvaćeno šest varijabli, a sve imaju po pet mogućih vrijednosti. To daje 15.625 mogućih kombinacija, odnosno mogućih ishoda (u projektu B s devet slučajnih varijabli broj kombinacija je 1.953.125). Radi se o dovoljno složenoj situaciji odlučivanja u kojoj je gotovo nemoguće nabrojati i specificirati sve moguće ishode analitičkim metodama, kao na primjer, u obliku stabla vjerojatnosti. Pogodnije je upotrijebiti metodu stohastičke simulacije, koja se, u pravilu, mora temeljiti na kompjutorskom programu.

U postupku simulacije se vrši ponavljanje biranja slučajnih kombinacija između mogućih veličina svake od varijabli simulacijskog modela i izračunavanje pripadajućih ishoda. Simulacija obuhvaća dovoljno veliki broj ponavljanja (replikacija) u kojima se vrijednosti pojedinih varijabli utvrđuju slučajnim izborom. Tako se dolazi do uzorka slučajnih kombinacija vrijednosti varijabli, ali se mora osigurati da se pojedine vrijednosti javljaju tako često kako to odgovara vjerojatnosti njihova pojavljivanja.

Izbor vrijednosti varijabli vrši se na temelju pripremljenih raspona slučajnih brojeva raspoređenih po pojedinim vrijednostima za svaku od varijabli, a ovisno o veličini vjerojatnosti njihova ostvarenja. Naime, veća vjerojatnost neke vrijednosti zahtijeva da joj se dodijeli razmjerno širi raspon iz skupa korištenih slučajnih brojeva (na primjer, od 1 do 100 ili 1 do 1000,

¹⁴ Vidjeti: D. B. Hertz and H. Thomas, Op. cit., p. 35.

i sl.). slučajni brojevi, koji se koriste za određivanje (biranje) vrijednosti pojedinih varijabli, generiraju se pomoću elektroničkog računala tijekom provođenja simulacije, što je, razumije se, jednostavnije i brže nego da se uzimaju iz objavljenih tablica slučajnih brojeva u statističkim publikacijama.

Za svaku replikaciju se izračunavaju i evidentiraju rezultati. Nakon velikog broja replikacija rezultati se statistički sređuju, a zatim se izračunavaju relativne frekvencije koje su izraz vjerojatnosti ostvarenja određene veličine rezultata. Broj simulacijskih replikacija mora biti dovoljno veliki da se veličine rezultata stabiliziraju na određenoj razini.

Pri ponavljanju simulacijskog pokusa s malim brojem replikacija dobivaju se svaki puta rezultati koja se međusobno značajno razlikuju. Za manji broj slučajnih varijabli s manjim rasponom veličina, rezultati se stabiliziraju već na približno 200 replikacija, a za složenije situacije odlučivanja potrebno je nekoliko tisuća replikacija što, uz korištenje suvremenih sredstava elektroničke obrade podataka, neće uzeti mnogo vremena.

Za kompjutorsku obradu metodom Monte Carlo simulacije mogu se koristiti gotovi programi koji se mogu naći na tržištu. U praksi je popularan program RISKAN II u programskom jeziku BASIC, koji se temelji na osnovnim postavkama analize rizika D.B. Herta prihvaćenim u svim do sada poznatim modelima za potrebe investicijskog odlučivanja. U razmatranom primjeru korišten je autorov vlastiti program. Korišteni program simulacije predstavljen je dijagramom toka na slici 2.

Kao što je iz dijagrama toka vidljivo simulacijski pokus započinje upisom vrijednosti konstanti, a zatim se nastavlja generiranjem slučajnih brojeva i izborom vrijednosti varijabli. Najprije se određuje broj godina ekonomskog vijeka projekta kako bi se za taj broj godina utvrdile godišnje diskontirane vrijednosti gotovinskog toka. Za svaku godinu se utvrđenim redom biraju slučajni brojevi i određuju vrijednosti svih preostalih varijabli radi utvrđivanja godišnjih i zatim ukupnih diskontiranih gotovinskih tokova za broj godina ekonomskog vijeka projekta određen slučajnim izborom.

Pretpostavimo da je, na primjer, kompjutor najprije generirao slučajni broj 32 i na temelju toga odredio ekonomski vijek od 10 godina, zatim je slučajno izabrao broj 98 i odmah odredio varijablu veličine tržišta 7.500.000 tona, itd. Tako bi radio sve do zadnje varijable za prvu godinu, zatim istim redom za sve ostale godine ekonomskog vijeka i ukupne iznose uvrstio u

simulacijski model radi izračunavanja rezultata (netto sadašnje vrijednosti).

Nakon svake replikacije evidentiraju se vrijednosti rezultata i raspoređuju u odgovarajuće razrede razdiobe neto sadašnjih vrijednosti unaprijed utvrđene kompjutorskim programom. Na kraju se daju tablični i grafički prikazi svih programiranih veličina.

7. OBRADA REZULTATA SIMULACIJE

Na temelju 4.000 replikacija dobiveni su dovoljno stabilni rezultati u oba simulacijska pokusa (za projekt A i projekt B). Usporedba rezultata je moguća i jedino ispravna pomoću interne stope prinosa budući da su neto sadašnje vrijednosti kao apsolutne veličine nepogodne za dvije investicije s različitom veličinom investiranih sredstava, osobito u navedenom slučaju kada je i investirani iznos prema projektu A konstanta, a prema projektu B varijabilna veličina (slučajna varijabla).

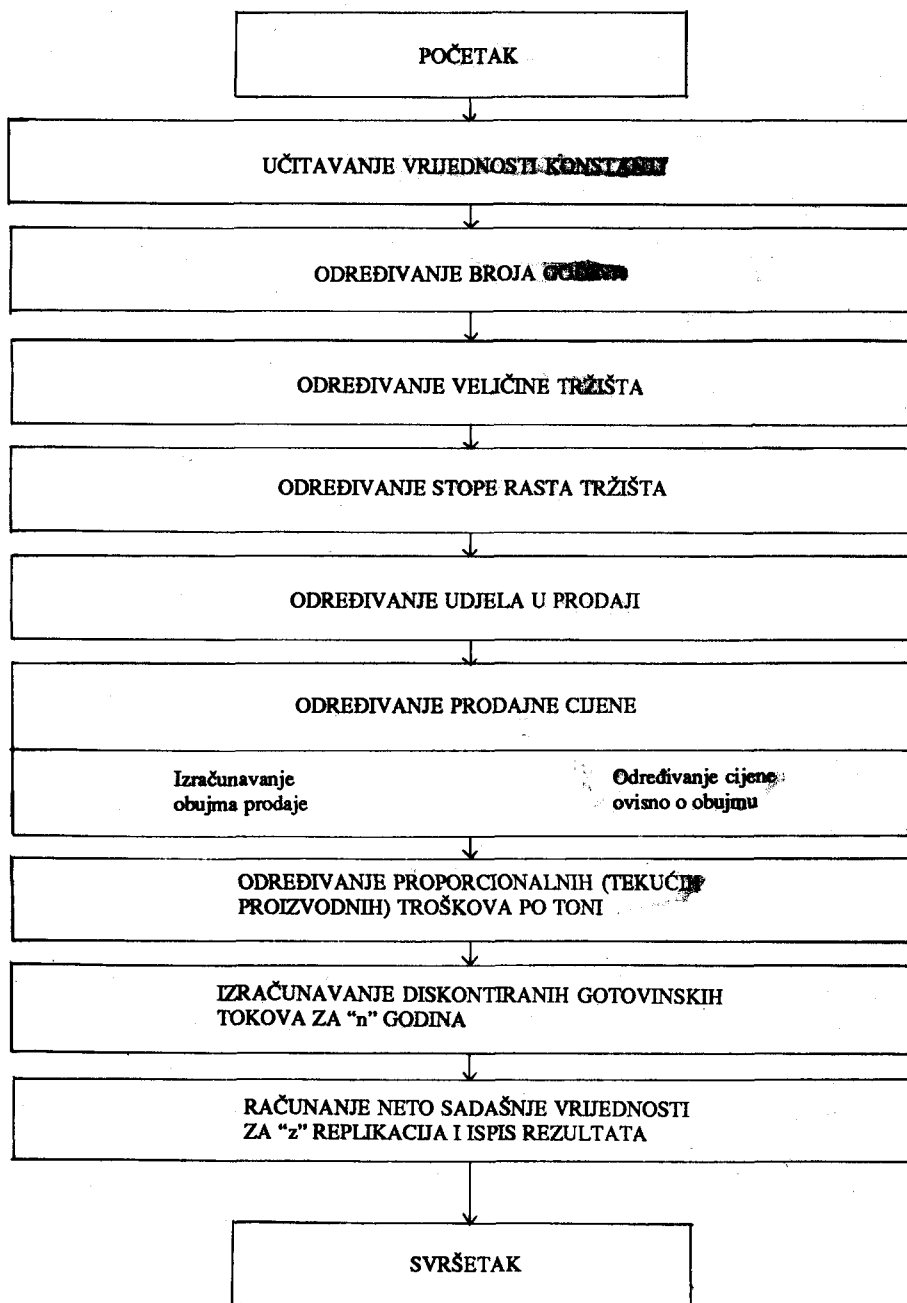
Obrada ulaznih podataka za projekte A i B omogućila je iskazivanje rezultata u tabličnom i grafičkom obliku. Simulacijskim pokusom dobivene i evidentirane neto sadašnje vrijednosti su raspoređene u razrede. Na temelju apsolutnih utvrđene surelativne frekvencije, a zatim izračunati kumulativni nizovi "više od" koji omogućuju grafički prikaz funkcije kumulativne razdiobe vjerojatnosti, to jest prikaz krivulje profila šanse.¹⁵ Isto tako, navedeni podaci su bili osnova za izračunavanje očekivane (srednje), maksimalne i minimalne neto sadašnje vrijednosti, standardne devijacije i koeficijenta varijacije.

Tablica 7.

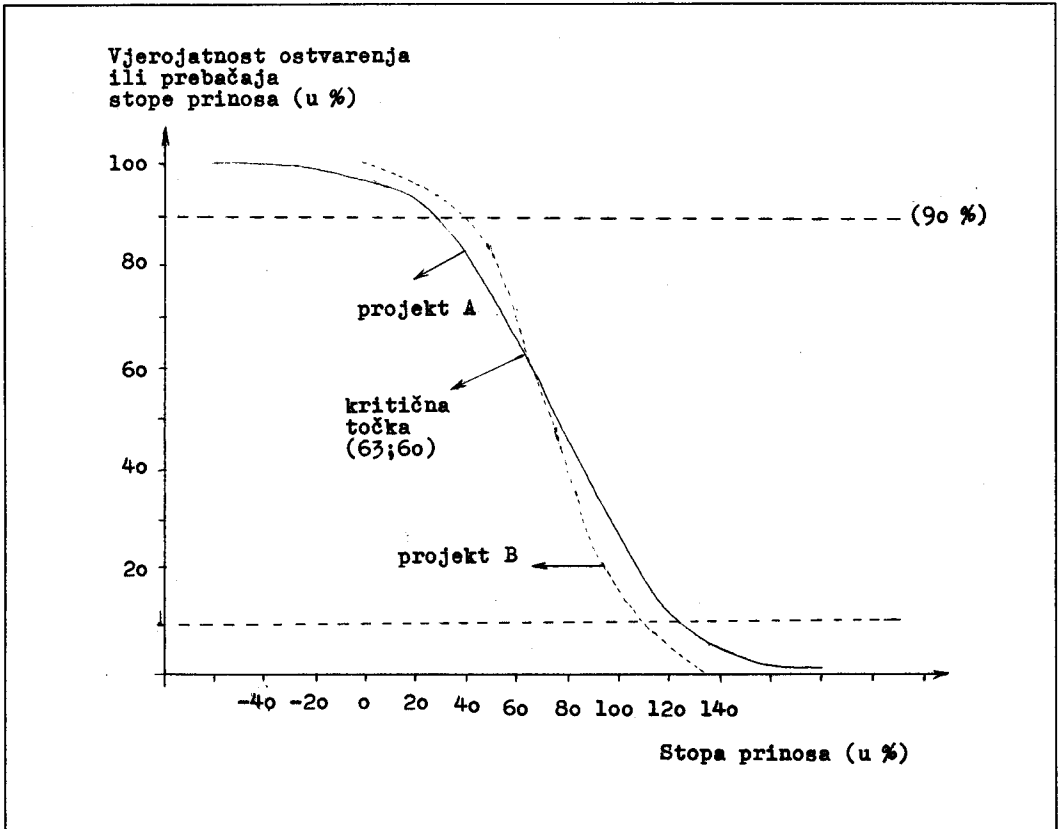
**RAZDIOPA NETTO SADAŠNJIH VRIJEDNOSTI
PROJEKTA A S KUMULATIVNIM NIZOVIMA
"VIŠE OD"**

Neto sadašnje vrijednosti u milijunima HRD	Frekvencije (broj replikacija)		Kumulativni nizovi "više od" za frekvencije	
	apsolutne	relativne	apsolutne	relativne
od - 16,7 do -8	25	0,006	4000	1,000
iznad -8 do -4	50	0,013	3975	0,994
iznad -4 do 0	149	0,037	3925	0,981
iznad 0 do 4	271	0,068	3776	0,944
iznad 4 do 8	529	0,132	3505	0,876
iznad 8 do 12	747	0,187	2976	0,744
iznad 12 do 16	777	0,194	2229	0,557
iznad 16 do 20	704	0,176	1452	0,363
iznad 20 do 24	437	0,109	748	0,187
iznad 24 do 28	208	0,052	311	0,078
iznad 28 do 40,9	103	0,026	103	0,026
Ukupno	4000	1,000	-	-

¹⁵ Grafički prikaz funkcije vjerojatnosti na temelju kumulativnog niza "manje od" je krivulja profila rizika. Ovdje prikazani kumulativni niz "više od" neki autori nazivaju profilom sigurnosti. Kako se radi o vjerojatnosti ispravniji je naziv profil šanse.



Slika 2. Prikaz tijeka korištenog programa simulacije



Slika 3. Krivulje profila šanse

Neto sadašnja vrijednost se smatra najboljim kriterijem ocjene opravdanosti individualne investicije, budući da vrednuje vremensku vrijednost svih očekivanih gotovinskih tokova (primitaka i izdataka) uz primjenu odgovarajuće stope aktualizacije (diskontne stope). Za diskontiranje se koristi tražena (minimalno prihvatljiva) stopa prinosa koja je u poduzeću utvrđena za nova trajna ulaganja.¹⁶

Podaci sadržani u tablici 7. rezultat su simulacijskog pokusa za projekt A s 4 tisuće replikacija. Iz njih je jasno vidljivo da se najveći broj u uzorku dobivenih neto sadašnjih vrijednosti (čak 38,10%) nalazi u rasponu između 8 i 16 milijuna HRD, a relativno mali broj ima negativnu vrijednost (5,6%) ili vrijednost veću od 24 milijuna HRD (7,8%). Na temelju razdiobe frekvencija izračunata je očekivana vrijednost koja iznosi 13,2 milijuna HRD, standardna devijacija od 7,9 milijuna HRD i koeficijent varijacije 60,7 posto.

Budući da je očekivana neto sadašnja vrijednost pozitivna, projekt se može smatrati prihvatljivim. Naime, očekuje se da će projekt u svom ekonomskom vijeku ostvariti sredstva za reprodukciju u obujmu od 13,2 milijuna HRD (promatrano, naravno, u vrijednostima sadašnjosti a ne nominalnim). Za konačan izbor treba uzeti u obzir i izračunate vrijednosti mjera disperzije (standardne devijacije i koeficijenta varijacije) koje ukazuju na značajan rizik.

Na isti način su postupkom simulacije dobiveni izlazni podaci za projekt B koji će ovdje biti predstavljeni samo u završnoj fazi komparativne analize koja se vrši na temelju krivulje profila šanse. Naime, za potrebe komparativne analize, stope prinosa za projekte A i B su procijenjene na temelju tabeliranih izlaznih podataka simulacijskih pokusa i načinjen grafički prikaz analize rizika u obliku dviju krivulja profila šanse (slika 3.)

Odluka o izboru ovisi o stavu investitora (nositelja investicijske odluke) prema riziku, a najbolju sliku rizika pruža grafički prikaz funkcije profila šanse. U

¹⁶ Vidjeti, primjerice: C. Engler, *Managerial Accounting*, Irwin, Homewood, Illinois, 1988, pp. 597-609.

razmatranom primjeru profil šanse sadrži kumulativni niz procijenjenih stopa prinosa. Interne stope prinosa mogu biti i izravno izračunate kao rezultat simulacijskog pokusa, ali se pokazalo praktičnijim izračunavati neto sadašnje vrijednosti kao ciljnu veličinu, a zatim stope prinosa samo procijeniti. Procjene stopa prinosa služe izradi grafičkog prikaza krivulje šanse.

Određivanje stopa prinosa vrši se uz pretpostavku da su simulacijom dobiveni iznosi neto sadašnjih vrijednosti približno normalno raspoređeni, a tome se teži kada veličina uzorka raste. Naime, uzima se da je vjerojatnost ostvarenja stope prinosa u visini diskontne stope korištene za izračunavanje neto sadašnje vrijednosti u svakom pojedinom pokusu ravna vjerojatnosti ostvarenja neto sadašnje vrijednosti na razini od nula novčanih jedinica, to jest:¹⁷

$$P(y>a) = P(s>o) \quad (2)$$

Postupak procjene stopa prinosa obuhvaća nekoliko simulacijskih pokusa. Radi uštede vremena može se uzeti manji broj replikacija, ali obično ne manje od 200 u svakom pokusu. To je dovoljno za stabiliziranje rezultata. U svakom novom pokusu se vrši proračun kumulativne razdiobe relativnih frekvencija (vjerojatnosti) neto sadašnje vrijednosti, promijenjenom diskontnom stopom. Iz tako dobivenih razdioba se samo očitaju vjerojatnosti ostvarenja neto sadašnje vrijednosti veće od nule ($s>o$). Tako utvrđene vjerojatnosti se, prema navedenoj jednadžbi (2), uzimaju kao vjerojatnosti da će stopa prinosa biti veća od diskontne stope ($y>a$) korištene u dotičnom pokusu simulacije. Tako se, u stvari, određuju točke za stope prinosa na krivulji profila šanse.

Prednost korištenog pristupa je u tome što se neto sadašnja vrijednost uzima kao temeljni kriterij za analizu rizika projekta. Takav pristup je brži, jeftiniji i praktičniji od izravnog računanja stope prinosa metodom simulacije. Čak se za krajnje vrijednosti kumulativnog niza stope prinosa mogu dobiti točniji rezultati nego kada se one računaju izravno postupkom simulacije (što je inače moguće vršiti pomoću interpolacije). Najčešće se približne vrijednosti stope prinosa, samo grafički određene, koriste kao potpuno zadovoljavajuće za analizu rizika.

8. VREDNOVANJE REZULTATA SIMULACIJE

U okviru konačne interpretacije rezultata dvaju simulacijskih pokusa (za projekte A i B) može se dati

njihov kratki prikaz i bitna tumačenja u vezi s ciljevima analize rizika.

Sa stajališta izabranog kriterija financijskog rezultata oba su projekta prihvatljiva za realizaciju. Projekti a i b imaju pozitivnu očekivanu neto sadašnju vrijednost izračunatu primjenom minimalno prihvatljive diskontne stope od 16%. Dobivena očekivana (prosječna) neto sadašnja vrijednost je nešto veća kod projekta B, ali ove veličine nisu usporedive s obzirom na to da se radi o projektima s različitim investicijskim svotama i različitim očekivanim ekonomskim vijekom korištenja.

Razlika u neto sadašnjim vrijednostima ne može biti kriterijem izbora najpovoljnijeg projekta. U tu svrhu može poslužiti relativna sadašnja vrijednost (odnos ukupnih diskontiranih primitaka prema investiranoj svoti) ili očekivana stopa prinosa koja se može odrediti za oba projekta na temelju preračunatih kumulativnih frekvencija u razdiobu apsolutnih frekvencija vjerojatnosti i koristiti za izbor projekta. Međutim, to nije potrebno činiti, jer profili šanse pružaju potpunu informaciju o profitabilnosti i rizičnosti oba projekta.

Profili šanse izražavaju vjerojatnosti s kojima se određeni najmanji rezultati (minimalne stope prinosa) mogu dostići ili prebaciti realizacijom investicijskog projekta A, odnosno projekta B. Njihov grafički prikaz sadrži vrijednosti kumulativnog niza funkcije vjerojatnosti internih stopa prinosa. Oba projekta ispunjavaju uvjete u pogledu njihove rizičnosti, koje je utvrdila uprava poduzeća u okviru poslovne politike. Naime, vjerojatnost ostvarenja negativne stope prinosa manja je od 10 posto, a vjerojatnost ostvarenja stope prinosa veće od 50 posto znatno je iznad minimalnih 10 posto kod oba projekta.

Umjesto informacije o srednjoj vrijednosti mogućih prinosa, kao izvedenoj i uopćenoj veličini, profili šanse (neto sadašnjih vrijednosti, odnosno procijenjenih stopa prinosa) pružaju informacije o veličini svih potencijalnih rezultata i vjerojatnostima njihova ostvarivanja. Raspon mogućih vrijednosti stopa prinosa širi je za projekt A zbog čega on ima jaču disperziju mogućih prinosa (veću vrijednost standardne devijacije). Osim toga, projekt A ima manju vjerojatnost ostvarenja stopa prinosa koje nisu negativne (vjerojatnost 96 posto) u odnosu na projekt B (vjerojatnost 99 posto). Projekt A ima veće vjerojatnosti ostvarenja visokih stopa prinosa u odnosu na projekt B. Ako, na primjer, promatramo vjerojatnost ostvarenja prinosa od najmanje 100 posto, ona za projekt A iznosi 30 posto, a za projekt B 17 posto.

¹⁷ D.B. Hertz and H. Thomas, Risk Analysis and its Applications, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, 1983, p. 97.

Tijek krivulje daje informaciju o rizičnosti projekta. Strmija krivulja projekta B (manja disperzija rezultata) ukazuje na veću šansu, a njezin blaži pad kod projekta A (veća disperzija rezultata) je znak većeg rizika. U presjecištu dviju krivulja je zajednička najmanja stopa prinosa od oko 63 posto s vjerojatnošću ostvarenja 60 posto. Za manje stope od te projekt B ima prednost, a za veće stope superioran je projekt A.

Odluku bi bilo jednostavno donijeti kada bi jedan projekt obećavao veće prinose uz manji rizik, a drugi imao obrnute karakteristike. Međutim, najčešće je upravo tako da veći očekivani rezultat prate i veći rizici, a to onda zahtijeva prosuđivanje od strane investitora o vlastitoj spremnosti za preuzimanje rizika. Oprezan investitor će se radije opredijeliti za projekt B, a investitor koji je spreman na rizik izabrat će projekt A. Naime, radi se o tome da su podaci za projekt A samo manje poznati (više raspršeni), a iz toga proizlazi veći rizik pogrešne procjene mogućih rezultata.

Za konačnu odluku su bitne činjenice da projekt A obećava veću očekivanu stopu prinosa, veće mogućnosti ostvarenja visokih stopa prinosa, ali i veću vjerojatnost ostvarenja negativnog rezultata (gubitka). Pri tome, može se konstatirati da rizik nije moguće otkloniti (na primjer, najniža netto sadašnja vrijednost projekta A dobivena simulacijom je negativna u iznosu od 16,7 milijuna HRD), ali analiza profila šanse pokazuje da su kod oba razmatrana projekta mogućnosti nastupanja graničnih (pozitivnih i negativnih) vrijednosti gotovo zanemarivo male. To može opravdati izlaganje većom riziku projekta A (riziku gubitka sa 4 posto vjerojatnosti) radi potencijalnog ostvarivanja visokih prinosa (krajnja točka na desnoj strani krivulje projekta A nije definirana).

9. ZAKLJUČAK

Zbog kompleksnosti problema investicijskog odlučivanja nije moguće izravnim subjektivnim procjenjivanjem utvrditi vjerojatnosti budućih rezul-

tata i na temelju toga dati pouzdanu ocjenu profitabilnosti i rizičnosti ulaganja. Stohastička simulacija, kao postupak produbljene matematičko-statističke analize, je pogodna metoda vrednovanja rizičnih investicija. Može joj se dati prednost nad drugim metodama pripreme informacija za odlučivanje o rizičnim projektima, zbog mogućnosti obuhvaćanja i kombiniranja potencijalnih veličina većeg broja ključnih varijabli koje se nalaze u složenim odnosima međusobne povezanosti.

Bitna je prednost ove metode što omogućuje maksimalno iskorištenje raspoloživih podataka. Zainteresiranim ulagačima može pružiti vrijedne informacije za provjeru i prosudbu vlastitih pretpostavki o razmatranom problemu odlučivanja i, što je osobito značajno, o mogućim posljedicama predloženih rješenja. Naime, postupak simulacije omogućuje pogodno obuhvaćanje rizika koji prati određeno ulaganje kapitala. Simulacija osigurava potpunu informaciju o vjerojatnosti ostvarenja bilo koje tražene (željene) stope prinosa za investiciju.

Istraživanje primjene stohastičke simulacije pokazuje da su tri kritična problema za njezino uspješno provođenje. Naime, pogrešan rezultat simulacija će dati ako je simulacijski model neadekvatan, ako su razdiobe vjerojatnosti ključnih varijabli pogrešno procijenjene i ako su zbog malog uzorka (nedostatnog broja replikacija) krivo definirane krajnje vrijednosti stopa prinosa što se mogu javiti kao budući rezultati investicije.

Premda stohastička simulacija ima značajne prednosti u odnosu na druge postupke pripreme informacija za odlučivanje o rizičnim projektima, ne može se reći da je to najbolja metoda analize rizika. Izbor metode ovisi o raspoloživim podacima u trenutku odlučivanja, mogućnostima i sposobnostima investitora i vrsti izlaznih informacija potrebnih za rješavanje pojedinačnog problema investicijskog odlučivanja.

LITERATURA:

1. *Barković, D., Meler, M. i Novak, B.*: Odličivanje u marketingu, Informator, Zagreb 1986.
2. *Cooper, D.F. and Chapman, C. B.*: Risk Analysis for Large Projects: Models, Methods and Cases, John Wiley and Sons, Chichester 1987.
3. *Engler, C.*: Managerial Accounting, Irwin, Hovewood, Illinois 1988.
4. *Hertz, D.B. and Thomas, H.*: Practical Risk Analysis: An Approach Through Case Histories, John Wiley and Sons, Chichester 1984.
5. *Hertz, D. B. and Thomas, H.*: Risk Analysis and its Applications, John Wiley and Sons, Chichester 1984.
6. *McClave, J. T. and Benson, P.G.*: Statistics for Business and Economics, Fourth Edition, Dellen Publishing Company, San Francisco 1988.
7. *Shannon, R. E.*: Systems Simulation: The Art and Science, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1975.
8. *Wagener, F.*: Die partielle Risikoanalyse als Instrument der integrierten Unternehmensplanung, V. Florentz, München 1978.
9. *Weston, J. F. and Brigham, E. F.*: Essentials of Managerial Finance, The Dryden Press, Hinsdele, Illinois 1987.

Enes Karic, Ph. D. Faculty of Economics, Osijek

RISK ANALYSIS BY STOCHASTIC MODEL SUMULATION OF INVESTMENT EVALUATION

Summary

The investor, who is using traditional procedure evaluation of the investment projects, does not take into consideration the risk as the criterion of investment justification and the choice of the most favourable possibility of the permanent capital investment. A newer investment theory and practice in the developed market economies accepts and further develops the risk analysis methods.

The investment evaluation procedures of D. B. Hertz, 1964, is being considered today the classic approach to the risk analysis. Wider and wider practical application of simulation in risk project enables permanent improvement and adaptation of this basic approach to different actual conditions. This work is trying to find new solutions in the complex simulation procedure evaluation of the investment project acceptance.

This text is treating the author-s starting simulation model explaining its application. Some solutions, comprising relevant factors in each of the investment evaluation procedure, are reached by the author on the basis of the theory study of simulation models and of his own cognitions in the stochastic simulation application. The author also notices certain simulation weaknesses and points to its limited possibilities.