

UNIVERZA NA PRIMORSKEM  
FAKULTETA ZA MANAGEMENT KOPER  
Dodiplomski visokošolski strokovni študijski program Management

Diplomska naloga  
MONTE CARLO SIMULACIJA V ANALIZI  
INVESTICIJSKIH ODLOČITEV

Mentor:

doc. dr. Roberto Biloslavo

KOPER, 2005

VLADIMIR KUKAVICA



## POVZETEK

Odločanje je najpomembnejša naloga managementa, ki jo opredeljujejo pomembnost, sestavljenost in negotovost. Vsaka poslovna odločitev se ukvarja s prihodnostjo, saj se njene posledice odražajo v prihodnosti. Le-teh pa ni moč natančno predvideti, zato je negotovost sestavni del odločanja. Za oceno investicijskih projektov se najpogosteje uporabljajo klasične metode vrednotenja, kot so: neto sedanja vrednost (NSV), interna stopnja donosnosti, čas povratka investicije, itd., ki pa eksplicitno ne vključujejo tveganja. Simulacije in modeli nam nudijo možnost boljšega preverjanja naših hipotez, s tem pa nudijo tudi kvalitetnejšo podporo sprejemanju odločitev. Monte Carlo simulacija se uporablja kot metoda za vrednotenje in oceno tveganja v investicijskih odločitvah. Sami rezultati simulacije nam ne dajo odgovora, katero odločitev sprejeti, zato pa nudijo kvalitetno informacijo o verjetnosti posameznih izidov in tako odločilno vplivajo na sprejem poslovne odločitve.

*Ključne besede:* odločanje, investicijski projekt, neto sedanja vrednost, interna stopnja donosnosti, tveganje, simulacije, modeli, Monte Carlo simulacija

## ABSTRACT

Decision-making is the most important management function, and is characterised by significance, complexity and uncertainty. Every business decision deals with the future as its consequences are reflected in the future. However, the consequences are never entirely predictable, hence uncertainty as an integral part of the decision making process. When assessing capital investment proposals, traditional evaluation methods are most frequently used, such as: net present value (NPV), internal rate of return, payback method etc., which however do not take into account risk. Simulations and modelling enable improved testing of our hypotheses, thereby providing better support in decision-making. Monte Carlo simulation is used as a method of evaluation and risk assessment in investment decisions. Simulation results per se do not provide the answer as to which proposal should be adopted; however, they do provide quality information on the probability of individual outcomes, thereby vitally influencing the decision reached.

*Key words:* management decision, net present value (NPV), internal rate of return, payback method, risk analysis, simulations and modelling, Monte Carlo simulation

UDK



## VSEBINA

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Odločanje v managementu</b>	<b>3</b>
2.1	Odločanje kot funkcija managementa	3
2.2	Teoretične osnove managerskega odločanja	4
2.3	Tipi odločanja glede na razpoložljive informacije	5
2.4	Etični vidiki odločanja v managementu	6
<b>3</b>	<b>Modeli in simulacije pri odločitvah</b>	<b>7</b>
3.1	Zgodovina modeliranja in simulacij	7
3.2	Modeli pri odločanju	7
3.3	Simulacija, njene prednosti in slabosti	8
<b>4</b>	<b>Analize tveganja</b>	<b>11</b>
4.1	Kaj je tveganje?	11
4.2	Tveganje v simulacijskih modelih	12
<b>5</b>	<b>Investicije in ocena investicijskih projektov</b>	<b>15</b>
5.1	Kaj je investicija?	15
5.2	Pomen investicije v poslovanju	15
5.3	Metode ocene investicijskih projektov	15
<b>6</b>	<b>Monte Carlo simulacija</b>	<b>19</b>
6.1	Izgradnja konceptualnega modela	19
6.2	Izgradnja simulacijskega modela	19
6.3	Verifikacija simulacijskega modela	20
6.4	Vrednotenje simulacijskega modela	20
6.5	Načrtovanje in izvajanje simulacije	20
6.6	Analiza rezultatov simulacije	23
6.7	Zaključki in priporočila	24
<b>7</b>	<b>Empirična analiza</b>	<b>25</b>
7.1	Opis investicijskega projekta	25
7.2	Tveganja v projektu	29
7.3	Klasično vrednotenje projekta	29
7.4	Analiza občutljivosti	31
7.5	Uporaba Monte Carlo simulacije	33
7.6	Povzetek	39
<b>8</b>	<b>Zaključek</b>	<b>41</b>
	<b>Literatura</b>	<b>45</b>
	<b>Priloge</b>	<b>47</b>

## SLIKE

Slika 3.1 Proces simulacije.....	9
Slika 4.1 Krivulji porazdelitve z različnim tveganjem.....	13
Slika 6.1 Srednja in najverjetnejša vrednost pri nesimetrični porazdelitvi. ....	22
Slika 6.2 Gostota verjetnosti (a) in porazdelitvena funkcija (b).....	23
Slika 7.1 Občutljivost NSV in IRR - možnost A.....	32
Slika 7.2 Občutljivost NSV in IRR - možnost B.....	33
Slika 7.3 Količina prodaje brez projekta .....	35
Slika 7.4 Količina prodaje prvo leto s projektom.....	36
Slika 7.5 Vlaganje v opremo C četrto leto .....	36
Slika 7.6 NSV – možnost A in možnost B .....	38

## TABELE

Tabela 7.1 Prodane količine po naložbi .....	26
Tabela 7.2 Vrednost obstoječih osnovnih sredstev na začetku naložbe.....	26
Tabela 7.3 Investicija v osnovna sredstva po letih – možnost A .....	26
Tabela 7.4 Investicija v osnovna sredstva po letih – možnost B.....	27
Tabela 7.5 Investicija v obratna sredstva po letih .....	27
Tabela 7.6 Viri financiranja po letih – možnost A .....	28
Tabela 7.7 Viri financiranja po letih – možnost B .....	28
Tabela 7.8 Klasično vrednotenje projekta – brez dodatnega investiranja.....	30
Tabela 7.9 Klasično vrednotenje projekta – z naložbo .....	31
Tabela 7.10 Klasično vrednotenje projekta – sama naložba .....	31
Tabela 7.11 Občutljivost NSV in IRR – možnost A .....	32
Tabela 7.12 Občutljivost NSV in IRR – možnost B .....	32
Tabela 7.13 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve prodaje – možnost A .....	34
Tabela 7.14 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve investicije – možnost A.....	35

Tabela 7.15 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve prodaje – možnost B.....	35
Tabela 7.16 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve investicije – možnost B .....	35
Tabela 7.17 Parametri izhodnih vrednosti – možnost A .....	37
Tabela 7.18 Parametri izhodnih vrednosti – možnost B.....	37





## 1 UVOD

Po ekonomski definiciji predstavlja investiranje odrekanje dobrinam (sredstvom) v sedanosti s ciljem doseganja določenega ekonomskega izida (npr. dobička) v prihodnosti. Investiranje torej pomeni za udeleženca vezavo sredstev (denarja, opreme, dela) na daljše obdobje, zato ima odločujoč vpliv na njegovo poslovanje in položaj na trgu že danes, predvsem pa v prihodnosti. Dejstvo, da so rezultati investicije vidni šele v prihodnosti, vnaša v investiranje negotovost in s tem tveganje. Pravilna investicijska odločitev za udeleženca ne pomeni le prednosti pred konkurenco, pomeni tudi pogoj za obstanek na trgu.

Danes smo pogosto priče sprejemanju investicijskih odločitev brez zadostnih informacij in brez kvalitetne analize. Odločitve se sprejemajo na osnovi subjektivnih kriterijev o nujnosti investicije ali pričakovanih rezultatov. Najpogosteje je za odločitev za ali proti investiciji odločilna osebna naklonjenost tistega, ki odločitev sprejema. Narejene napake zmanjšujejo moč in konkurenčni položaj udeleženca na trgu, pogosto pa zaznamujejo tudi širše gospodarsko in družbeno okolje.

Za oceno investicijskih projektov se najpogosteje uporabljajo klasične metode vrednotenja, kot so: neto sedanja vrednost (NSV), interna stopnja donosnosti, čas povratka investicije, itd. Podatki, dobljeni s pomočjo teh metod, se za več projektov primerjajo med seboj ter se na osnovi tega izberejo projekti oziroma določijo prioritete.

Predmet tega diplomskega dela je uporaba Monte Carlo simulacije v vrednotenju investicijskih projektov. Simulacije nudijo možnost boljšega testiranja naših hipotez, s tem pa nudijo tudi kvalitetnejšo podporo pri sprejemanju odločitev. Izraz simulirati v splošnem pomeni prevzemati lastnosti stvarnega objekta ter posnemati njegovo delovanje ali obnašanje. Pomembna razlika med simulacijo in ostalimi klasičnimi metodami vrednotenja investicij, ki temeljijo na determinističnem pristopu, je v tem, da slednje ne vključujejo tveganja oziroma verjetnosti, medtem ko se simulacija zaradi stohastičnega pristopa bistveno bolj približa realnosti. Metoda Monte Carlo ima tako veliko prednosti pred klasičnimi metodami vrednotenja, saj nam pomaga pri oceni tveganja z oceno verjetnosti dogodka. Prav tako lahko z njeno pomočjo ugotovimo, katere spremenljivke so pomembne in katere variante dobre.

Monte Carlo simulacija je posebej primerna za analizo finančnih modelov in projektov. Njena posebna vrednost je v vrednotenju in upoštevanju tveganja pri oceni projektov.

Kot slabost Monte Carlo simulacije je potrebno omeniti, da ni orodje za iskanje optimalne rešitve, temveč postopek za ugotavljanje primernosti razpoložljivih alternativ. Lahko rečemo, da predstavlja nasprotje optimizacijskih tehnik, saj raziskuje posledice odločanja, namesto da bi svetovala.

V domači literaturi je Monte Carlo simulacija le redko predstavljena. Najpogosteje se jo omenja kot eno izmed metod pri analizi tveganja pri poslovanju, medtem ko znanstvenoraziskovalnega dela s tega področja praktično ni. V tuji literaturi je sama metoda že dolgo prisotna, medtem ko se njeno proučevanje v analizi investicijskih odločitev prične v 60. letih prejšnjega stoletja. Z razvojem računalniške tehnologije je postala priprava modela in izvedba simulacije lažja in hitrejša, kar je tudi eden izmed pomembnejših razlogov, zakaj se praktična uporaba te metode začne šele pred dobrimi petnajstimi leti.

Diplomsko delo bo poskušalo dokazati, da je uporaba Monte Carlo simulacije v oceni tveganja z uporabo primernih programskih orodij danes dovolj enostavna za uporabo tudi pri sprejemanju vsakodnevnih poslovnih odločitev.

Uporaba Monte Carlo simulacije v investicijskih odločitvah je interdisciplinarna aktivnost, zato so v tem delu analizirani vsi pomembni aspekti, strukturiranost naloge pa zasleduje zastopanosti znanstvenih področjih v njej.

Uvodnemu poglavju sledi poglavje o odločanju, njegovi pomembnosti v poslovanju, predstavljen je pregled teoretičnih osnov odločanja in etični vidik odločanja v managementu. V poglavju Modeli in simulacije pri odločitvah je predstavljena zgodovina simuliranja ter vrste modelov, opisane pa so tudi prednosti in slabosti simulacij. Sestavni del managerskega odločanja je tudi tveganje, zato je temu namenjeno naslednje poglavje, kjer so prikazani teoretični vidiki tveganja, predstavljeno pa je tudi tveganje v simulacijskih modelih. Uvodnim poglavjem sledi poglavje o investicijah in ocenah investicijskih projektov. V njem je predstavljen pomen investicij in metode ocene investicijskih projektov. Zadnje teoretično poglavje je namenjeno Monte Carlo simulaciji. Po pregledu njene teoretične opredelitve ter zgodovinskega razvoja je v tem poglavju podrobno pojasnjen proces simulacije s posebnim poudarkom na metodi Monte Carlo. V predzadnjem poglavju je predstavljena empirična analiza investicijskega projekta, kjer so rezultati klasične ocene investicijskih projektov dopolnjeni z rezultati simulacije Monte Carlo. Zadnje poglavje je namenjeno zaključku. V njem so na kratko povzete ugotovitve teoretičnega dela naloge, predstavljen pa je tudi pomen in uporabnost Monte Carlo simulacije v vsakdanjem poslovnem življenju.

## 2 ODLOČANJE V MANAGEMENTU

### 2.1 Odločanje kot funkcija managementa

Odločanje je sestavni del človeških aktivnosti in predstavlja del splošnega razreševanja zadev na praktično vseh področjih človekovega delovanja. Je proces, v katerem je potrebno izmed več možnosti izbrati tisto, ki najbolje zadovoljuje postavljene kriterije oziroma vodi k zastavljenemu cilju oz. ciljem. Odločitev, kot rezultat tega procesa, je lahko dobro premišljena, lahko pa tudi rutinska, včasih celo podzavestna. Vsaka sprejeta odločitev ima praviloma za posledico sprejem novih odločitev, ki so potrebne za njeno izvajanje, in lahko pomembno vpliva na ljudi in okolje.

Splošna definicija opisuje odločanje kot izbor določene poti med več različnimi možnostmi oziroma alternativami, ki vodi k točno določenemu cilju. Posebna vrsta odločanja, ki je tudi predmet znanstvenega proučevanja, je managersko odločanje. Delo managerja je na vseh nivojih sestavljeno od prepoznavanja odprtih zadev, postavljanja ciljev, snovanja možnih poti za njihovo doseganje ter izbora smeri delovanja v prihodnosti. V svojih klasičnih delih Herbert Simon praktično izenačuje proces menedžerskega odločanja s procesom managementa, ko pravi: *»Kakšno vlogo igra odločanje pri vodenju? Menim, da je primerno, da si vzamem določeno svobodo v angleškem jeziku s tem, da bom uporabil "odločanje" kot sinonim za "vodenje". Dejstvo je, da je najvažnejša vloga vodje odločanje, ne glede na to, ali gre za rutinske odločitve ali za najpomembnejše odločitve za življenje podjetja.«* (Simon 1976 po Vila 1994, 146). Nasprotno nekatere druge teorije definirajo odločanje ožje, to je kot trenutek izbora najboljše alternative. Ostale teorije pa se umeščajo nekje med obe skrajnosti in v pojem odločanja vključujejo tudi vrednotenje in primerjavo med razpoložljivimi možnostmi.

Odločanje je torej ena izmed osnovnih in najpomembnejših nalog managementa. Vsakodnevno morajo managerji sprejemati številne odločitve, od katerih so nekatere rutinske in nimajo bistvenih posledic, medtem ko so druge lahko odločilne za organizacijo. Pri posebno pomembnih in zapletenih odločitvah analizo stanja in možne rešitve praviloma ne pripravljajo tisti, ki jo sprejemajo ter nosijo odgovornost za njen sprejem.

Razsežnost managerskega odločanja opredeljujejo:

#### 1. Organizacija

Managerske odločitve se vedno sprejemajo znotraj organizacije in so usmerjene k doseganju njenih ciljev.

#### 2. Nivo managementa

Odločitve se sprejemajo na različnih nivojih v organizaciji, in sicer se strateške odločitve sprejemajo praviloma na najvišjih nivojih, rutinske oziroma programirane odločitve pa na nižjih nivojih managementa.

3. *Pomembnost*

Managerske odločitve imajo dolgoročne posledice za organizacijo, zato je sprejemanje odločitev ena izmed glavnih managerjevih aktivnosti.

4. *Negotovost*

Vsaka poslovna odločitev se ukvarja s prihodnostjo, ker so posledice odločitev postavljene v prihodnost. Le-to je le redko možno natančno predvideti, zato je negotovost sestavni del odločanja.

5. *Strategija*

Odločanje managerjev je tesno povezano s strategijo organizacije, saj ta opredeljuje cilje, ki jih moramo s pomočjo odločanja doseči.

6. *Racionalnost*

Odločitve managerjev morajo biti racionalne in usmerjene v doseganje ciljev organizacije.

7. *Moč*

Poslovno odločanje je tesno povezano z ekonomsko močjo, saj manager razporeja sredstva, ki lahko odločilno vplivajo na prihodnost organizacije. Ta moč ima lahko pozitivne ali negativne posledice, ki se neredko preslikava tudi v politično, družbeno, športno ali kulturno okolje organizacije. Manager posredno ali neposredno odloča tudi o številu delovnih mest, času in načinu investiranja, o dobaviteljih, surovinah, storitvah in proizvodih.

## **2.2 Teoretične osnove managerskega odločanja**

Pomembnost odločanja kot funkcije managementa in potreba po sistemskem pristopu k odločanju so vzpodbudili razvoj teorije o odločanju. Znanstveno proučevanje odločanja se tako kljub njegovi pomembnosti in prisotnosti v vsakodnevem življenju začne šele v sredini prejšnjega stoletja, do takrat pa so se z njegovim proučevanjem ukvarjale teorije, ki jim to ni bilo primarno interesno področje (npr. matematika, ekonomija). Potreba po praktični uporabi znanstvenih spoznanj je privedla do tega, da so se z odločanjem začele vedno bolj ukvarjati tudi vedenjske vede (psihologija, sociologija, filozofija, idr.), s tem pa postane teorija odločanja interdisciplinarna. Zavedati se moramo dejstva, da lahko samo skozi prizmo proučevanja vseh znanstvenih disciplin v popolnosti razumemo naravo procesa odločanja.

Znanstveno proučevanje odločanja je usmerjeno trem predmetom proučevanja, in sicer k:

- procesu odločanja,
- odločevalcu,

- sami odločitvi (Harrison 2000, 463).

Poleg navedenega je zaradi specifičnosti managerskega odločanja, potrebno posebno pozornost nameniti še organizaciji, v kateri se sprejema odločitev, okolju in posledicam sprejete odločitve.

Odločevalec se proučuje v psihološkem smislu, analizira se njegovo obnašanje pri sprejemanju odločitve, nagnjenost k tveganju, podzavestni vpliv na odločitev, itd.

### **2.3 Tipi odločanja glede na razpoložljive informacije**

Glede na razpoložljivost informacij in njihovo kakovost, ki sta bistvena elementa, ki vplivata na pogoje odločanja, in če razvrščamo odločitve zgolj po vsebini razpoložljivih informacij, lahko uporabimo naslednjo delitev (Prašnikar, Debeljak, 1998:36):

- *Odločanje v gotovosti*

Tu ni nobenih neznank, o problemu imajo odločevalci vse informacije in z gotovostjo poznajo posledice, ki nastopijo v zvezi z njihovo odločitvijo.

- *Odločanje s tveganjem*

Odločevalcem so znane verjetnosti za nastopanje nekega stanja in verjetnosti posledic njihovih odločitev.

- *Odločanje v negotovosti*

Možna so različna stanja v zvezi s problemom odločanja, vendar odločevalcem niso znane verjetnosti za nastop posameznega stanja.

V poslovnem svetu je večina odločitev takih, da je poznavanje možnih posledic odločitve nepopolno, zato lahko rečemo, da so vse te odločitve s tveganjem, oziroma odločitve v negotovosti.

#### *Odločanje v negotovosti*

Za odločanje v negotovosti so se oblikovala različna odločitvena pravila, od katerih se največ uporabljajo naslednja:

##### 1. *Maksimaks pravilo*

Pri tem pravilu izberemo alternativo, katera zagotavlja najugodnejšo posledico ob najugodnejših okoliščinah. Običajno se za to odločijo ljudje, ki radi tvegajo.

##### 2. *Maksim in pravilo*

Pri tej metodi odločevalec poišče najslabše izide za posamezno alternativo, izbere pa tisto, ki ima najmanj slab rezultat. (najboljši med najslabšimi)

##### 3. *Minmaks oportunitetnih izgub*

Odločevalec najprej poišče maksimalne oportunitetne izgube za vsako alternativo. Odloči se za tisto, pri kateri je le-ta najmanjša.

##### 4. *Bayesovo pravilo*

To pravilo temelji na pomanjkanju informacij o verjetnosti izidov, zato vse verjetnosti upoštevamo z isto težo. Med alternativami se odločimo za tisto, pri kateri so pričakovane posledice najugodnejše.

#### *Odločanje v pogojih tveganja*

Pri odločanju s tveganjem so odločevalcem znane verjetnosti za nastopanje nekega stanja in verjetnosti posledic njihovih odločitev. Za opis, oziroma predstavitev teh verjetnosti za primer odločanja s tveganjem najpogosteje uporabimo *matrike posledic* oziroma *matrike izidov*. Te matrike nam na sečišču stanja sistema ter posamezne odločitve prikažejo posledico teh dveh stanj. Te posledice so pri problemih, s katerimi se srečujejo managerji, praviloma izražene v denarnih enotah. Lahko pa vsako odločitev, ki smo jo prikazali s pomočjo matrike posledic, prikažemo tudi s pomočjo odločitvenega drevesa. *Odločitveno drevo* je grafični prikaz odločitvenega problema, ki ponazarja odločitvene alternative, stanja in njihove verjetnosti nastopa ter vrednosti pričakovanih posledic (Biloslavo 1999, 15). Je priporočljivo orodje predvsem takrat, ko problem zahteva več zaporednih odločitev ob različnih stanjih in možnih alternativah.

### **2.4 Etični vidiki odločanja v managementu**

Pravimo, da je managersko odločanje večstopenjski proces, pri katerem so na posameznih stopnjah potrebne tako strokovne kot etične odločitve, da je odločanje strokovno in etično kot celota (Možina, Tavčar, Knežević 1995, 433).

Odločanje je lahko z etičnega vidika rutinsko, analitično ali intuitivno (Tavčar 1994, 133).

**Rutinsko odločanje** je samodejno, enostavne odločitve pa so zaradi enostavnih okoliščin opredeljene že vnaprej. Vsakokratno podrobno preverjanje etičnosti teh odločitev, postaja odveč. Oblikujejo se vzorci etičnih odločitev za posamezne zadeve in okoliščine, kot so npr.: *moralna pravila, pravilniki in poslovniki, kodeksi etike*.

**Analitično odločanje** obsega tveganje, zato so pravila bolj kompleksna, etičnih meril za to odločanje pa se ne da preprosto določiti. Ker je vsako poenostavljanje tvegano, so se razvila merila za analitično etično odločanje, ki vsebujejo *koristnost, pravičnost, temeljne človekove pravice, sprejemljivost in trajnost* (Tavčar 2000, 49).

Ko se konča analitično odločanje, se začne **intuitivno odločanje**. Intuitivno odločanje je najbolj tvegano, saj se odločevalec odloča po občutku. Na to odločanje pomembno vplivajo: naša podzavest, izkušnje in vrednote. Povprečni managerji zmorejo metode in orodje analitičnega odločanja, odlični managerji pa tudi odločanje, ki je poslovno uspešno in etično dobro. Na etičnost teh odločitev v veliki meri vpliva osebnost managerja.

### **3 MODELI IN SIMULACIJE PRI ODLOČITVAH**

#### **3.1 Zgodovina modeliranja in simulacij**

Model kot ideja obstaja, odkar je človek razvil sposobnost razmišljanja o upravljanju s svojim okoljem in vplivu nanj. Da bi človek v tej svoji nameri uspel, je moral najprej razumeti medsebojni vpliv med njim in okoljem, pri čemer se je osredotočal samo na tiste pojave, ki so ga zanimali, medtem ko je ostale zanemarjal. Tako je nastal poenostavljen prikaz stvarnosti – model. Takšni modeli, ki prikazujejo poenostavljanje stvarnosti v zavesti odločevalca, se imenujejo miselni modeli, zato lahko trdimo, da modeli v širšem pomenu besede obstajajo od začetkov človeštva.

Z razvojem znanosti se je skozi zgodovino ideja modela in modeliranja vse bolj približevala današnjemu razumevanju te besede. Modeli so bili sprva le domena naravoslovnih znanosti, medtem ko se modeli pri problemih odločanja pojavijo šele z razvojem znanosti o odločanju, to je pri operacijskih raziskavah. V poznih tridesetih letih prejšnjega stoletja so modele v okviru operacijskih raziskav najprej uporabljali v vojne namene. Z njimi rešujejo probleme vojne industrije, logistike, razdelitve sredstev in podobno.

Med drugo svetovno vojno je razvoj operacijskih raziskav dobil dodaten polet. Odkrite in razvite metode začnejo po vojni uporabljati v civilne namene in sicer kot pomoč odločevalcem v podjetjih, to je managerjem. V tem času prihaja kot posledica hitre gospodarske rasti do hitrega razvoja operacijskih raziskav in modeliranja. Istočasno omogoči tehnološki razvoj, še posebej razvoj računalnikov in računalniške tehnologije, nove smeri v razvoju tehnik modeliranja in njihovo vedno večjo uporabo.

Skozi stoletje so se tehnike modeliranja hitro razvile iz enostavnih statičnih sistemov do modeliranja sestavljenih dinamičnih sistemov. Namesto enostavnih in jasno strukturiranih problemov so začeli uporabljati modeliranje v sprejemanju izrazito nestrukturiranih odločitev, kot so na primer strateške odločitve v organizaciji.

#### **3.2 Modeli pri odločanju**

Modele lahko delimo glede na različne kriterije, pri čemer je vsekakor najbolj groba delitev na fizične in abstraktne. Fizične modele sestavljajo stvarni objekti, zato jih imenujemo tudi materialni modeli, ki jih pogosto koristimo za eksperimente pri proučevanju sistema. Abstraktni modeli opisujejo logiko in način delovanja sistema s pomočjo določenih simbolov, zato jih imenujemo tudi simbolični modeli. Modeli, ki se uporabljajo v odločanju, so praviloma abstraktni modeli.

V prikazu realnega sistema lahko modeli različno prikazujejo čas, zaradi česar jih delimo tudi na statične in dinamične. Statični sistemi opisujejo sistem v določenem trenutku in zanemarjajo njegovo spremenljivost v času. Dinamični modeli pa kot eno

izmed spremenljivk uporabljajo čas tako, da lahko proučujemo obnašanje sistema in ostalih spremenljivk v času.

Glede na način prikazovanja parametrov delimo modele na deterministične in stohastične. Pri determinističnih modelih so parametri poznani z gotovostjo in enoznačno določeni, medtem ko stohastični modeli vsebujejo parametre kot verjetno vrednost v nekem intervalu.

Modeli lahko na različne načine prikazujejo spremembe sistema v času. Če se stanje sistema v času neprestano menja, govorimo o kontinuiranemu modelu, ki se najpogosteje uporablja za opisovanje naravnih pojavov in procesov v naravi. Nasproti temu diskretni modeli prikazujejo stanje sistema samo v določenih trenutkih v času in jih uporabljamo za opis sistema, v katerem pride do spremembe stanja na podlagi diskretnega dogodka.

Glede na način, kako je definiran cilj modela, le-te delimo na preskriptivne in deskriptivne. Preskriptivni modeli imajo točno določen cilj, temeljijo na optimizaciji vrednosti cilja in odločevalcu natančno svetujejo, kaj mora storiti. Deskriptivni modeli pa nimajo točno določenega cilja, saj le opisujejo način delovanja realnega sistema in tako pripomorejo k njegovemu boljšemu razumevanju.

Glede na zgoraj povedano lahko modele, ki jih uporabljamo pri odločanju, delimo na optimizacijske in simulacijske modele. Optimizacijski modeli so matematični simbolični modeli, preskriptivni, z jasno definiranim ciljem in nedvoumnim napotilom za sprejem odločitve. Simulacijski modeli so dinamični in deskriptivni modeli, ki nimajo cilja in prikazujejo le delovanje sistema, kar pripomore s pomočjo eksperimentiranja do njihovega boljšega razumevanja.

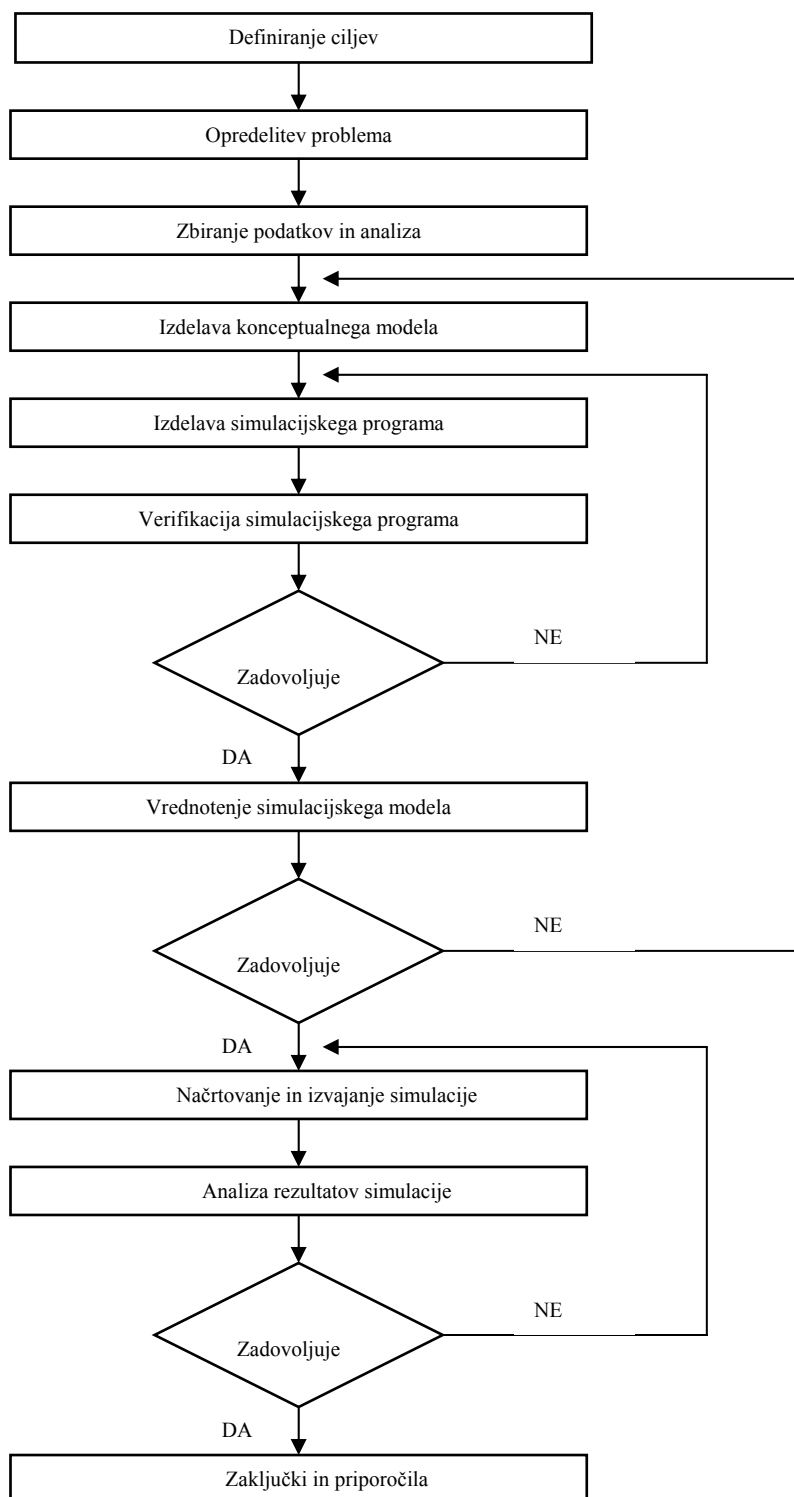
### **3.3 Simulacija, njene prednosti in slabosti**

Izraz simulirati v splošnem pomeni prevzemati lastnosti stvarnega objekta ter posnemati njegovo delovanje, obnašanje ali izgled. V kontekstu sistemov za podporo odločanju je simulacija tehnika izvajanja računalniških poskusov na izbranem modelu. Omogoča spremljanje vrednosti odločitvenih in obvladljivih spremenljivk ter opazovanje njihovega vpliva na izhodne spremenljivke. Daje vpogled v spremembe stanja sistema, če se v nekih okoliščinah zunanje, vhodne vrednosti zamenjajo. Bistvo simulacije je, da je zasnovana na postopku, ki upošteva relacije med spremenljivkami in uporablja formuliran model z namenom napovedovanja. Predpostavi in opiše značilnosti sistema v obravnavanih okoliščinah, ki so izražene z vrednostmi spremenljivk in odnosi med njimi, hkrati pa predvidi posledice akcije (alternativne odločitve) in potrdi ali ovrže njeno primernost. Zaradi velikega števila ponovitev je simulacija tipična naloga za računalnik. Simulacija ni orodje za iskanje optimalne rešitve, temveč postopek za ugotavljanje primernosti razpoložljivih alternativ.



Predstavlja nasprotje optimizacijskih tehnik, saj raziskuje posledice odločanja, namesto da bi svetovala optimalno odločitev.

Slika 3.1 Proces simulacije



Vir: Law idr. 1982, 107

Prednosti simulacije so, da (Bregar 2004):

- vzpodbuja sodelovanje med razvijalcem in odločevalcem, kar zahteva poglobljeno znanje o problemu, hkrati pa zanemari splošno, generalizirano, nebistveno znanje, ki ni potrebno za specifičen problem;
- omogoča "kaj-če" analizo;
- se lahko spoprime s širokim nizom problemov;
- je pogosto edino odločitveno orodje, primerno za reševanje slabo strukturiranih problemov;
- nam omogoča eksperimentiranje z različnimi spremenljivkami in alternativami.

Največje slabosti simulacije pa so, da:

- ni zagotovljena optimalna rešitev,
- je gradnja simulacijskega modela praviloma počasen in drag proces,
- kadar obstaja analitična rešitev, je le-ta preprostejša, cenejša in vodi k najboljši odločitvi;
- ker je simulacijski model mogoče zgrajen za en sam specifičen problem, ni moč izsledkov simulacije prenesti na noben drug problem.

## 4 ANALIZE TVEGANJA

### 4.1 Kaj je tveganje<sup>1</sup>?

Koncept tveganja je zelo kompleksen in v specifičnih oblikah prisoten na vseh področjih znanosti. Njegovo pojmovanje je težko enoznačno opredeliti, saj se po posameznih področjih znanosti različno pojmuje in proučuje. Sama definicija tveganja se je skozi zgodovino spreminjala ter je še vedno predmet spora med naravoslovnimi in družbenimi vedami.

Sama ideja tveganja se pojavi v sedemnajstem stoletju, njen izvor pa je v matematiki, ki se je ukvarjala s proučevanjem iger na srečo. Pomen tveganja je bil v tistem času opredeljen kot verjetnost kombinirana z velikostjo neugodnega ali ugodnega izida nekega dogodka. V osemnajstem stoletju pojem tveganje že uporabljajo pri zavarovanju trgovskih ladij. Šele v devetnajstem stoletju tveganje pomembneje zakoraka v ekonomsko znanost, ko ga začnejo vključevati v investicije.

Za opredelitev pojma tveganje ne obstaja neka splošno veljavna definicija, saj jo avtorji različno definirajo:

- Ko rezultati nekega dogodka niso znani vnaprej in jih ne moremo predvideti, govorimo o tveganju (Doherty 1985, 1).
- Tveganje je variacija izidov, ki se lahko pojavijo v določenem obdobju v dani situaciji (Williams 1981, 4).
- Tveganje je prisotno povsod tam, kjer ljudje niso zmožni obvladovati ali popolnoma predvideti prihodnosti (Diacon 1992, 4).
- Tveganje je negotova situacija, v kateri se lahko pojavi večje število izidov, od katerih je lahko eden ali več nezaželenih (Merkhofer 1987, 2).

Iz teh definicij lahko povzamemo, da je tveganje prisotno ob negotovi prihodnosti. Če pa je v dani situaciji možen le en izid, ne moremo govoriti o tveganju. Razumeti moramo, da posledice tveganj niso same po sebi negativne. Ljudje ne tvegajo zato, ker

---

<sup>1</sup> **tvegati** -am dov. in nedov. (e e) (tveganje 1997)

1. *za dosego cilja iti v nevarnost a) da se doživi kaj nezaželenega, slabega*: nikoli ne tvega, igra zelo previdno; drzni, pogumni tvegajo; kdor gre v gorečo hišo, tvega, da se zaduši / tvegati napad; ni tvegal priti / zdravniki operacije niso tvegali / tvegati pljučnico; tvegati poraz, posmeh / tvegati nevarnost izpostaviti se nevarnosti **b) da se izgubi kaj**: tvegati premoženje; tvegati življenje za prijatelja; ekspr. tvegati glavo

2. *publ. biti v nevarnosti zmote, očitkov*: tvegati napoved, trditev  
*tvegaje*: preskakoval je ovire, tvegaje, da pade tvegajoč -a -e:

*tvegajoč*, da se zaduši, plane v gorečo hišo

*tvegan* -a -o: tvegana odločitev; tvegana operacija

jur. tvegana pogodba *pogodba, pri kateri je korist odvisna bolj od naključja kot od prizadevanja strank*

pričakujejo negativne posledice, ampak računajo predvsem na pozitivne posledice ali boljše pozitivne rezultate svojih ravnanj, torej da bodo imeli profit in ne izgube.

V povezavi s tveganjem moramo omeniti še definicijo verjetnosti. Poudariti pa je potrebno, da imata oba pojma svojo objektivno in subjektivno interpretacijo (Williams 1981, 6).

Objektivna verjetnost nekega izida je tako enaka razmerju med številom dogodkov z določenim izidom in številom vseh ponovitev dogodka ob predpostavki nespremenjenih pogojev in neskončnega števila ponovitev. V dani situaciji in pogojih je torej objektivna verjetnost za vsakogar enaka.

#### **4.2 Tveganje v simulacijskih modelih**

Zaradi pomanjkanja potrebnega znanja, zaradi kompleksnosti samega sistema ali pa zaradi pomanjkanja informaciji, ni vedno moč s pomočjo modela opisati vse pojave znotraj sistema ter enoznačno prikazati medsebojno odvisnost spremenljivk. Sistemi so pogosto podvrženi vplivom številnih dejavnikov, ki jih model ne opisuje, tako da vrednosti spremenljivk znotraj sistema ni moč enoznačno določiti. Posledica tega je, da so tudi izhodne spremenljivke negotove, kar pomeni, da je delovanje celotnega sistema negotovo in ga ni moč z gotovostjo predvideti. V takšnih primerih se delovanje sistema opisuje s stohastičnimi modeli in simulacijami.

Stohastični modeli so vrsta modelov, v katerih je vsaj ena spremenljivka stohastična. Ti modeli se na enake vhodne spremenljivke in pogoje ne odzivajo vedno enako, saj se spremenljivost ene vhodne spremenljivke preslika tudi na izhodne spremenljivke.

Da bi lahko prikazali obnašanje vhodnih naključnih spremenljivk v stohastičnih modelih, je potrebno generirati naključna števila v skladu s predhodno definirano porazdelitvijo. Obstajajo izdelane metode za generiranje naključnih števil, ki najpogosteje vsebujejo algoritme za generiranje enoznačno razpršenih vrednosti na določenem intervalu. Običajno je to osnovni interval od 0 do 1, ki se lahko z linearno preslikavo preslika v katerikoli drugi interval. Pri stohastičnih modelih je ta razpršenost opredeljena s funkcijo porazdelitve. Funkcijo porazdelitve dobimo najpogosteje tako, da na podlagi proučevanja obnašanja spremenljivke v preteklosti delimo pogostost nastopanja posamezne vrednosti med opazovanjem (frekvenco dogodka) s številom opazovanj (Biloslavo 1999, 152).

Če hočemo govoriti o vplivih tveganja v simulacijskih modelih, moramo najprej matematično definirati tveganje, saj se simulacijske tehnike pri proučevanju obnašanja realnih sistemov naslanjajo prav na matematične modele. Po definiciji iz naravoslovnih ved je tveganje matematična kategorija in jo opišemo s pomočjo:

- verjetnosti dogodka ter

- obsegom ali velikostjo delovanja.

Slika 4.1 Krivulji porazdelitve z različnim tveganjem



Verjetnost je mera negotovosti povezana z nekim dogodkom in se prikazuje s pomočjo statistične funkcije porazdelitve in pripadajočih parametrov. Negotovost je definirana s širino krivulje porazdelitve, kar pomeni, da ožja krivulja (b) z močnejše izraženo maksimalno vrednostjo natančneje določa vrednosti, ki jih lahko opazovana spremenljivka zavzame, zato je opazovani dogodek verjetnejši. Nasprotno velja, da lahko spremenljivka pri širši krivulji (a) zasede več vrednosti, zato jo označimo kot negotovo oziroma tvegano.



## **5 INVESTICIJE IN OCENA INVESTICIJSKIH PROJEKTOV**

### **5.1 Kaj je investicija?**

Po ekonomski definiciji predstavlja investiranje odrekanje dobrinam (sredstvom) v sedanosti s ciljem doseganja določenega ekonomskega izida (npr. dobička) v prihodnosti. Ne gre torej samo za investiranje v delovna sredstva, ampak tudi za investiranje v predmete dela in delovno silo (Rebernik 1997, 361).

Investiranje torej pomeni za udeleženca vezavo sredstev (denarja, opreme, dela) na daljše obdobje, zato ima odločujoč vpliv na njegovo poslovanje in položaj na trgu že danes, predvsem pa v prihodnosti.

V splošnem velja, da (Rebernik 1997, 361):

- daljše kot je obdobje, ko bo investicija začela dajati učinke,
- večja ko so vložena denarna sredstva in
- večja ko je splošna negotovost poslovanja,

večje je tveganje, da investicija ne bo dajala pričakovanih učinkov.

### **5.2 Pomen investicije v poslovanju**

Dejstvo, da so rezultati investicije vidni šele v prihodnosti, vnaša v investiranje negotovost in s tem tveganje. Pravilna investicijska odločitev za udeleženca ne pomeni le prednosti pred konkurenco, pomeni tudi pogoj za obstanek na trgu. Dolgotrajnost investicijskih projektov zahteva vezavo velikih sredstev podjetja na dolgi rok, kar ima lahko tudi negativne posledice. Vrnitev vloženih sredstev je odvisna od uspeha investicije, istočasno pa bi lahko vezana sredstva v investicijo uporabili v druge namene. Praviloma začete investicije tudi ni moč kar tako prekiniti in vložena sredstva izkoristiti za druge namene, tako da investicijska odločitev dolgoročno usmerja poslovno politiko in uspešnost podjetja.

### **5.3 Metode ocene investicijskih projektov**

Z vidika gospodarskih družb oziroma podjetij so investicijske odločitve najpomembnejše poslovne odločitve, saj bistveno določajo pogoje gospodarjenja v prihodnosti in imajo dolgoročne posledice za nadaljnji razvoj in poslovanje podjetja. Pri investicijskih odločitvah gre praviloma za omejena finančna sredstva, zato je nujno potrebna skrbna proučitev vseh investicijskih različic, da bi preprečili oportunistne izgube. Za primerjavo alternativnih investicijskih možnosti moramo zagotoviti medsebojno primerljivost vseh variant, metode ali merila, s katerimi jih ocenjujemo, pa morajo zagotoviti nedvumljive napotke pri izboru najprimernejše možnosti. Metode za ocenjevanje investicij delimo na t.i. *statične metode* (doba vračanja investicijske naložbe, rentabilnost investicije, skupni donos na enoto investicijskih stroškov, povprečni letni donos na enoto investicijskih stroškov), katerih glavna pomanjkljivost

je, da ne upoštevajo časovne vrednosti denarja, različne dinamike vlaganj in drugačne dinamike čistega denarnega toka, ter na *dinamične metode*, ki so predstavljene v nadaljevanju.

*Neto sedanja vrednost (NSV)*

Neto sedanjo vrednost – NSV lahko opredelimo kot razliko med diskontiranim tokom vseh prilivov in diskontiranim tokom vseh odlivov neke naložbe. Po tej metodi torej diskontiramo prihodnje donose in investicijske izdatke na začetni termin, ko nastopijo prvi investicijski izdatki. Zaradi časovne vrednosti denarja nima 1 tolar, ki ga prinaša naložba v bodoče, tako velike sedanje vrednosti kot 1 tolar danes. Pozitivna NSV pomeni znesek, za katerega je sedanja vrednost pozitivnega toka koristi večja od sedanje vrednosti celotnega negativnega toka stroškov, oziroma ko je razlika med vrednostjo proizvedenega ali ohranjenega bogastva in vrednostjo porabljenih sredstev pozitivna.

Enačba neto sedanje vrednosti je:

$$NSV = \sum_{i=1}^n \frac{NDT_i}{(1+r)^i} - I_o$$

Pri čemer je:

NSV = neto sedanja vrednost

r = diskontna stopnja

$I_o$  = naložbeni izdatki v začetnem obdobju

$NDT_i$  = čisti denarni tok v posameznem obdobju

*Metoda notranje stopnje donosa (IRR)*

Pri notranji stopnji donosnosti (IRR) iščemo tisto diskontno stopnjo, z uporabo katere je NSV enaka 0 (nič), oziroma pri kateri se sedanja vrednost prilivov in sedanja vrednost odlivov izenačita. IRR uporabljamo kot investicijski kriterij tako, da jo primerjamo z individualno diskontno stopnjo. Individualna diskontna stopnja predstavlja ceno denarja, ki smo jo sposobni vnovčiti ali pridobiti na trgu. V praksi predstavlja ponderirano aritmetično sredina med obrestno mero za kredite, ki jih moramo najeti za financiranje investicije in pa višino donosnosti lastnih finančnih sredstev, ki jo lahko dosežemo s katerokoli drugo alternativno naložbo. Za naložbo se odločimo, če je IRR večja od individualne diskontne stopnje, če ji je enaka, smo ravnodušni, če je manjša, pa se za naložbo ne odločimo. Ko pa izbiramo med večjim številom naložbenih možnosti, se odločimo za tisto z najvišjo IRR. Matematično lahko zgornje pogoje zapišemo kot:



$$NSV = \sum_{i=1}^n \frac{NDT_i}{(1+r_n)^i} - I_o = 0$$

Pri čemer je:

NSV = neto sedanja vrednost

$r_n$  = notranja stopnja donosa

$I_o$  = naložbeni izdatki v začetnem obdobju

$NDT_i$  = čisti denarni tok v posameznem obdobju

*Popravljen notranja stopnja donosa (MIRR)*

Največji problem notranje stopnje donosa je v tem, da diskontira z neustrezno diskontno stopnjo. Problem namreč nastopi tedaj, ko se pojavi izmenični denarni tok (pozitiven ali negativen), ob različnih vrednostih začetne investicije in ob različnih časovnih razporeditvah neto denarnega toka. Metoda popravljen notranje stopnje donosa odpravlja ta problem z uvajanjem ustrežnejše diskontne stopnje, saj vse pritoke in odtokove prevede na skupni imenovalec. Izračun popravljen notranje stopnje donosa zajema dva koraka:

- Vse denarne pritoke prevedemo – izračunamo na zadnji dan življenjske dobe investicije, vse denarne odtokove (investicijski izdatki) pa je potrebno prevesti – izračunati na sedanjo vrednost, to je na dan začetka investicije, pri tem pa upoštevamo diskontno stopnjo, ki je enaka stroškom kapitala (WACC).
- S tako prilagojenimi vrednostmi denarnih tokov izračunamo notranjo stopnjo donosa.

Matematično lahko enačbo zapišemo kot:

$$\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} = \frac{\sum_{t=0}^n PR_t (1+r)^{n-t}}{(1+MIRR)^n}$$

oziroma

$$MIRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{t=0}^n PR_t(1+r)^{n-t}}{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}} - 1}$$

Pri čemer so:

$I_t$  = naložbeni izdatki v obdobju t

$PR_t$  = pritoki denarja v obdobju t

r = diskontna stopnja

MIRR = popravljena notranja stopnja donosa

Metoda daje enake rezultate kot metoda neto sedanje vrednosti, razen kadar so velike razlike v obsegu pri izključujočih naložbah.

#### *Indeks dobičkonosnosti*

Indeks dobičkonosnosti lahko definiramo kot razmerje med sedanjo vrednostjo pritokov ter sedanjo vrednostjo izdatkov pri posamezni investiciji. Matematično ga lahko zapišemo kot:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{PR_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t}} \geq 1$$

Pri čemer je:

PI = indeks dobičkonosnosti

$PR_t$  = pritoki denarja v obdobju t

$I_t$  = naložbeni izdatki v obdobju t

Investicija je sprejemljiva, če je indeks dobičkonosnosti večji od 1.

## 6 MONTE CARLO SIMULACIJA

Osnova Monte Carlo simulacije je proučevanje obnašanja naključnih spremenljivk sistema s pomočjo naključnega generiranja števil (Biloslavo 1999, 152). Namenjena je reševanju problemov, ki vključujejo negotovost. Reševanja problemov se loti z izvajanjem naključnega vzorčenja množice elementov, pri katerem pripada vsakemu elementu neka verjetnost, da je izbran. Simulacijo lahko uporabimo povsod tam, kjer se v procesu pojavljajo naključne spremenljivke, kot npr.: komunikacijske mreže, problemi čakalnih vrst, planiranje vzdrževanja, upravljanje z zalogami, različne oblike napovedovanja, itd. Na splošno je Monte Carlo simulacija priročno orodje za ocenjevanje velikosti tveganja, še posebej tveganja v poslovanju.

Ime za matematične metode Monte Carlo je nastalo okoli leta 1944, ko so jih začeli sistematično razvijati znanstveniki, ki so razvijali jedrsko orožje v projektu Manhattan v Los Alamosu. Z metodo so simulirali stohastične pojave vezane na razprševanje nevtronov v materialu ob jedrski fuziji. Najprej se je metoda imenovala Monaco, in sicer po ruleti kot enostavnemu generatorju naključij. Povod za izum metod je bila uporaba iger na srečo, ob katerih so začeli znanstveniki (in zasvojenci z igrami) študirati zanimive pojave in izide naključij. Večji razmah so metode Monte Carlo doživele po letu 1980 z razmahom digitalnih računalnikov, ki so se izkazali kot idealno sredstvo za njihovo izvajanje. Z razvojem računalniške tehnologije je postala priprava modela in izvedba simulacije lažja in hitrejša, kar je tudi eden izmed pomembnejših razlogov, zakaj se praktična uporaba te metode začne šele pred dobrimi petnajstimi leti.

Monte Carlo metoda je simulacijski postopek, zato zanjo veljajo podobni postopki kot za vse procese simulacij. Opis simulacijskega postopka Monte Carlo simulacije se bo v nadaljevanju opiral na proces, predstavljen na sliki 3.1. Prvih nekaj postopkov je enakih za vse simulacijske metode, zato jih tukaj ne bom posebej obravnaval.

### 6.1 Izgradnja konceptualnega modela

Že pri izgradnji konceptualnega modela je potrebno upoštevati specifičnosti Monte Carlo simulacije. Najprej je potrebno vedeti, da bo model narejen s pomočjo urejevalnika tabel – Excel. Tukaj se definirajo ključne spremenljivke modela ter njihove medsebojne matematične in logične zveze. Spremenljivke se delijo na vstopne, notranje in izstopne, sama sestavljenost sistema pa se lahko razdeli na več podsistemov in komponent. Najbolj pogosto se za ponazoritev medsebojnih odnosov uporabljajo grafični prikazi.

### 6.2 Izgradnja simulacijskega modela

Izgradnja simulacijskega programa in njegova verifikacija je podobna pri vseh simulacijskih metodah, pri čemer je bistvena razlika samo v izgradnji konceptualnega

modela in v orodju, ki ga pri tem uporabljamo. Tukaj je potrebno samo preslikati konceptualni model v računski model s pomočjo ustreznega programskega orodja – v primeru Monte Carlo metode je to urejevalnik tabel.

### **6.3 Verifikacija simulacijskega modela**

Ta faza zajema preverjanje računalniškega programa in popravljanje napak. Preverja se samo funkcioniranje modela in smiselnost dobljenih rezultatov. Najpogosteje ta postopek opravimo z vnosom znanih podatkov v model ter primerjanjem dobljenih rezultatov s pričakovanimi. V primeru napak se postopek vrne v fazo izgradnje simulacijskega programa.

### **6.4 Vrednotenje simulacijskega modela**

Za fazo preverjanja in popravljanja napak v programu se preverja sama ustreznost modela oziroma kako dobro model opisuje stvarni sistem. Vrednotijo se replikativna, strukturna in predikacijska validnost modela. Replikativna validnost ocenjuje sposobnost modela, da generira podatke v skladu z že pridobljenimi realnimi podatki. Strukturna validnost primerja strukturo modela in realnega sistema, medtem ko je predikacijska validnost mera, kako je model sposoben predvidevati bodoče obnašanje sistema.

Odzivi modela na različne vhodne spremenljivke se v fazi vrednotenja primerjajo s pričakovanimi vrednostmi za realni sistem. Model je poenostavljen opis stvarnega oziroma realnega sistema, zato se njegove izhodne vrednosti le redko povsem ujemajo z vrednostmi, dobljenimi v realnem sistemu. Na podlagi statistične primerjave izhodnih vrednosti ocenimo, ali model dovolj dobro opisuje realni sistem ali pa se je potrebno vrniti v fazo izdelave konceptualnega modela. Faza vrednotenja simulacijskega modela je zelo pomembna, saj skozi njo gradimo zaupanje v sam model in njegove rezultate, s tem pa bistveno pospešimo njegovo uporabo ter pridobimo zaupanje uporabnikov. Zaupanje v sam model moramo graditi tudi skozi vse ostale faze procesa, pri tem pa je zelo pomembno, da je uporabnik neprestano in neposredno vključen v sam proces, saj se lahko na ta način najboljše spozna z možnostmi in omejitvami modela. Komunikacija med izdelovalcem modela in uporabnikom je zaradi tega kritična točka uspešnosti in uporabnosti modela.

### **6.5 Načrtovanje in izvajanje simulacije**

To je prva faza v simulacijskem procesu, pri kateri se Monte Carlo simulacija bistveno razlikuje od ostalih simulacijskih metod. Monte Carlo simulacija zahteva, da se pred izvajanjem simulacije opredelijo ključne spremenljivke, njihova verjetnost pojavljanja in njihovi medsebojni odnosi.

### *Opredelitev ključnih spremenljivk*

Ključne spremenljivke so tiste, ki imajo največji vpliv na izhodne vrednosti modela, oziroma tiste, pri katerih minimalna sprememba vrednosti pomembno vpliva na izhodne vrednosti modela. Za določanje ključnih spremenljivk lahko uporabimo analizo občutljivosti, pri čemer nam oviro lahko predstavlja dejstvo, da je težko že na začetku procesa določiti verjetnost, da neka spremenljivka zasede druge vrednosti. Za ključno ne moremo označiti npr. spremenljivke, na spremembo katere je model sicer zelo občutljiv, je pa verjetnost, da bo ta spremenljivka spremenila svojo vrednost, minimalna. Parametri občutljivosti so torej dobro merilo za določanje ključnih spremenljivk, niso pa edino merilo. Samo spremenljivke, katerih negotovost je tolikšna, da lahko bistveno vpliva na rezultat, se uvrščajo med negotove.

Razloga za uvrstitev samo najvažnejših spremenljivk med negotove sta dva. Večje število spremenljivk, za katere se generirajo naključne vrednosti, povečuje verjetnost nekonsistentnega scenarija, saj je z njihovim naraščanjem težje kontrolirati njihovo medsebojno odvisnost, hkrati pa je potrebno za opredelitev verjetnosti več časa in tako tudi sredstev.

### *Določanje verjetnosti pojavljanja vhodnih spremenljivk*

Čeprav je prihodnost že po definiciji negotova, nam predhodno pridobljeno znanje in izkušnje omogočajo predvideti obseg in velikost pojavljanja spremenljivke v prihodnosti. Pri tem se lahko opremo na dostopne podatke, strokovne ocene ali pa preprosto, če so ti podatki dosegljivi, na vrednosti, ki jih je ta spremenljivka dosegala v preteklosti. V kolikor so nam dosegljivi objektivni podatki iz preteklosti, je krivuljo porazdelitev in njene mejne vrednosti lahko določiti. V praksi pa je redko mogoče izvesti statistična raziskovanja na zbranih podatkih z namenom uporabe rezultatov pri določanju verjetnosti njihovega pojavljanja v prihodnosti. Pri tem se postavlja tudi vprašanje, če je to ekonomsko sploh upravičeno. Velikokrat se verjetnost pojavljanja določi kar na podlagi strokovne ocene, pri čemer pa ne smemo zanemariti subjektivnega vpliva ocenjevalca.

Porazdelitev verjetnosti se uporablja za kvantitativni opis prepričanj in pričakovanj strokovnjakov o možnih izidih prihodnjih dogodkov. Definiranje porazdelitve verjetnosti za različne spremenljivke zajema določanje intervala, v katerem se spremenljivka pojavlja, ter pogostost pojavljanja pri posamezni vrednosti v tem intervalu.

Razlikujemo dve vrsti porazdelitev in sicer: simetrično in nesimetrično. Simetrične porazdelitve uporabljamo takrat, kadar na spremenljivke vplivajo enako močni in nasprotni vplivi. To so običajno razne idealne teoretične razporeditve, kot na primer normalna, trikotna ali pa enakomerna. Nesimetrična porazdelitev je lahko teoretična,

kot nesimetrična trikotna porazdelitev ali pa kot razporeditev nepravilne oblike, katerim se verjetnost pri posamezni vrednosti v intervalu določi na podlagi ocene strokovnjakov, lahko pa je tudi čisto praktična, kjer posamezne verjetnosti v intervalu določimo na podlagi obnašanja spremenljivke v preteklosti.

Osnova pri Monte Carlo simulaciji je najpogosteje že določen statistični model, ki temelji na spremenljivkah s posameznimi vrednostmi. S prehodom na prikaz spremenljivk s pomočjo verjetnostne porazdelitve bo ta posamezna vrednost zajeta v intervalu. Pomembno vprašanje, ki se pojavlja ob tem, je, ali je ta vrednost srednja vrednost na intervalu ali pa je to tista vrednost, pri kateri je najverjetnejše, da bo spremenljivka nastopala. Tretja možnost pa je ta, da ta vrednost iz statičnega modela nima posebnega pomena razen tega, da nastopa v možnem intervalu vrednosti.

Pri simetričnih porazdelitvah bosta srednja in najverjetnejša vrednost na intervalu enaki, medtem ko lahko pri nesimetričnih porazdelitvah nastopijo razlike, kar je razvidno iz slike 6.1.

Slika 6.1 Srednja in najverjetnejša vrednost pri nesimetrični porazdelitvi.



#### *Izvajanje simulacije*

V tem delu simulacijskega procesa se generirajo naključna števila za vhodne spremenljivke v skladu s predhodno definiranimi verjetnostnimi porazdelitvami in medsebojnimi odvisnostmi, potem pa se z njihovo pomočjo izračunajo vrednosti izhodnih spremenljivk. Postopek ponovimo tolikokrat, da dobimo dovolj velik reprezentančni vzorec za vse proučevane spremenljivke.

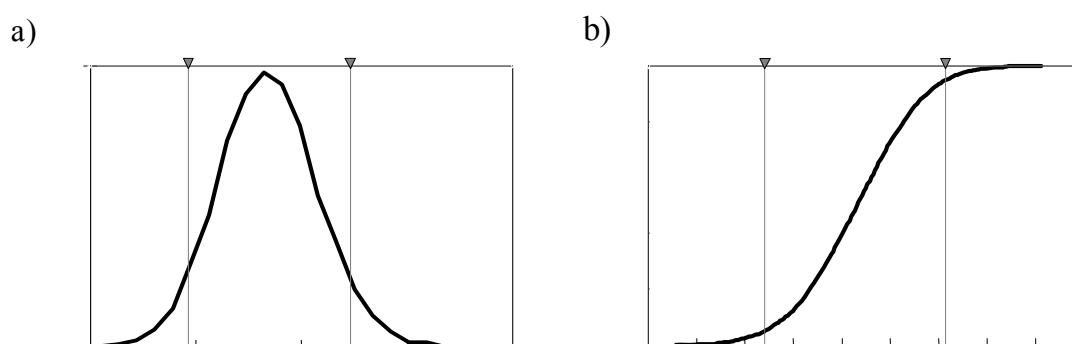
V preteklosti je bilo število ponovitev omejeno s stroški in časom, potrebnim za njihovo izračunavanje. Danes to ni več ovira, saj računalniki dovoljujejo hitro izvajanje simulacij brez omembe vrednih dodatnih stroškov, tako da se število ponovitev (praviloma več kot 1000) približuje neskončnemu v statističnem smislu.

Dobljene vrednosti vsake ponovitve se zapišejo tako, da je mogoče na koncu simulacije vrednosti vseh spremenljivk statistično obdelati.

### 6.6 Analiza rezultatov simulacije

Rezultate, dobljene s pomočjo Monte Carlo simulacije, razlagamo s pomočjo statistične analize. Vrednosti izhodnih spremenljivk prikazujemo s pomočjo verjetnostne porazdelitve, definiramo pa jih s pomočjo statističnih parametrov, kot so srednja vrednost, standardni odklon, mediana, koeficient variacije in drugi. Na grafičen način to prikažemo s pomočjo krivulje gostote verjetnosti ter porazdelitveno funkcijo.

Slika 6.2 Gostota verjetnosti (a) in porazdelitvena funkcija (b)



Ker je izhodišče Monte Carlo simulacije najpogosteje statistični model, ki vsebuje pričakovane vrednosti spremenljivk, lahko analizo začnemo od primerjave dobljenih intervalov verjetnosti s pričakovanimi vrednostmi. Lahko določimo pričakovano vrednost v izhodnem intervalu ali pa jo primerjamo s srednjo vrednostjo. Iz vrednosti standardnega odklona lahko ocenimo spremenljivost izhodne vrednosti, kar nam pove, ali je neka spremenljivka negotova. Opazujemo lahko tudi verjetnost, da spremenljivka zasede vrednost, ki je manj ugodna kot mejna, pri čemer si lahko pomagamo tudi z porazdelitveno funkcijo, ki je primerna za odčitavanje verjetnosti.

Iz dobljenih vrednosti in grafičnih ponazoritev lahko ugotovimo, kakšna je verjetnost, da spremenljivka zasede določene vrednosti v intervalu. Krivulja gostote verjetnosti je primernejša za proučevanje porazdelitve, oziroma razporeditve mogočih vrednosti, lahko pa iz nje tudi neposredno razberemo, kakšna je verjetnost, da spremenljivka zasede neugodne vrednosti. Če želimo ugotoviti, kakšna je verjetnost, da bo vrednost spremenljivke ugodna, od vrednosti 1 preprosto odštejemo verjetnost za neugoden izid.

### **6.7 Zaključki in priporočila**

Kot smo že omenili, je slabost Monte Carlo simulacije v tem, da ni orodje za iskanje optimalne rešitve, temveč postopek za ugotavljanje primernosti razpoložljivih alternativ. Odločevalcu slikovito prikaže velikost tveganja pri posamezni odločitvi, on pa se na osnovi lastne nagnjenosti k tveganju ter na podlagi ostalih razpoložljivih informacij, ki niso bile vključene v simulacijo, odloči za posamezno alternativo.

Končno poročilo mora vsebovati opis simulacijskega postopka, predstavljeni morajo biti rezultati, podana mora biti tudi ocena o sprejemljivosti rezultatov in primerjava med različnimi možnostmi. Rezultati, ki jih dobimo s pomočjo Monte Carlo simulacije, so zelo primerni za grafično ponazoritev, zato jih je primerno vključiti tudi v končno poročilo.



## 7 EMPIRIČNA ANALIZA

Trditve, navedene v teoretičnem delu te naloge, lahko ilustriramo z rešitvijo praktičnega primera. Namen tega dela je prikazati uporabnost metode Monte Carlo v analizi investicijskih odločitev ter prednosti, ki jih ima pred ostalimi klasičnimi metodami vrednotenja.

Predmet proučevanja je investicijski projekt, v katerem so vse vrednosti postavljene tako, da je iz njih razviden kar se da realen medsebojni odnos vseh kategorij v prostoru in času. Na ta način osvetlimo metodo Monte Carlo tudi iz praktičnega vidika ter potrdimo navedbe, navedene v teoretičnem delu.

Analizo investicijske odločitve izvedemo tako, da najprej na temelju načrta investicije izdelamo finančni model. Ocenimo pričakovane vrednosti vhodnih spremenljivk in na podlagi klasičnih metod za oceno investicijskih odločitev izračunamo vrednosti, na podlagi katerih se pripravimo predlog investicijske odločitve.

Metodo Monte Carlo uporabimo v drugi fazi raziskovanja, ko vhodne spremenljivke, ki so ocenjene kot negotove, definiramo v obliki verjetnosti in kot takšne vnesemo v model. Rezultate, pridobljene s simulacijo, primerjamo z rezultati klasičnih metod ocenjevanja investicijskih projektov ter se na osnovi medsebojne primerjave sprejmemo končno odločitev o smotnosti in izvedljivosti investicijske projekta.

### 7.1 Opis investicijskega projekta

Predmet investicijskega projekta je star proizvodni obrat z visokimi stroški proizvodnje in premajhno proizvodno kapaciteto za zadovoljevanje potreb tržišča. Obe pomanjkljivosti je moč odpraviti z investiranjem v novo tehnologijo, kar bi pomenilo tudi kvalitetnejši in cenejši proizvod, hkrati pa bi se povečale tudi proizvodne kapacitete.

Projekt temelji na nakupu nove tehnološke opreme in njeni vgradnji v obstoječe objekte, pri čemer obstajata dve naložbeni možnosti. Prva naložbena možnost predvideva celotno investicijo v prvem letu, medtem ko druga možnost predvideva, da se del investicije prenese v četrto naložbeno leto.

Čeprav v realnosti to ni slučaj, v tem primeru predpostavljamo, da obrat proizvaja le eno vrsto proizvoda. Ta predpostavka poenostavlja izdelavo samega modela, nima pa bistvenega pomena na rezultate same metode Monte Carlo pri oceni tveganosti same naložbe. Večje število proizvodov bi privedlo le do večjega števila vhodnih spremenljivk, ki pa bi se v modelu združile v eno samo verjetnost celotnega prihodka. Pri analizi realnih projektov so postavke celotnega prihodka pomembna postavka, medtem ko jih lahko za potrebe te naloge do neke mere zanemarimo.

Letna proizvodnja v obstoječem obratu znaša 41.500 enot, kar je zgornja proizvodna meja obrata. Vse proizvedene količine se prodajo, pri čemer predpostavljamo, da se prodaja v primeru, da ne pride do investicije, ne bo zmanjšala.

Naložba v tehnološko opremo bi močno povečala kapaciteto obrata tako, da bi lahko zadovoljili močno povpraševanje po teh proizvodih. Z analizo tržišča je bilo ugotovljeno, da bi pri nespremenjeni ceni proizvoda po posameznih letih prodali naslednje količine:

Tabela 7.1 Prodane količine po naložbi

Leto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Količina	43.000	46.000	48.000	52.000	56.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000

Ocenjuje se, da je tržišče surovin stabilno, zato predvidevamo, da ne bo prišlo do spremembe nabavnih cen surovin. Prav tako predvidevamo, da bodo prodajne cene proizvodov ostale nespremenjene med trajanjem projekta.

#### Osnovna sredstva

Podjetje ima v svoji lasti naslednja osnovna sredstva, ki jih prenaša v naslednje obdobje:

Tabela 7.2 Vrednost obstoječih osnovnih sredstev na začetku naložbe

Osnovna sredstva	nabavna vrednost	Že amortizirano	ostanek vrednosti
Zemljišča	96.000.000	0	96.000.000
Zgradbe	264.000.000	84.000.000	180.000.000
Oprema A	120.000.000	30.000.000	90.000.000
Oprema B	96.000.000	60.000.000	36.000.000
S K U P A J	576.000.000	174.000.000	402.000.000

V primeru, da ne pride do realizacije projekta, podjetje ne predvideva drugih naložb v osnovna sredstva. Njihova vrednost se bo tako s časom zaradi amortizacije ustrezno manjšala.

Z realizacijo naložbe bi se vrednost osnovnih sredstev zvišala. Projekt predvideva investiranje v opremo ter v zgradbe, pri čemer predstavlja večji del investiranih sredstev v novo tehnološko opremo, katerih amortizacijska doba znaša osem let. Pri manjšem delu opreme se zaradi visoko tehnološke opreme uporabi nekoliko večja stopnja amortizacije. Investicija v zgradbe predstavlja zgolj dograditev ter preureditev obstoječih objektov, vključno z novo zunanjo ureditvijo.

Tabela 7.3 Investicija v osnovna sredstva po letih – možnost A

<i>L E T O</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>SKUPAJ</i>	<i>Amortizacija</i>
Gradbena dela	7.200.000				7.200.000	5,0%
Oprema A	108.000.000				108.000.000	12,5%
Oprema B	12.000.000				12.000.000	15,0%
OSNOVA SREDSTVA SKUPAJ	127.200.000				127.200.000	

Kot je razvidno iz tabele 7.3. projekt predvideva pri možnosti A vsa investiranja v osnovna sredstva v prvem letu. Po drugi možnosti bi del investicije prenesli v četrto leto projekta, s čimer ne bi ogrozili predvidene prodaje proizvodov po posameznih letih, saj bi bila rast prodaje, ki je bila ugotovljena na podlagi analize, postopna. Zaradi bolj zapletenih postopkov ter zaradi daljšega zastoja pri naknadni vgradnji dela opreme je ta možnost dražja od možnosti A.

Tabela 7.4 Investicija v osnovna sredstva po letih – možnost B

<i>L E T O</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>SKUPAJ</i>	<i>Amortizacija</i>
Gradbena dela	7.200.000				7.200.000	5,0%
Oprema A	72.000.000				72.000.000	12,5%
Oprema B	12.000.000				12.000.000	15,0%
Oprema C				60.000.000	60.000.000	12,5%
OSNOVA SREDSTVA SKUPAJ	91.200.000			60.000.000	151.200.000	

#### *Obratna sredstva*

Podjetje na začetku naložbe razpolaga z obratnimi sredstvi v višini 216 milijonov tolarjev. V primeru realizacije naložbe se bodo obratna sredstva zaradi povečanja proizvodnje in s tem povečanih potreb po zalogah surovin in gotovih izdelkov povečala. Povečanje obratnih sredstev sledi dinamiki povečanja proizvodnje in je razvidno iz naslednje tabele.

Tabela 7.5 Investicija v obratna sredstva po letih

<i>L E T O</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>SKUPAJ</i>
Obratna sredstva	24.000.000	36.000.000	24.000.000	24.000.000	108.000.000
OBRATNA SREDSTVA SKUPAJ	24.000.000	36.000.000	24.000.000	24.000.000	108.000.000

Ker je predvideni obseg prodaje v obeh možnostih enak, predvidevamo, da bodo tudi potrebe po obratnih sredstvih enake.

#### *Viri financiranja*

Podjetje bo naložbo financiralo s pomočjo kreditov. Ker pri naložbeni možnosti B podjetje vseh sredstev ne bo potrebovalo na začetku naložbe, je temu tudi prilagojen plan financiranja.

Tabela 7.6 Viri financiranja po letih – možnost A

<i>Viri financiranja</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>SKUPAJ</i>	<i>Obresti</i>	<i>Ročnost</i>
Posojilo 1	108.000.000				108.000.000	8,0%	5
Posojilo 2	12.000.000				12.000.000	8,0%	3
Skupaj posojila	120.000.000	0	0	0	120.000.000		

Tabela 7.7 Viri financiranja po letih – možnost B

<i>Viri financiranja</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>SKUPAJ</i>	<i>Obresti</i>	<i>Ročnost</i>
Posojilo 1	72.000.000				72.000.000	8,0%	5
Posojilo 2	12.000.000				12.000.000	8,0%	3
Posojilo 3				48.000.000	48.000.000	8,0%	5
Skupaj posojila	84.000.000	0	0	48.000.000	132.000.000		

Podjetje bo kredite odplačevalo v letnih anuitetah, pri čemer prva anuiteta zapade v plačilo v naslednjem letu po prvem koriščenju kredita.

#### *Prihodki*

Podjetje bo prihodke na tržišču ustvarjalo izključno s prodajo gotovih proizvodov, pri čemer upoštevamo količine ugotovljene s pomočjo analize tržišča ter nespremenljive prodajne cene proizvodov skozi celoten projekt. Izračunane vrednosti prihodkov so prikazane v prilogi.

#### *Stroški poslovanja*

Stroški poslovanja so razdeljeni na materialne in nematerialne stroške in so podrobno prikazani v prilogi.

Materialne stroške sestavljajo predvsem stroški surovin in so proporcionalni obsegu proizvodnje. Vlaganje v novo tehnološko opremo pomeni tudi boljše izkoriščenost surovin, kar pomeni, da bodo stroški surovine v enoti proizvoda nekoliko nižji.

Nematerialne stroške predstavljajo predvsem plače zaposlenih. Povečanje proizvodnje gre povsem na račun nove opreme, zato novih zaposlitev naložbi ne predvidevata, tako da je strošek dela skozi celoten projekt enak.

Amortizacija se obračunava od obstoječih še neamortiziranih osnovnih sredstev (razen zemljišč) ter od novo nabavljene opreme po stopnjah iz tabele 7.2, tabele 7.3 ter

tabele 7.4 ter se računa po linearni časovni metodi. Obračun amortizacije je pregledno prikazan v prilogi. Finančne odhodke predstavljajo obresti na prejete kredite. Obračun obresti je podrobno predstavljen v prilogi.

## 7.2 Tveganja v projektu

Ocenjujemo, da so največja tveganja pri projektu povezana s količino prodanih proizvodov, z nabavno ceno surovin ter z vrednostjo naložbe.

- Na količino prodanih proizvodov bistveno vplivajo razmere na trgu, ter zmožnosti samega podjetja prilagoditi se povečani proizvodnji.
- Nabavna cena surovin je prav tako podvržena razmeram na trgu in zaradi tega težko predvidljiva. Pričakujemo, da je moč povečano nabavno ceno surovin kompenzirati s povečano prodajno ceno proizvoda brez večjega tveganja za manjšo prodajo proizvodov, saj bo to prisiljena storiti tudi konkurenca.
- Osnova za določitev vrednosti naložbe so komercialni predračuni, ki pa se lahko do sklenitve pogodbe spremenijo. Prav tako lahko pride do dodatnih del, ki bi lahko bila posledica nepredvidenih problemov pri vgradnji opreme ali pa daljšega zastoja v proizvodnji zaradi problemov pri vgradnji opreme.

## 7.3 Klasično vrednotenje projekta

Vse vrednosti v projektu so izračunane na letni nivo ter kot take uporabljene za vrednotenje. Zaradi lažjega dela z modelom je le-ta razdeljen na več logičnih tabel in sicer: vhodne vrednosti, prihodki, stroški, amortizacija, viri financiranja, bilanca uspeha, finančni tok ter ekonomski tok. Vse tabele so prikazane v prilogi.

Za klasično vrednotenje projekta uporabimo kazalce neto sedanje vrednosti naložbe (NSV), notranje stopnje donosnosti (IRR), popravljene notranje stopnje donosnosti (MIRR) ter čas povratka investicije. Projekt je postavljen tako, da se vsaka naložbena možnost primerja s predvidenim poslovanjem podjetja brez vlaganj. Izračunana razlika med rezultati nam pove, kakšen je neto prispevek posamezne naložbe k skupnemu poslovanju.

Model za oceno projektov je narejen s pomočjo programskega orodja Microsoft Excel 2000.

Predvideni *prihodki* so izračunani iz produkta količin prodanih proizvodov, ugotovljenih s pomočjo analize tržišča, ter nespremenljive prodajne cene proizvodov skozi ves čas trajanja projekta.

*Stroški* so strukturirani po skupinah

in so razdeljeni na:

- materialne stroške:

- o surovine
- o transport

- nematerialne stroške:

- o plače
- o zavarovanja
- o ostale nematerialne stroške

- energija
- vzdrževanje
- ostalo

*Amortizacija* je obračunana od obstoječih še neamortiziranih osnovnih sredstev (razen zemljišč) ter od novo nabavljene opreme po linearni časovni metodi in je v tabeli prikazana posamezno za vsako vrsto osnovnega sredstva. Iz tabele je razviden tudi ostanek vrednosti za posamezno osnovno sredstvo po letih. Obračunana amortizacija je prikazana za obe možnosti naložbe ter za poslovanje brez naložbe.

*Viri financiranja* so razdeljeni na vlaganje lastnih sredstev ter na kredite. Pri vlaganjih lastnih sredstev gre za vlaganje lastnih obstoječih osnovnih in obratnih sredstev, vrednosti pa so prenesene iz tabele amortizacije. Krediti so navedeni po ročnosti, v modelu pa so izračunane tudi letne anuitete za vračilo kredita, v katerih so posebej prikazane obresti ter višina vračila glavnice.

*Bilanca uspeha* je sestavljena iz podatkov, dobljenih v prejšnjih tabelah, razen davka od dobička pravnih oseb, ki je izračunan v tej tabeli. Pri davku od dobička je upoštevana 25% davčna stopnja za vsa leta ter 20% olajšava za vlaganja v osnovna sredstva v letih, ko bodo ta vlaganja izvedena (možnost A – prvo leto ter možnost B – prvo in četrto leto).

V tabeli *finančni tok* so kot vhodni podatki navedeni prihodki in izdatki, izračunani v prejšnjih tabelah, kot izhodni podatek pa dobimo neto pritoke, ki so razdeljeni na neto pritoke pri poslovanju, investiranju ter financiranju. V zadnjem letu projekta je prihodkom pri investiranju dodan ostanek vrednosti osnovnih sredstev ter obratna sredstva.

*Ekonomski tok* predstavljajo tabele, v katerih na podlagi vhodnih podatkov iz prejšnjih tabel izračunamo čiste prihodke oziroma čisti denarni tok. Ta model se razlikuje od ostalih modelov, saj ga sestavljajo tri tabele: ekonomski tok brez naložbe, z naložbo in pa ekonomski tok same naložbe. Čisti prihodki oziroma čisti denarni tok po posameznem letu uporabimo za klasično vrednotenje projekta oziroma za izračun kazalnikov iz poglavja 5.3 Metode ocene investicijskih projektov. Gleda na prej navedene vhodne podatke ter na zahtevano 12% donosnostjo naložbe so izračunane vrednosti kazalnikov naslednje:

Tabela 7.8 Klasično vrednotenje projekta – brez dodatnega investiranja

	IRR
--	-----

Naložba A	11,0%
Naložba B	11,0%

Tabela 7.9 Klasično vrednotenje projekta – z naložbo

	<i>IRR</i>	<i>MIRR</i>
Naložba A	12,3%	12,2%
Naložba B	12,3%	12,2%

Tabela 7.10 Klasično vrednotenje projekta – sama naložba

	<i>NPV</i>	<i>IRR</i>	<i>MIRR</i>	<i>Čas povratka</i>
Naložba A	32.713.957	15,5%	15,3%	7,0
Naložba B	34.099.286	15,8%	17,7%	7,4

Tabela 7.8 predstavlja situacijo, če se ne odločimo za nobeno izmed naložbenih možnosti. Takrat imajo vhodne spremenljivke enake vrednosti zato je tudi notranja stopnja donosa enaka v obeh možnostih. V tabeli 7.9. sta prikazani notranji stopnji donosa in popravljeni notranji stopnji donosa za obe naložbeni možnosti. Dobljene vrednosti nam kažejo, da sta obe naložbeni možnosti enakovredni. Kazalniki za samo naložbo so predstavljeni v tabeli 7.10 in kažejo na to, da je naložba sprejemljiva po obeh naložbenih možnostih, saj je neto sedanja vrednost v obeh primerih pozitivna, prav tako pa sta notranja stopnja donosa ter popravljen notranja stopnja donosa večji od diskontne stopnje.

Na osnovi dobljenih vrednosti sprejememo odločitev, da bomo projekt izpeljali po naložbeni možnosti B. Odločitev ni težka, saj klasična metoda vrednotenja eksplicitno napeljuje na najugodnejšo možnost.

V realnosti pa je povsem drugače, saj so si vrednosti posameznih kazalnikov preveč blizu ob dejstvu, da so vrednosti vhodnih podatkov, na osnovi katerih so izračunani kazalniki, precej negotove. Statičnost, ki je posledica dejstva, da pri izračunih uporabimo vhodne vrednosti kot gotove, je tudi največja pomanjkljivost te metode. Kako bi se projekt obnašal pri spremembi vhodnih vrednosti in kako so rezultati blizu neugodnemu razvoju projekta, je vprašanje, ki nas zanima v nadaljevanju.

#### 7.4 Analiza občutljivosti

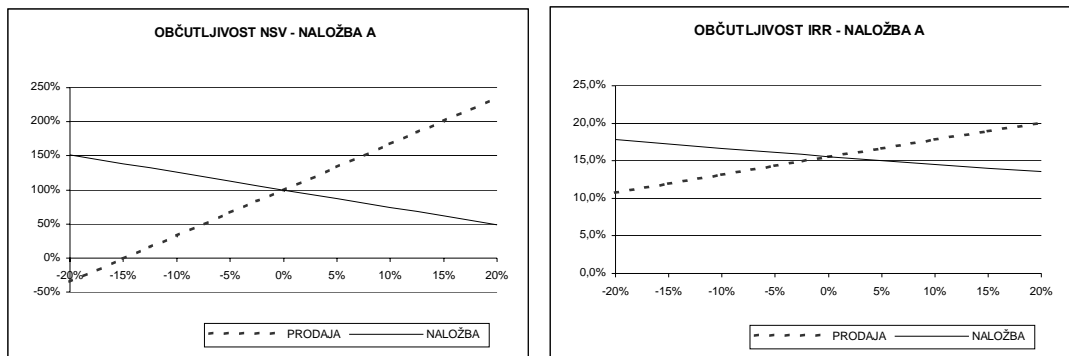
Analiza občutljivosti je eden od poskusov, kako v klasično oceno projekta vključiti tudi dinamično komponento. V konkretnem primeru bomo analizirali, kako sta neto sedanja vrednost in notranja stopnja donosa občutljiva na obseg prodaje ter na vrednost investicije.

Rezultati analize občutljivosti so prikazani v tabelah 7.11 in 7.12.

Tabela 7.11 Občutljivost NSV in IRR – možnost A

odstopanje od predvidenega obsega	PRODAJA				NALOŽBA			
	NSV	sprememba NSV	IRR	sprememba IRR	NSV	sprememba NSV	IRR	sprememba IRR
<b>-20%</b>	-11.410.675	-35%	10,7%	69,29%	49.476.741	151%	17,8%	114,84%
<b>-15%</b>	-379.517	-1%	12,0%	77,16%	45.286.045	138%	17,2%	110,97%
<b>-10%</b>	10.651.641	33%	13,2%	84,90%	41.095.349	126%	16,6%	107,10%
<b>-5%</b>	21.682.799	66%	14,4%	92,58%	36.904.653	113%	16,1%	103,87%
<b>0%</b>	<b>32.713.957</b>	<b>100%</b>	<b>15,5%</b>	<b>100,00%</b>	<b>32.713.957</b>	<b>100%</b>	<b>15,5%</b>	<b>100,00%</b>
<b>5%</b>	43.745.114	134%	16,7%	107,55%	28.523.261	87%	15,0%	96,77%
<b>10%</b>	54.776.272	167%	17,8%	114,90%	24.332.565	74%	14,5%	93,55%
<b>15%</b>	65.807.430	201%	18,9%	122,19%	20.141.869	62%	14,0%	90,32%
<b>20%</b>	76.838.588	235%	20,1%	129,42%	15.951.173	49%	13,6%	87,74%

Slika 7.1 Občutljivost NSV in IRR - možnost A



Ker so si vrednosti posameznih klasičnih kazalnikov preveč blizu ob dejstvu, da so vrednosti vhodnih podatkov, na osnovi katerih so izračunani, precej negotove, je potrebno primerjati obe analizi občutljivosti med seboj. Kot je razvidno iz tabel in grafikonov, je projekt zelo občutljiv na obseg prodaje, malo manj pa na vrednost naložbe.

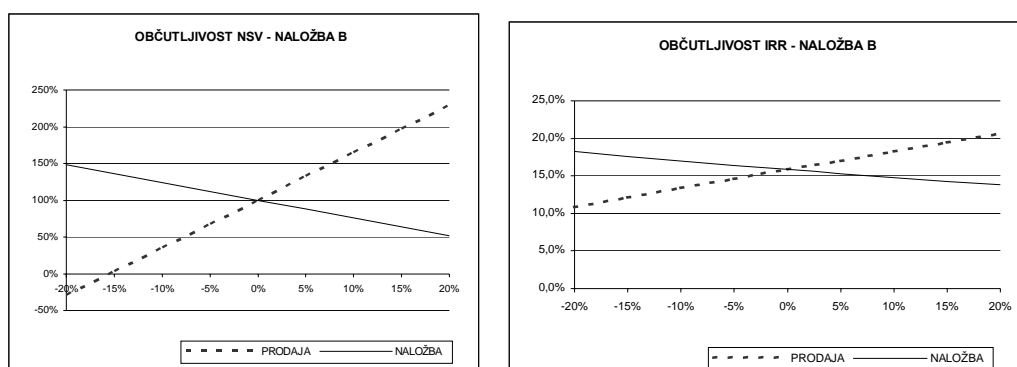
Tabela 7.12 Občutljivost NSV in IRR – možnost B

odstopanje od predvidenega obsega	PRODAJA	NALOŽBA
-----------------------------------	---------	---------



	NSV	sprememba NSV	IRR	sprememba IRR	NSV	sprememba NSV	IRR	sprememba IRR
<b>-20%</b>	-10.025.346	-29%	10,9%	68,99%	50.510.907	148%	18,2%	115,19%
<b>-15%</b>	1.005.812	3%	12,1%	76,58%	46.408.002	136%	17,6%	111,39%
<b>-10%</b>	12.036.970	35%	13,4%	84,81%	42.305.096	124%	17,0%	107,59%
<b>-5%</b>	26.068.128	76%	14,6%	92,41%	38.202.191	112%	16,4%	103,80%
<b>0%</b>	<b>34.099.286</b>	<b>100%</b>	<b>15,8%</b>	<b>100,00%</b>	<b>34.099.286</b>	<b>100%</b>	<b>15,8%</b>	<b>100,00%</b>
<b>5%</b>	45.130.444	132%	17,0%	107,59%	29.996.380	88%	15,3%	96,84%
<b>10%</b>	56.161.601	165%	18,3%	115,82%	25.893.475	76%	14,8%	93,67%
<b>15%</b>	67.192.759	197%	19,5%	123,42%	21.790.570	64%	14,3%	90,51%
<b>20%</b>	78.223.917	229%	20,7%	131,01%	17.687.664	52%	13,8%	87,34%

Slika 7.2 Občutljivost NSV in IRR - možnost B



To, in pa dejstvo, da se obe naložbeni možnosti približno enako odzivata na povečanje oziroma zmanjšanje prodanih količin in vrednosti investicije, potrjuje potrebo po dodatni analizi negotovosti.

## 7.5 Uporaba Monte Carlo simulacije

### Uvod

S pomočjo analize občutljivosti smo zaradi dejstva, da so vhodni podatki precej negotovi, ugotovili, da je težko z gotovostjo predvideti ugoden izid projekta. Zaradi navedenega je potrebno v projekt vključiti dimenzijo tveganja. Na že razvitem finančnem modelu, ki smo ga uporabili za klasično vrednotenje projekta, bomo uporabili simulacijo Monte Carlo. Postopek začnemo tako, da iz že razvitega modela izberemo tiste vhodne spremenljivke, katerih vrednost je precej negotova ter jim določimo obseg in pa pogostost pojavljanja. Na podlagi tako definiranih spremenljivk ter na podlagi generiranja naključnih števil ter vnosom le-teh v model, se vrši simulacijski postopek. Simulacijski model je narejen s pomočjo preglednice Microsoft Excel 2000, za izvedbo same simulacije pa uporabimo programsko orodje @RISK

podjetja Palisade Corporation. Postopek ponovimo pet tisočkrat, kar pomeni, da ima vsaka spremenljivka v modelu pet tisoč vrednosti. S programskim orodjem @RISK je sicer mogoče izvesti tudi deset tisočkratno ponovitev simulacije, vendar ocenjujem, da dobimo s pomočjo pet tisočkratne ponovitve dovolj dober vzorec obnašanja slučajnih spremenljivk.

### Vhodne spremenljivke

Na osnovi klasične analize projekta smo ugotovili, da so ključne spremenljivke za uspeh projekta letna količina prodaje ter vrednost celotne investicije. Tem spremenljivkam najprej določimo najverjetnejše vrednosti, pri čemer uporabimo vrednosti iz klasične analize, nato določimo verjetnost pojavljanja teh vrednosti ter porazdelitev verjetnosti oziroma pogostosti pojavljanja pri posamezni vrednosti. Krivuljo porazdelitve lahko dobimo na podlagi statističnih podatkov o obnašanju posamezne spremenljivke v preteklosti ali pa s pomočjo strokovne ocene. V konkretnem primeru bomo uporabili nesimetrično trikotno porazdelitev za letne količine prodaje za čas trajanja projekta ter za vrednost investicije, medtem ko bomo le za vrednosti količine prodaje brez projekta uporabili normalno porazdelitev.

Porazdelitev verjetnosti je narejena tako, da se pričakovane vrednosti spremenljivk iz klasične analize uporabimo kot najverjetnejše vrednosti v intervalu. Na osnovi izkušenj ter strokovne ocene določimo še verjetnost pojavljanja posameznih spremenljivk, s tem pa so določene tudi vse spremenljivke za nesimetrično trikotno razporeditev. Za krivuljo porazdelitve prodajnih vrednosti brez projekta bomo uporabili normalno porazdelitev s standardnim odklonom.

V primeru, da se ne odločimo za projekt, predvidevamo, da bo prodaja v vseh letih enaka, to je 41.500 enot na leto in s standardnim odklonom 1.500 enot. Krivulja pogostosti pojavljanja posamezne vrednosti v simulaciji je prikazana na sliki 7.3.

Nesimetrična trikotna porazdelitev za prodajo po posameznih letih ter za vrednost investicije je razvidna iz tabel 7.13, 7.14, 7.15 in 7.16. Vse spremenljivke prodaje imajo večji razpon proti nižjim vrednostim, saj je potrebno upoštevati, da je večja verjetnost, da vrednost prodaje po posameznih letih pade. Razpon spremenljivk pri investiciji je ravno nasproten, to je z večjim razponom proti višjim vrednostim.

Tabela 7.13 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve prodaje – možnost A

Leto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spodnja meja	40.400	43.200	45.100	48.900	52.600	53.600	53.600	53.600	53.600	53.600
Največja verjetnost	43.000	46.000	48.000	52.000	56.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
Zgornja meja	44.300	47.400	49.400	53.600	57.700	58.700	58.700	58.700	58.700	58.700

Tabela 7.14 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve investicije – možnost A

Osnovno sredstvo	Gradbena dela	Oprema A	Oprema B
Spodnja meja	6.912.000	103.680.000	11.520.000
Največja verjetnost	7.200.000	108.000.000	12.000.000
Zgornja meja	7.416.000	111.240.000	12.360.000

Pri naložbeni možnosti B smo upoštevali tudi dve dodatni tehnološki tveganji, ki sta povezani z vlaganjem v del opreme v četrtem letu. Zgornjo mejo pri vrednosti opreme C smo še povečali, saj obstaja realna možnost, da se vlaganja v opremo C v tem času še povečajo zaradi uskladitve obstoječe in nove opreme ali pa zaradi dodatnih del. Zaradi enakih razlogov smo v četrtem letu, ko naj bi se vgrajevala nova oprema, znižali spodnjo mejo količine prodanih proizvodov, kar je razvidno iz tabel 7.15 in 7.16.

Tabela 7.15 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve prodaje – možnost B

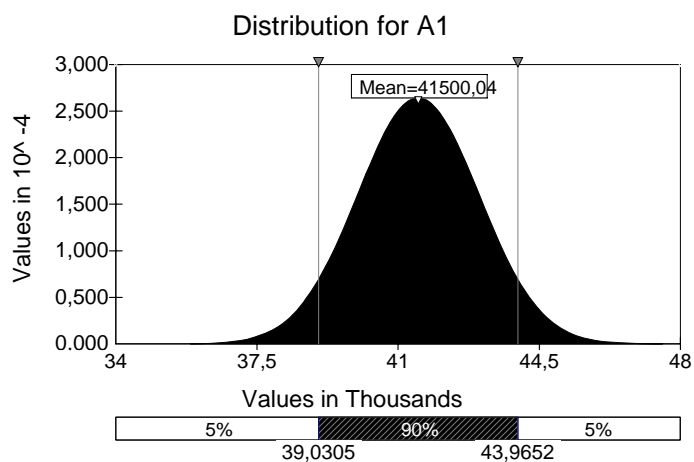
Leto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spodnja meja	40.400	43.200	45.100	46.400	52.600	53.600	53.600	53.600	53.600	53.600
Največja verjetnost	43.000	46.000	48.000	52.000	56.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
Zgornja meja	44.300	47.400	49.400	53.600	57.700	58.700	58.700	58.700	58.700	58.700

Tabela 7.16 Parametri nesimetrične trikotne porazdelitve investicije – možnost B

Osnovno sredstvo	Gradbena dela	Oprema A	Oprema B	Oprema C
Spodnja meja	6.912.000	69.120.000	11.520.000	51.840.000
Največja verjetnost	7.200.000	72.000.000	12.000.000	60.000.000
Zgornja meja	7.848.000	78.480.000	13.080.000	78.480.000

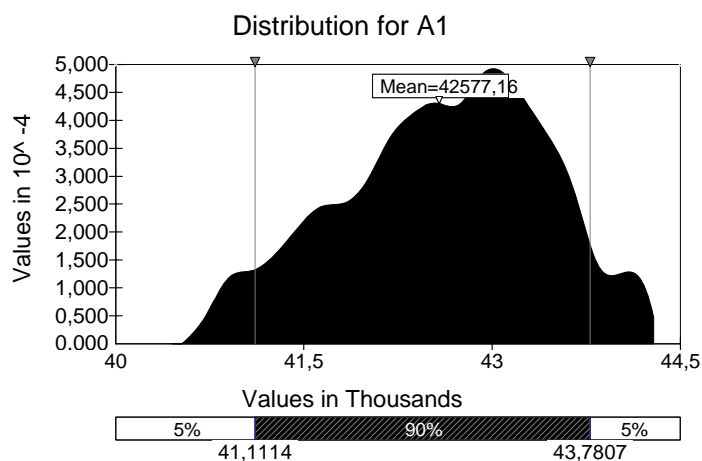
Na podlagi tako določenih vhodnih parametrov s pomočjo simulacije generiramo naključne vrednosti, ki jih lahko prikažemo s pomočjo grafov na sliki 7.4 ter sliki 7.5. Grafi prikazujejo naključne vrednosti, dobljene s pomočjo simulacije za prodajo v prvem letu projekta ter za vrednost vlaganja v opremo C v četrtem letu projekta.

Slika 7.3 Količina prodaje brez projekta

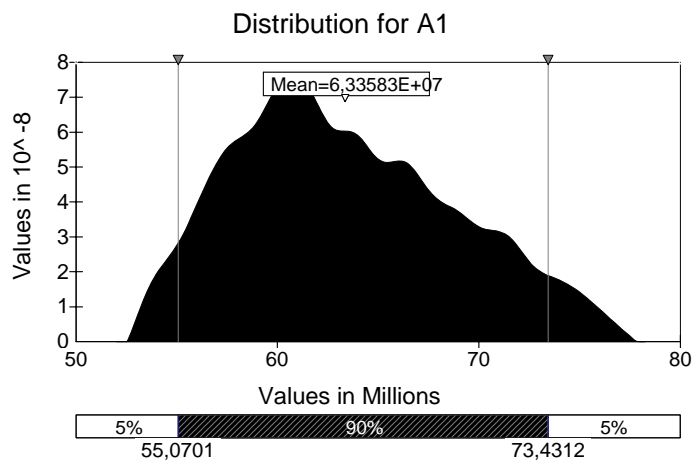


Vsi ostali grafi vhodnih spremenljivk, dobljenih s pomočjo simulacije, so podobne oblike, razlikujejo se le po obsegu vrednosti, zato jih ne bomo dodatno prikazovali.

Slika 7.4 Količina prodaje prvo leto s projektom



Slika 7.5 Vlaganje v opremo C četrto leto



Kot je razvidno, krivulje nimajo idealne trikotne oblike ali oblike normalne razporeditve, saj so rezultat statističnega vzorčenja, to je eksperimenta in kot take pridobljene v simulacijskem procesu.

#### *Izhodne spremenljivke*

Istočasno se z generiranjem vrednosti vhodnih spremenljivk izračunavajo tudi vrednosti izhodnih spremenljivk. Na koncu simulacije dobimo za vsako izhodno spremenljivko krivuljo pogostosti pojavljanja ter krivuljo kumulativne porazdelitve. Vrednosti izhodnih spremenljivk so prikazane v tabeli 7.17 za naložbeno možnost A ter v tabeli 7.18 za naložbeno možnost B. Krivulje pogostosti pojavljanja ter njihova kumulativa pa so prikazani v prilogah od 21 do 25.

Tabela 7.17 Parametri izhodnih vrednosti – možnost A

	<i>Min.</i>	<i>Srednja vrednost</i>	<i>Max.</i>	<i>Mejna vrednost 5%</i>	<i>Mejna vrednost 95%</i>	<i>Razpon v 90%</i>
IRR brez naložbe	9,55%	10,97%	12,62%	10,31%	11,65%	1,34%
IRR z naložbo	11,33%	11,97%	12,74%	11,66%	12,28%	0,63%
MIRR z naložbo	11,55%	11,98%	12,48%	11,77%	12,18%	0,41%
IRR naložbe	10,58%	14,49%	19,21%	12,43%	16,54%	4,11%
MIRR naložbe	12,19%	14,69%	17,54%	13,37%	15,98%	2,61%
NSV naložbe	-14.206.840	23.029.560	61.123.560	4.141.808	41.429.680	37.287.870
Čas povratka naložbe	6,2	7,2	8,3	6,7	7,7	1,0

Tabela 7.18 Parametri izhodnih vrednosti – možnost B

	<i>Min.</i>	<i>Srednja vrednost</i>	<i>Max.</i>	<i>Mejna vrednost 5%</i>	<i>Mejna vrednost 95%</i>	<i>Razpon v 90%</i>
IRR brez naložbe	9,51%	10,97%	12,67%	10,31%	11,65%	1,34%
IRR z naložbo	11,04%	11,87%	12,57%	11,50%	12,24%	0,74%
MIRR z naložbo	11,35%	11,91%	12,39%	11,65%	12,16%	0,51%
IRR naložbe	9,34%	14,20%	19,09%	11,93%	16,47%	4,53%
MIRR naložbe	14,13%	16,90%	19,87%	15,55%	18,30%	2,74%
NSV naložbe	-27.449.770	19.777.460	59.966.010	-617.931	39.311.520	39.929.460
Čas povratka naložbe	6,7	7,8	9,5	7,2	8,5	1,2

Iz dobljenih rezultatov ter grafičnih prikazov lahko sprejmemo določene zaključke o obnašanju posameznih spremenljivk ter o projektu kot celoti.

Notranja stopnja donosnosti je v primeru, da se ne odločimo za naložbo, v obeh primerih enaka. Majhna odstopanja so rezultat stohastičnega vzorčenja, ki ne daje

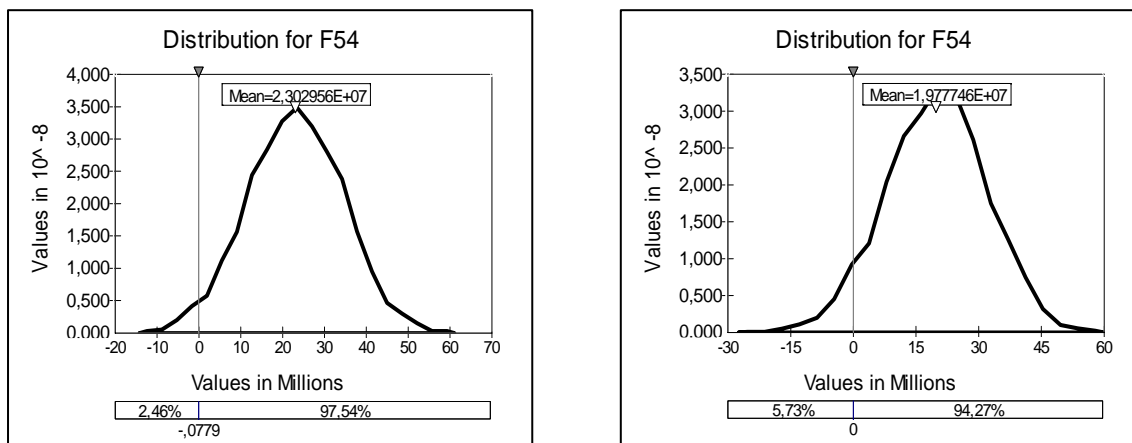
vedno popolnoma enakih vrednosti. Vrednosti so skoncentrirane okoli vrednosti 11% v razmeroma ozkem pasu 1,3%.

Srednja vrednost notranje stopnje donosnosti je v obeh variantah projekta (priloga od 19 do 23) višja, kot je le-ta brez projekta, kar pomeni, da bi realizacija projekta pripomogla k boljšim poslovnim rezultatom. Spremenjena notranja stopnja donosnosti ima podobne vrednosti, vendar višjo srednjo vrednost, ker je diskontna stopnja, s katero se je računala, večja od interne stopnje donosnosti.

Iz izhodnih spremenljivk samega projekta lahko razberemo, da sam projekt ugodno vpliva na poslovanje podjetja. Srednji vrednosti notranje stopnje donosnosti same naložbe sta višji, kot je le-ta pri poslovanju brez naložbe. Ugotovimo lahko tudi, da je razpon 90% vrednosti notranje stopnje donosnosti zelo širok (možnost A – 4,11%, možnost B – 4,53%). Ta podatek sicer opozarja na določeno previdnost, ki pa zaradi dejstva, da sta tudi spodnji vrednosti 90% razpona še vedno višji od notranje stopnje donosnosti brez projekta, ne predstavlja povečanega tveganja.

O tem, da sam projekt v nobeni izmed možnosti ni preveč tvegan, govori tudi podatek, da je neto sedanja vrednost v obeh variantah projekta v večini svojih vrednosti pozitivna (možnost A – 97,54%, možnost B – 94,27%), kar je razvidno tudi iz krivulj na sliki 7.6.

Slika 7.6 NSV – možnost A in možnost B



Rezultati simulacije za čas povratka investicije se gibljejo od minimalno 6,2 leta pri možnosti A, do 9,5 let pri možnosti B. Srednja vrednost časa povratka investicije je ugodnejša pri možnosti A (7,2 leta) kot pri možnosti B (7,8 let), prav tako je za možnost A ugodnejša razpršenost tega kazalnika, saj je le-ta 1 leto, medtem ko je pri možnosti B 1,2 leta.

Na podlagi rezultatov, ki smo jih dobili s pomočjo simulacije Monte Carlo, lahko ugotovimo, da odločitev za ali proti naložbi sploh ni težka. V obeh variantah projekta je

prisotno le minimalno tveganje za ugoden razplet. Prav tako ne obstaja več dilema ali možnost A ali možnost B, saj kažejo vsi kazalniki za prvo možnost ugodnejše vrednosti. Tudi razpršenost vrednosti pri možnosti A je manjša, kar pomeni, da je ta projekt manj tvegan.

### **7.6 Povzetek**

Na praktičnem primeru smo pokazali uporabo Monte Carlo metode pri sprejemanju investicijskih odločitev. Najprej smo naredili klasično vrednotenje projekta in na osnovi dobljenih rezultatov predlagali sprejem najugodnejše možnosti. Ker so si vrednosti posameznih klasičnih kazalnikov preveč blizu ob dejstvu, da so vrednosti vhodnih podatkov, na osnovi katerih so izračunani, precej negotove, se odločimo izvesti še analizo tveganja. Le-ta potrdi naša predvidevanja, da je projekt zelo občutljiv na nekatere vhodne vrednosti, ter pokaže, da se obe naložbeni možnosti približno enako odzivata na povečanje oziroma zmanjšanje prodanih količin in vrednosti investicije. Ta spoznanja nas napeljujejo na potrebo po dodatni analizi negotovosti.

S pomočjo metode Monte Carlo vključimo v analizo tudi tveganje, tako pa dobimo jasnejšo sliko o celotnem projektu. Analiza pokaže, da so bili rezultati, ki smo jih dobili s pomočjo klasičnega vrednotenja, preoptimistični, saj so srednje vrednosti kazalnikov, ki jih dobimo s pomočjo Monte Carlo metode, precej nižje od tistih, ki smo jih dobili pri klasičnem vrednotenju. Simulacija sicer pokaže na nizko tveganje pri posameznih naložbenih možnostih, hkrati pa nam kot najugodnejšo varianto, za razliko od klasičnega vrednotenja, pokaže na možnost A.

Primer je pokazal na visoko uporabnost same metode v sprejemanju investicijskih odločitev ter na njeno neprecenljivo vrednost za odločevalca ter organizacijo. Informacijska tehnologija nam danes omogoča, da se lahko simulacija izvrši na vsakem osebem računalniku s pomočjo široko dostopnih programskih orodij. Danes je pri uporabi same metode najzahtevnejše usposobiti uporabnike ter si vzeti dovolj časa za izgradnjo simulacijskega modela, zbiranje podatkov, pripravljanje vhodnih parametrov, izvedbo same simulacije ter razlaganje samih rezultatov.

Konkreten primer je pokazal, da lahko izgrajeni model s standardiziranimi moduli prihrani ogromno časa in ga lahko uporabimo tudi pri drugih projektih. Vse navedeno govori v prid še večji uporabi same simulacije Monte Carlo v poslovanju organizacije, saj so koristi, ki jih prinaša, neprecenljive v primerjavi z resursi, ki jih zahteva.





## 8 ZAKLJUČEK

Odločanje je najpomembnejša naloga managementa saj morajo managerji vsakodnevno sprejemati številne odločitve pomembne za organizacijo. Le-te morajo biti takšne, da organizacijo peljejo k zastavljenemu cilju, hkrati pa morajo biti tako strokovne kot etične. Odločanje je lahko rutinsko, analitično in intuitivno. Poleg analitičnih odločanje zahteva tudi določene emocionalne sposobnosti, saj se mora tisti, ki sprejema odločitve, spopasti tudi s strahom in negotovostjo, ki jih vsaka sprejeta odločitev nosi s seboj. Dobra odločitev zato še ne zagotavlja tudi uspešnega izida, saj obstajajo številne omejitve, ki odločevalca ovirajo pri sprejemanju racionalne odločitve. Odločevalec skorajda nikoli nima vseh potrebnih informacij o možnih dogodkih in zunanjih vplivih, poleg tega se odločitve največkrat sprejemajo v pogojih časovnih in finančnih omejitev. Zaradi tega je negotovost osnovna značilnost procesa odločanja, pri čemer je sprejem takšne ali drugačne odločitve odvisen od osebnosti samega odločevalca, njegovi nagnjenosti k tveganju ter njegovi naklonjenosti tej ali oni odločitvi. Z namenom, da bi se olajšalo sprejemanje odločitev v negotovih pogojih, tveganje proučujejo različne znanstvene discipline ter ga interpretirajo na različne načine. Naravoslovne znanosti ga v skladu z matematično definicijo opredeljujejo kot produkt velikosti vpliva nekega dogodka ter verjetnostjo njegovega nastanka, medtem ko se družbene vede ne ukvarjajo toliko s kvantificiranjem tveganja, saj so bolj usmerjene k proučevanju stališč posameznika in njegovim občutenjem tveganja. Skupen cilj jim je odkriti primerne metode za obvladovanje tveganj. Obvladovanje tveganj je proces, ki zajema identifikacijo negotovosti, analizo tveganja, sprejemanje odločitev povezanih z tveganjem in njihovo izvajanje. Analiza tveganja zajema vrednotenje tveganja, določanje mej sprejemljivosti tveganja ter določanje ukrepov za zmanjšanje ter izogibanja tveganjem.

Modeliranje in simulacije pomembno pripomorejo pri sprejemanju odločitev, saj nam omogočajo prikaz pridobljenega znanja v obliki modela, odločevalca prisilijo k podrobni seznanitvi s problemom, hkrati pa nam s pomočjo poskušanja omogočajo vpogled v posledice posamezne odločitve pred njeno implementacijo. Kvaliteten model tako predstavlja poenostavljeno sliko realnega stanja in zajema vse pomembne parametre, ki vplivajo na končni rezultat. Stroški pri izgradnji in uporabi same simulacijske metode so lahko zelo veliki, saj je za to potrebno veliko dela in časa. To je tudi eden izmed razlogov, zakaj se tehnike modeliranja in simuliranja uporabljajo zgolj v tistih kompleksnih primerih, ko so stroški takšnih postopkov zanemarljivi v primerjavi z možno izgubo, ki bi lahko nastala s sprejemom neustrezne odločitve.

Danes se z razvojem informacijske tehnologije ti stroški bistveno znižujejo, tako da je izgradnja modela in sama simulacija kvalitetnejša in dostopnejša širšemu krogu uporabnikov, kar vse skupaj govori v prid njeni večji uporabi.

Z vidika gospodarskih družb oziroma podjetij so investicijske odločitve najpomembnejše poslovne odločitve, saj bistveno določajo pogoje gospodarjenja v prihodnosti in imajo dolgoročne posledice za nadaljnji razvoj in poslovanje podjetja. Po ekonomski definiciji predstavlja investiranje odrekanje dobrinam (sredstvom) v sedanosti s ciljem doseganja določenega ekonomskega izida (npr. dobička) v prihodnosti. Investiranje torej pomeni za udeleženca vezavo sredstev (denarja, opreme, dela) na daljše obdobje, zato ima odločujoč vpliv na njegovo poslovanje in položaj na trgu že danes, predvsem pa v prihodnosti. Dejstvo, da so rezultati investicije vidni šele v prihodnosti, vnaša v investiranje negotovost in s tem tveganje. Pravilna investicijska odločitev za udeleženca ne pomeni le prednosti pred konkurenco, pomeni tudi pogoj za obstanek na trgu. Dolgotrajnost investicijskih projektov pogosto zahteva vezavo velikih sredstev podjetja na dolgi rok, kar ima lahko tudi negativne posledice. Pri investicijskih odločitvah gre praviloma za omejena finančna sredstva, zato je nujno potrebna skrbna proučitev vseh investicijskih različic, da bi preprečili oportunitetne izgube. Za oceno investicijskih odločitev najpogosteje uporabljamo t.i. klasične metode vrednotenja, kot so: neto sedanja vrednost, interna stopnja donosnosti, notranja stopnja donosnosti, čas povratka investicije, itd. Te metode temeljijo na bodočih denarnih tokovih, ki jih s pomočjo diskontiranja prevedemo na današnjo vrednost ter primerjamo med saboj. Ker pa vsaka vrednost, ki vpliva na velikost bodočih denarnih tokov, predstavlja določeno negotovost, je potrebno oceniti tveganje. Klasične metode, s katerimi ocenjujemo tveganje, so analiza občutljivosti in analiza scenarija. Analiza občutljivosti je eden od poskusov, kako v klasično oceno projekta vključiti tudi dinamično komponento. Pri analizi občutljivosti presojamo, kako so parametri klasične metode vrednotenja občutljivi na spremembe posameznih vhodnih spremenljivk. Analiza scenarija dopolnjuje analizo občutljivosti tako, da omogoča proučevanje spremembe večjega števila vhodnih spremenljivk na rezultate projekta istočasno. Nobena od metod pa nima definiranih parametrov za prikazovanje tveganja, saj se le-to ocenjuje implicitno iz dobljenih rezultatov ter na temelju odločitve tistega, ki odločitev sprejema.

Monte Carlo simulacija je metoda za modeliranje in simulacijo obnašanja stohastičnih sistemov, ki proučuje obnašanja naključnih spremenljivk sistema s pomočjo naključnega generiranja števil. Je namenjena reševanju problemov, ki vključujejo negotovost. Reševanja problemov se loti z izvajanjem naključnega vzorčenja množice elementov, pri katerem pripada vsakemu elementu neka verjetnost, da je izbran. Na splošno je Monte Carlo simulacija priročno orodje za ocenjevanje velikosti tveganja, še posebej tveganja v poslovanju. Kot slabost Monte Carlo simulacije je potrebno omeniti, da ni orodje za iskanje optimalne rešitve, temveč postopek za ugotavljanje primernosti razpoložljivih alternativ. Lahko rečemo, da

predstavlja nasprotje optimizacijskih tehnik, saj raziskuje posledice odločanja, namesto da bi svetovala.

V tem delu sem pokazal, da ima uporaba Monte Carlo metode velike prednosti pred klasičnimi vrednotenji investicijskih projektov, saj z njeno pomočjo vključimo v analizo tudi tveganje, s tem pa dobimo jasnejšo sliko o celotnem projektu. V konkretnem primeru nam je analiza pokazala, da so bili rezultati, ki smo jih dobili s pomočjo klasičnega vrednotenja, preoptimistični, saj so bile srednje vrednosti kazalnikov, ki smo jih dobili s pomočjo Monte Carlo metode, precej nižje od tistih, ki smo jih dobili pri klasičnemu vrednotenju. Simulacija je sicer pokazala na nizko tveganje pri posameznih naložbenih možnostih, hkrati pa nam je kot najugodnejšo varianto svetovala drugo možnost kot klasično vrednotenje.

Primer je pokazal na visoko uporabnost same metode v sprejemanju investicijskih odločitev ter na njeno neprecenljivo vrednost za odločevalca ter organizacijo. Informacijska tehnologija nam danes omogoča, da se lahko simulacija izvrši na vsakem osebнем računalniku s pomočjo široko dostopnih programskih orodij.

Monte Carlo simulacija kot metoda za analizo tveganja ni nadomestilo za klasično vrednotenje investicijskih projektov. Le-ta jih ne izključuje, saj temelji na istih modelih in parametrih, ki so izračunani z istimi matematičnimi formulami in je kot taka le orodje, s katerim damo klasičnim metodam novo dimenzijo.

Z Monte Carlo metodo lahko izboljšamo proces odločanja ne samo pri oceni investicijskih projektov, ampak tudi širše. Lahko jo uporabimo tudi kot podporo pri odločanju v marketingu, strateškem managementu, proračunskem financiranju, vodenju proizvodnje, torej povsod tam, kjer se odnosi med vrednostmi, temelječimi na negotovih spremenljivkah, opisujejo z modeli, ki so osnova za podporo in pomoč pri odločanju.



## LITERATURA

- Biloslavo, Roberto. 1999. *Metode in modeli za management*. Koper: Visoka šola za management.
- Bregar, Andrej. 2004. URL: <http://lisa.uni-mb.si/student/predmeti/mosVS/vaje/gradiva/Simulacija%20v%20SZPO.ppt>.
- Crockford, Neil. 1986. *An Introduction to Risk Management*. Suffolk: St. Edmundsbury Press.
- Diacon, S. R., Carter R. L. 1992. *Success in Insurance*. Nottingham: Clays Ltd.
- Doherty, Neil A. 1985. *Corporate Risk Management*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Greene, Trieschmann, Gustavson. 1992. *Risk & Insurance. Cincinnati*. South-Western Publishing Co.
- Hari, Ivan. 1993. *Podjetniško tveganje*. Ljubljana: Organizacija in kadri.
- Harrington, Scott E., Niehaus Gregory R. 1999. *Risk Management and Insurance*. Boston: McGraw-Hill Book Company.
- Harrison, Frank E., Monique A. Pelletier. 2000. *The essence of management – decision*. Bradford : MCB University Press.
- Law, Averill M., Kelton W. David. 1982. *Simulation Modeling and Analysis*. New York: McGraw-Hill.
- Merkhofer, Miley W. 1987. *Decision Science and Social Risk Management*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.
- Možina, Stane, Tavčar Mitja in Kneževič Ana Nuša. 1995. *Poslovno komuniciranje*. Maribor: Založba Obzorja.
- Prašnikar, Janez, Debeljak Žiga. 1998. *Ekonomski modeli za poslovno odločanje*. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
- Rebernik, Miroslav. 1997. *Ekonomika podjetja*. 3.dopolnjena izdaja. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
- Richardson, M. L. 1992. *Risk Management of Chemicals*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Simon, Herbert A. 1976. *Administrative Behavior*. 3. izdaja. New York: The Free Press.
- Tavčar, Mitja. 1994. *Etika in moralno delovanje managementa*. Management. ur. Možina Stane. Radovljica: Didakta.
- Tavčar, Mitja. 2000. *Razsežnosti managementa*. Skripta za podiplomski študij. Koper: Visoka šola za management.
- Tavčar, Mitja. 1999. *Razsežnosti strateškega managementa*. 2. predelana izdaja. Koper: Visoka šola za management.
- Tveganje. 1997. *Slovar slovenskega knjižnega jezika*. Interaktivni program z večpredstavnimi podatki. Disketa 3,5". DZS d.d., Založništvo literature.
- Vila, A. 1994. *Organizacija in organiziranje*. Kranj: Moderna organizacija.
- Williams, C. A., Heins R. M. 1989. *Risk Management and Insurance*. New York: McGraw-Hill Book Company.

*Literatura*

Williams, C. Arthur JR, Heins Richard M. 1981. *Risk Management and Insurance*.  
Fourth Edition. New York: McGraw-Hill Book Company.

## **PRILOGE**

- Priloga 1** Vhodni podatki – možnost A
- Priloga 2** Prihodki – možnost A
- Priloga 3** Stroški – možnost A
- Priloga 4** Sredstva – možnost A (brez naložbe)
- Priloga 5** Sredstva – možnost A (z naložbo)
- Priloga 6** Viri financiranja – možnost A
- Priloga 7** Bilanca uspeha – možnost A
- Priloga 8** Finančni tok – možnost A (brez naložbe)
- Priloga 9** Finančni tok – možnost A (z naložbo)
- Priloga 10** Ekonomski tok – možnost A
- Priloga 11** Vhodni podatki – možnost B
- Priloga 12** Prihodki – možnost B
- Priloga 13** Stroški – možnost B
- Priloga 14** Sredstva – možnost B (brez naložbe)
- Priloga 15** Sredstva – možnost B (z naložbo)
- Priloga 16** Viri financiranja – možnost B
- Priloga 17** Bilanca uspeha – možnost B
- Priloga 18** Finančni tok – možnost B (brez naložbe)
- Priloga 19** Finančni tok – možnost B (z naložbo)
- Priloga 20** Ekonomski tok – možnost B
- Priloga 21** Vrednosti izhodnih spremenljivk - I
- Priloga 22** Vrednosti izhodnih spremenljivk - II
- Priloga 23** Vrednosti izhodnih spremenljivk - III
- Priloga 24** Vrednosti izhodnih spremenljivk - IV
- Priloga 25** Vrednosti izhodnih spremenljivk - V





Vhodni podatki – možnost A



Prihodki – možnost A



Stroški – možnost A



Sredstva – možnost A (brez naložbe)





Sredstva – možnost A (z naložbo)



Viri financiranja – možnost A



Bilanca uspeha – možnost A



Finančni tok – možnost A (brez naložbe)





Finančni tok – možnost A (z naložbo)



Ekonomski tok – možnost A



Vhodni podatki – možnost B



Prihodki – možnost B





Stroški – možnost B



Sredstva – možnost B (brez naložbe)



Sredstva – možnost B (z naložbo)



Viri financiranja – možnost B





Bilanca uspeha – možnost B



Finančni tok – možnost B (brez naložbe)



Finančni tok – možnost B (z naložbo)



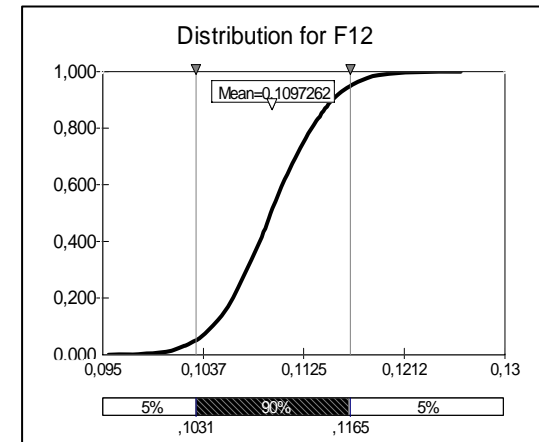
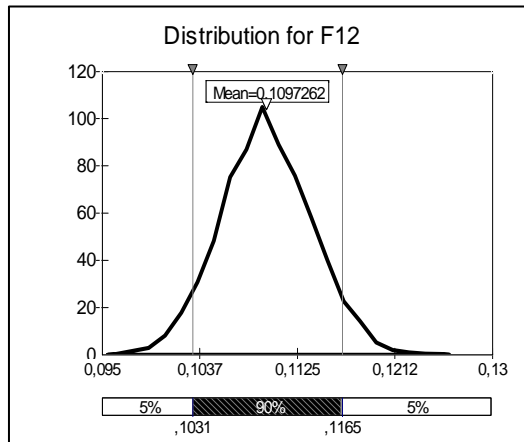
Ekonomski tok – možnost B



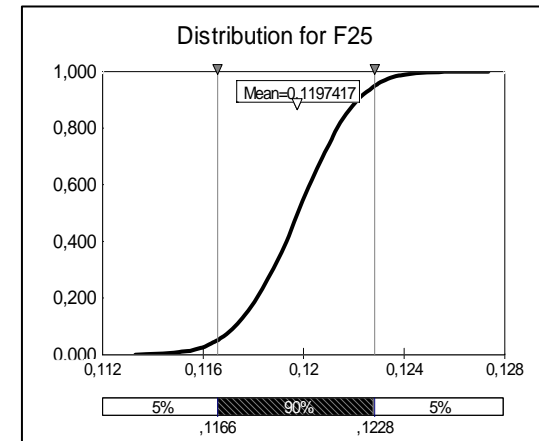
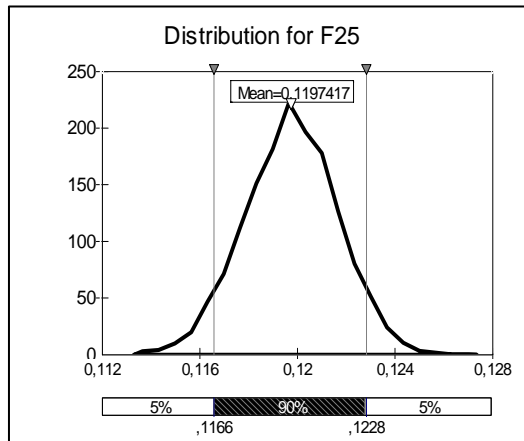


Vrednosti izhodnih spremenljivk - I

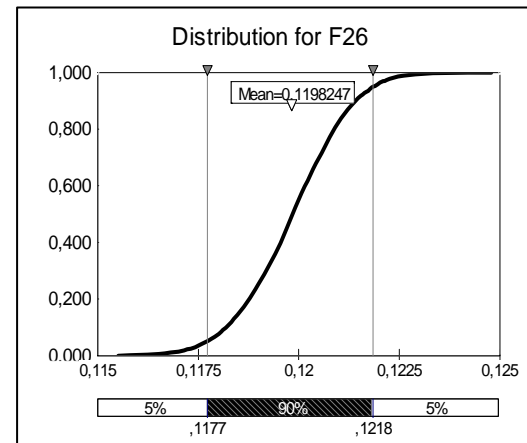
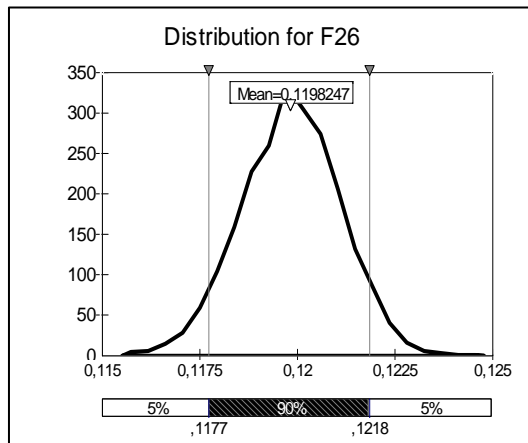
IRR brez naložbe – možnost A



IRR z naložbo – možnost A

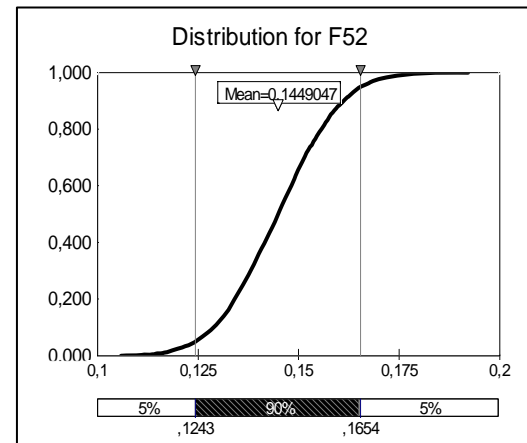
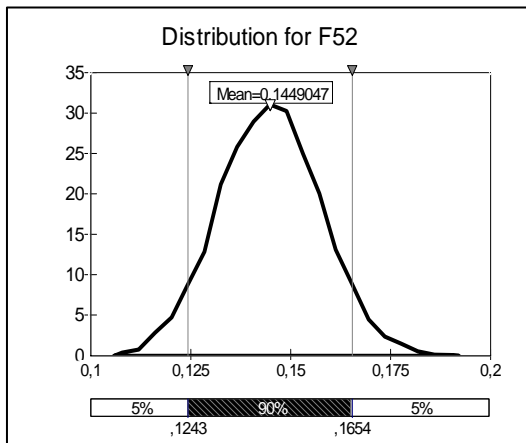


MIRR z naložbo – možnosť A

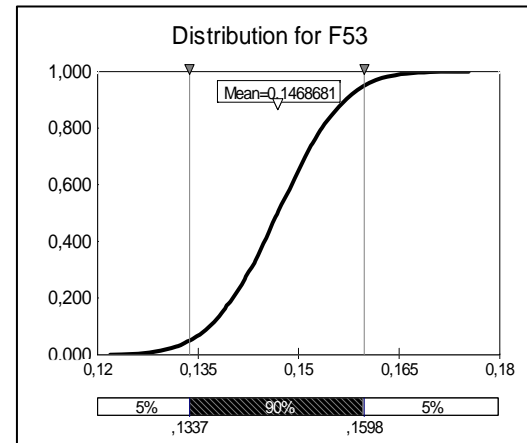
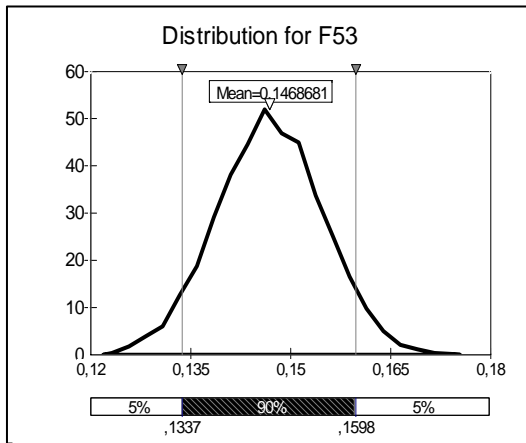


Vrednosti izhodnih spremenljivk - II

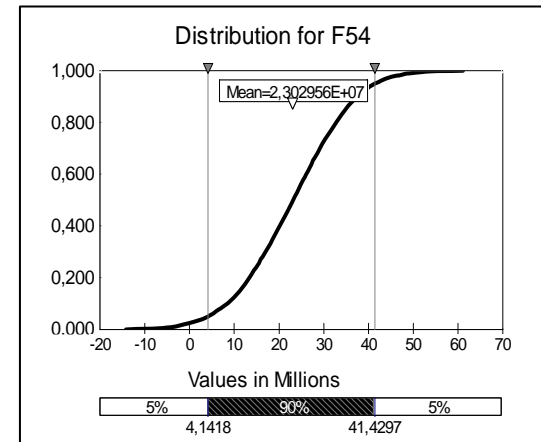
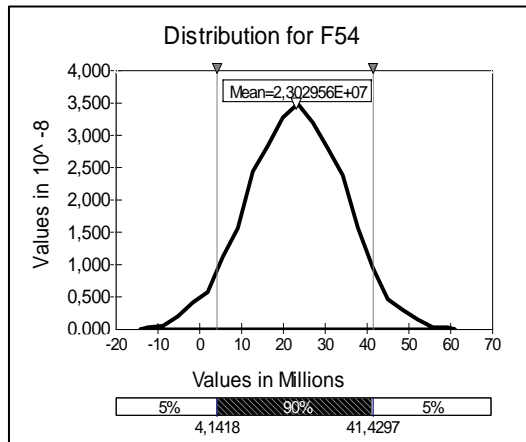
IRR naložbe – možnost A



MIRR naložbe – možnost A

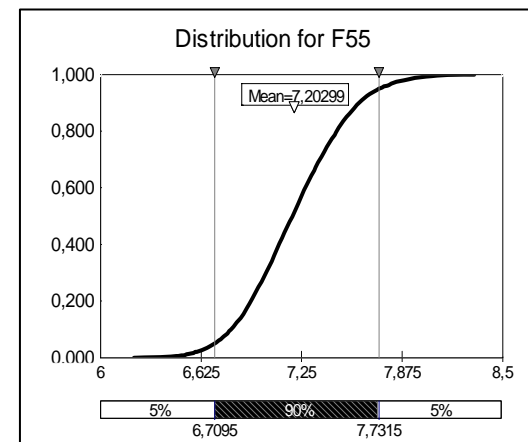
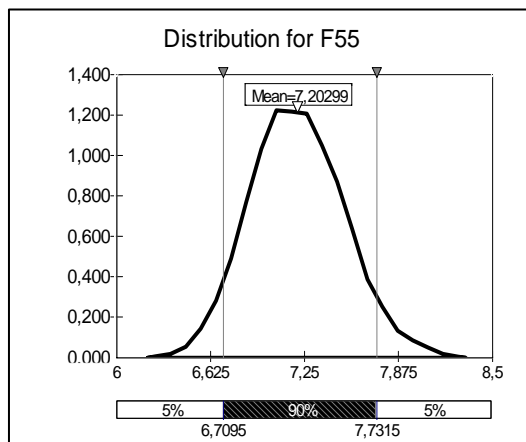


NSV naložbe – možnost A

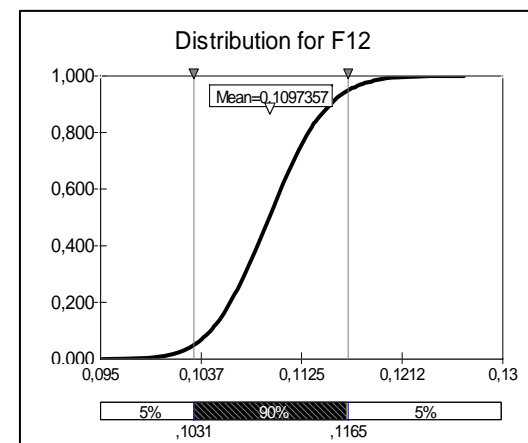
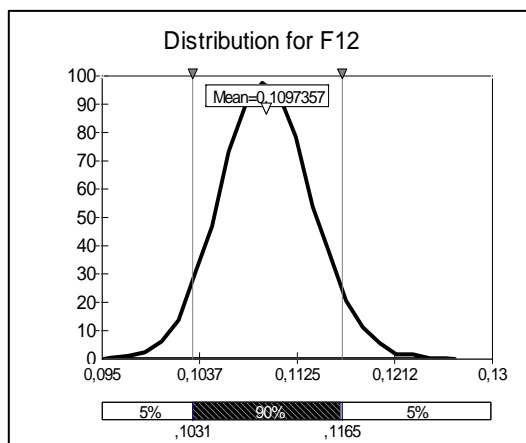


Vrednosti izhodnih spremenljivk - III

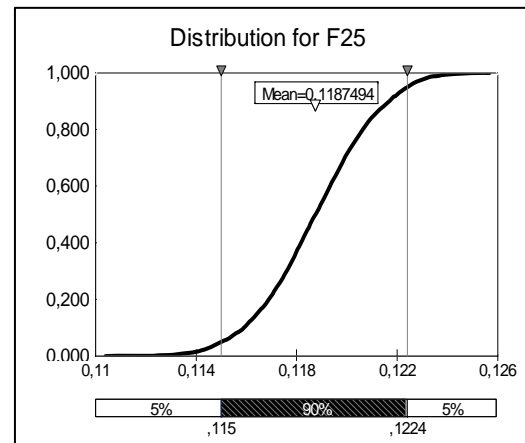
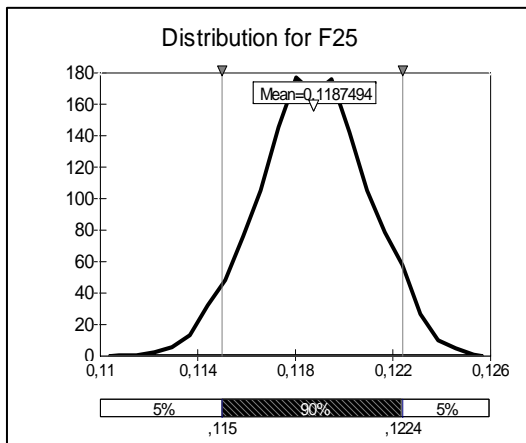
Čas povratka naložbe – možnost A



IRR brez naložbe – možnost B

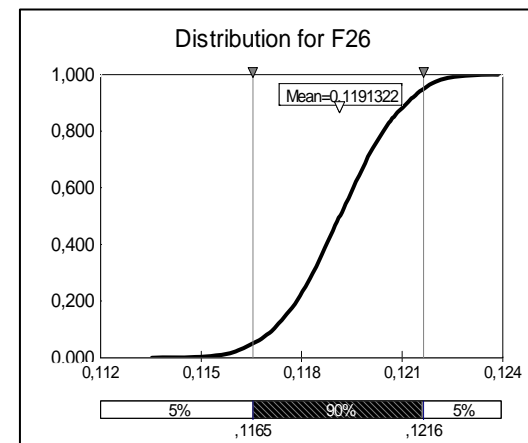
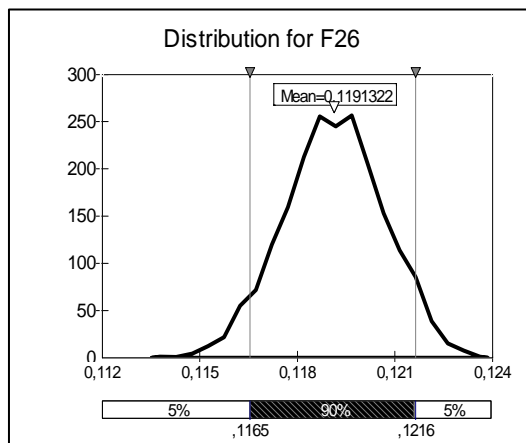


IRR z naložbo – možnost B

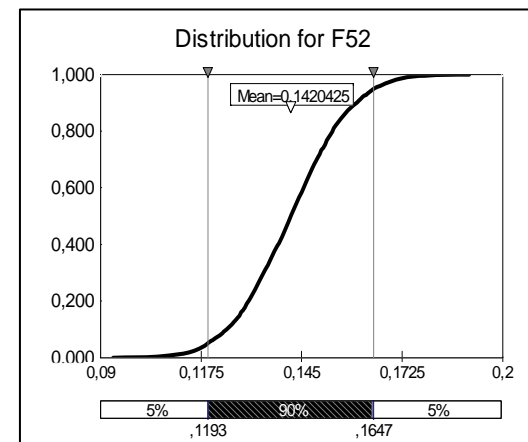
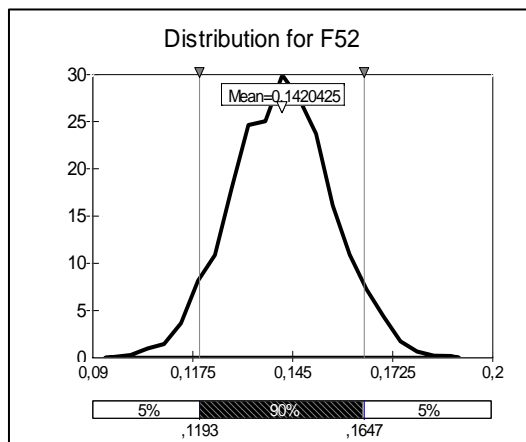


Vrednosti izhodnih spremenljivk - IV

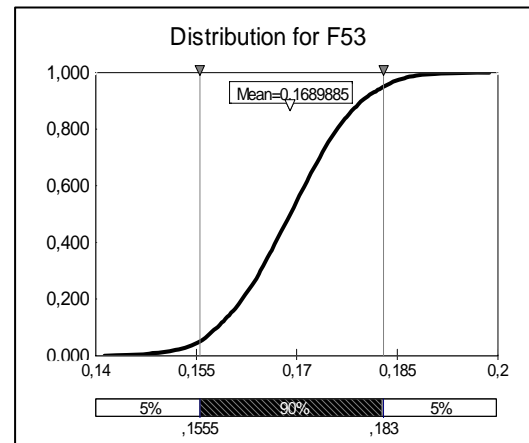
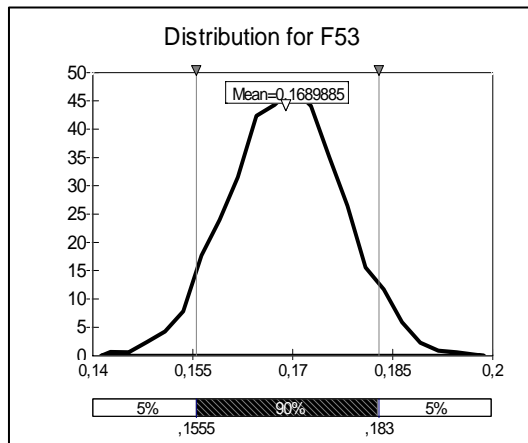
MIRR z naložbo – možnost B



naložbe – možnost B



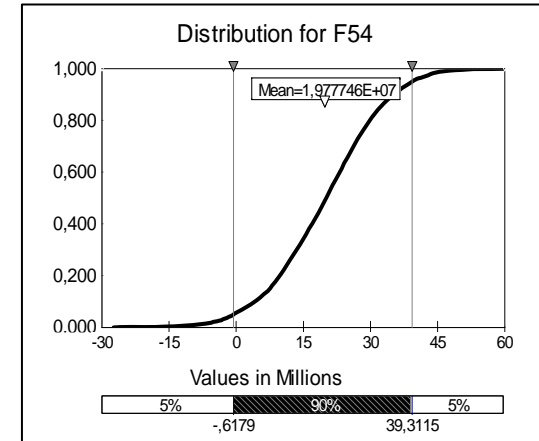
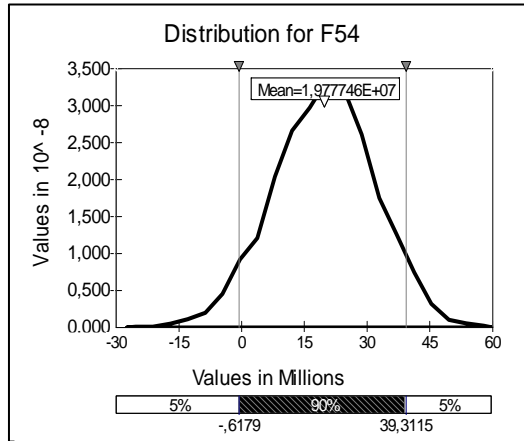
MIRR naložbe – možnost B





Vrednosti izhodnih spremenljivk - V

NSV naložbe – možnost B



Čas povratka naložbe – možnost B

