

**Dr. ĐURO BENIĆ**

Docent na Fakultetu za turizam i vanjsku trgovinu Dubrovnik

## **IZBOR ODLUKE U UVJETIMA NEIZVJESNOSTI**

UDK 338:65.01

Izvorni znanstveni rad

Primljeno: 15. 10. 1992..

### **Sažetak**

*Rizik je mogućnost događanja izvjesnog nepoželjnog rezultata. Menedžeri su uglavnom neskloni prema riziku. Ta nesklonost neposredno utječe na vrednovanje poduzeća, pa temeljni model vrednovanja poduzeća treba doraditi prilagođavanjem diskontnih stopa riziku. Donošenje odluka u uvjetima neizvjesnosti može se olakšati korištenjem dva temeljna postupka: stabla odluke i simulacije.*

*Ključni pojmovi: neizvjesnost, rizik, vjerojatnoća, mjerenje rizika, stav prema riziku, model vrednovanja poduzeća, izbor odluke, stablo odluke, simulacija*

### **UVOD**

U menedžerskoj ekonomiji mnoge analize i modeli razrađeni su na način da se pretpostavlja potpuna izvjesnost svih akcija i rezultata. Često se podrazumijeva da su sa sigurnošću poznati npr. potražnja, cijene, troškovi, profit, ili mogućnost predviđanja ponašanja drugih poduzeća. Međutim, to je u zbilji rijetkost, pa se skoro sve važnije menedžerske odluke donose u uvjetima neizvjesnosti.<sup>1)</sup>

Općenito gledano, život je neizvjestan i dosta rizičan jer ljudi ovisе o različitim slučajnim nezgodama. Tako je neizvjesnost rasprostranjena i u poslovnom životu, pa se, za razliku od gore navedenog, potražnja i cijene stalno mijenjaju, a ponašanje drugih poduzeća ne može se sagledati. Kako se neizvjesnost ne može eliminirati, potrebno je učiti kako raditi sa prihvatljivim stupnjem neizvjesnosti. Upravo zato analiza rizika postaje neophodna, pa je suvremena

---

1) Istina je da dio jednostavnih odluka menedžeri donose u uvjetima u kojim su sa sigurnošću poznate sve moguće posljedice takvih odluka. Jedna takva odluka, gdje se sa sigurnošću zaključuje kako ostvariti veću dobit, jest npr. da li višak gotovine investirati u jednomjesečni državni zajam uz dobit od 8%, ili je položiti kao depozit u banku uz kamatu od 7%.

ekonomija u najnovije vrijeme počela uključivati neizvjesnost u analizu ponašanja proizvođača i potrošača.<sup>2)</sup>

Koncept rizika je neophodan u sagledavanju vrijednosti poduzeća i mora se uključiti u temeljni model procjene poduzeća. Zato proces donošenja odluka u uvjetima neizvjesnosti zahtijeva jednu kompleksniju analizu u kojoj poznavanje načela donošenja odluka u uvjetima izvjesnosti pruža samo solidnu osnovu.

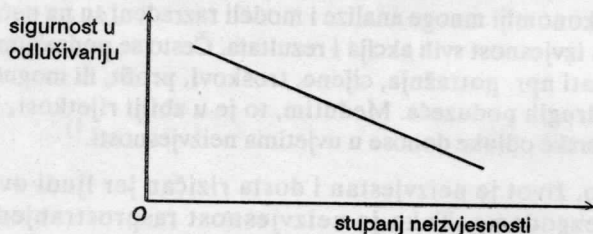
Slijedom toga, u ovom radu prvo će se definirati rizik, razmotriti stav prema riziku, zatim će se doraditi model vrednovanja poduzeća s obzirom na rizik, da bi se nakon toga prikazale neke tehnike donošenja odluka u uvjetima neizvjesnosti.

## 1. RIZIK U EKONOMSKOJ ANALIZI

Rizik se najčešće definira kao mogućnost događanja izvjesnog nepoželjnog rezultata.<sup>3)</sup> Npr. ako netko uplati \$ 100.000 u kratkoročne državne obveznice uz naznačenu kuponsku kamatu od 8 postotaka, prinos od takve investicije može se precizno predodrediti, pa je to investicija nepodložna riziku. Za razliku od toga, ako se isti iznos investira u dionice izvjesnog društva koje vrši istraživanje nafte u nekom području, prinos od te investicije ne može se precizno unaprijed odrediti. On se može kretati od punog gubitka do vrlo visokih iznosa. Kako postoji opasnost gubitka, investicija je relativno rizična.

Učinkovitost odluke koju menadžer donosi ovisi o stupnju neizvjesnosti, jer postoji negativna korelacija između neizvjesnosti i menadžerove sigurnosti u odlučivanju. Što je viša neizvjesnost o glavnim činiteljima u odlučivanju to je manja sigurnost za menadžera u svezi s uspješnim rezultatom odlučivanja (vidi sliku 1).

Slika 1



2) Samuelson P. A., Nordhaus W. D., Economics, Thirteenth Edition, McGraw-Hill International Editions, Singapore, 1989., str. 595.

3) Neki autori prave razliku između rizika i neizvjesnosti podrazumijevajući pod rizikom situacije u kojim je poznata vjerojatnoća događanja dok kod neizvjesnosti vjerojatnoća nije poznata - vidi - Machina M.J. and Rothschild M., Risk i Fishburn P.C., Utility Theory and Decision Theory u Eatwell J., Milgate M. and Newman P., (Ed.), The New Palgrave: A Dictionary of Economics, The Macmillan Press Limited, London, 1987., Volume 4, str. 201. i 779.

U svrhu ovog rada nije potrebno praviti ovakvu razliku tako da svaku odluku čiji ishod nije sasvim izvjestan definiramo kao riskantnu, odnosno kažemo da su takve odluke podložne riziku ili neizvjesnosti.

Slijedom toga rizik se dovodi u svezu s vjerojatnošću nepoželjnih ishoda, pa je potrebno rizik definirati preciznije. To se može učiniti analizom u nekoliko koraka.

Vjerojatnoća nekog ishoda definira se kao izgled ili šansa da će ishod uslijediti. Postoje dva koncepta vjerojatnoće: objektivna vjerojatnoća i subjektivna vjerojatnoća. Objektivna vjerojatnoća temelji se na dugoročnim relativnim učestalostima. Tako, ako se u jednoj kutiji nalaze jedna bijela i dvije plave loptice jednake po svemu osim po boji, vjerojatnoća da se nakon miješanja bez gledanja izvuče bijela loptica je  $1/3$ , a vjerojatnoća da će se izvući plava jeste  $2/3$ . Na taj način izražava se neizvjesnost. Ako se pokus ponavlja više puta približno u  $1/3$  slučajeva loptica će biti bijela, a u  $2/3$  slučajeva bit će plava.

Međutim, u praksi problemi vezani za neizvjesnost nisu ovako jednostavni i vezani za ponavljanje, pa se široko upotrebljava koncept subjektivne vjerojatnoće. To je teorija vjerojatnoće koja se temelji na subjektivnim vjerovanjima, a tipičan primjer su šanse kod klađenja. Npr. ako za nogometnu utakmicu između klubova A i B kažemo

vjerojatnost da pobijedi A =  $1/2$

vjerojatnost da pobijedi B =  $1/4$

vjerojatnost za neodlučeno =  $1/4$ ,

tada se kladimo 2:1 za A protiv B i protiv neodlučeno, odnosno 1:1 za B protiv neodlučeno.

Treba primijetiti da se vjerojatnoća uvijek nalazi između 0 i 1, odnosno da zbroj vjerojatnoća mora uvijek biti jednak jedinici (ili 100%) ako je distribucija vjerojatnoće potpuna.<sup>4)</sup>

U ovom primjeru rezultat nogometne utakmice je slučajna varijabla. Slučajna varijabla je varijabla čija je vrijednost neizvjesna, ali čija je vjerojatnoća rasprostranjenosti poznata. Slijedom toga, ako poduzeće ne može predvidjeti ostvarenje profita npr., a može vjerojatnoću njihovog ostvarenja, profiti poduzeća su slučajna varijabla.

Ako pomnožimo svaki mogući ishod sa njegovom vjerojatnošću događanja i potom zbrojimo ove proizvode dobivamo ponderirani prosjek (ponderiranu srednju veličinu) ishoda. Ponderi su vjerojatnoće događanja, a ponderirani prosjeci se definiraju kao očekivani ishod. Prema tome, ako slučajna varijabla X uzima vrijednost  $x_1, x_2, \dots, x_n$  s vjerojatnošćama  $P_1, P_2, \dots, P_n$  (s tim da je  $P_1 + P_2 + \dots + P_n = 1$ ), tada je očekivana vrijednost slučajne varijable  $E(X)$

$$E(X) = x_1 \cdot P_1 + x_2 \cdot P_2 + \dots + x_n \cdot P_n,$$

4) Ako se razmatra mogućnost nekog događanja, vjerojatnoća jednaka jedinici je izvjesnost (nema rizika); vjerojatnoća jednaka nula je nemogućnost (nema događanja); isto tako, vjerojatnoća nekog događanja i vjerojatnoća njemu suprotnog događanja (njegove negacije) su komplementarne: njihov zbroj jednak je jedinici.

odnosno

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot P_i \quad (1)$$

Primjer - menadžer donosi odluku imajući u vidu da poduzeće može iduću godinu poslovati na dva načina<sup>5)</sup>. Prvo, zadržati jednak proizvodni program kao tekuće godine, s tim da nije sigurno koliki će se profiti ostvariti, a menadžer vjeruje da postoji 50 postotaka izgleda da profit bude jednak kao tekuće godine, te da postoji 25 postotaka izgleda da bude manji za \$ 1 milijun i 25 postotaka izgleda da bude veći za \$ 1 milijun. Ako je profit u tekućoj godini \$ 5 milijuna, tada je distribucija, odnosno raspored vjerojatnoće za profit iduće godine

Ishod (Pf u \$ mil.)	Vjerojatnoća
5	1/2
4	1/4
6	1/4

Očekivani profit je

$$E(Pf) = 1/2 \cdot 5 + 1/4 \cdot 4 + 1/4 \cdot 6 = \$ 5 \text{ milijuna.}$$

Drugi način poslovanja jest promjena proizvodnog programa za koji je distribucija vjerojatnoće profita slijedeća

Ishod (Pf u \$ mil.)	Vjerojatnoća
5	1/2
0	1/4
10	1/4

To znači, ako se profit mijenja jednaka je vjerojatnoća da će se povećati za \$ 5 milijuna ili da će se smanjiti za \$ 5 milijuna.

Očekivani profit je

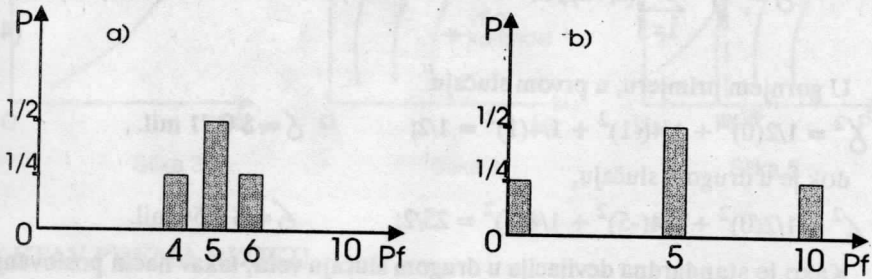
$$E(Pf) = 1/2 \cdot 5 + 1/4 \cdot 0 + 1/4 \cdot 10 = \$ 5 \text{ milijuna.}$$

Ovo se može i grafički prikazati da bi se dobila slika vjerojatnoće stvarnih ishoda - vidi histogram na slici 2, gdje apscisa mjeri profit u \$ milijun, a ordinata vjerojatnoće događanja. Visina svakog osjenčenog stupca označava vjerojatnoću događanja datog ishoda. Kod prvog načina poslovanja (dio slike a) raspon vjerojatnih ishoda je od \$ 4 milijuna do \$ 6 milijuna sa prosječnom ili očekivanom

5) U jednom općem pristupu neizvjesnosti, upotrebljavajući očekivane vrijednosti, konstrukcija modela odlučivanja vrši se u pet koraka: (1) ustanoviti cilj donosioca odluke, (2) ustanoviti skup akcija koje se eksplicitno razmatraju, (3) ustanoviti skup relevantnih događaja koji mogu nastati, (4) ustanoviti skup vjerojatnoća nastanka svakog događaja i (5) ustanoviti skup ishoda koji ovise o pojedinim akcijama i događajima. \_ Horngren C.T., Cost Accounting - A Managerial Emphasis, Fifth Edition, Prentice - Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1982., str. 721-722.

vrijednošću od \$ 5 milijuna. U drugom slučaju (dio slike b) očekivana vrijednost je također \$ 5 milijuna, ali sa rasponom mogućih ishoda od \$ 0 do \$ 10 milijuna.

Slika 2



Prema tome, u oba slučaja očekivani profit je \$ 5 milijuna. Međutim, drugi način poslovanja riskantniji je nego prvi jer postoji izgled da se ostvari za 100 postotaka veći profit ali i izgled da se profit uopće ne ostvari (gušća distribucija vjerojatnoće mogućih ishoda znači manji rizik za datu odluku). Upravo zbog toga potrebno je mjeriti uključeni rizik.

Rizik se može mjeriti standardnom devijacijom koja se obilježava simbolom  $\delta$  (sigma). Manji standard devijacije, manja je gustoća distribucije vjerojatnoće i, dosljedno tome, niža je rizičnost alternative.<sup>6)</sup> Standardna devijacija izračunava se na slijedeći način.

1. Izračuna se očekivana ili srednja vrijednost distribucije kao u relaciji (1).

2. Odbija se očekivana vrijednost (u gornjem primjeru očekivani ili prosječni profit može se obilježiti sa  $\bar{x}$ ) od svakog mogućeg ishoda da bi se dobio skup devijacija od očekivane vrijednosti

$$\text{Devijacija } i = x_i - \bar{x}. \quad (2)$$

3. Svaka devijacija se kvadrira i pomnoži sa vjerojatnoćom događanja koja se na nju odnosi, a zatim se zbroje dobiveni proizvodi i dobiva se varijansa distribucije vjerojatnoće ( $\delta^2$ ). Znači, varijansa =  $\delta^2 = (x_1 - \bar{x})^2 \cdot P_1 + (x_2 - \bar{x})^2 \cdot P_2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 \cdot P_n$ , odnosno

$$\delta^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 P_i \quad (3)$$

6) Budući da rizik definiramo u terminu šanse nepovoljnog ishoda, činilo bi se logičnim da se rizik mjeri u terminima vjerojatnoće gubitka ili barem prinosa nižih od očekivanog prinosa, umjesto sa cjelinom vjerojatnoće. Mjere prinosa nižih od očekivanog (poznate kao semivarijansne mjere) primjenjivane su, ali teške su za analizu. Osim toga, takve su mjere nepotrebne ako je distribucija budućih profita razumno simetrična očekivanom profitu. Za mnoge menadžerske probleme ova pretpostavka o simetriji je razumna i zato možemo koristiti ukupnost vjerojatnoće za mjerenje rizika.

4. Standardna devijacija se iznalazi dobivanjem kvadratnog korjena varijanse,

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot P_i} \quad (4)$$

U gornjem primjeru, u prvom slučaju

$$\sigma^2 = 1/2(0)^2 + 1/4(-1)^2 + 1/4(1)^2 = 1/2; \quad \sigma = \$ 0,71 \text{ mil. ,}$$

dok je u drugom slučaju,

$$\sigma^2 = 1/2(0)^2 + 1/4(-5)^2 + 1/4(5)^2 = 25/2; \quad \sigma = \$ 3,54 \text{ mil.}$$

Kako je standardna devijacija u drugom slučaju veća, takav način poslovanja je rizičniji.

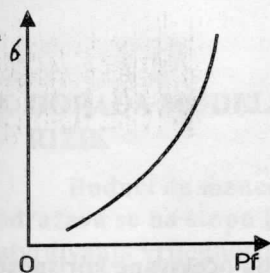
Primijetiti je da mogu nastati problemi kad se standardna devijacija koristi kao mjerilo rizika kod usporedbe alternativnih odluka čiji troškovi i prinosi nisu aproksimativno jednake veličine.<sup>7)</sup> Tada kao prikladno mjerilo relativnog rizika služi koeficijent varijacije  $v$  koji se dobiva dijeljenjem standardne devijacije sa srednjom vrijednošću očekivanja, ili očekivanom vrijednošću, tj.

$$\text{koeficijent varijacije} = v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (5)$$

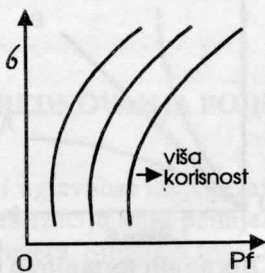
Ovdje je bitno istaći slijedeće.<sup>8)</sup> Poduzeće obično može uvećati očekivane profite samo praveći riskantnija investicijska ulaganja što povećava standardnu devijaciju. Krivulja na slici 3 pokazuje odnos očekivanog profita i standardne devijacije profita. Ako poduzeće promatra viši rizik kao loše, a očekivane prinose kao dobro, krivulja indiferencije (između lošeg i dobrog) ima oblik kao na slici 4. Sada se postavlja pitanje ravnoteže poduzeća s obzirom na optimalnu razinu očekivanih profita i standardnu devijaciju profita. Ako je AB krivulja mogućeg profita najviša krivulja indiferencije koja se može doseći je  $I_1$ , pa se ravnoteža postiže u točki tangencije C s očekivanim profitom  $Pf^*$  i standardnom devijacijom  $\sigma^*$  (slika 5).

7) Npr. ako neki projekt ima očekivane prinose od \$ 1 milijun i standardnu devijaciju od samo \$ 1.000 on je jamačno manje rizičan nego projekt sa očekivanim prinosom od \$ 1.000 i standardnom devijacijom od \$ 500 iz razloga što je relativna varijacija (odstupanje) za veći projekt mnogo manja.

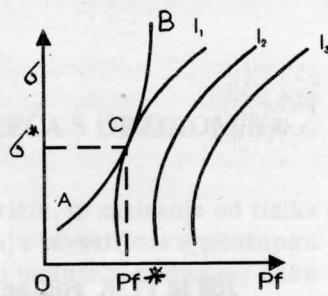
8) Usp. Maddala G. S., Miller E., Microeconomics: Theory and Applications, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1989., str. 594.



Slika 3



Slika 4



Slika 5

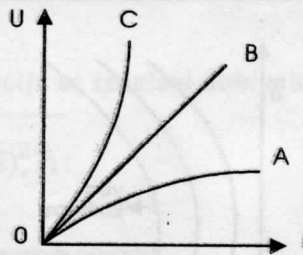
## 2. STAV PREMA RIZIKU

Pretpostavka nesklonosti ili zaziranja od rizika temeljna je za mnoge modele odlučivanja koji se koriste u menadžerskoj ekonomiji, pa je potrebno ukratko raspraviti problematiku stava prema riziku. Postoje tri stava prema riziku: želja za rizikom, ravnodušnost u odnosu na rizik i nesklonost prema riziku. Pojedinaac koji voli rizik suočen s izborom između više ili manje rizične investicije sa jednakim očekivanim prinosima odabire rizičniju investiciju. Kod istog izbora osoba ravnodušna u odnosu na rizik ravnodušna je i u odnosu na to koju će investiciju prihvatiti, dok osoba nesklona riziku odabire manje rizičnu investiciju.<sup>9)</sup> Sigurno je da postoje pojedinci koji preferiraju rizik i drugi koji su indiferentni u odnosu na njega, ali logika i iskustvo sugeriraju da menadžeri pretežno izbjegavaju rizik.

Postavlja se pitanje: zašto je nesklonost prema riziku opće zastupljena? Najlogičniji odgovor na to pitanje daje teorija korisnosti. U biti nesklonosti prema riziku pojam je opadajuće granične korisnosti novca. Ako osoba koja je bez novca dobije 100 \$ može zadovoljiti najneposrednije potrebe. Ako zatim dobije još 100 \$ može ih koristiti, ali joj nisu jednako potrebni kao onih prvih 100 \$. Slijedom toga, korisnost drugih, ili graničnih 100 \$ manja je od korisnosti prvih 100 \$ i tako dalje za dodatne priraste novca. Upravo zato je granična korisnost novca opadajuća.

Funkcija korisnosti novca, odnosno dohotka, različita je za osobe različitih stavova prema riziku. Opadajuća granična korisnost novca daje objašnjenje ponašanja osoba nesklonih riziku (A), dok je kod osoba sklonih riziku prisutna rastuća granična korisnost novca (C), a kod osoba ravnodušnih prema riziku (B) konstantna granična korisnost novca (vidi sliku 6 koja pokazuje odnos između novca i njegove korisnosti gdje apscisa mjeri dohodak (I), a ordinata mjeri ukupnu korisnost (U)).

9) Ove pojmove mogli bi formalno definirati na slijedeći način. Postoji ponuda da se baca kovanica uvis i da glava donosi dobitak od \$ 100, a pismo gubitak od \$ 100. Prema tome postoji vjerojatnoća 1/2 za dobitak \$ 100 i za gubitak \$ 100, a očekivani dobitak je  $-1/2(100) + 1/2(-100) = 0$  - pa je to fair igra ili pošteno kockanje. Osoba sklona riziku žudno poduzima igru i spremna je platiti izvjesnu cijenu da je igra; osoba ravnodušna na rizik ravnodušna je između prihvaćanja i odbijanja fair igre i neće platiti nikakvu cijenu; osoba nesklona riziku nije spremna igrati, odnosno tražit će neki novac da bi sudjelovala u igri.

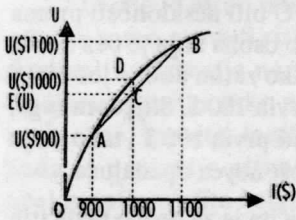


Slika 6

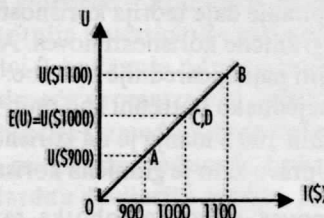
Još je 1738. godine D. Bernoulli formulirao teoriju očekivane korisnosti opazivši da pojedinci različito reagiraju na jednake igre. U osnovi toga je očekivana korisnost vrijednosti novca, a ne očekivana novčana vrijednost nagrade, pa se pojedinci ponašaju tako da maksimiziraju očekivanu korisnost.<sup>10)</sup>

Tako npr. osobi sa dohotkom \$ 1.000 nudi se fair igra gdje uz vjerojatnoću 1/2 dobija \$ 100, odnosno uz vjerojatnoću 1/2 gubi \$ 100. Početna korisnost za ovu osobu je  $U(\$ 1.000)$ , a poslije igre ona može dobiti korisnost  $U(\$ 900)$  s vjerojatnoćom 1/2 i  $U(\$ 1.100)$  s vjerojatnoćom 1/2. Očekivana korisnost je, dakle,  $E(U) = 1/2 U(\$ 900) + 1/2 U(\$ 1.100)$ .

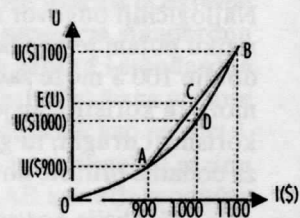
Teorija očekivane korisnosti kaže da se pojedinci ponašaju tako da maksimiziraju očekivanu korisnost. Kako je bez igre očekivana korisnost  $U(\$ 1.000)$  jer je to izvjesno (uz vjerojatnoću 1), ukoliko je  $U(\$ 1.000)$  veće od  $E(U)$  osoba neće igrati i to je osoba nesklona riziku. Ako su  $U(\$ 1.000)$  i  $E(U)$  jednaki, osoba će biti ravnodušna i to je osoba ravnodušna na rizik. Ako je  $U(\$ 1.000)$  manje od  $E(U)$  osoba će sudjelovati u igri, pa su to osobe sklone riziku. Ove tri situacije prikazane su na slikama 7, 8 i 9.<sup>11)</sup>



Slika 7



Slika 8



Slika 9

U sva tri slučaja točka A odgovara  $U(\$ 900)$ , točka B odgovara  $U(\$ 1.100)$ , a točka C je srednja točka dužine AB, pa odgovara polovini zbroja  $A_i B_i$  i predstavlja očekivanu korisnost  $E(U)$ . Točka D odgovara  $U(\$ 1.000)$ , pa je za osobu nesklonu riziku viša od točke C (slika 7); za osobu ravnodušnu na rizik točke C i D su jednake (slika 8); a za osobu sklonu riziku točka C je viša od točke D.

10) Ove hipoteze kasnije su izvođene na bazi više pretpostavki o ponašanju pojedinca suočenog s neizvjesnošću (F. Ramsey, K. Menger, J. von Neumann, O. Morgenstern) - vidi Machina M.J., Expected Utility Hypotesis, u Eatwell J., Milgate M. and Newman P., Isto djelo, str. 236 - 237.

11) Usp. Isto djelo, str. 234. i Maddala G. S., Miller E., isto djelo, str. 597



### 3. DORADA MODELA VREDNOVANJA PODUZEĆA S OBZIROM NA RIZIK

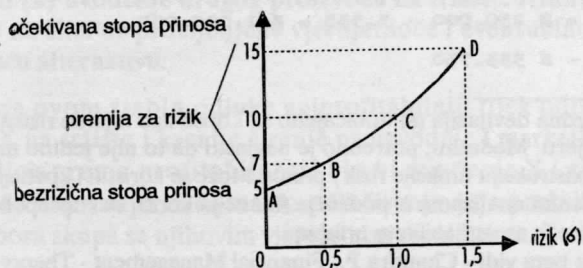
Budući da menadžeri uglavnom izbjegavaju rizik, to zaziranje od rizika odražava se na stopu kapitalizacije koju primjenjuju investitori u postupku utvrđivanja vrijednosti poduzeća. Slijedom toga, ako poduzeće poduzima neku aktivnost koja povećava razinu njegovog rizika to će utjecati na njegovu vrijednost. Temeljni model vrednovanja poduzeća je

$$V = \sum_{t=1}^n \frac{P_{ft}}{(1+i)^t} \quad (6)$$

gdje  $P_{ft}$  označava objektivno očekivanu vrijednost profita u svakoj godini, i diskontnu stopu, a  $t$  vrijeme.

Sada pretpostavimo da poduzeće može izabrati jedan od dva načina poslovanja gdje jedan način može rezultirati većim očekivanim profitom ali i većim rizikom, dok drugi može imati manji očekivani profit ali i manji rizik. Da li je veći očekivani profit dovoljna protuteža većem riziku? Ako jest, onda rizičniju varijantu poslovanja treba preferirati, a ako nije treba odabrati varijantu nižeg rizika.

Postoji više postupaka uvođenja rizika u model vrednovanja poduzeća, a najčešće primjenjivani metod temelji se na podešavanju diskontne stope i. Podešavanje diskontne stope riziku vrši se na osnovu investitorovih funkcija trade-off ("kompromisa") između rizika i prinosa. Ako su investitori voljni licitirati između rizika i prinosa kao što je prikazano na slici 10, tada se dobivena krivulja može definirati kao krivulja tržišne indiferencije ili krivulja trade-off rizik / prinos. Prosječan investitor ravnodušan je u odnosu na slijedeće mogućnosti: bezrizično poslovanje sa sigurnom stopom prinosa od 5%; umjereno rizično poslovanje uz očekivani prinos od 7%; rizičnije poslovanje uz prinos od 10%; vrlo rizično poslovanje uz očekivani prinos od 15%. Znači, kako se rizik povećava potrebni su sve veći prinosi od investicije da bi investitorima kompenzirali dodatan rizik.



Slika 10

Premija za rizik kod rizičnog poslovanja predstavlja razliku između očekivane stope prinosa u određenom poslovanju i stope prinosa kod bezrizičnog

poslovanja. U primjeru koji je predstavljen na slici 10 bezrizična stopa prinosa je 5 postotaka; za rizik razine  $\sigma = 0,5$  potrebna je premija na rizik u visini od 2 postotka, za rizik razine  $\sigma = 1,0$  5 postotaka, a za investiciju sa rizikom od  $\sigma = 1,5$  potrebna je premija na rizik od 10 postotaka.<sup>12)</sup> U tom slučaju prosječan investitor je ravnodušan u izboru rizičnih (B, C i D) i nerizične alternative investiranja.

Budući da za pojedinu investiciju postoje razina rizika i zahtjevani prinos, temeljni model vrednovanja poduzeća (6) može se doraditi uključenjem rizika preko prilagođavanja diskontne stope i. Tako se dobiva model vrednovanja

$$V = \sum_{t=1}^n \frac{P f_t}{(1+k)^t} \quad (7)$$

gdje je  $k$  diskontna stopa prilagođena riziku, odnosno ona je zbroj bezrizične stope prinosa i premije na rizik  $t$ , stoga, označava funkciju varijabilnosti prinosa poduzeća. Prema tome, za poduzeće čija bi standardna devijacija profita bila 1,0 odgovarajuća diskontna stopa bila bi 10 postotaka, a rizičnije poduzeće sa  $\sigma = 1,5$  vrednovalo bi se sa diskontnom stopom od 15 postotaka.

Ovo se može ilustrirati slijedećim primjerom. Menedžer mora donijeti odluku o izboru projekta A ili B. Očekivani investicijski izdatak u oba projekta je \$ 1.000.000. Očekivani novčani priljev za projekt A je \$ 250.000 godišnje za osam godina, a za projekt B je \$ 290.000 godišnje za osam godina. Istraživanje tržišta pokazalo je različitost rizika pa standardna devijacija očekivanih godišnjih prinosa projekta A je 1,0, a projekta B 1,5. Na osnovu toga zaključuje se da bi projekt A bio vrednovan sa 10 postotaka troška kapitala, dok bi primjeren trošak kapitala za projekt B bio 15 postotaka. Koji projekt izabrati?

Potrebno je izračunati riziku prilagođenu vrijednost za svaki projekt:

$$\begin{aligned} \text{Vrijednost A} &= \sum_{t=1}^8 \frac{\$ 250.000}{(1,10)^t} - \$ 1.000.000 \\ &= \$ 250.000 \left( \sum_{t=1}^8 \frac{1}{(1,10)^t} \right) - \$ 1.000.000 \\ &= \$ 250.000 \cdot 5,335 - \$ 1.000.000 \\ &= \$ 333.750 \end{aligned}$$

12) Standardna devijacija (6) uobičajeno se koristi kao mjerilo rizika pa je tako i u ovom primjeru. Međutim, potrebno je naglasiti da to nije jedino mjerilo koje se koristi za konstrukciju funkcije rizik / prinos. Može se koristiti i koeficijent varijacije, a u suvremenim analizama iz područja financija koristi se koncept beta. Svi se ovi koncepti temelje na varijabilitetu prinosa.

O konceptu beta vidi - Chandra P., Financial Management - Theory and Practice, Second Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1989., str. 67-70. i (posebno primjer) - Miller R.M., Computer - Aided Financial Analysis, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., New York, 1990., str. 35-39.

$$\begin{aligned}
 \text{Vrijednost B} &= \sum_{t=1}^8 \frac{\text{§ } 290.000}{(1,15)^t} - \text{§ } 1.000.000 \\
 &= \text{§ } 290.000 \left( \sum_{t=1}^8 \frac{1}{(1,15)^t} \right) - \text{§ } 1.000.000 \\
 &= \text{§ } 290.000 \cdot 4,487 - \text{§ } 1.000.000 \\
 &= \text{§ } 301.230
 \end{aligned}$$

Kako je riziku prilagođena vrijednost sigurnijeg projekta A veća nego ona od projekta B, menadžer će izabrati projekat A, jer taj izbor maksimizira vrijednost poduzeća.

#### 4. POSTUPCI DONOŠENJA ODLUKE U UVJETIMA NEIZVJESNOSTI

Postoje dva temeljna postupka koja se koriste u svrhu lakšeg rješavanja složenih problema u uvjetima neizvjesnosti: stablo odluke i simulacija.

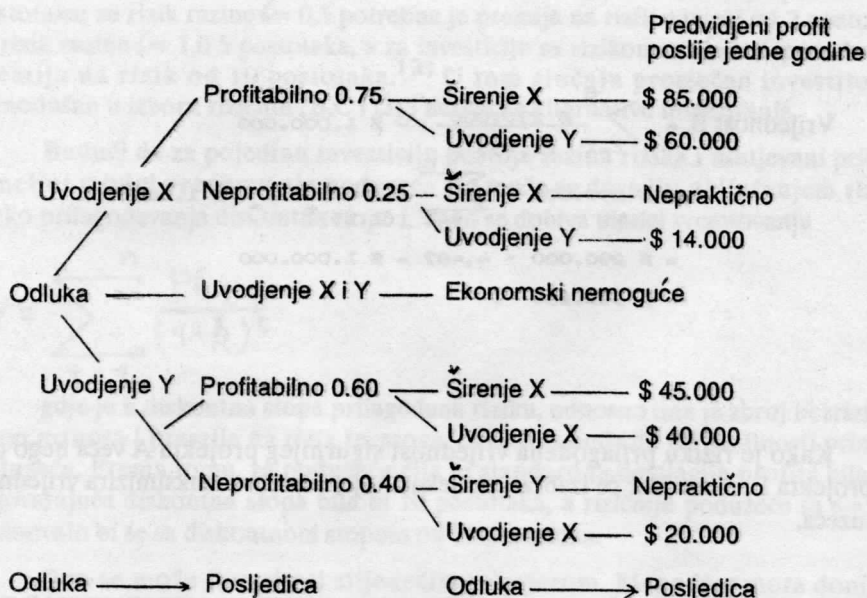
##### *STABLO ODLUKE*

U ovom postupku najvažnije odluke ne donose se odjednom nego u etapama sa sukcesivnim odlukama gdje uvijek naredne ovise o rezultatima prethodne odluke. Slijed zaključaka može se oslikati nalik na grane stabla i otud se ovaj postupak naziva stablo odluke ili stablo odlučivanja.

Jednostavno stablo odluke dato je na slici 11.<sup>13)</sup> Poduzeće ABC dizajniralo je dva proizvoda X i Y, ali nema sredstava da ih odjednom uvede na tržište. Idealno promatrajući, ako poduzeće jedan proizvod uspješno uvede na tržište to će dati potrebna sredstva za (1) proširenje proizvodnje i marketinških napora za taj proizvod, ili (2) uvođenje drugog proizvoda na tržište. Alternativni tijek odluke prikazan je na slici uz procijenjene vjerojatnoće i eventualno moguće profite za svaku moguću alternativu.

Prema ovom stablu odluke najprofitabilniji tijek odluka bio bi uvođenje proizvoda X na tržište i kasnije širenje proizvodnje i marketinga istog proizvoda. Slijedeći tijek prema profitabilnosti bio bi uvođenje X i zatim uvođenje Y na tržište. Može se primijetiti da stablo odlučivanja daje praktičan vizualan izložak mogućih izbora skupa sa njihovim vjerojatnim rezultatima.

13) Prema - Kreitner R., Management, Third Edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 1986., Appendix B 11-13.



Slika 11

Prikazano stablo odlučivanja sasvim je jednostavno. U stvarnosti, stabla odluke su često mnogo složenija i uključuju čitav niz uzastopnih točaka odlučivanja. Postupak ovog odlučivanja prikladan je i za jednostavne i složene situacije, a njegov uspjeh najviše ovisi o utvrđivanju svih relevantnih odluka i realnih vjerojatnoća.

### SIMULACIJA

Matematički modeli koriste se u rješavanju mnogih problema iz područja odlučivanja vezanih za ekonomske pojave između kojih se mogu uspostaviti matematičke relacije. Međutim, kad je u dijelu problema varijable nemoguće utvrditi tada se stvarni problem, ili sustav u kojem se pojave događaju, prikazuje pomoću vještačkog problema ili sustava, pa se de facto stvarni problem ili sustav simulira pomoću sličnog vještačkog.

Postoje dva tipa simulacije: direktna simulacija i indirektna simulacija ili Monte-Carlo metoda. U direktnoj simulaciji pomoću shema ili grafikona pokazuje se stvarni tijek akcije u sustavu pa se na osnovu toga dobivaju potrebni podaci i utvrđuje se opći tijek kretanja pojave. U metodu Monte - Carlo pojava se promatra u cilju utvrđivanja općih zakona pojave. Nakon toga, ta se pojava vještački mnogo puta ponavlja pomoću sličnog modela a prema utvrđenim općim zakonima i na

osnovu toga dobiva se opći tijek kretanja pojave i potrebni podaci za odlučivanje.<sup>14)</sup>

Razvoj kompjutera doveo je do novih mogućnosti u odlučivanju vezano za tehniku simulacije, pa je kompjuterska simulacija druga temeljna tehnika namijenjena pomoći menadžerima u donošenju odluka o uvjetima neizvjesnosti. Imajući u vidu da je simulacija matematički model ključnih aspekata sustava koji se razmatra, ta tehnika može se ilustrirati slijedećim primjerima.<sup>15)</sup>

Pristupa se izgradnji tvornice tekstila, a točan iznos troškova gradnje nije poznat. Predviđa se da bi troškovi mogli iznositi oko \$ 150 milijuna s tim da bi oni mogli, ukoliko ne bi bilo nikakvih poteškoća u izgradnji, iznositi i \$ 125 milijuna. Međutim, ukoliko bi došlo do niza poteškoća mogli bi porasti i do \$ 225 milijuna.

Tvornica bi proizvodila tekstil više godina, a prihod koji bi ostvarila ovisi o više činitelja (kretanju potražnje, konkurenciji, uvozu tekstila i dr.). Troškovi proizvodnje ovisit će o proizvodnoj učinkovitosti, kretanju cijena materijala i rada i dr. Kako su neizvjesni prihodi i troškovi, neizvjesni su i godišnji profiti.

Ako se za svaku važniju determinantu prihoda i troškova mogu očitovati distribucije vjerojatnoće, može se izraditi kompjutorski program koji bi simulirao što će se vjerojatno dogoditi. Tako kompjutor odabere nasumce jednu vrijednost od niza relevantnih distribucija, kombinira je s ostalim odabranim vrijednostima ostalih distribucija i daje procijeniti profit i neto današnju vrijednost, ili stopu prinosa, investicije. Ovaj pojedini profit i stopa prinosa iznalaze se samo za pojedinačne kombinacije vrijednosti što su odabrane tijekom procesa. Kompjutor nastavlja izabirati druge skupove vrijednosti i izračunavati druge profite i stope prinosa za možda više stotina pokušaja. Proračun sadrži broj zgoda svake iz niza različitih procijenjenih stopa prinosa, te kada su kompjutorske serije kompletirane, mogu se grafički predočiti frekvencije u kojima se javljaju različite stope prinosa kao distribucija frekvencije.

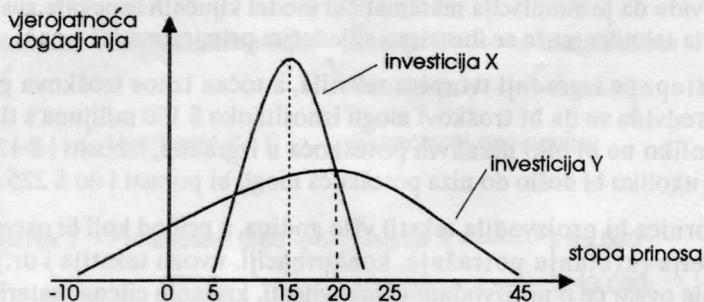
Na jednak način simulacijom se može dobiti distribucija frekvencije stopa prinosa za dva alternativna projekta X i Y, svaki sa očekivanim troškom od \$ 20 milijuna. Očekivana stopa prinosa od investicije X je 15 postotaka, a od investicije Y je 20 postotaka (slika 12). Međutim, ove stope su samo prosječne stope prinosa kompjutorski izvedene. Simulirane stope kreću se za investiciju Y od - 10

14) O metodu Monte-Carlo vidi opširnije - Ghosh S.K., *Econometrics: Theory and Applications*, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1991., str. 222. i (posebno primjer) - Pindyck R.S., Rubinfeld D.L., *Econometric Models and Economic Forecasts*, Second Edition, McGraw - Hill International Editions, Singapore, 1981., str. 405-413.

15) Prema - Pappas J.L., Brigham E.F., *Managerial Economics*, Third Edition, The Dryden Press, Hinsdale, Illinois, 1979., str. 93-95.

Detaljnije primjere primjene modela simulacije, npr. u rješavanju problema prijenosa materijala do mjesta za rad na tekućoj vrpici, kao i u izradi plana izgradnje tvornice vidi u - Sule D.R., *Manufacturing Facilities - Location, Planning, and Design*, PWS - KENT Publishing Company, Boston, 1988., str. 237-240. i 340-341.

postotaka do + 45 postotaka, a za investiciju X od 5 do 25 postotaka. Izvedena standardna devijacija za X je samo 4 postotka, a za Y je 12 postotaka. Otud se može izračunati koeficijent varijacije od 0,267 za projekt X i 0,60 za projekt Y, pa je očito da je investicija Y rizičnija od investicije X. Odluku o tome koji projekt izabrati može se donijeti npr. na temelju riziku prilagođene diskontne stope.



Slika 12

Kod primjene kompjutorske simulacije u analizi rizika treba imati u vidu da postupak zahtijeva pribavljanje distribucija vjerojatnoće izvjesnog broja varijabli pa je simulacija punih razmjera teško moguća za velike i skupe projekte. Međutim, pred odlukom da li se upustiti ili ne u velik poduhvat od npr. nekoliko milijuna dolara, kompjutorska simulacija može osigurati valjane uvide u relativne stvarne vrijednosti alternativnih strategija.<sup>16)</sup>

## ZAKLJUČAK

Postoji negativna korelacija između neizvjesnosti i menedžerove sigurnosti u odlučivanju, pa u učinkovitost odluke koju menedžer donosi ovisi o stupnju neizvjesnosti, odnosno riziku.

Rizik se definira u izrazima distribucije vjerojatnoće mogućih rezultata, s tim da gušća distribucija vjerojatnoće mogućih ishoda znači manji rizik za datu odluku. Standardna devijacija i koeficijent varijacije dvije su često primjenjivane mjere stupnja rizika u ekonomskoj analizi. Manji standard devijacije, manja je gustoća distribucije vjerojatnoće pa je niža rizičnost. Kod usporedbe alternativnih odluka čiji troškovi i prinosi nisu aproksimativno jednake veličine, prikladno mjerilo relativnog rizika je koeficijent varijacije koji se dobiva dijeljenjem standardne devijacije sa očekivanom vrijednošću.

16) Simulacija punog razmjera (full-scale simulation) dosta je skup postupak pa se u cilju osiguravanja podataka za donošenje odluke često upotrebljava osjetno jeftinija analiza senzibilnosti. Tu se umjesto primjene distribucija vjerojatnoće za svaku varijablu problema simuliraju rezultati polazeći od najboljih procjena za svaku varijablu, pa se mijenjaju vrijednosti varijable (do razumnih granica) da bi se vidjeli učinci promjena na stopu prinosa. U pravilu, stopa prinosa je više osjetljiva na neke varijable, a na druge manje, pa pažnju treba usredotočiti na varijable o kojima je profitabilnost najosjetljivija.

Postoje tri stava prema riziku: želja za rizikom, ravnodušnost u odnosu na rizik i nesklonost prema riziku. Logika i iskustvo sugeriraju da menadžeri pretežno izbjegavaju rizik, a ta se pretpostavka temelji na kategoriji korisnosti. Prema teoriji očekivane korisnosti pojedinci se ponašaju tako da maksimiziraju očekivanu korisnost, a kako je za većinu osoba granična korisnost opadajuća to dovodi do nesklonosti prema riziku.

S druge strane, menadžerova nesklonost prema riziku neposredno utječe na vrednovanje poduzeća. Ako poduzeće poduzima aktivnosti koje povećavaju razinu njegovog rizika to utječe na njegovu vrijednost. Temeljni model vrednovanja poduzeća može se prilagoditi tako da odražava utjecaj rizika primjenom diskontnih stopa prilagođenih riziku.

Donošenje odluka u uvjetima neizvjesnosti u velikoj mjeri se može olakšati korištenjem dva temeljna postupka struktuiranja problema i generiranja podataka neophodnih za analizu optimizacije: stabla odluke i simulacije. Stablo odluke oslikava slijed zaključaka koji se dobivaju u postupku odlučivanja kad se odluke donose u etapama sa sukcesivnim odlukama gdje uvijek naredne ovise o prethodnoj odluci. Uspjeh ovog postupka najviše ovisi o utvrđivanju svih relevantnih odluka i realnih vjerojatnoća. Kompjutorska simulacija je matematički model ključnih aspekata sustava koji se razmatra. Što je taj sustav (projekt) veći u model je teže uključiti sve relevantne varijable, pa simulacija postaje pojednostavljeno predstavljanje stvarnosti. Zbog toga i zbog skupoće postupka često se umjesto simulacije punog razmjera upotrebljava analiza senzibilnosti.

## LITERATURA

- Chandra P., *Financial Management - Theory and Practice*, Second Edition, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1989.
- Eatwell J., Milgate M., Newman P., (Ed.), *The New Palgrave: A Dictionary of Economics*, The Macmillan Press Limited, London, 1987.
- Ghosh S.K., *Econometrics: Theory and Applications*, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1991.
- Horngren C.T., *Cost Accounting - A Managerial Emphasis*, Fifth Edition, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.
- Kreitner R., *Management*, Third Edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 1986.
- Maddala G.S., Miller E., *Microeconomics: Theory and Applications*, McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 1989.

- Miller R.M., Computer-Aided Financial Analysis, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., New York, 1990.
- Pappas J.L., Brigham E.F., Managerial Economics, Third Edition, The Dryden Press, Hinsdale, Illinois, 1979.
- Pindyck R.S., Rubinfeld D.L., Econometric Models and Economic Forecasts, Second Edition, McGraw-Hill International Editions, Singapore, 1981.
- Samuelson P.A., Nordhaus W.D., Economics, Thirteenth Edition, McGraw-Hill International Editions, Singapore, 1989.
- Sule D.R., Manufacturing Facilities - Location, Planning, and Design, PWS - KENT Publishing Company, Boston, 1988.

*Dr. Đuro Benić*

### **DECISION MAKING IN UNCERTAIN CIRCUMSTANCES**

#### **Summary**

*Risk may lead to some unfavourable results. Managers are generally not in favour of a risk. This unfavourableness has an immediate effect on the evaluation of the firm, so the fundamental model of the evaluation should be finalized by adjusting the rates of discount to a risk. Decision making in uncertain circumstances can be facilitated by using fundamental processes: decision tree and simulation.*

**Key words:** *uncertainty, risk, probability, measuring risk, sttitude towards risk, evaluation model of firm, decision tree, simulation.*