Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo

Jamova 2, p.p. 3422
1115 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA PROMETNA SMER

Kandidat:

ANTON REBOL, univ. dipl. ekon., inž. gradb.

UPRAVLJANJE S TVEGANJI IN NEGOTOVOSTJO PRI EVALVACIJI NALOŽBENIH ODLOČITEV V NEPREMIČNINSKEM SEKTORJU

Magistrsko delo štev.: 296

RISK MANAGEMENT AND UNCERTAINTY IN EVALUATION OF INVESTMENT DECISIONS IN THE REAL ESTATE SECTOR

Master of Science Thesis No.: 296

Mentorica:
izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

Predsednik in član komisije:
izr. prof. dr. Marijan Žura

Član komisije:
izr. prof. dr. Albin Rakar

Ljubljana, 26. september 2016

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

IZJAVE

Spodaj podpisani študent ANTON REBOL, vpisna številka 26106295, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: »UPRAVLJANJE S TVEGANJI IN NEGOTOVOSTJO PRI EVALVACIJI NALOŽBENIH ODLOČITEV V NEPREMIČNINSKEM SEKTORJU«.

IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

   a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;

   b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V Ljubljani, 26.9.2016

Anton Rebol

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	**332.6(043.3)**
Avtor:	**Anton Rebol, univ. dipl. ekon., inž. gradb.**
Mentor:	**izr. prof. dr. Maruška Šubic Kovač**
Naslov:	**Upravljanje s tveganji in negotovostjo pri evalvaciji naložbenih odločitev v nepremičninskem sektorju**
Tip dokumenta:	**magistrsko delo**
Obseg in oprema:	**112 str., 21 sl., 20 pregl.**
Ključne besede:	**negotovost, fleksibilnost, nepovratnost, Wienerjev proces, Brownovo gibanje, realne opcije, naložbeni problem, Monte Carlo simulacija, binomski model, Black-Scholesov model, Samuelson-McKeanov model**

Izvleček

V magistrskem delu obravnavamo tri pomembne lastnosti nepremičninskih naložbenih projektov, in sicer nepovratnost nastalih stroškov, možnosti prilagodljivega pristopa k načrtovanju in upravljanje negotovosti skozi sposobnosti prepoznavanja naložbenih priložnosti oziroma prilagajanja spremembam na trgu. Dinamične metode vrednotenja ne upoštevajo dejstva, da se vzorec tveganja naložbenega projekta spreminja s časom, prav tako ne upoštevajo fleksibilnosti, ki nam jih tržišče ponuja s svojimi nihanji. Med začetkom in koncem naložbenega projekta je zato možnih veliko različnih izidov, ki jih s tradicionalnimi metodami ne zajamemo. Kot odgovor na pomanjkljivo vedenje o odločanju v razmerah negotove prihodnosti in s tem povezanega tveganja smo proučili teorijo realnih opcij, ki izhaja iz dobro poznanih finančnih opcij na finančnih trgih. Dinamični model vrednotenja smo v magistrskem delu nadgradili z različnimi modeli vrednotenja realnih opcij in pri vseh dobili dodatno opcijsko premijo, ki dokazuje, da ima naložbeni projekt ob danih predpostavkah potencial in možnosti za maksimizacijo koristi. Ugotovili smo, da ni dovolj, da je sedanja vrednost prihodnjih denarnih tokov pozitivna, ampak mora presegati stroške projekta za znesek, ki je enak vrednosti odprte naložbene opcije. Ugotovili smo, da metodološke osnove, ki jih podajajo realne opcije v osnovi spreminjajo temeljni pogled na tveganje in vrednotenje.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: **332.6(043.3)**
Author: **Anton Rebol, univ. dipl. ekon., inž. gradb.**
Supervisor: **assoc. prof. Maruška Šubic Kovač, Ph. D.**
Title: **Risk Management and Uncertainty in Evaluation of Investment Decisions in the Real Estate Sector**
Document type: **M. Sc. Thesis**
Scope and tools: **112 p., 21 fig., 20 tab.**
Key words: **uncertainty, flexibility, irreversibility, Wiener process, Brownian motion, real options, investment problem, Monte Carlo simulation, binomial model, Black Scholes model, Samuelson McKean model**

Abstract

In this thesis we deal with three important characteristics of real estate investment projects: the irreversibility of the incurred costs, the possibility of a flexible approach to planning and managing uncertainty through the ability of identifying investment opportunities and adapting to changes in the market. Dynamic evaluation methods do not take into account the fact that the pattern of risk in the investment project will change over time, nor it takes into account the flexibility provided by the market with its fluctuations. Between the beginning and the end of the investment project there is so many different possible outcomes, which traditional methods do not capture. In response to the lack of knowledge about decision making under conditions of uncertainty of the future and the associated risks, we examined the theory of real options, which derives from the well-known financial options on the financial markets. Dynamic evaluation model was in this thesis upgraded with different models of real options and by each we got the additional option premium, which proves that the investment project has under the current assumptions the potential and opportunity to maximize benefits. We have found that it is not enough that the present value of future cash flows is positive, but it should exceed the cost of the project for an amount equal to the value of open-ended investment options. We found out that the methodological bases that provide real options basically alter our fundamental views on risk and evaluation.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem vsem profesorjem na podiplomski stopnji za preneseno znanje ter svoji družini za spodbudo in podporo pri študiju ter delu.

Anton Rebol

KAZALO VSEBINE:

KAZALO PREGLEDNIC

LIST OF TABLES

KAZALO SLIK

LIST OF FIGURES

KRATICE

DCF	metode diskontiranega denarnega toka
NPV	neto sedanja vrednost
IRR	interna stopnja donosa
MIRR	popravljena interna stopnja donosa
WACC	tehtano povprečje stroškov kapitala
R&D	raziskave in razvoj
PDE	parcialne diferencialne enačbe
VARG	vrednost ob tveganju in dobičku
OFAT	posamezen faktor naenkrat
NPV(E)	razširjena neto sedanja vrednost projekta z vključenimi opcijami
NPV(S)	neto sedanja vrednost projekta brez opcije
PV(O)	sedanja vrednost opcije
CAPM	model določanja cen dolgoročnih naložb

1 UVOD

1.1 Opredelitev področja raziskovanja

Odločitve v spremenljivih pogojih sodobnega poslovnega okolja zahtevajo od odločevalcev skrbne in tehtne analize vseh procesov in dejavnikov, ki imajo lahko vpliv na prihodnji razvoj dogodkov. Vsaka odločitev, ki jo odločevalec sprejme danes, se posledično izrazi jutri v različnih stopnjah uspešnosti oziroma neuspešnosti predhodno zastavljenih ciljev. Zato se upravičeno postavlja vprašanje, ali lahko odločevalec na podlagi zbranih dodatnih informacij v času prilagaja proces in proaktivno spremlja okolje ter s tem izboljša pričakovane rezultate oziroma omeji nezaželena tveganja.

Vse bolj se uveljavlja prepričanje, da tradicionalne dinamične metode vrednotenja naložbenih odločitev ne upoštevajo pomena fleksibilnosti v razmerah negotove prihodnosti. Tveganje, ki je prisotno pri vsakem načrtovanju naložb, je zajeto v diskontni stopnji, ki lahko zaradi napačnih predpostavk znižuje vrednost projekta ali pa ga precenjuje. Osnovna značilnost naložbenih odločitev je njihova relativna dolgoročnost in nepovratnost, ki narekuje poseben pristop pri obravnavi teh procesov. Med izvajanjem naložbe se lahko razmere na trgu spremenijo do take mere, da naložba tako, kot je bil zasnovana, ne zadošča več spremenjenim potrebam na tržišču.

V poslovnem okolju so vedno prisotne večje ali manjše spremembe, ki so razlog, da so prenekatere investicijske študije in projekti pogosto neustrezno obravnavani. Navedeno še posebej velja za nepremičninske naložbene projekte, ki so zaradi mnogoterih dejavnikov izrazito podvrženi tveganjem. Zato se čedalje več naložbenikov odloča za aktivni pristop k spremljanju naložbenega projekta v njegovi življenjski dobi z uporabo različnih tehnik in simulacij.

1.2 Namen in cilji dela

Namen magistrskega dela je skozi prizmo opcijskega načina razmišljanja raziskati prednosti in slabosti ocenjevanja nepremičninskih naložbenih projektov, na katere vplivajo številni parametri in situacije, ki jih je v procesu odločevanja treba ustrezno obravnavati in analizirati. V svetu vse bolj uveljavljena teorija realnih opcij (*angl. Real Options Theory*) izhaja iz dobro poznanih finančnih opcij na finančnem trgu, vendar z določenimi razlikami. Osnovna razlika je razvidna že iz samega imena, kjer se finančne opcije nanašajo na finančna sredstva, realne opcije pa na realne naložbe oziroma na projekte, katerih proizvodi so realna sredstva.

V magistrskem delu najprej obravnavamo osnovne značilnosti in specifičnosti trga nepremičnin ter posledično nepremičninskih naložbenih projektov kot podlago za pravilno razumevanje nadaljnjega dela. Ker so naložbene odločitve nepovratne in predvsem negotove, se vrednotenje vse bolj nagiba k upoštevanju ne le enolično determiniranih napovedi, ampak distributivno porazdeljenih vrednosti in spremenljivk, ki upoštevajo celoten spekter možnih izidov in medsebojnih interakcij. V ta namen se je nujno seznaniti z osnovami verjetnostne teorije in načina, ki jih prikazujemo v tretjem poglavju.

V nadaljevanju dela se v četrtem poglavju osredotočimo na osnovne načine tradicionalnega dinamičnega vrednotenja s poudarkom na denarnih tokovih projekta tako, da analiziramo prednosti in slabosti tega načina vrednotenja.

V petem poglavju pojasnimo, kaj so realne opcije, zakaj in kako jih uporabljamo ter kakšne so prednosti vrednotenja na podlagi teh metod.

V šestem poglavju predstavimo koncept naložbenega problema, s katerim se soočajo odločevalci.

V sedmem poglavju predstavimo osnovne modele vrednotenja z realnimi opcijami, ki jih v nato v osmem poglavju apliciramo na hipotetičnih primerih.

V pričujočem delu bomo poskušali dokazati, da je tradicionalno dinamično vrednotenje nepremičninskih naložbenih projektov mogoče nadgraditi z uporabo različnih metod, ki upoštevajo fleksibilnost, negotovost in nepovratnost naložbenih projektov. Nepremičninski naložbeni projekti vključujejo sorazmerno veliko stopnjo negotovosti, kar posledično pomeni večje tveganje in možnost napačnih oziroma neustreznih rezultatov evalvacije.

V magistrskem delu smo si postavili naslednja raziskovalna vprašanja:

- Zakaj dinamične metode vrednotenja pomanjkljivo obravnavajo nepremičninske naložbene projekte in kako lahko management reagira v spremenljivih tržnih razmerah?
- Kakšni so osnovni koncepti in značilnosti opcijskega pristopa pri obravnavi nepremičninskih naložbenih projektov?
- Kako lahko opcijsko modeliranje uporabljamo pri vrednotenju nepremičninskih naložbenih projektov?

1.3 Metoda dela

V magistrskem delu bomo uporabili kombinacijo deskriptivnega in analitičnega pristopa. Najprej bomo na podlagi specifičnosti nepremičninskega trga in naložbenih projektov ter temeljev verjetnostne teorije raziskali osnovne principe in modele tradicionalnega dinamičnega vrednotenja na podlagi diskontiranih denarnih tokov. Ob raziskavi konceptov teorije realnih opcij bomo poskušali preko determiniranih modelov vrednotenja z realnimi opcijami nadgraditi dinamične modele tako, da bomo z uvedbo negotovosti in fleksibilnosti v model poskušali maksimizirati vrednosti z izvedbo optimalnega odločitvenega sistema. Raziskovanje bo temeljilo na definiranju v teoretičnem delu izpostavljenih parametrov vrednotenja realnih opcij s pomočjo metod kompilacije, katere kasneje v aplikativnem delu preverimo z analitičnimi in simulacijskimi modeli. Podatki bodo zbrani s pomočjo pregleda tuje in domače strokovne literature dosegljive preko knjižničnega gradiva in baz podatkov ter ostalih medijev.

1.4 Predhodne raziskave realnih opcij s področja nepremičnin

Različne študije aplikativne uporabe realnih opcij v nepremičninah se pojavljajo vse od osemdesetih let prejšnjega stoletja. Večina študij, ki smo jih raziskali in jih v nadaljevanju povzemamo po Chenu (2007), se nanaša na razvoj nezazidanih zemljišč in se osredotoča na časovno komponento razvoja, ostale analizirajo prenovo ali zaporedni razvoj nepremičninskih projektov.

Titman (1985) prevzema metodologijo, ki so jo predlagali Black, Scholes (1973) in Merton (1973), po kateri se nezazidana stavbna zemljišča vrednotijo kot opcija, ki omogoča izbiro med različnimi tipi graditve objektov na zemljišču takoj ali v naslednjem obdobju. Avtor ugotavlja, da je odločitev, ali zgraditi zdaj ali ne, tehtanje oportunitetnih stroškov povezanih z ohranjanjem nezazidanega zemljišča v primerjavi s pričakovanimi koristmi od gradnje bolj primernega objekta v prihodnosti. Titmanov pristop je zelo blizu binomskega modela, ki ga predlagajo Cox, Ross in Rubinstein (1979).

Titman (1985) trdi, da tradicionalni pristop vrednotenja razvoja naložb v zemljišča, ki opredeljuje najbolj verjetno prihodnjo rabo zemljišča, vrednoti pričakovane denarne tokove glede na uporabo in nato diskontira prihodnjo vrednost do danes ter na splošno ne upošteva fleksibilnosti pri cenah nepremičnin. Zato predlaga, da se prosta zemljišča obravnava kot nakupno opcijo s številnimi možnostmi za izboljšavo zemljišča kot osnovnega sredstva in stroškov gradnje kot izvršilne cene. Avtor tako obravnava vrednost neopremljenega zemljišča kot ameriško nakupno opcijo brez dividend.

Titmanove analiza dokazuje, da ima negotovost, povezana s cenami nepremičnin, pozitiven vpliv na nezazidana zemljišča. Če je negotovost glede prihodnjih cen nepremičnin velika, potem je opcija oziroma pravica do izbire vrste gradnje v prihodnosti zelo dragocena. To dejstvo naredi nezazidana zemljišča relativno več vredna, kar posledično pomeni, da je odločitev za razvoj zemljišča v sedanjosti relativno manj privlačna. Nasprotno, če obstaja malo negotovosti glede prihodnjih cen nepremičnin, pomeni, da je opcija izbire ustreznega tipa gradnje v prihodnosti relativno manj vredna. V tem primeru je odločitev za razvoj zemljišča v sedanjosti relativno bolj privlačna. Analiza predstavlja tudi nekatere predloge v zvezi z vladno politiko. Na primer, ukrepi države namenjeni spodbujanju gradbene dejavnosti dejansko lahko vodijo k zmanjšanju teh dejavnosti, če je obseg in trajanje aktivnosti negotov. Na drugi strani pa uvedba omejitev s strani vladne politike, npr. omejitev števila gradenj nepremičnin na določenem območju, lahko vodi k takojšnjemu povečanju gradbene dejavnosti zaradi zmanjšanja prihodnjih negotovosti glede optimalnega števila zgradb na določenem območju.

Williams (1991) je potrdil rezultate Titmana (1985) in nadaljeval z analiziranjem vpliva na opcije opustitve kot ameriške prodajne opcije brez dividend na vrednost razvoja nepremičnine. Ugotovil je, da je vrednost opcij delno odvisna od stohastičnega razvoja poslovnih prihodkov in stroškov gradnje skozi čas. Upošteval je tudi izdatke za vzdrževanje v nerazvitih napremičninah in zaključil: ko so stroški vzdrževanja visoki, obstaja možnost hitrejšega odstopa od projekta ali gradnje.

Quigg (1993) je v svoji raziskavi empirično testirala razvoj naložb v zemljišča kot realno opcijo na osnovi velikega podatkovnega niza. Oblikovala je model za določanje vrednosti odloga opcij na zemljišče in ugotovila, da bi morala vrednost prostih stavbnih zemljišč odsevati ne le svojo vrednost v primeru najboljše možne takojšnje uporabe, temveč tudi opcijsko vrednost v primeru odložitve vlaganja v zemljišče. Avtorica sprejme enake teoretične izračune in parcialne diferencialne enačbe (PDE), kot so uporabljene v Black-Scholesovem modelu vrednotenja opcij za vrednotenje razvoja zemljišč kot neskončne ameriške opcije. Njen rezultat potrjuje vrednost odloga naložbe in predlaga, da lastnik prostega zemljišča lahko odloži razvoj ter proda prosto zemljišča (in njegovo opcijo) drugemu naložbeniku za maksimiranje koristi zemljišča.

Capozza in Sick (1994) menita, da so kmetijska zemljišča realna sredstva z neskončno ameriško opcijo za pretvorbo v urbana zemljišča. Pristop realnih opcij predlaga vrednotenje kmetijskih zemljišč z vključitvijo sistematične stopnje tveganja. Učinek sistematičnega tveganja ni tako pregleden kot v Black-Scholesovem finančnem modelu, kjer se sistematično tveganje upošteva posredno preko cen delnic.

Model kaže, da se cena zemljišča v pričakovanju pretvorbe povečuje z večanjem stopnje rasti najemnin, zmanjšuje z nenaklonjenostjo tveganju in se spreminja s sistematičnim tveganjem. Ko so urbane najemnine bolj tvegane, je opcija za razvoj kmetijskega zemljišča bolj dragocena, hkrati pa se tudi kritična cena konverzije zemljišč poveča. Druga ključna postavka modela je, da se cena kmetijskih zemljišč v pričakovanju pretvorbe povečuje s stopnjo rasti najemnin in pada z nenaklonjenostjo tveganju.

Capozza in Li (1994) sta aplicirala pristop optimalnega trenutka investiranja, ki sta ga podala McDonald in Siegel (1986), da bi analizirala odločitve v zvezi z urbano rabo zemljišč, v katero je vključeno tudi ogromno finančnih sredstev. Pri naložbenih odločitvah v zvezi z rabo zemljišč ima intenzivnost kapitala pomemben vpliv, saj so projekti večinoma lokacijsko zelo različni. Njun model prikazuje, da v kolikor obstaja možnost razvoja zemljišča s spremenljivko kapitalske intenzivnosti vlaganja, to povečuje mejno vrednost najemnin in s tem odložitev razvoja. Tako vrednost nepremičnine poleg premije nepovratnosti vsebuje tudi premijo intenzivnosti kapitala v investiranja.

Grenadier (1996) je pokazal, kako je lahko uporabljen pristop teorije iger k izvršitvi opcije pri pojasnjevanju realnih odločitev in v nejasnih pojavih na trgu nepremičnin, kot so nenaden porast razvojnih aktivnosti. Ugotovil je, da se nepremičninske razvojne opcije ne izvajajo vedno v skladu s pričakovanji. Včasih se namreč poveča gradnja ravno takrat, ko povpraševanje po zemljišču pade.

Childs et al. (1996) v svojem delu uporabljajo numerične metode za proučevanje stanja, kako fleksibilnost mešane dejavnosti in prenove vpliva na vrednost nepremičnine. Ugotovili so, da zmožnost uporabe mešane dejavnosti in prenove sčasoma vpliva na čas začetnega razvoja zemljišča. Raziskava zagotavlja optimalno strategijo za začetek razvoja v skladu z ustreznimi urbanističnimi omejitvami. Če se negotovost donosnosti pri določenih načinih uporabe povečuje in se korelacija različnih uporab zmanjša, se bo vrednost opcije prenove povečala. Povečala pa se bo tudi vrednost zemljišča ter premoženja na njem.

Williams (1997) raziskuje vprašanje ponavljajočih vlaganj v nepremičnino. Avtor navaja, da se možnost za ponovno vlaganje v razvoj nepremičnin lahko uveljavi večkrat, brez omejitev. Možnost neomejenega števila ponovnih vlaganj je tako sestavljena opcija z neskončno življenjsko dobo in neskončnim številom kapitalizacij. Ker ni omejitev za ponovna vlaganja, kar je bolj realno, je opcija ponavljajočih vlaganj bolj dragocena kot opcija, ki omogoča le enkratno vlaganje. Williams prikaže, da ima lahko takšna opcija relativno enostavno analitično rešitev. Če je mogoče opcijo ponavljajočih vlaganj večkrat uveljavljati, se le-ta izvaja bolj pogosto in manj intenzivno. Poleg tega je tržna vrednost realnega premoženja večja ob pogostejšem vlaganju glede na enkratno vlaganje.

Cerar (2000) je proučeval vpliv spremembe obrestnih mer in denarnih tokov na vrednost opcij in ugotovil, da opcijska vrednost, ki je podana kot razlika med neto sedanjo vrednostjo naložbe z opcijo ali brez nje, z naraščanjem obrestnih mer in s tem diskontnega faktorja narašča, saj neto sedanja vrednost brez upoštevanja opcije z naraščanjem diskontnega faktorja pada hitreje, kot neto sedanja vrednost z upoštevanjem opcije.

Sing in Patel (2001) sta izvedla empirično raziskavo na angleškem nepremičninskem trgu in dokazala, da ko je negotovost na trgu visoka, vlagatelji težijo k zmanjšanju naložbenih aktivnosti in čakajo na več razpoložljivih informacij.

Leung in Hui (2002) sta uporabila binomski model opcij za oceno možne vrednosti večjega razvojnega projekta in potrdila, da so teorije za določanje cen na osnovi opcij boljše, kot pristop vrednotenja naložb v nepremičnine izključno z upoštevanjem neto sedanje vrednosti, saj krepijo zgornji potencial in zmanjšujejo negativna tveganja.

Rocha et al. (2007) so analizirali pristop realnih opcij pri nepremičninskih naložbah v naraščajočem gospodarstvu Brazilije in analizirali opcijo čakanja z opcijo opustitve zaporednih naložb ter potrdili vrednost vodstvenih prilagodljivosti, ki izboljša upravljanje s tveganji.

Lovšin (2008) ugotavlja, da je v samem postopku ocenjevanja vrednosti nepremičnin analiza najgospodarnejše uporabe najbliže področju naložbenih odločitev, s tem pa tudi najbolj prikladna za uporabo opcijskih tehnik.

Tomc (2016) v svoji raziskavi na podlagi anketiranih ocenjevalcev oziroma cenilcev glede uporabe različnih metod vrednotenja nepremičnin ugotavlja, da le ti v povprečju za vrednotenje nepremičnin v času krize najpogosteje uporabljajo metodo neposredne primerjave prodaj, najmanj pogosto pa za vrednotenje nepremičnin v času krize uporabljajo metodo realnih opcij. Pri tem skoraj polovica anketiranih na vprašanje, kateri dejavniki vplivajo na odločitev za uporabo metode realnih opcij pri vrednotenju nepremičnin meni, da na izbiro vpliva strokovna usposobljenost ocenjevalca oziroma cenilca. Na vprašanje, katere prednosti vsebuje metoda realnih opcij z vidika pravilnosti naložbenih odločitev in s tem vrednotenja nepremičnin pri naložbah v nepremičnine v razmerah povečane negotovosti, pa je približno 40 odstotkov anketiranih menilo, da metoda realnih opcij omogoča sprejemanje najboljših naložbenih odločitev.

Vse zgoraj navedene raziskave se nanašajo na raziskovanje opcijskega pristopa pri obravnavi specifičnih zakonitosti nepremičninskega trga in naložbenih aktivnosti v nepremičnine. V skladu s tem dejstvom obravnavajo nekateri avtorji nezazidano zemljišče za gradnjo kot nakupno opcijo, kjer zemljišče omogoča večjo fleksibilnost in s tem večjo vrednost naložbe. V naložbenih nepremičninskih projektih avtorji obravnavnavajo pomembno časovno komponento razvoja, pri čemer dodano vrednost predstavlja možnost odloga projekta. Pomembno dejstvo predstavlja negotovost na nepremičninskem trgu, saj vlagatelji zmanjšujejo naložbene aktivnosti in čakajo na več razpoložljivih informacij, če je tveganje preveliko. Avtorjem je skupna tudi ugotovitev, da je klasično naložbeno vrednotenje s pomočjo tradicionalnih tehnik na osnovi diskontiranih denarnih tokov na nepremičninskem področju pomanjkljivo in ne zadošča končnim kriterijem za sprejemanje strateških naložbenih odločitev. Ugotovimo lahko, da večina zgoraj obravnavnanih del temelji na izvedenih ekonometričnih modelih, ki pa niso potrjeni z ustreznimi empiričnimi raziskavami na nepremičninskem področju. Vsak naložbeni nepremičninski projekt ima različno stopnjo tveganja, je edinstven ter medsebojno težko primerljiv, zaradi česar je raziskovanje le teh močno oteženo. Zaradi tega in pa dejstva, da so kompleksni modeli težko prenosljivi v prakso, se v zadnjem času na nepremičninskem področju vse bolj uveljavljajo simulacijske tehnike in metode, kot na primer Monte Carlo simulacija, VARG analiza (*angl. value at risk and gain*), OFAT analiza (*angl. one factor at time*) in druge, ki lahko merijo relativno tržno vrednost, volatilnost in tveganje projektov z ali brez opcij na primer Barman, Nash (2007), Mun (2002), Baroni et al. (2011), Geltner, Neufville (2012).

2 ZNAČILNOSTI NALOŽB V NEPREMIČNINE

2.1 Specifičnosti nepremičninskega trga in nepremičnin

Trg je okolje, v katerem kupci in prodajalci prek cenovnega mehanizma trgujejo z blagom in storitvami. Zasnova trga vsebuje možnost, da kupci in prodajalci lahko trgujejo z blagom in storitvami brez nepotrebnega omejevanja svoje dejavnosti. Vsaka stranka se bo odzvala na razmerja ponudbe in povpraševanja ter druge dejavnike, ki določajo ceno, kakor tudi na svoje lastno razumevanje relativne koristnosti blaga ali storitev ter posameznih potreb in želja (MSOV, 2013).

Nepremičninski trg je izrazito omejen glede na lokacijo in je segmentiran, poleg tega pa temelji na asimetričnih informacijah. Nepremičnine so neločljivo povezane s svojo lokacijo. Ta pojav imenujemo lokaliziranost nepremičninskega trga. Segmentiranost je druga pomembna značilnost nepremičninskega trga, ki je posledica različnih skupin povpraševalcev po določenih značilnostih nepremičnin. Nepremičninski trg temelji na asimetričnih informacijah, kar pomeni, da prodajalec pozna značilnosti prodajane nepremičnine veliko bolje kot kupec. Morebitne tehnične, funkcionalne ali ekonomske (zunanje, lokacijske) posebnosti ali celo pomanjkljivosti tako lahko pozna samo prodajalec (Pšunder, Vrenčur, 2012).

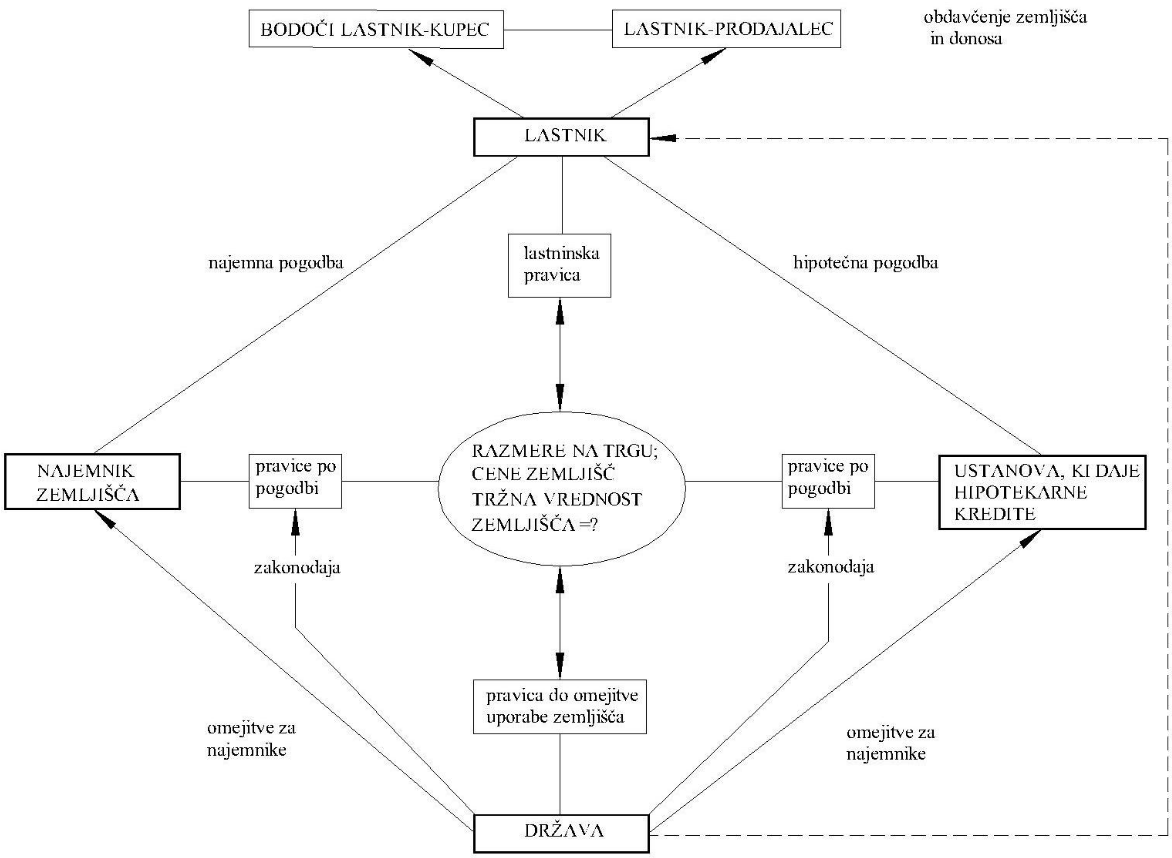
Nepremičninski trg zaznamuje tudi relativna neodzivnost ponudbe in povpraševanja, kar pomeni, da je premajhno ali preveliko ponudbo določenega tipa nepremičnin kratkoročno skoraj nemogoče uravnovesiti. Graditev novih objektov je dolgotrajna, obraba obstoječih pa skoraj zanemarljiva, zato lahko tržno neravnovesje obstaja več mesecev ali celo let, kar vpliva tudi na (ne)elastičnost povpraševanja. Nepremičninski trg sodi med nepopolne trge, saj zaradi nesimetričnosti informacij, segmentiranosti, lokaliziranosti, relativne unikatnosti oziroma heterogenosti nepremičnin ter interesov države po regulaciji nepremičninskega trga ne ustreza številnim merilom popolnega trga. Vendar pa lahko nastopijo razlike med posameznimi podtipi nepremičninskega trga, pri čemer so kot podtipi nepremičninskega trga mišljeni: trg stanovanjskih nepremičnin, trg poslovnih (pisarniških) nepremičnin, trg trgovskih nepremičnin, trg industrijskih nepremičnin, trg kmetijskih nepremičnin in trg počitniških nepremičnin. Na vsakem izmed njih veljajo drugačna pravila. Tako ima na primer trg industrijskih nepremičnin več značilnosti nepopolnega trga kot trg stanovanjskih nepremičnin. Poleg delitve nepremičninskega trga po tipu nepremičnine obstaja tudi delitev glede na interes, in sicer na najemniški trg in lastniški trg. Čeprav sta oba trga med seboj povezana, se tudi tukaj zakonitosti obeh trgov med seboj razlikujejo.

Pojma popolnega trga ne smemo enačiti s pojmom učinkovitega trga. Ta namreč temelji na predpostavki, da se naložbeniki obnašajo racionalno in da vsako razpoložljivo informacijo kritično sprejmejo, analizirajo ter uporabijo pri naložbenih odločitvah. Tako teorija učinkovitega trga temelji na predpostavki, da so vse razpoložljive informacije že vključene (vračunane) v ceno naložbe, torej v ceno nepremičnine (ibid., 2012).

Značilni podatki o stanju na trgih zemljišč, transakcijah in cenah zemljišč so zaradi transparentnosti pomembni za vse udeležence (Šubic Kovač, 1996).

Slika 1: Transparentnost podatkov na trgu zemljišč

Figure 1: Transparency of information on the land market

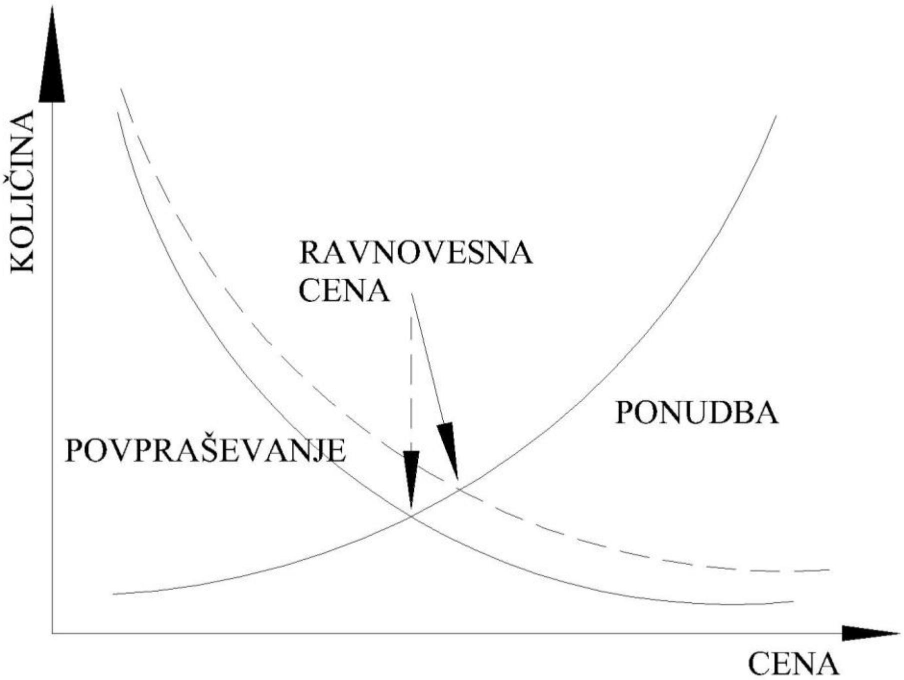


Vir: Šubic Kovač, 1996, str. 17

Nepremičninski trg je z vidika količin na kratek rok relativno neodziven, kar pomeni, da je večje povpraševanje skoraj nemogoče uravnovesiti z večjo ponudbo. V tem primeru se odzove cena, ki v času do povečanja ponudbe (novogradenj) vzpostavi novo tržno ravnovesje, kot prikazuje spodnja slika (Pšunder, Vrenčur, 2012).

Slika 2: Ravnovesna cena

Figure 2: The equilibrium price



Vir: Pšunder, Vrenčur, 2012, str. 205

Specifične lastnosti nepremičnin lahko razdelimo v tri glavne skupine (Grum, 2012):

a) Fizične lastnosti:

– Nepremičnost: v celoti velja za zemljišča, medtem ko je prestavljanje zgradb sicer možno, vendar povezano z izjemno visokimi stroški.

– Neuničljivost: v celoti velja le za zemljišča, medtem ko pri izboljšavah govorimo o dotrajanosti. Ločevati pa je treba med fizično neuničljivostjo, ki se nanaša na obstoj sredstva, ter ekonomsko neuničljivostjo, ki je povezana s koristnostjo. Tako na primer ekološko kontaminirano zemljišče fizično še vedno obstaja, ekonomsko pa od njega ni mogoče pričakovati koristi.

– Heterogenost: zaradi neločljive povezanosti nepremičnine z lokacijo na trgu ni mogoče najti dveh popolnoma enakih nepremičnin. Za izboljšave pa lahko celo rečemo, da gre za unikate.

– Kompleksnost: fizična podoba nepremičnine je odvisna od mnogoterih dejavnikov.

b) Ekonomske lastnosti:

– Redkost: obseg ponudbe določenih nepremičnin je omejen.

– Ekonomsko socialna lokacija: družbeno socialni značaj okolice vpliva na uporabnost in vrednost nepremičnine.

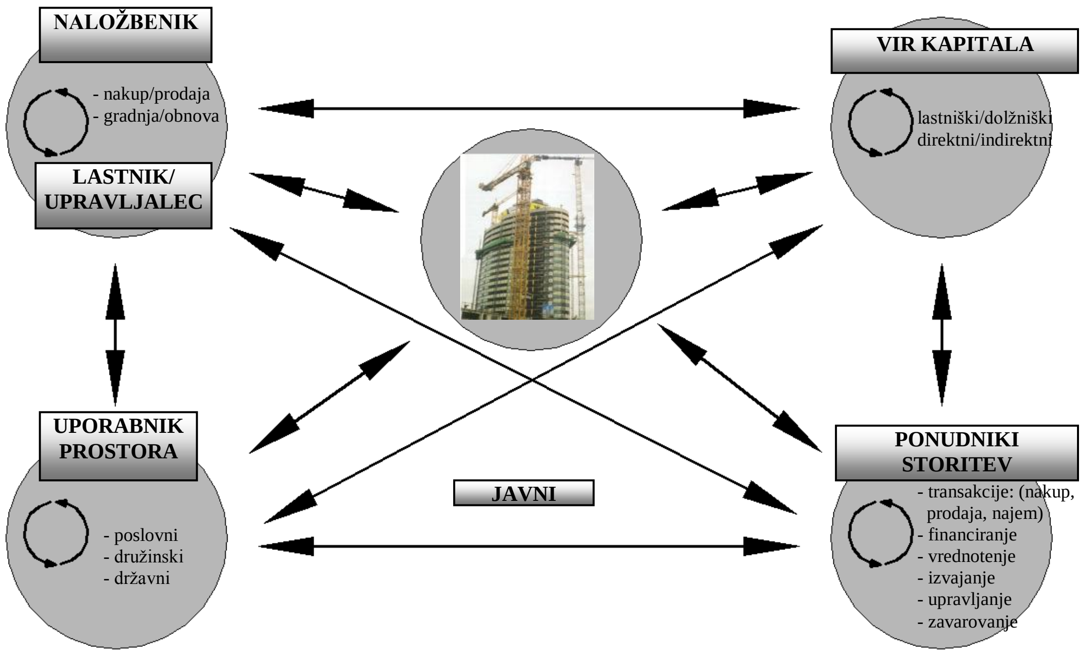
– Soodvisnost: vrednost določene nepremičnine je odvisna od značilnosti nepremičnin v okolici in od načina njihove uporabe ter obratno.
– Trajnost: zemljišča imajo praktično neomejeno trajnost, izboljšave na njih pa imajo običajno v primerjavami z drugimi sredstvi dolgo življenjsko dobo.

c) Institucionalne lastnosti:

– Zakonodaja: različni načini regulacije, kot na primer lokalni in regionalni prostorski načrti, nadzor najemnin in drugo, imajo na nepremičnine in njihovo vrednost močan vpliv.
– Lokalni običaji: na vrsto in uporabo nepremičnin vplivajo lokalne in regionalne navade.
– Vpliv interesnih skupnosti: na trg nepremičnin in poslovanje na njem imajo bolj ali manj močan vpliv tudi različna interesna združenja in organizacije, ki lahko kreirajo nepremičninsko politiko.

Slika 3: Udeleženci na nepremičninskem trgu

Figure 3: The participants in the real estate market



Vir: Roulac, 1996, str. 325

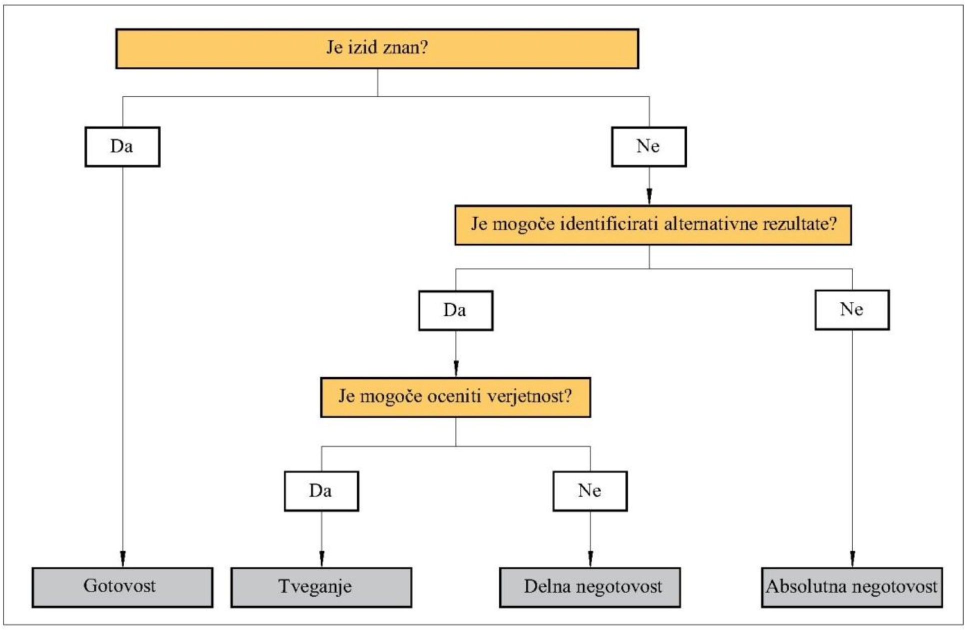
2.2 Negotovosti in tveganja pri naložbah v nepremičnine

Upravljanje s tveganji (*angl. risk managment*) je hitrorastoča dejavnost, ki vključuje mnoge različne strategije, tehnike in procese z namenom ocenjevanja in obvladovanja negotovosti pri razvoju in ocenjevanju vrednosti nepremičnin in projektov. Na splošno se tveganja dojemajo kot nezaželene situacije, zato se mu odločevalci poskušajo izogniti oziroma ga omejiti. Vendar pa je istočasno tveganje tudi sestavni del podjetniškega delovanja, med katere nedvomno sodi razvijanje in vlaganje v nepremičnine.

Negotovost (*angl. uncertainty*) je različna od tveganja (*angl. risk*), vendar pa sta pojma včasih medsebojno zamenljiva. Negotovost se lahko z razvojem dogodkov, časa in dejanj razreši, tveganje pa je izid negotovosti in ga odločevalec prevzema. Tveganje lahko ostane konstatno, negotovost pa se bo s časom spreminjala (Mun, 2002).

Tudi Wiegelmann (2012) navaja, da imata pojma tveganje in negotovost v praksi pogosto nejasno vlogo. V zvezi z razvojem nepremičnin so opredelitve in razprave o tveganju in negotovosti predstavljene v številnih akademskih virih, kjer avtorji predstavljajo celoten spekter od gotovosti do popolne negotovosti. Lahko bi rekli, da če je mogoče identificirati vse prihodnje rezultate, to pomeni, da negotovost ne obstaja. Ta vidik je lahko zavajajoč, saj tudi če bi bilo mogoče opredeliti vse prihodnje dogodke ali rezultate in oceniti njihovo relativno verjetnost pojava, bi negotovost še vedno obstajala, saj ni mogoče ugotoviti, kateri od teh prihodnjih dogodkov ali rezultatov se bo zgodil. Prihodnost je torej vedno negotova. Odločanje poteka v okolju, ki ima tri komponente: gotovost, (delna) negotovost in tveganje, kar prikazujemo na sliki 4.

Slika 4: Spekter negotovosti
Figure 4: The spectrum of uncertainty



Vir: Wiegelmann, 2012, str. 36

Tveganje izrazimo kot kombinacijo verjetnosti dogodka in njegovih posledic, kar lahko zapišemo s pomočjo naslednje enačbe:

Tveganje = verjetnost dogodka x količina izgube/dobička

Z vidika investiranja v nepremičnine v zgornji definiciji manjkata dva bistvena elementa, dovzetnost do tveganja in časovni okvir. Dovzetnost do tveganja je stopnja negotovosti, ki jo je podjetje pripravljeno sprejeti, da bi doseglo svoje cilje, kar pomeni točko ravnovesja med tveganjem in dobičkom. Dovzetnost do tveganja bo variirala glede na podjetniško strategijo, kakor tudi v povezavi s spreminjajočimi se razmerami na nepremičninskih trgih, zato je edinstvena za večino podjetij. Poleg tega obstaja precejšnja negotovost glede ocene verjetnosti pojava (ibid., 2012).

Slika 4 poudarja, da negotovosti izhajajo bodisi iz rezultatov, ki niso opredeljeni, ali za katere verjetnost pojava ni znana. Te negotovosti se odražajo v procesu odločanja. Ta se sklicuje na več pogledov in scenarijev, za katere je verjetnost pojava ocenjena in ki se pojavljajo v vnaprej določenem časovnem obdobju. Časovni horizont ima pomemben vpliv na percepcijo tveganja (ibid., 2012).

Naložbe v nepremičnine kljub splošnemu vtisu varnosti vsebujejo celo paleto tveganj, ki so razdeljene v naslednje skupine (Brueggeman, Fisher, 2014):

- Poslovno tveganje nastane zaradi nihanja gospodarske aktivnosti in ima vpliv na variabilnost prihodkov iz nepremične. Spremembe v gospodarskih razmerah pogosto prizadenejo nekatere nepremičnine bolj kot druge, to pa je odvisno od vrste nepremičnine, lokacije in obstoječih najemov. Razlike v stopnjah rasti posamezne regije v državi in lokacije znotraj mesta nastanejo kot posledica spremembe v povpraševanju, spremembe prebivalstva in tako naprej. Nepremičnine, ki so prizadete v večji meri kot druge, so zato bolj tvegane. Premoženje z dobro razpršenim portfeljem najemnikov ali premoženja z najemom, ki zagotavljajo lastniku zaščito pred nepričakovanimi spremembami v stroških, je manj podvrženo poslovnemu tveganju.
- Finančno tveganje nastane zaradi uporabe dolžniškega financiranja oziroma tako imenovanega finančnega vzvoda, ki povečuje poslovno tveganje. Finančno tveganje se povečuje, ko se poveča znesek dolga za naložbe v nepremičnine. Stopnja finančnega tveganja je odvisna tudi od stroškov in strukture dolga.
- Likvidnostno tveganje nastane, kadar je trg s kupci in prodajalci neučinkovit oziroma je transakcij malo. Težje kot je naložbo zaključiti, večje je tveganje, da bo moral v času šibkega trga prodajalec z diskontom na hitro odtujiti nepremičnino. Nepremičnine imajo relativno

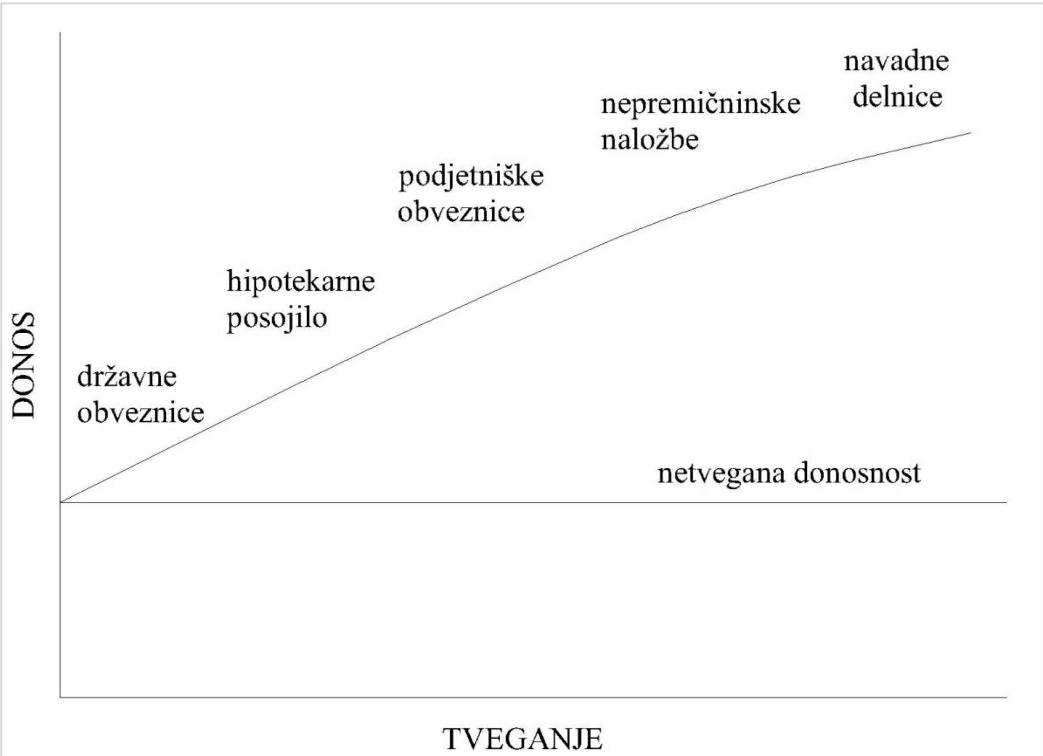
visoko stopnjo likvidnostnega tveganja. Posebne nepremičnine imajo po navadi še veliko večje likvidnostno tveganje kot tiste, ki jih je mogoče zlahka prilagoditi za alternativno uporabo.

- Inflacijska tveganja lahko zmanjšajo stopnjo vlagateljevega donosa in s tem realno vrednost naložbe, če se dohodek iz naložb ne poveča dovolj, da se izravna vpliv inflacije. Na nekatere naložbe inflacija vpliva bolj kot na druge, kljub temu se je izkazalo, da trg nepremičnin relativno dobro prenaša obdobja inflacije. To lahko pripišemo prihodkom iz najemnin, ki omogočajo prilagoditev nepričakovanim spremembam v inflaciji. Poleg tega se stroški gradnje novih nadomestnih nepremičnin povečujejo z inflacijo. V obdobjih visoke stopnje nezasedenosti nepremičnin pa se prihodki od nepremičnin ne zvišujejo z inflacijo.
- Tveganje upravljanja nastane zaradi potrebe večine nepremičninskih naložb po ohranjanju vrednosti naložbe, tako da so nepremičnine zasedene in vzdrževane. Stopnja donosa je odvisna od kompetentnosti upravljanja, kar je poznano kot tveganje upravljanja. Tveganje temelji na sposobnosti upravljanja in sposobnosti za inovacije, odziv na konkurenčne pogoje in učinkovito delovanje poslovne dejavnosti. Nekatere naložbe zahtevajo višjo raven strokovnega znanja za upravljanje kot druge. Na primer, regionalni nakupovalni centri zahtevajo stalno trženje centra in zakup prostora, s ciljem zagotavljanja uspešnega spleta najemnikov, ki bo pritegnil kupce v nakupovalno središče.
- Obrestno tveganje je posledica spremembe obrestnih mer, ki vplivajo na ceno vseh vrednostnih papirjev in naložb. Glede na zapadlost (kratkoročne v primerjavi z dolgoročnimi naložbami) se bodo nekatere cene odzivale bolj kot druge, s čimer se poveča možnost za izgubo ali dobiček. To imenujemo tveganje spremembe obrestne mere. Nepremičnine so zelo podvržene vzvodom, zato je stopnja donosa podvržena vplivom spremembe obrestnih mer. Poleg tega se donosnost, ki jo vlagatelji zahtevajo za nepremičnine, giblje s splošno ravnijo obrestnih mer v gospodarstvu.
- Zakonodajna tveganja nastanejo zaradi podvrženosti nepremičnin številnim predpisom in omejitvam, na primer davčne zakonodaje, regulaciji najemnega trga, urbanističnim in drugim omejitvam, ki jih določajo državni ter lokalni organi. Zakonodajno tveganje izhaja iz dejstva, da lahko spremembe v predpisih negativno vplivajo na donosnost naložbe. Nekatere državne in lokalne oblasti imajo bolj restriktivno zakonodajo kot druge, predvsem za nove naložbe.
- Okoljska tveganja vplivajo na vrednost nepremičnin zaradi sprememb v okolju ali zavedanja, da obstoječe okolje lahko postane potencialno nevarno, na primer onesnaženost s strupenimi odpadki. Okoljska tveganja lahko povzročijo večje izgube kot druga tveganja, saj mora naložbenik prevzeti tudi stroške čiščenja, ki lahko presegajo vrednost nepremičnine.

Tveganje pri naložbah v nepremičnine lahko razumemo tudi na oportunitetni način, in sicer, da kapital, ki ga vložimo danes v naložbeno nepremičnino v času uporabe nepremičnine, ne bo prinesel ustreznih oziroma pričakovanih donosov.

Iz slike 5 je razviden nivo tveganj v odvisnosti od donosnosti, ki jih prinašajo naložbe v nepremičnine glede na primerljive alternativne naložbe.

Slika 5: Tveganje in donos alternativnih naložb
Figure 5: Risk and return on alternative investments

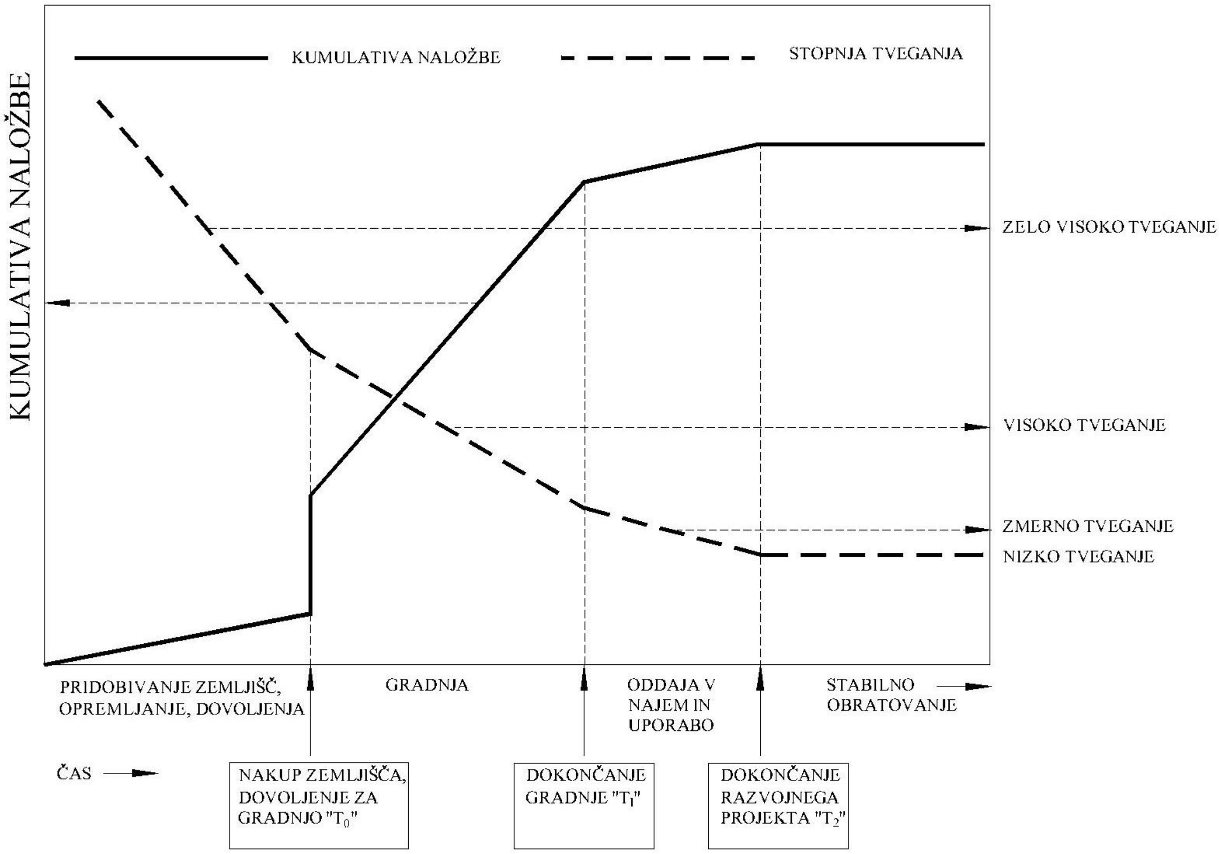


Vir: Bruggeman, Fisher, 2014, str. 419

Stopnja tveganja se z razvojem naložbenega projekta v nepremičnine spreminja. S tem, ko projekt napreduje, se tveganje s časom zmanjšuje. Iz slike 6 je razvidno, da najvišje tveganje obstaja v začetni fazi razvoja naložbenega nepremičninskega projekta, čeprav stroški v tej fazi niso veliki. Tveganje tudi po končanju projekta ostane, vendar v razmeroma stabilnih oziroma pričakovanih okvirih.

Slika 6: Tipični kumulativni profil naložbe in režima naložbenega tveganja

Figure 6: Typical cumulative capital investment profile and investment risk regime



Vir: Geltner et al., 2014, str. 734

2.3 Značilnosti naložbenih gradbenih projektov

V terminologiji projektnega managementa predstavljajo projekti enkratno ciljno usmerjene procese odvijanja določenih del – aktivnosti. Izhajajoč iz te splošne definicije projekta lahko zaključimo, da predstavljajo gradbeni projekti enkratne ciljno usmerjene naložbene procese odvijanja določenih del – faz ter procesov. Logična povezanost posameznih faz pa omogoča s pomočjo svojih rezultatov izvedbo ciljev naložbenih gradbenih projektov (Pšunder, 1997).

Za gradbene projekte so značilne določene posebnosti. Te izhajajo iz dejstva, da se objekti kot rezultati gradbenih projektov gradijo praviloma za dolgotrajno uporabo, tako da služijo še naslednji ali naslednjim generacijam. Odgovornost za projektiranje in izvedbo gradbenih objektov je zaradi tega veliko večja kot pri proizvodnji dobrin za kratkotrajno uporabo. Poleg tega so sredstva za gradbene objekte praviloma zelo velika, postopna graditev pogosto ni mogoča ali pa ekonomsko ni racionalna.

Posebnosti se kažejo tudi v tem, da z vsakim zgrajenim objektom pozidamo del narave, posegamo v prostorsko ureditev in hkrati spodbujamo vrsto koristnih in škodljivih učinkov, ki jih bo uporaba objekta izžarevala v naravno okolje in življenjske razmere ljudi v okolju. Upoštevati moramo tudi zunanje učinke, ki jih bo uporaba objektov povzročila v naravnem in populacijskem okolju. To velja še zlasti za energetske in industrijske objekte. Vrsta zunanjih učinkov je takšnih, da jih sploh ni mogoče denarno ovrednotiti (onesnažitve zraka, vode, zemljišč itd.), ali pa se učinki ne pojavljajo samo na mikrolokaciji objekta, temveč nekje daleč vstran (ibid., 1997).

Poleg zgoraj navedenih lastnosti je pomembna tudi nepovratnost naložbe in njenih stroškov. Ko je naložba začeta in aktivna, bi morali biti v preteklosti vloženi stroški nepomembni, saj so bili že izvršeni in se ne spreminjajo več. To so tako imenovani potopljeni stroški (*angl. sunk cost*). Za nadaljevanje naložbe so tako pomembni zgolj denarni tokovi, ki bodo še nastali z razvojem projekta.

Gradbeni naložbeni projekti so običajno kompleksni in dolgotrajni, saj vključujejo ter povezujejo med seboj izredno veliko proizvodnih faktorjev: človeške vire, uporabljene materiale, porabljeno energijo, mehanizacijo in opremo, čas, neprekinjenost proizvodnje ter naravne faktorje lokacije. Poznavanje teh faktorjev je nujno za učinkovito in uspešno vodenje ter izvajanje naložbenih gradbenih projektov. Proces pridobivanja končnega proizvoda – nepremičnine skozi naložbeni ciklus, običajno spremlja več faz, ki jih različni avtorji bolj ali manj podrobno obdelujejo. Med drugim tako Pšunder (2001) deli gradbene projekte na naslednje štiri faze:

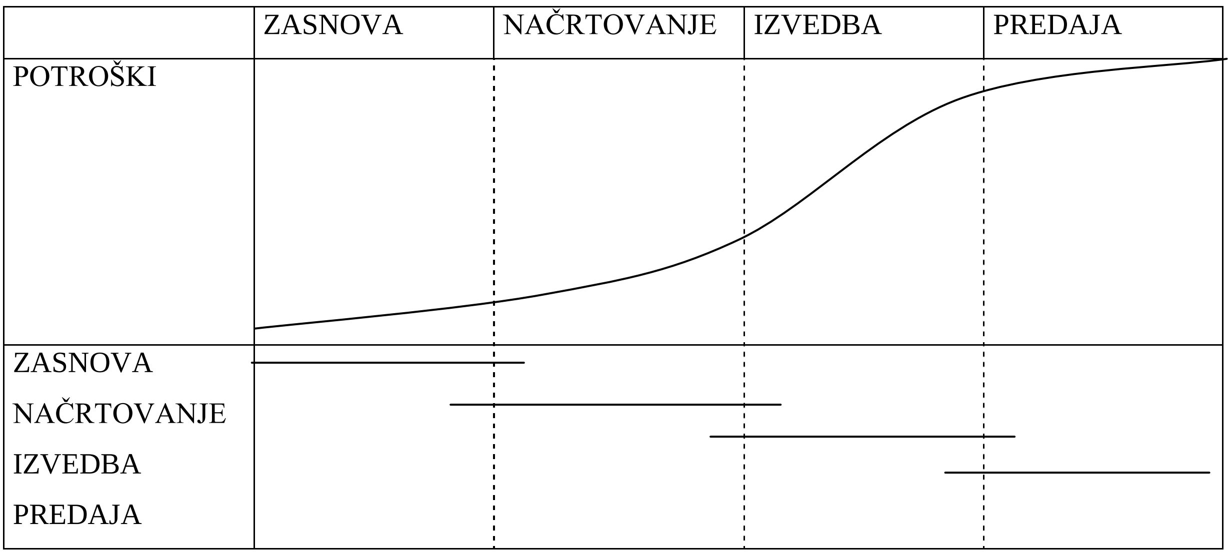
– faza zasnove in zagona (*angl. concept and initiation phase*),
– faza načrtovanja in razvoja (*angl. design and development phase*),
– faza izvedbe oziroma izgradnje (*angl. implementation or construction phase*) in
– faza priprave in predaje (*angl. commissioning and handover phase*).

V fazi zasnove in zagona naložbenik ugotovi potrebo ali priložnost za nov proizvod ali storitev in preuči izvedljivost projekta. Poglavitni postopki, ki se izvajajo v tej fazi, so priprava predlogov projekta, analiza izvedljivosti in upravičenosti teh ter identifikacija udeleženih strank. Rezultat te faze je odločitev o izvedbi projekta, ta pa temelji predvsem na postopku preučitve upravičenosti oziroma na rezultatih evalvacije. Faza načrtovanja in razvoja temelji na rezultatih analize izvedljivosti in upravičenosti. Izbrana je različica, za katero smo v fazi zasnove in zagona ugotovili največjo koristnost za naložbenika. Za to različico se izdelajo detajlni načrti, hkrati s temi pa se izvede terminsko planiranje ter planiranje virov in projektnega proračuna. V tej fazi je treba kupiti tudi zemljišče, na katerem bomo gradili.

Faza izvedbe oziroma izgradnje je sekvenca projekta, kjer poteka izgradnja novega oziroma izboljšava obstoječega gradbenega objekta in traja vse do konca gradnje. Dopustno je, da v tej fazi prihaja še do sprememb načrtov in planov, vedeti pa je treba, da so spremembe bistveno dražje kot v prejšnjih fazah. V zadnji fazi priprave in predaje izvajalec potrdi, da je projekt končan skladno z načrti in plani. Opravijo se pregledi in prevzemi s strani naročnika (ibid., 2001).

Na sliki 7 prikazujemo zgoraj opisane faze projekta, pri čemer naklon krivulje v kategoriji potroški prikazuje največjo porabo proizvodnih faktorjev prav v fazi izvedbe oziroma gradnje.

Slika 7: Življenjski cikel projekta s faznimi aktivnostmi
Figure 7: Life cycle of a project with a phase activities



Vir: Pšunder, 2001, str. 15

Do zdaj smo spoznali, da je tveganje izraženo kot kombinacija verjetnosti dogodkov, ki se utegnejo zgoditi, in njihovih posledic. Ker gradbeni naložbeni projekti v vseh fazah razvoja vključujejo stalno ocenjevanje teh tveganj in ker v nadaljevanju uporabljamo numerične ter simulacijske modele, bomo v naslednjem poglavju podrobneje prikazali posamezne pojme in principe iz teorije o verjetnosti dogodka ter drugih stohastičnih procesov, ki so pomembni za razumevanje obravnavanega področja dela.

3 STOHASTIČNI PROCESI KOT OSNOVA ZA MODELIRANJE VREDNOSTI

3.1 Principi in pojmi verjetnostne teorije

Verjetnostni račun obravnava verjetnost dogodka in slučajne (naključne) spremenljivke, ki zavzamejo različne vrednosti v obravnavanem dogodku. Vse vrednosti, ki jih slučajna spremenljivka lahko zavzame, sestavljajo zalogo vrednosti slučajne spremenljivke. Zaloga vrednosti je lahko končno ali neskončno število diskretnih vrednosti, ali pa končni oziroma neskončni interval realnih števil. V prvem primeru govorimo o diskretni slučajni spremenljivki, v drugem pa o zvezni slučajni spremenljivki. V vseh primerih diskretne slučajne spremenljivke vrednosti štejemo, v primerih zvezne slučajne spremenljivke pa vrednosti merimo. Principi in pojmi verjetnostne teorije v tem poglavju so v nadaljevanju povzeti po Turk (2012).

Vsaki vrednosti ali območju vrednosti slučajne spremenljivke lahko priredimo verjetnost, da bo slučajna spremenljivka imela to vrednost, kar imenujemo porazdelitev slučajne spremenljivke.

3.1.1 Diskretne slučajne spremenljivke

Zaloga vrednosti diskretne slučajne spremenljivke X so določene diskretne vrednosti $x_i, i = 1, \ldots, n$, lahko pa so tudi neštevilčne oznake. Porazdelitev te spremenljivke opišemo z verjetnostmi p_i, da slučajna spremenljivka X zavzame vrednost x_i:

$$p_X(x_i) = p_i = P[X = x_i], \qquad i = 1, \ldots, n. \tag{1}$$

Funkcijo p_X imenujemo verjetnostna funkcija ali verjetnostna masna funkcija (angl. *probability mass function — PMF*). Ker slučajna spremenljivka ne more imeti sočasno dveh vrednosti, so dogodki, da ima slučajna spremenljivka določene vrednosti, medsebojno nezdružljivi. Vsota dogodkov, da slučajna spremenljivka zavzame katerokoli vrednost iz zaloge vrednosti, je gotov dogodek.

Porazdelitveno funkcijo $F_X(x)$ oziroma kumulativno porazdelitveno funkcijo (*angl. cumulative distribution function — CDF*) definiramo kot verjetnost, da slučajna spremenljivka zavzame vrednost, ki je enaka ali manjša x:

$$F_X(x) = P[X \leq x]. \tag{2}$$

Pri diskretnih slučajnih spremenljivkah je vrednost porazdelitvene funkcije $F_X(x)$ enaka vsoti verjetnosti, da slučajna spremenljivka *X* zavzame vrednost manjšo ali enako *x:*

$$F_X(x) = \sum_{x_i \leq x} p_i. \tag{3}$$

3.1.2 Zvezne slučajne spremenljivke

Porazdelitveno funkcijo $F_X(x)$ zvezne slučajne spremenljivke lahko definiramo na enak način kot v enačbi (2), ki smo jo zapisali za diskretne slučajne spremenljivke:

$$F_X(x) = P[X \leq x]. \tag{4}$$

Zaloga vrednosti zvezne slučajne spremenljivke je omejeno ali neomejeno območje oziroma območja števil. Zato je verjetnost, da slučajna spremenljivka *X* zavzame eno točno določeno vrednost, enaka nič

$$P[X = x] = 0 \tag{5}$$

in verjetnostne funkcije ne moremo definirati kot v primeru diskretnih slučajnih spremenljivk.

Odvod porazdelitvene funkcije

$$F_X^{'}(x) = \frac{dF_X(x)}{dx} \tag{6}$$

označimo s $f_X(x)$ in ga imenujemo gostota verjetnosti ali tudi funkcija gostote verjetnosti (*angl. probability density function*).

Obratno zvezo med porazdelitveno funkcijo in gostoto verjetnosti zapišemo kot:

$$dF_X(x) = f_X dx \quad \rightarrow \quad \int_{F_X(-\infty)}^{F_X(x)} dF_X = \int_{-\infty}^{x} f_X\,(\tilde{x}) d\tilde{x}. \tag{7}$$

Za spodnjo mejo integriranja v zadnji enačbi smo izbrali $-\infty$, ker gre vrednost porazdelitvene funkcije za $x \to -\infty$ proti nič. Zdaj lahko zapišemo končno enačbo porazdelitvene funkcije:

$$F_X(x) = \int_{-\infty}^{x} f_X(\tilde{x}) d\tilde{x}. \tag{8}$$

3.1.3 Moment in centralni momenti slučajne spremenljivke

V primerih, ko imamo na voljo premalo podatkov za oblikovanje verjetnostne oziroma porazdelitvene funkcije, uporabimo momente porazdelitve. Najbolj pomemben je momet prvega reda, ki predstavlja pričakovano vrednost ali matematično upanje ali srednjo vrednost slučajne spremenljivke X. Moment prvega reda označimo z m_X ali $E[X]$:

$$m_x^{(1)} = m_X = E[X] = \sum_{i=1}^{n} x_i p_X(x_i), \qquad m_x^{(1)} = m_X = E[X] = \int_{-\infty}^{\infty} x f_X(x) dx. \tag{9}$$

Oznaka $E[X]$ predstavlja pričakovano srednjo vrednost slučajne spremenljivke X (*angl. expected value*). Najpogosteje uporabljen centralni moment je centralni momet drugega reda, s katerim opišemo razpršenost oziroma variabilnost slučajne spremenljivke. Centralni moment drugega reda imenujemo varianca in ga označimo z var[X], D[X] ali σ_X^2:

$$\mu_x^{(2)} = \mathrm{var}[X] = \mathrm{D}[X] = \sigma_X^2 = \sum_{i=1}^{n} (x_i - m_X)^2 p_X(x_i), \tag{10}$$

$$\mu_x^{(2)} = \mathrm{var}[X] = \mathrm{D}[X] = \sigma_X^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_X)^2 f_X(x) dx. \tag{11}$$

Standardni odklon ali standardna deviacija je definirana kot pozitivni koren variance $\sigma_X = \sqrt{var[X]}$. Pogosto želimo razpršenost opisati z brezdimenzijsko oziroma relativno mero razpršenosti, ki jo definiramo z enačbo:

$$V_X = \frac{\sigma_X}{m_X} \tag{12}$$

in imenujemo koeficient variacije.

Slučajno spremenljivko X lahko v celoti opišemo le s porazdelitvenim zakonom ali pa z momenti vseh redov. Za praktično uporabo je običajno dovolj že podatek o pričakovani vrednosti $E[X] = m_X$ in razpršenosti $\mathrm{var}[X] = \sigma_X^2$ slučajne spremenljivke X.

3.1.4 Standardizirana normalna porazdelitev

Normalna porazdelitev je morda najpomembnejša oziroma najpogosteje uporabljena porazdelitev, saj marsikatera količina predstavlja vsoto mnogih drugih in je zato vsaj približno normalno porazdeljena.

Vzemimo, da imamo n neodvisnih in enako porazdeljenih slučajnih spremenljivk X_i, ki imajo enako pričakovano vrednost $m_{X_i} = m_X$ in standardno deviacijo $\sigma_{X_i} = \sigma_X > 0$. Naj bo slučajna spremenljivka S_n vsota slučajnih spremenljivk X_i:

$$\mathrm{S_n} = \sum_{i=1}^{n} X_i. \tag{12}$$

Pričakovano vrednost $E[S_n]$ in varianco $var[S_n]$ zapišemo z naslednjima izrazoma:

$$E[S_n] = nE[X] = nm_{X,} \tag{13}$$

$$var[S_n] = nvar[X] = n\sigma_X^2. \tag{14}$$

Centralni limitni izrek pravi, da če gre število slučajnih spremenljivk n proti neskončnosti, gre porazdelitev vsote S_n proti normalni porazdelitvi. Izrek lahko z enačbami zapišemo takole:

$$\lim_{n\to\infty} P\left[\frac{S_n - nm_X}{\sqrt{n}\sigma_X} \le a\right] = \int_{-\infty}^{a} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2} du = F_U(a). \tag{15}$$

Iz te enačbe razberemo, da je gostota verjetnosti te normalne porazdelitve enaka

$$f_U(a) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2}, \qquad -\infty < u < \infty. \tag{16}$$

Prva dva momenta te porazdelitve lahko izračunamo po enačbah (9) in (10). Pričakovana vrednost $E[U] = m_U$ je nič, saj je gostota verjetnosti simetrična glede na ordinatno os, varianca slučajne spremenljivke $var[U] = \sigma_U^2$ pa je 1. Tako normalno porazdelitev, pri kateri je pričakovana vrednost enaka nič, varianca pa enaka ena, imenujemo standardizirano normalno porazdelitev.

Normalno porazdelitev s poljubno pričakovano vrednostjo in varianco definiramo z linearno transformacijo

$$X = g(U) = U\sigma_X + m_X \tag{17}$$

in dobimo, da je pričakovana vrednost in varianca enaka

$$E[X] = E[U]\sigma_X + m_X = m_X, \qquad var[X] = var[U]\sigma_X^2 = \sigma_X^2. \tag{18}$$

Porazdelitveno funkcijo normalno porazdeljene slučajne spremenljivke lahko določimo numerično z uporabo preglednic ali bolje z računalniškimi programi, na primer EXCELL (funkciji *normdist* in *normsdist*).

3.1.5 Logaritemska normalna porazdelitev

Vzemimo, da imamo *n* neodvisnih in enako porazdeljenih slučajnih spremenljivk X_i, ki imajo enako pričakovano vrednost $m_{X_i} = m_X$ in standardno deviacijo $\sigma_{X_i} = \sigma_X$. Definirajmo slučajno spremenljivko *Y* kot produkt slučajnih spremenljivk X_i:

$$Y = \prod_{i=1}^{n} X_i. \tag{19}$$

Zanima nas, kako se porazdeljuje slučajna spremenljivka *Y*, ko gre *n* proti neskončnosti. Enačbo zato logaritmiramo in upoštevamo, da je logaritem produkta enak vsoti logaritmov

$$lnY = \ln\left(\prod_{i=1}^{n} X_i\right) = \sum_{i=1}^{n} lnX_i = X. \tag{20}$$

Če so slučajne spremenljivke X_i neodvisne in enako porazdeljene, so tudi slučajne spremenljivke lnX_i medsebojno neodvisne in enako porazdeljene. Po centralnem limitnem izreku velja, da je porazdelitev slučajne spremenljivke X v enačbi (20) normalna, če gre število slučajnih spremenljivk X_i proti neskončnosti.

Zato velja, da če je slučajna spremenljivka X porazdeljena normalno in če velja zveza $lnY = X,$ potem je slučajna spremenljivka Y porazdeljena logaritemsko normalno. Podobno kot pri normalni porazdelitvi tudi pri logaritemsko normalni porazdelitvi vrednost porazdelitvene funkcije izračunamo numerično z računalniškimi programi, na primer EXCELL (funkcija *lognormdist* in *loginv*).

V praksi obstaja veliko število različnih verjetnostnih porazdelitev (npr. Poissonova, exponentna, gama idr.), vendar pa se pri ocenjevanju vrednosti (npr. cen nepremičnin) v razmerah negotove prihodnosti najpogosteje uporabljata prav normalna in logaritemsko normalna porazdelitev, ki sta tudi eni izmed osnovnih predpostavk Wienerjevega procesa, ki ga podrobneje predstavljamo v nadaljevanju.

3.2 Wienerjev proces

Wienerjev proces, poimenovan tudi Brownovo gibanje[1], je časovno zvezen proces s tremi glavnimi lastnostmi (Dixit, Pindyck, 1994):

- Ustreza definiciji lastnosti Markova (*angl. Markov property*), ki pravi, da so prihodnje vrednosti procesa odvisne samo od trenutne vrednosti. Vse pomembne informacije so torej vgrajene v trenutne vrednosti, zato historične ali druge informacije niso pomembne.
- Je porazdelitev verjetnosti za spremembo v procesu v danem obdobju neodvisna od katerega koli drugega časovnega intervala (če se le-ti ne prekrivajo).
- So spremembe v procesu normalno porazdeljene in varianca narašča linearno s časovnim intervalom.

Vse tri lastnosti so zelo pomembne, vendar jih je treba nekoliko prilagoditi. Avtor tako ugotavlja, da na primer cena osnovnega sredstva (npr. delnice) ne more pasti pod nič, zato predlaga namesto normalne bolj smiselno logaritemsko normalno porazdelitev.

Če je $z(t)$ Wienerjev proces, potem je vsaka sprememba v z, $\Delta z,$ ki ustreza časovnemu intervalu Δt in zadošča naslednjim pogojem:

1. Razmerje med Δz in Δt je podano kot:

$$\Delta z = \epsilon_t \sqrt{\Delta t}, \tag{21}$$

[1] Leta 1827 je botanik Robert Brown prvi opazoval in opisal gibanje majhnih delcev v tekočini, kot rezultat naključnih trkov sosednjih delcev, iz česar nastane besedna zveza Brownovo gibanje. Leta 1905 je Albert Einstein predložil matematično teorijo Brownovega gibanja, ki jo je naprej dodatno razvil Norbert Wiener leta 1923.

kjer je ϵ_t normalno porazdeljena slučajna spremenljivka s srednjo vrednostjo nič in standardnim odklonom 1.

2. Slučajna spremenljivka ϵ_t je nekorelirana, to je $\varepsilon[\epsilon_t, \epsilon_s] = 0$ za $t \neq s$. Vrednosti Δz za različne časovne intervale so zato neodvisne.

Poglejmo, kako ta dva pogoja vplivata na spremembo spremenljivke z v končnem časovnem intervalu T. Interval lahko razdelimo na n podintervalov z dolžino vsakega, Δt, kjer je $n = T/\Delta t$. Tako spremembo z v danem intervalu lahko zapišemo kot:

$$z(s+T) - z(s) = \sum_{i=1}^{n} \epsilon_i \sqrt{\Delta t}, \tag{22}$$

kjer so ϵ_i medsebojno neodvisni. Zato lahko uporabimo centralni limitni izrek za vsoto in upoštevamo, da je $z(s+T) - z(s)$ normalno porazdeljen s srednjo vrednostjo nič in varianco $n\Delta t = T$. Zadnji del, ki izhaja iz dejstva, da je Δz odvisen od $\sqrt{\Delta t}$ in ne od Δt, je posebej pomemben, namreč varianca spremembe v Wienerjevem procesu narašča linearno v času. Wienerjev proces je torej nestacionaren, dolgoročno varianca narašča proti neskončnosti.

Če predpostavimo, da je časovni interval, Δt, neskončno majhen, lahko prirast v Wienerjevem procesu, dz, v zveznem času zapišemo kot:

$$dz = \epsilon_t \sqrt{\Delta t}. \tag{23}$$

3.2.1 Enostavno Brownovo gibanje

Wienerjev proces lahko uporabimo za mnoge kompleksne sisteme, zato posplošeno enačbo 21 poimenujemo kot Brownovo gibanje s premikom oziroma zdrsom (a*ngl. Brownian Motion with Drift*) in jo zapišemo (ibid., 1994):

$$dx = \alpha dt + \sigma dz, \tag{24}$$

kjer je *dz* prirastek Wienerjevega procesa, α je parameter premika in σ varianca. Upoštevati je treba, da je v vsakem časovnem intervalu Δt, sprememba vrednosti x, označena z Δx, normalno porazdeljena s pričakovano vrednostjo $\varepsilon(\Delta x) = \alpha\Delta t$ in varianco $var(\Delta x) = \sigma^2\Delta$t.

Posplošeno enačbo 24 lahko zapišemo tudi kot

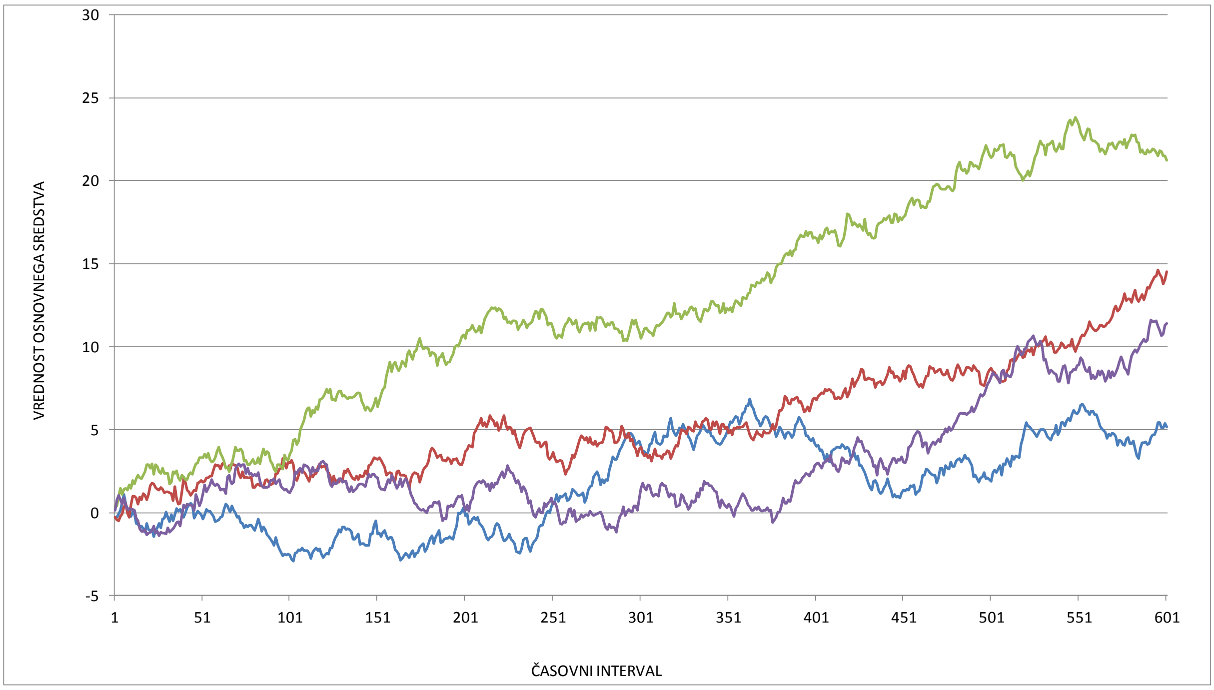
$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz, \tag{25}$$

kjer je dz prirastek Wienerjevega procesa, $a(x,t)$ in $b(x,t)$ pa znani neslučajni funkciji. Iz enačbe 25 je razvidno, da sta tako premik kot varianca spremenljivi v času. Zvezni stohastični proces $x(t)$ zapisan z enačbo 23 se imenuje *Itojev proces*[2].

Na sliki 8 prikazujemo primer štirih simulacij gibanja vrednosti za parameter pomika $\alpha = 0{,}2$ na leto in standardnim odklonom $\sigma = 1{,}0$ na leto, v časovnem obdobju 600 mesečnih enot in začetno vrednostjo $X_0 = 0$ na podlagi enačbe št. 24.

Slika 8: Enostavno Brownovo gibanje

Figure 8: Simple Brownian Motion



Vir: Lastni izračun

3.2.2 Geometrijsko Brownovo gibanje

Posebna oblika enačbe 25 predstavlja geometrijsko Brownovo gibanje, kjer sta parametra α in σ konstanti in zato parametra zapišemo kot $a(x,t) = \alpha x$ in $b(x,t) = \sigma x$. V tem primeru enačba 25 dobi obliko (ibid., 1994):

$$dx = \alpha x dt + \sigma x dz. \tag{26}$$

[2] Itojev proces je najlaže razumeti kot razširjeno Taylorjevo vrsto, več o tem v Pindyck (1991).

Kot vemo iz enačbe 24 za enostavno Brownovo gibanje je odstotna sprememba v $x, \Delta x/x$ normalno porazdeljena. Ker so to spremembe v naravnem logaritmu x, je absolutna sprememba v $x, \Delta x$, logaritemsko normalno porazdeljena.

Če je $x(t)$ podan z enačbo 26, potem je $F(x) = logx$ enostavno Brownovo gibanje

$$dF = \left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right)dt + \sigma dz \tag{27}$$

tako, da je v časovnem intervalu t, sprememba logaritma x normalno porazdeljena z srednjo vrednostjo $\left(\alpha - \frac{1}{2}\sigma^2\right)$t in varianco $\sigma^2 t$. Če je torej $x(0) = x_0$, je pričakovana vrednost $x(t)$ podana z enačbo:

$$\varepsilon[x(t)] = x_0 e^{\alpha t} \tag{28}$$

in varianca $x(t)$ podana z enačbo:

$$var[x(t)] = {x_0}^2 e^{2\alpha t}\,(e^{2\alpha t} - 1). \tag{29}$$

Zadnji dve enačbi lahko uporabimo za izračun pričakovane sedanje diskontirane vrednosti $x(t)$ za posamezna obdobja, na primer

$$\varepsilon\left[\int_0^\infty x(t)e^{-rt}dt\right] = \int_0^\infty x_0 e^{-(r-\alpha)t}dt = \frac{x_0}{r-\alpha} \tag{30}$$

zagotavlja diskontno stopnjo r, ki presega stopnjo rasti α[3].

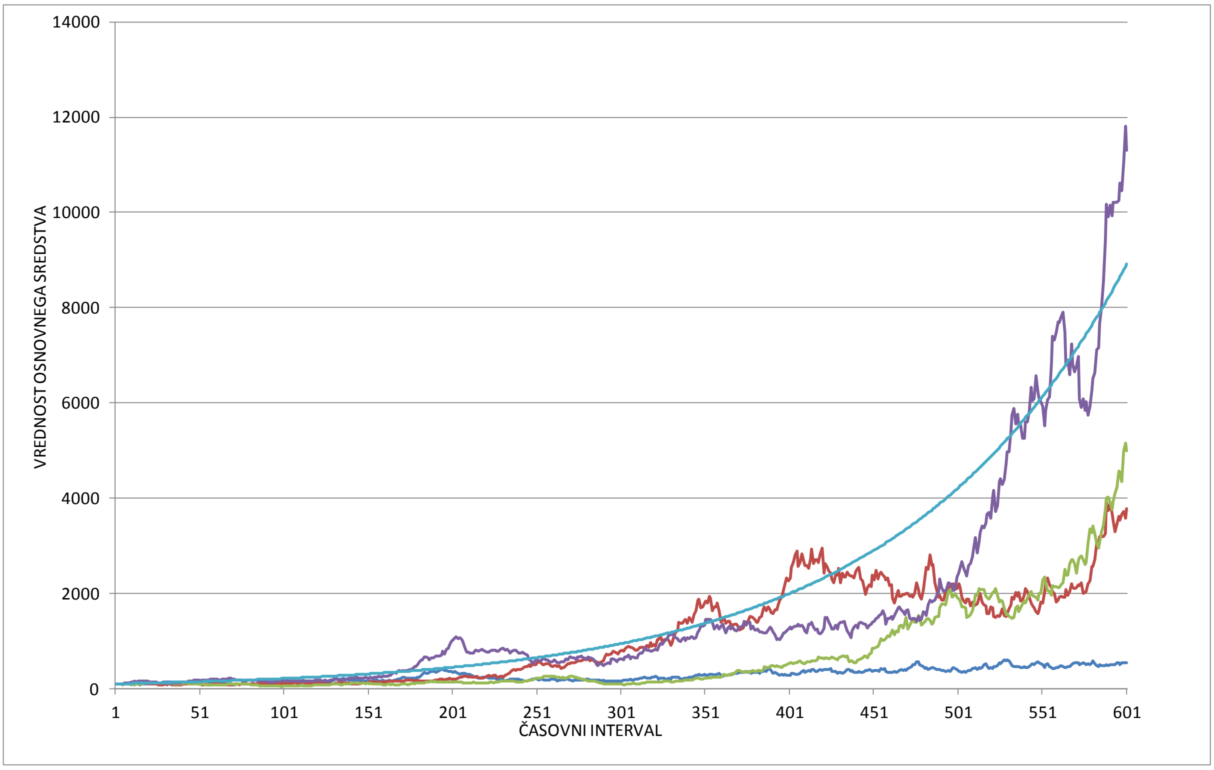
Na ta način lahko izračunamo diskontirano sedanjo vrednost denarnega toka, ki sledi geometrijskemu Brownovemu gibanju.

Na sliki 9 prikazujemo primer štirih simulacij gibanja vrednosti za parameter pomika $\alpha = 0{,}09$ na leto in standardnim odklonom $\sigma = 0{,}2$ na leto, v časovnem obdobju 600 mesečnih enot in začetno vrednostjo X_0 = 100 na podlagi enačbe št. 26 za geometrijsko Brownovo gibanje. Konveksno naraščajoča funkcija predstavlja trend oziroma stanje, ko je parameter $\sigma = 0$.

[3] Poznan tudi kot Gordonov model rasti, o katerem podrobneje pišemo v poglavju 4.

Slika 9: Geometrijsko Brownovo gibanje

Figure 9: Geometric Brownian Motion



Vir: Lastni izračun

3.3 Simulacija Monte Carlo

Uporaba simulacijskih tehnik nam omogoča, da poskušamo z numeričnimi metodami posnemati kompleksne procese, ki so matematično zapleteni in terjajo veliko število ponovitev. Monte Carlo simulacija je oblika simulacije, ki naključno generira vrednosti za slučajne spremenljivke X z uporabo porazdelitvenih funkcij $F_X(x)$. Generiranje vzorca slučajne spremenljivke X temelji na vzorcu enakomerno porazdeljene slučajne spremenljivke U s porazdelitveno funkcijo $F_U(u) = u$ (za $0 \leq u \leq 1$). Vzorca povsem slučajne spremenljivke ni lahko generirati, zato z računalniki generiramo vzorce tako imenovanih psevdoslučajnih števil, ki so pravzaprav zaporedja determinističnih števil z zelo veliko periodo ponovitev. Ta zaporedja imajo popolnoma enake lastnosti kot zaporedja povsem slučajnih števil. Pri tem si pomagamo z računalniškimi programi, ki vključujejo generatorje slučajnih števil, s katerimi generiramo zaporedja psevdoslučajnih števil. Vzorec poljubno porazdeljene slučajne spremenljivke lahko generiramo z različnimi metodami, med kateremi je najpogostejša inverzna metoda, ki jo predstavljamo v naslednjem poglavju (Turk, 2012).

3.3.1 Inverzna metoda generiranja vzorca

Predpostavimo, da imamo enako velika vzorca dveh slučajnih spremenljivk. Prva slučajna spremenljivka, X, je porazdeljena po porazdelitvi $F_X(x)$, druga, U, pa je enakomerno porazdeljena od 0 do 1: $F_U(u) = u$ $(za\, 0 \leq u \leq 1)$. Elemente v obeh vzorcih razvrstimo po velikosti in predpostavimo, da je verjetnost, da sta slučajni spremenljivki X in U manjši od i-tega elementa ustreznega vzorca, ne glede na porazdelitev. To predpostavko v enačbi zapišemo takole:

$$P[X \leq x_i] = F_X(x_i) = P[U \leq u_i] = F_U(u_i) = u_i \, . \tag{31}$$

Iz zadnje enačbe lahko izpeljemo izraz za določitev elementa vzorca slučajne spremenljivke:

$$F_X(x_i) = u_i \quad \rightarrow \quad x_i = F_X^{-1}(u_i). \tag{32}$$

Če torej poznamo porazdelitveno funkcijo slučajne spremenljivke oziroma njeno inverzno funkcijo in imamo vzorec $(\mathrm{u_{i,}}\ \mathrm{i} = 1, \dots)$ enakomerno porazdeljene slučajne spremenljivke U, lahko po zadnji enačbi določimo vzorec slučajne spremenljivke X.

V tem delu naloge smo spoznali značilnosti diskretnih oziroma zveznih slučajnih spremenljivk, katerim lahko določimo verjetnost zavzetja določenih vrednosti in to opišemo z različnimi porazdelitvenimi funkcijami. Med stohastičnimi procesi smo podrobneje proučili enostavno in geometrijsko Brownovo gibanje, ki predstavlja enega izmed najbolj razširjenih modelov za določanje gibanja vrednosti. Geometrijsko Brownovo gibanje služi kot temeljna predpostavka različnih načinov vrednotenja v teoriji realnih opcij, kar bomo podrobneje predstavili v nadaljevanju dela skozi obravnavo tako imenovanega naložbenega problema in opcijske modele. Modeliranje stohastičnih procesov lahko izvedemo s pomočjo Monte Carlo simulacije, pri kateri za različne slučajne vhodne spremenljivke, na podlagi ustrezne verjetnostne porazdelitve, izračunavamo in ugotavljamo izhodne vrednosti. Vhodne spremenljivke, kot vstopni podatek modelov za ocenjevanje vrednosti, se določajo s klasičnimi dinamičnimi metodami vrednotenja naložb. Podrobneje jih bomo predstavili v naslednjem poglavju.

4 NAČINI IN METODE VREDNOTENJA NALOŽBENIH PROJEKTOV

Vrednotenje osnovnih sredstev (npr. nepremičnin) na podlagi diskontiranega denarnega toka (*ang. discounted cash flow – DCF*) (v nadaljevanju: DCF metode) predstavlja le enega izmed načinov vrednotenja. Damodaran (2015) kot drugega navaja relativno vrednotenje, v katerem gre za ocenjevanje vrednosti sredstva glede na cene primerljivih sredstev, in tretjega, vrednotenje na podlagi pogojnih terjatev (*angl. contingent claim valuation*), kjer gre za uporabo opcijskih modelov za merjenje vrednosti premoženja, ki imajo značilnosti opcij.

Metodo primerljivih prodaj, ki temelji na neposrednem primerjanju ocenjevanega sredstva s podobnim, na tem mestu ne obravnavamo. Za določitev vrednosti je pri uporabi DCF metod treba poznati oziroma določiti tri vhodne parametre, in sicer pričakovane denarne tokove, čas, v katerem nastajajo denarni tokovi, in diskontno stopnjo, ki odraža primerno stopnjo tveganja denarnih tokov (Damodaran, 2015).

V tem poglavju bomo podrobneje proučili metodo diskontiranega denarnega toka kot podlago za tretji opcijski način vrednotenja, ki v nasprotju z DCF metodami upošteva tveganje, ki se s časom spreminja in s tem vpliva na negotovost naložbenega projekta.

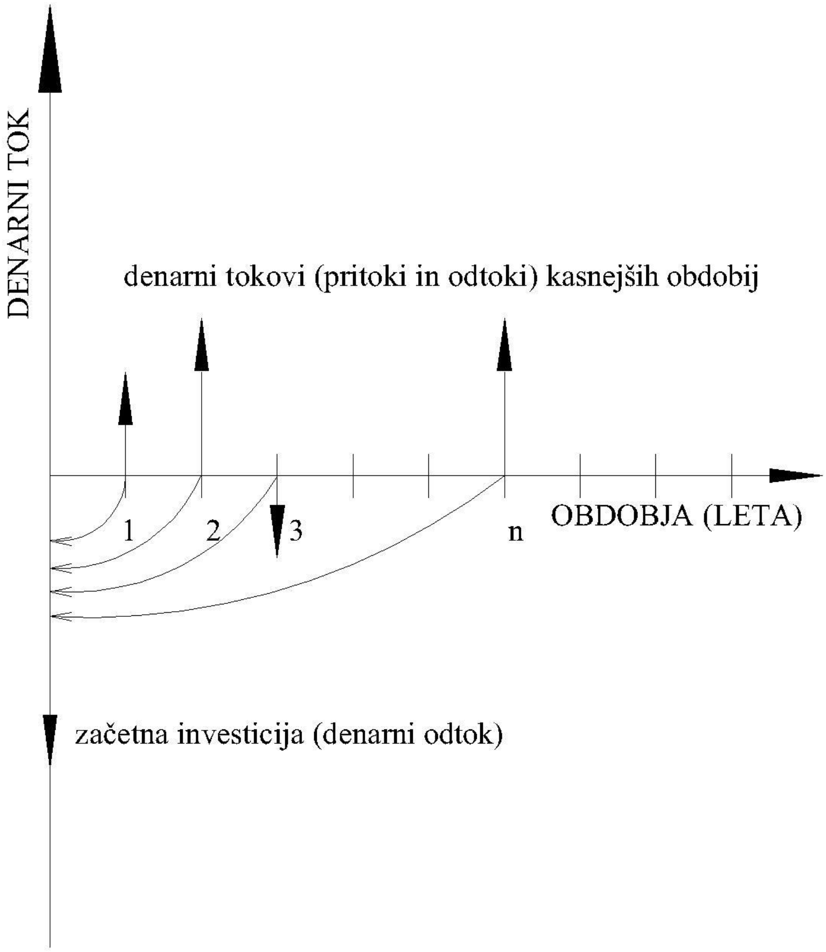
4.1 Metodologija vrednotenja na podlagi diskontiranega denarnega toka

Metode na podlagi diskontiranja denarnega toka temeljijo na preračunavanju prihodnjih denarnih zneskov na čas začetka naložbe. Pri metodi neto sedanje vrednosti tako izenačimo začetno naložbo in sedanjo vrednost prihodnjih denarnih tokov, ki so posledica te naložbe. Datum začetne naložbe je točka, na katero preračunavamo prihodnje denarne tokove, zato začetne naložbe ne diskontiramo, a ima – ker je po vsebini denarni odtok – negativni predznak. Prihodnje denarne tokove preračunavamo na dan naložbe. Ker pričakujemo, da bodo to denarni pritoki, jim praviloma dodelimo pozitiven predznak. Mogoče pa so tudi izjeme, na primer pri velikih naložbah v obnove zgradb ali njihovih delov, za katere izračunavamo neto sedanjo vrednost (Pšunder, Cirman, 2011).

Na sliki 10 prikazujemo prihodnje denarne tokove, ki jih preračunamo na začetni trenutek naložbe.

Slika 10: Diskontiranje denarnih tokov poznejših obdobij na datum začetne naložbe

Figure 10: Discounting cash flows subsequent periods to the date of initial investment



Vir: Pšunder, Cirman, 2011, str. 550

Poleg denarnih tokov iz naložbe je treba upoštevati tudi denarni tok od prodaje premoženja. V takšnih primerih je treba v zadnji denarni tok vključiti tudi morebitno preostalo (prodajno) vrednost naložbe. Ta se običajno pojavi kot pozitiven denarni tok, včasih pa tudi kot negativen, na primer pri odstranitvi premoženja trajne odpadne ali tako majhne vrednosti, da so denarni odtoki zaradi odstranitve večji kot pritoki od likvidiranega premoženja (ibid., 2011).

Pšunder in Cirman (2011) v analizi ugotavljata, da sta diskontna stopnja oziroma mera kapitalizacije ključni spremenljivki analize naložb. Enaka ugotovitev smiselno velja tudi za vrednotenje nepremičnin po metodah, ki temeljijo na diskontiranju denarnega toka. Za njuno določanje so sicer potrebne izkušnje, pa vendar ga ne smemo prepuščati zgolj izkustvenim postopkom ali celo okvirnim ocenam.

Pri določitvi diskontne stopnje oziroma mere kapitalizacije moramo uporabiti znanstveno in strokovno potrjene metode, le tako lahko pričakujemo, da bodo rezultati analiz in vrednotenj z metodami, ki temeljijo na diskontiranju denarnih tokov, zanesljivi in verodostojni. Kljub splošni razširjenosti uporabe metod, ki temeljijo na diskontiranju denarnih tokov, je še vedno prisotno njihovo pomanjkljivo poznavanje in ponekod tudi napačna uporaba. Pravilnost metod temelji na pravilnosti uporabljenih vhodnih elementov – denarnih tokov povezanih z naložbo in predvsem na uporabljeni diskontni stopnji. Prav višina slednje je tista, ki lahko ključno spremeni odločitev povezano z naložbo, saj že majhne spremembe v diskontni stopnji močno spremenijo odločitev o sprejetju ali zavrnitvi naložbe.

Metoda diskontiranega denarnega toka je eno od metod vrednotenja na donosu zasnovanega načina vrednotenja (*ang. income approach valuation*), za katerega Mednarodni standardi ocenjevanja vrednosti (MSOV, 2013) pravijo, da nakazuje vrednost s pretvorbo prihodnjih denarnih tokov v sedanjo vrednost kapitala. Ta način upošteva donos, ki ga bo sredstvo ustvarilo v okviru svoje dobe koristnosti, in nakazuje njegovo vrednost v procesu kapitalizacije. Kapitalizacija pomeni pretvorbo donosa v sedanjo vrednost z uporabo ustrezne diskontne stopnje. Tok donosa lahko izhaja iz pogodbe ali pogodb, lahko pa tudi nima pogodbene podlage, na primer pričakovani dobiček, ustvarjen z uporabo ali posedovanjem sredstva.

Temeljno načelo časovne razsežnosti denarja je, da so zneski med seboj primerljivi le, če jih preračunamo na isti časovni trenutek. To lahko storimo z obrestovanjem ali z razobrestovanjem, ki mu pogosteje rečemo diskontiranje. Diskontiranje je torej postopek preračunavanja denarnega zneska z nekega trenutka v prihodnosti na trenutek pred tem, praviloma na trenutek v sedanjosti. Ocenjevanje vrednosti po na donosu zasnovanem načinu temelji na ocenitvi sedanje vrednosti donosov, ki jih bo nepremičnina sposobna ustvarjati v prihodnosti, torej bomo za preračunavanje zneskov diskontiranje uporabljali pogosteje (skoraj vedno) kot obrestovanje. S tem bomo vsak znesek, ki se bo zgodil v prihodnosti, preračunali na čas ocenjevanja vrednosti. Če predpostavimo stalnost zahtevane donosnosti in trajanje donosov omejimo na n let, donose pa nadomestimo z določnejšo in običajnejšo obliko – z denarnimi tokovi, lahko sedanjo vrednost prihodnjih denarnih tokov izračunamo po enačbi (Pšunder, Vrenčur, 2012):

$$PV = \sum_{i=1}^{n} \frac{PMT_i}{(1+r)^i}, \tag{33}$$

kjer je:

PMT_i – denarni tokovi v obdobju i,

r – diskontna stopnja,

n – življenjska doba naložbe,

i – število obrestovalnih obdobij.

Ob koncu obdobja se preostala (rezidualna) vrednost RV_n upošteva kot povečanje zadnjega denarnega toka ali kot dodatni denarni tok od preostale vrednosti v primeru odstranitve (likvidacije) sredstva.

$$PV = \sum_{i=1}^{n} \frac{PMT_i}{(1+r)^i} + \frac{RV_n}{(1+r)^n}, \tag{34}$$

kjer je:

RV_n – rezidualna vrednost po času n.

Z vidika življenjske dobe projekta je konec projekta zelo težko določljiv. Še težje pa je določiti trajanje produkta oziroma sredstva, na primer zgradb, ki imajo izjemno dolgo dobo uporabnosti. Zato je v takšnem primeru smiselno predpostaviti neskončno trajanje in enačbo 33 poenostaviti ter jo zapisati v obliki neskončne geometrijske vrste (Pšunder, 2001):

$$PV = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{PMT_i}{(1+r)^i}. \tag{35}$$

Rezidualni člen pri razobrestovanju z neskončno potenco konvergira proti nič, zato v enačbi ni upoštevan. Pri dolgotrajnem življenjskem ciklu uporabe sredstva je nemogoče natančno predvideti denarne tokove, zato predpostavimo stalnost donosov in enačbo poenostavljeno zapišemo:

$$PV = PMT \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{(1+r)^i}. \tag{36}$$

V vsotnem členu enačbe 36 prepoznamo vsoto neskončne geometrijske vrste s količnikom $\frac{1}{(1+r)}$, ki je enaka $\frac{1}{\mathrm{r}}$, zato lahko enačbo 36 zapišemo tudi v naslednji obliki (ibid., 2001):

$$PV = \frac{PMT}{r}. \tag{37}$$

V prejšnji enačbi smo predpostavili stalna (konstantna) plačila, vendar je v realnosti dejstvo, da se plačila spreminjajo, zato predpostavimo, da je:

$$PMT_1 = PMT_0\,(1+q) \tag{38}$$

in

$$PMT_i = PMT_0\,(1+q)^i, \tag{39}$$

kjer je:

PMT_0 – zadnje plačilo,

PMT_1 – naslednje plačilo,

PMT_i – plačilo i-tega obdobja,

q – stopnja rasti.

Lahko zapišemo izpeljanko enačbe 34:

$$PV = PMT_0 \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(1+q)^i}{(1+r)^i}. \tag{40}$$

Zdaj ima člen neskončne geometrijske vrste količnik $\frac{(1+q)}{(1+r)}$. Vsota te vrste je $\frac{(1+q)}{(r-q)}$, vrsta pa konvergira pri pogoju $r > q$. Pri tem pogoju velja enačba, ki je poznana kot Gordonov model rasti (ibid., 2001):

$$PV = \frac{PMT_0(1+q)}{(r-q)} = \frac{PMT_1}{(r-q)}. \tag{41}$$

V primeru stalnega padanja plačil se v enačbi spremeni predznak stopnje rasti q.

4.2 Dinamične metode vrednotenja naložbenih projektov

Skupni imenovalec vseh dinamičnih metod je upoštevanje časovne komponente, kar nam omogoča pri oceni projektov njihovo medsebojno primerljivost. V osnovi gre za razobrestovanje oziroma diskontiranje kasnejših donosov na skupni termin, ki je najpogosteje trenutek, ko dospeva začetni vložek. Tako diskontirane vrednosti so med seboj primerljive, poleg tega pa rezultati, dobljeni na ta način, upoštevajo obresti na investiran kapital, ki tako lahko predstavlja oportunitetne stroške, ker tega kapitala ne moremo uporabiti za druge namene (npr. posoditi in zaslužiti obresti), ali pa predstavlja dejanske stroške v primeru, da se zadolžujemo za financiranje projekta. Izračuni z dinamičnimi metodami torej omogočajo, da se upošteva celotna življenjska doba naložbe in različna časovna razporeditev naložbenih stroškov in donosov.

Za oceno primernosti projekta ali za primerjavo med seboj alternativnih projektov pa uporabljamo absolutne denarne kategorije (npr. neto sedanja vrednost, letni ekvivalentni donosi) ali pa koeficiente oziroma stopnje (npr. indeks donosnosti, interna stopnja donosa, modificirana interna stopnja donosa).

4.2.1 Metoda neto sedanje vrednosti

Ena najpomembnejših metod za presojanje naložbenih projektov je prav gotovo metoda neto sedanje vrednosti ali metoda čiste sedanje vrednosti (*angl. net present value ali NPV).* Neto sedanja vrednost predstavlja razliko med sedanjo vrednostjo pričakovanih kvantificiranih koristi (donosov) in sedanjo vrednostjo pričakovanih kvantificiranih bremen (naložbenih stroškov), kar ponazorimo z enačbo (Filipič, Mlinarič, 1999):

$$NPV = \sum_{i=1}^{n} \frac{PMT_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^{n} \frac{I_i}{(1+r)^i}, \tag{42}$$

kjer je:

PMT_i – donos v letu t,

I_i – investicijski vložek v letu i[4],

r – zahtevana donosnost naložbe (diskontna stopnja)

n – življenjska doba naložbe,

i – število obrestovalnih obdobij.

Z enačbo 42 lahko torej ugotovimo, koliko je sedanja vrednost pričakovanih donosov večja od vložkov v naložbo. Po tej metodi se priporoča naložbeniku, da sprejme vsako neodvisno naložbo, katere neto sedanja vrednost je večja ali enaka nič, in zavrne naložbo, pri kateri je neto sedanja vrednost manjša od nič (Bierman, Smidt, 1988).

Na izračun neto sedanje vrednosti pomembno vpliva izbrana diskontna stopnja kot cena kapitala oziroma uporabljeni pripadajoči diskontni faktor, s katerim diskontiramo denarne tokove določene naložbe. Diskontna stopnja, ki predstavlja oportunitetni strošek kapitala, je v obratnem sorazmerju z neto sedanjo vrednostjo, kar pomeni, da če bomo izbrali večjo diskontno stopnjo, bomo kot rezultat dobili manjšo neto sedanjo vrednost naložbe.

[4] Vsota diskontiranih vložkov teče že od začetnega trenutka dalje in ne šele ob koncu prvega obračunskega obdobja.

Vendar ima metoda neto sedanje vrednosti določene pomanjkljivosti. V primeru izbora med več alternativnimi naložbenimi projekti bomo na podlagi metode neto sedanje vrednosti izbrali tisti projekt, ki ima največjo pozitivno sedanjo vrednost. Pri tem dejstvu pa je potrebna določena previdnost, saj ima tak način izbora cilj maksimiranje sedanje vrednosti dobička. Ker to vsekakor ni edini cilj podjetja, je treba upoštevati in testirati naložbene projekte tudi z drugimi metodami in v luči drugih ciljev naložbenika. Najbolj opazna pomanjkljivost metode je, da implicitno vsebuje predpostavko, da se vsi prihodnji donosi naložbe reinvestirajo do konca življenjske dobe po obrestni meri, ki je enaka diskontni stopnji, ki smo jo uporabili pri izračunu neto sedanje vrednosti. Izračun ob taki predpostavki je lahko zavajajoč, kar je razvidno tudi v današnjem času padanja tržnih obrestnih mer ter ker po drugi strani zanemari možnost, da donose naložbenega projekta investiramo v druge projekte z višjimi stopnjami donosa (ibid., 1988).

Neto sedanja vrednost je primerna samo za vrednotenje projektov, ki zahtevajo enake investicijske vložke in imajo enako življenjsko dobo. V realnem svetu pa sta ta dva pogoja le malokrat izpolnjena. Tako se lahko zgodi, da imamo več projektov z enako neto sedanjo vrednostjo, vendar z bistveno različno velikostjo investiranih sredstev in različnimi življenjskimi dobami. Seveda je jasno, da izberemo v takem primeru naložbo, ki z manj investiranimi vložki oziroma krajšo življenjsko dobo doseže primerjano vrednost neto sedanje vrednosti (Filipič, Mlinarič, 1999).

4.2.2 Indeks donosnosti

V primeru, ko imamo na izbiro naložbene projekte z različno življenjsko dobo in različnimi vložki sredstev uporabimo metodo indeksa neto sedanje vrednosti, ki nam pokaže razmerje med sedanjo vrednostjo kvantificiranih koristi in bremen, kar zapišemo z enačbo (Filipič, Mlinarič, 1999):

$$INPV = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{PMT_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^{n} \frac{I_i}{(1+r)^i}}, \tag{43}$$

kjer je:

$INPV$ – indeks neto sedanje vrednosti.

Naložba je donosna, če je indeks donosnosti večji od ena, če pa gre za izbiro ene izmed več možnih medsebojno izključujočih se naložb, se praviloma izbere tista, ki ima največji indeks donosnosti (ibid., 1999).

4.2.3 Metoda interne stopnje donosa

Bistveni vhodni parameter dinamičnega vrednotenja naložb predstavlja ugotovitev primerne notranje stopnje donosa naložbe (*angl. internal rate of return ali IRR*). Pri odločanju o naložbah se naložbeniki srečujejo z negotovo prihodnostjo, zato je ustreznejši element pričakovana stopnja donosa naložbe (*angl. expected rate of return*). Ocena pričakovane stopnje donosa je kompleksen proces, ki zahteva poznavanje tveganosti in donosov posameznih vrst naložb. Naložbeniki so na splošno nenaklonjeni tveganju, zato je pričakovati, da bodo zahtevali za tvegane naložbe večjo donosnost in obratno.

Tudi metoda interne stopnje donosa uporablja tehniko diskontiranja denarnih tokov naložbe in izhaja iz iste osnovne enačbe kot metoda neto sedanje vrednosti. Razlika je le v tem, da v tem primeru postavimo enačbo tako, da izenačimo sedanjo vrednost kvantificiranih naložbenih bremen s sedanjo vrednostjo kvantificiranih koristi naložbe. Ali povedano drugače, neto sedanjo vrednost izenačimo z nič in potem iščemo diskontno stopnjo kot neznanko enačbe, kakor sledi (Filipič, Mlinarič, 1999):

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{PMT_i}{(1+IRR)^i} - I_0 = 0, \tag{44}$$

kjer je:

IRR – interna stopnja donosa.

Druga zanimiva razlaga interne stopnje donosa pa je, da predstavlja najvišjo obrestno mero, po kateri si naložbenik lahko izposodi kapital za financiranje preučevanega projekta, da bodo obveznosti do virov sredstev skupaj z obrestmi v celoti poplačani iz donosov naložbe. Računanje poteka s postopkom iteracij, to je večkratnega poskušanja, pri čemer pri vsakem poskusu spremenimo diskontno stopnjo za določen korak. V primeru, da nam izračun pri določeni diskontni stopnji da pozitivno neto sedanjo vrednost, diskontno stopnjo v naslednjih korakih povečujemo. S tem dobivamo vse manjše neto sedanje vrednosti naložbe, dokler le-ta ne postane negativna. Na podlagi več izračunanih neto sedanjih vrednosti lahko poenostavljeno izračunamo približno interno stopnjo donosnosti z interpolacijo.

Druga možnost pa je, da določimo dovolj majhne korake spreminjanja diskontne stopnje pri iteracijah, kar nas zanesljivo pripelje do točnega razultata. Na ta način lahko za vsako možno naložbo izračunamo interno stopnjo donosa.

Naložbeni projekt je bolj zanimiv, čim večjo interno stopnjo donosa ima. To pomeni, da bomo med neodvisnimi projekti izbrali tistega, ki ima največjo interno stopnjo donosa. Vendar obstaja pogoj, da je le-ta večja od neke določene diskontne stopnje, ki jo lahko imenujemo tudi zahtevana stopnja donosnosti. Določi se na enak način kot diskontna stopnja pri metodi neto sedanje vrednosti (Filipič, Mlinarič, 1999).

Ravno tako kot pri NPV je tudi tukaj poglavitna slabost, da je pri izračunu implicitno vsebovana predpostavka, da se vsi predvideni donosi naložbe obrestujejo do konca življenjske dobe projekta po obrestni meri, ki je enaka interni stopnji donosa naložbe. V praksi pa ta predpostavka v večini primerov ne more biti izpolnjena. Če je ugotovljena interna stopnja donosa nekega projekta nizka, potem je zelo verjetno, da bomo donose prvotne naložbe reinvestirali po višji stopnji donosnosti, zato bo dejanska interna stopnja donosnosti prvotne naložbe višja od izračunane. Obratno pa velja, da bodo naložbeni projekti z visokimi internimi stopnjami donosa ovrednoteni preveč optimistično, saj bo v praksi verjetno težko vedno najti nove projekte z ravno tako visokimi donosi (Čibej, 2001).

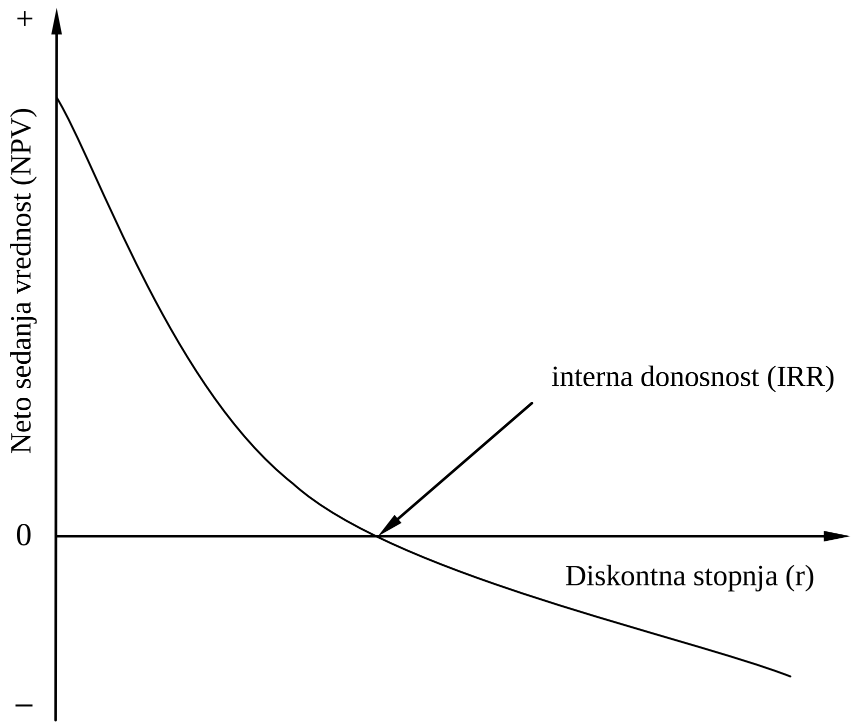
Druga pomanjkljivost je problem, ki se pojavlja, kadar imamo opravka s kompleksno naložbo. O konvencionalni naložbi govorimo, kadar predvidevamo velik izdatek v začetnem obdobju, ki mu sledijo prilivi v naslednjih obdobjih. Kadar pa negativni denarni tok občasno nastopa tudi v kasnejših obdobjih, pa gre praviloma za kompleksno naložbo.

V tem primeru obstaja možnost, da bomo kot rezultat izračuna dobili dve ali celo več rešitev. Več kot samo ena diskontna stopnja bo privedla neto sedanjo vrednost naložbe na nič. Pojavi se vprašanje, katera izmed njih je prava oziroma pravilna stopnja donosa. Katera izmed njih dejansko odraža donosnost projekta. Pri enostavnih naložbah lahko eno stopnjo zanemarimo, ker njena velikost ni konsistentna z naravo projeciranih denarnih tokov. Pri kompleksnih naložbah pa je treba ugotoviti, ali prirastek predvidenih denarnih tokov povzroči povečanje ali pa zmanjšanje stopnje, kar pa ni spremenljivo (Colwell, 1995).

Odnos v grafični obliki med neto sedanjo vrednostjo, diskontno stopnjo in interno donosnostjo podajamo v naslednjem prikazu, kjer je razvidno, da je krivulja neto sedanje vrednosti monotona padajoča funkcija diskontne stopnje.

Slika 11: Odnos med neto sedanjo vrednostjo in interno donosnostjo

Figure 11: The relationship between the net present value and internal rate of return



Vir: Pšunder, 2001, str. 64

Z višanjem diskontne stopnje neto sedanja vrednost naložbe pada. Ko neto sedanja vrednost naložbe doseže vrednost 0, je diskontna stopnja enaka notranji stopnji donosnosti naložbe. Metoda interne stopnje donosa je priljubljena zato, ker je pomembno vedeti razliko med minimalno zahtevano stopnjo donosa in dejansko stopnjo donosa projekta. Ta razlika je neke vrste informacija o varnosti oziroma merilo manevrskega prostora za morebitne napake. To je koristen podatek pri obravnavi tveganosti projekta.

4.2.4 Metoda modificirane interne stopnje donosa

Težave, ki nastanejo pri metodi interne stopnje donosa glede reinvestiranja po dovolj visokih stopnjah, odpravlja modificirana interna stopnja donosa (*angl. modified internal rate of return*). Ta metoda upošteva možnost, da se donosi reinvestirajo po drugačni (običajno nižji) obrestni meri, kot pa izhaja iz izračunane IRR ali obrestne mere, ki velja za obrestovanje naložbenikove pasive (Čibej, 2000).

MIRR nam pove, po kakšni obrestni meri bi bil (največ) oplemeniten začetni investicijski vložek do konca življenjske dobe projekta, če bi realizirali predvidene donose in jih nato vse po vrsti uspeli do konca življenjske dobe naložbe naložiti po nekem predpostavljenem (oziroma reinvesticijskem) scenariju (ibid., 2000).

Definirana je z enačbo:

$$I_0(1+MIRR)^n = \sum_{i=1}^{n} PMT_i \cdot (1+r)^{n-i}$$
$$\Updownarrow \tag{45}$$
$$MIRR = \sqrt[n]{\frac{\sum_{i=1}^{n} PMT_i \cdot (1+r)^{n-i}}{I_0}} - 1,$$

kjer je:

MIRR – modificirana interna stopnja donosa.

Modificirana interna stopnja donosa ima ob prevladujočih pozitivnih učinkih (prilagodljivost na različne možnosti reinvestiranja) to slabo lastnost, da ni enolično definirana, zlasti kar zadeva obravnavo kasnejših vložkov (ibid., 2000). Dilema nastane, ko se poleg začetnega naložbenega izdatka pojavi vsaj še en naložbeni izdatek, bodisi med ali pa čisto na koncu življenjske dobe naložbe. Tedaj imamo dve možnosti (Dolamič, 1999):

– Izdatek, ki nastopi kasneje lahko upoštevamo kot negativni donos. Tako se ustrezno zmanjša modificirani priliv, modificirani izdatek pa je enak začetnemu izdatku.
– Izdatek upoštevamo kot investicijski strošek, ki ga diskontiramo na začetek prvega obdobja, ter tako ustrezno povečamo modificiran izdatek naložbe, medtem ko v modificiranem prilivu zajamemo samo pozitivne denarne tokove.

Pri tem lahko takoj ugotovimo, da bo stopnja donosa manjša v drugem primeru. To lahko utemeljimo s tem, da je osnova za izračun stopnje donosa proučevane naložbe, investiran kapital, zajet v vrednosti modificiranega izdatka. Ker pa je za vsak donosen projekt značilno, da je sedanja vrednost donosov večja kot sedanja vrednost izdatkov, to pomeni, da v tem primeru relativno bolj povečamo osnovo (z upoštevanjem dodatnega izdatka), kot pa se poveča skupni donos, ker v njem ne upoštevamo istega izdatka. MIRR torej kot naložbeni kriterij ni enotno opredeljena, kar predstavlja slabost te metode. (ibid., 1999).

4.3 Pomanjkljivosti vrednotenja z metodami diskontiranega denarnega toka

Značilnost mnogih naložbenih projektov je ta, da so izrazito dolgoročni in kot taki močno podvrženi spremembam, ki se lahko zgodijo od trenutka, ko analiziramo naložbo do njenega sprejetja oziroma zaključka. Na naslednjo pomanjkljivost dinamičnih metod naletimo, ko obravnavamo naložbeni projekt v opcijskem prostoru. Dinamične metode namreč dopuščajo le dve možnosti: investiraj takoj ali nikoli. Vendar pa večina naložb ne sodi v tako drastičen okvir. DCF metode tako ne upoštevajo možnosti odloga projekta na čas, ko se razmere v okolju spremenijo do te mere, da postane projekt ponovno rentabilen. Zato Dixit in Pindyck (1995) opozarjata, da ni dovolj, da je sedanja vrednost prihodnjih denarnih tokov pozitivna, ampak mora presegati stroške projekta za znesek, ki je enak vrednosti odprte naložbene opcije.

Tradicionalno vrednotenje naložb diskontira prihodnje denarne tokove na sedanji trenutek z diskontno stopnjo oziroma tehtanim povprečjem stroškov kapitala, ki odseva rizičnost teh denarnih tokov. Z dodatnimi premijami na diskontno stopnjo znižujemo neto sedanjo vrednost projekta, poleg tega pa uporabljamo isto stopnjo za več denarnih tokov naložbenega projekta. Tako na primer ista diskontna stopnja za denarne tokove v fazi gradnje ali pa v razvojni fazi ne odseva različne negotovosti. Teoretična izhodišča dinamičnih metod so torej jasna, vendar pa vrednosti, ki so izvedene iz njih, niso vedno zadovoljive, ker jih kvarijo vhodni podatki, ki so nujni za njihovo implementacijo.

Smith (1985) opredeljuje pet glavnih dejavnikov na področju vrednotenja projektov, kjer se lahko zgodijo te nepravilnosti:

1. Čisti denarni tok. Za implementacijo dinamičnih metod mora biti izvedena projekcija čistega denarnega toka.
2. Davki. Ker so naložbe v nepremičnine močno odvisne tudi od dolžniškega kapitala, je učinek davčnega ščita zelo pomemben.
3. Predvidena prodajna vrednost (likvidacijska vrednost sredstev). Napovedovanje likvidacijske vrednosti je podoben problem kot napoved denarnih tokov, vendar je glavna razlika v velikosti in negotovosti zaradi večje oddaljenosti v prihodnost.
4. Tehtano povprečje stroškov kapitala (WACC) in stroški lastniškega kapitala. Ker so stroški dolžniškega kapitala na trgu znani, so nepravilnosti v diskontni stopnji povezane večinoma z oportunitetnimi stroški lastniškega kapitala po obdavčitvi. Pravilni stroški lastniškega kapitala niso preprosto razpoznavni zaradi nerazvitega trga nepremičnin in posledično negotovosti ter pomanjkanja informacij o prihodnjih denarnih tokovih teh naložb.

5. Obdobje lastništva sredstev. Občutljivost dinamičnih metod na čas držanja sredstev v lastništvu se pojavi zato, ker se delež obdavčenega prihodka in razmerje čistega prihodka s kapitalskim dobičkom spreminja skozi obdobje posedovanja sredstva. Običajno je z daljšim obdobjem posedovanja sredstev višji delež obdavčnega prihodka v celotnem prihodku za dani prirastek kapitala.

Pomanjkljivosti, vezane za denarne tokove, podaja Mun (2002) v strnjeni obliki in jih prikazujemo v naslednji tabeli.

Tabela 1: Predpostavke in dejstva DCF metod

Table 1: Assumptions and facts of DCF methods

Predpostavke diskontiranih denarnih tokov	***Dejstva***
Odločitve se sprejemajo zdaj in denarni tokovi v prihodnosti so stalni.	Obstaja negotovost in spremenljivost prihodnjih rezultatov. Vse odločitve se ne sprejemajo danes, nekatere se lahko odloži v prihodnost, ko negotovosti ni več.
Projekti so "mini podjetja" in so medsebojno zamenljivi s celimi podjetji.	Z vključitvijo učinkov omrežja, diverzifikacijo, soodvisnosti in sinergije projektov in njihovih denarnih tokov včasih ni mogoče ocenjevati kot samostojne.
Ko so projekti začeti, so pasivno upravljani.	Projekti so običajno aktivno upravljani v njihovem življenjskem ciklu, vključno s kontrolnimi točkami, možnostmi odločanja, proračunskimi omejitvami in tako dalje.
Prihodnji denarni tokovi so predvidljivi in deterministični.	Prihodnje denarne tokove je težko oceniti, saj so ponavadi stohastični in tvegani.
Uporabljena diskontna stopnja projekta je oportunitetni strošek kapitala, ki je sorazmerna z nerazpršenim tveganjem.	Obstaja več tveganj z različnimi lastnostmi, nekatera so razpršena po projektih ali času.
Vsa tveganja so v celoti upoštevana v diskontni stopnji.	Poslovna in druga tveganja v projektu se lahko spremenijo v času trajanja projekta.
Vsi dejavniki, ki lahko vplivajo na rezultat projekta in na njegovo vrednost, se odražajo v diskontiranih denarnih tokovih skozi neto sedanjo	Zaradi kompleksnosti projektov in tako imenovanih zunanjih dejavnikov je težko ali nemogoče izmeriti vse dejavnike v smislu

vrednost ali interno stopnjo donosa	povečanih denarnih tokov. Porazdeljeni, nenačrtovani izidi/rezultati (na primer strateška vizija in podjetniška aktivnost) so lahko znatni in strateško pomembni.
Neznani, neopredmeteni ali nemerljivi dejavniki se ne vrednotijo.	Pomembne koristi so na primer neopredmetena sredstva ali kvalitativni strateški položaji.

Vir: Mun, 2002, str. 87

DCF metode ne upoštevajo dejstva, da se vzorec tveganja naložbenega projekta spreminja s časom. Prav tako ne upošteva fleksibilnosti, ki nam jih tržišče ponuja s svojimi nihanji. Med začetkom in koncem naložbenega projekta je zato možnih veliko različnih izidov, ki jih z DCF metodami ne zajamemo. Vsakokrat, ko ima management možnost reagiranja na negotovost v spremljivih tržnih razmerah oziroma aktivnega spremljanja svojega projekta, lahko uporabimo pristop na podlagi realnih opcij, ki jih podrobneje opisujemo v naslednjem poglavju.

5 KONCEPTUALNA ZASNOVA TEORIJE REALNIH OPCIJ

5.1 Osnovni koncept teorije realnih opcij

Teorija realnih opcij se je razvila kot odgovor na pomanjkljivo vedenje o odločanju v razmerah negotove prihodnosti. Tradicionalne kvantitativne metode (metode DCF)[5], ki temeljijo na diskontiranju denarnih tokov, predpostavljajo določen scenarij teh tokov v prihodnosti, ki pa ni nujno pravilen. V nasprotju s tradicionalnimi metodami na podlagi diskontiranja denarnih tokov, teorija realnih opcij v kapitalskem vrednotenju kvantificira in vgrajuje neotipljivo vrednost aktivnega upravljanja in medsebojnih strateških interakcij, ki jih prepozna v bodočih naložbenih priložnostih (Dixit, Pindyck, 1995).

Kaj sploh razumemo pod imenom realne opcije? Lahko rečemo, da so naložbene priložnosti opcije, kar pomeni, da imamo pravico, vendar ne obveznost, da izvedemo določeno naložbo v prihodnosti. Priložnosti, da pridobimo določena realna sredstva, se imenujejo realne oziroma strateške opcije. Mnoga poslovna sredstva kakor tudi sredstva, ki jih še "nimamo" v svojem portfelju, kot na primer priložnost za rast (*angl. growth opportunities*), lahko predstavljajo opcije. Opcijska struktura v naložbi predstavlja dodano vrednost, ker jo lahko izkoristimo, ko so razmere ugodne, in jo pustimo zapasti, ko so le-te neugodne (Anderson, 2000).

5.2 Analogija med finančnimi in realnimi opcijami

Za razumevanje na tem mestu podajamo razlago osnovnih pojmov iz splošne terminologije opcij:

- Nakupna opcija (*angl. call option*) je pravica, vendar ne obveznost do nakupa določenega premoženja za vnaprej določeno ceno.
- Prodajna opcija (*angl. put option*) je pravica, vendar ne obveznost za prodajo določenega premoženja v prihodnosti po vnaprej določeni ceni.
- Ameriška opcija (*angl. american option*) se lahko uveljavi kadarkoli pred datumom zapadlosti.
- Evropska opcija (*angl. european option*) se lahko uveljavi samo na dan zapadlosti.
- Sestavljena opcija (*angl. compound option*) je opcija, katere vrednost je odvisna od druge opcije.

[5] Glavni protagonisti teorije realnih opcij (op. Trigeorgis, Copeland, Antikarov in drugi) metode na podlagi diskontiranja denarnih tokov zaradi njihovih značilnosti imenujejo pasivne oziroma tudi statične metode.

- Nakupna opcija je odprta (*angl. in the money),* ko je vrednost osnovnih sredstev nad izvršilno ceno.
- Nakupna opcija je zaprta (*angl. out of money)*, če je vrednost osnovnih sredstev nižja od izvršilne cene. V tem primeru se nakup ne izvede takoj. Lastnik opcije lahko izgubi le to, kar je plačal za pridobitev opcije (t.j. opcijsko premijo) in nič več.
- Izvršilna cena opcije (*angl. strike/exercise price*) predstavlja vnaprej določemo fiksno, oziroma pogodbeno ceno, pri kateri ima imetnik nakupne oziroma prodajne opcije pravico kupiti ali prodati osnovno sredstvo.

Primerjavo med finančnimi in realnimi opcijami prikazujemo z naslednjim tabelaričnim prikazom.

Tabela 2: Primerjava med finančnimi in realnimi opcijami
Table 2: The comparison between financial and real options

Finančne opcije		**Realne opcije**
Trenutna cena delnice	⟷	Sedanja vrednost denarnih pritokov = vrednost naložbenega projekta
Izvršilna cena opcije	⟷	Izdatki naložbenega projekta
Čas do zapadlosti opcije	⟷	Čas do zapadlosti naložbene priložnosti
Negotovost vrednosti delnice	⟷	Negotovost vrednosti projekta
Netvegana donosnost	⟷	Netvegana donosnost

Vir: Trigeorgis, 1996, str. 125; Luehrmann, 1998, str. 52

Teorija realnih opcij nalaga nosilcem vrednotenja naložb, da upoštevajo tri bistvene lastnosti vsake naložbe:

- nepovratnost (*angl. irreversibility*),
- fleksibilnost (*angl. flexibility*),
- negotovost (*angl. uncertainty*).

Imetnik nakupne opcije ima pravico, ne pa tudi obveznost (*fleksibilnost*), da pridobi določena sredstva v vnaprej določenem časovnem terminu (*negotovost*), če je zanj transakcija ugodna. Izvršitev te pravice imetniku povzroči tako imenovane "potopljene stroške" (*nepovratnost*). Te tri značilnosti opišejo realne naložbene projekte. Vnos teh treh elementov v naložbeno odločanje je temeljito spremenilo neoklasično teorijo (Hommel, Pritsch, 1999).

5.3 Nepovratnost

Dejstvo, da je odločitev za naložbo nepovratna pot, močno vpliva na pomembnost in vrednotenje realnih opcij. Z izvršitvijo nepovratne naložbe naložbenik dejansko "uniči" opcijo odloga naložbe ter se s tem odreče priložnosti, da izkoristi potencialno spremembo trga v njegovih cikličnih nihanjih v prihodnosti. In drugič, kar je bolj pomembno, opcija odloga omogoči možnost preložitve odločitve o naložbi, če se tržna situacija spremeni v negativno smer (Pindyck, 1991).

Nekateri naložbeni stroški so tako imenovani potopljeni stroški in zato nepovratni (na primer stroški v marketing in oglaševanje). Naložbenih odločitev ni možno sprejemati v obliki "zdaj ali nikoli", ki jo ponujajo tradicionalne metode vrednotenja naložb. V tem smislu pozitivna neto sedanja vrednost ni več optimalen kriterij za odločitev o naložbi. Ob prisotnosti nepovratnosti naj bi naložbenik "pogledal" preko tega kriterija s primerjavo naložbenega donosa s tistim, ki ga nadgrajuje opcija odloga in investiranja kasneje (ibid., 1991).

5.4 Fleksibilnost

Druga pomembna prednost, ki jo prinaša teorija realnih opcij, izhaja iz pravilnega razumevanja naložbenih strategij, ki vsebujejo prilagodljivost razmeram na trgu. Slika 12 prikazuje gibanje vrednosti projekta v odvisnosti od časa. Na začetku na levi strani se je vrednost projekta gibala znotraj modrega polja, v katerem se je spreminjala, vendar zaradi tega ni bilo treba spreminjati strateškega plana, kar pomeni, da je bila izvedena DCF analiza pravilna.

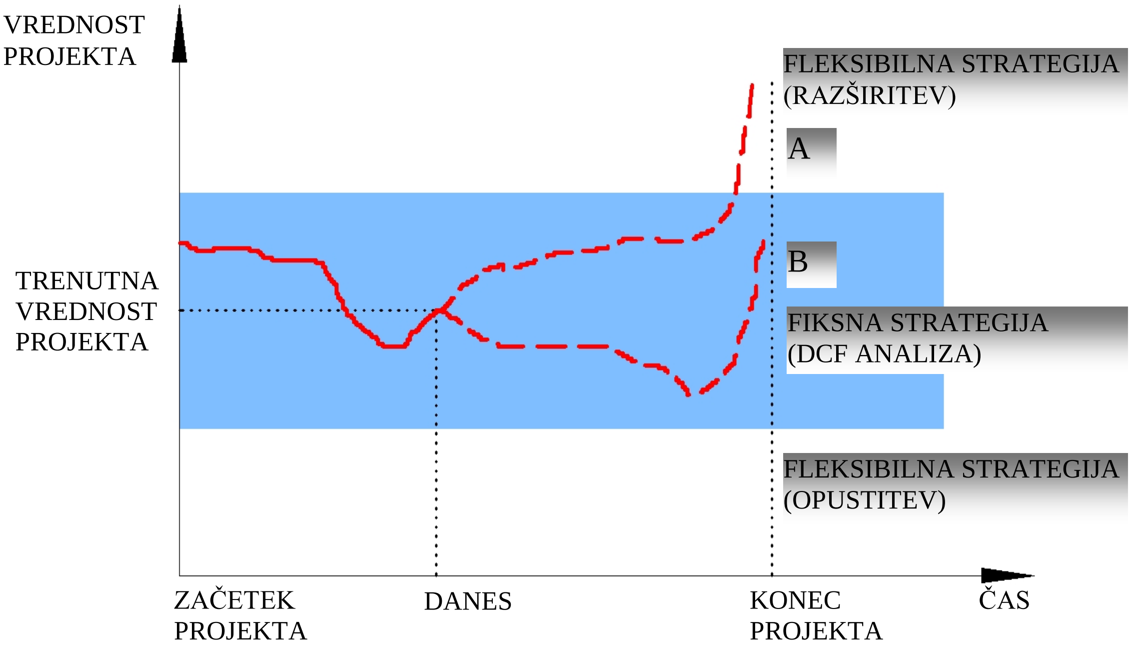
Od vrednosti "danes" na časovni premici se lahko vrednost projekta spreminja po dveh poteh (Frigo et al., 2002):

- lahko raste po poti B, vendar ostane znotraj okvira določenega z DCF analizo,
- lahko pa raste po poti A, ki pa ni znotraj okvira postavljenega z DCF analizo.

Ko je stopnja prekoračitve dosežena, mora podjetje izkoristiti priložnost razširitve. Pot A predstavlja torej strateško opcijo projekta in demonstrira, kako fleksibilnost dodaja vrednost k projektu. Podobno se dogaja tudi v primeru slabega scenarija, kjer opcija opustitve in s tem zmanjšanje izgube dodaja vrednost projektu. Zato je za implementacijo realnih opcij treba razumeti, kateri so tisti faktorji, ki dodajajo vrednost projektu.

Slika 12: Shematski prikaz vrednosti naložbenega projekta skozi čas

Figure 12: Schematic presentation of the investment project value over time



Vir: Frigo et al., 2002, str. 10

5.5 Negotovost

Upravljanje v razmerah negotovosti zahteva dve pomembni veščini: sposobnost identifikacije naložbenih priložnosti in sposobnost prilagoditve spremembam na trgu. Spoznanje, da so naložbene priložnosti podobne finančnim nakupnim opcijam, je pomagalo naložbenikom spoznati ključno vlogo, ki jo igra negotovost pri planiranju naložb. Pri finančni nakupni opciji velja, da večja kot je nestanovitnost delnice, na katero je opcija pisana, bolj vredna je ta opcija in večja je spodbuda, da opcijo držimo odprto, kot pa da jo izkoristimo. Višje kot cena delnice raste, višji je dobiček, ko opcijo uveljavimo; v primeru, da cena delnice pade, lahko izgubimo samo znesek, ki smo ga plačali za opcijo (Amram, Kulatilaka, 1999).

Podobno velja za naložbe v realna sredstva. Večja kot je negotovost glede potencialnih koristi iz naložbe, večja je vrednost naložbene priložnosti in večja je spodbuda, da počakamo in naložbeno priložnost držimo odprto, kot pa da jo izvršimo naenkrat. Negotovost je zajeta tudi v konvencionalni NPV analizi, kjer je izražena skozi diskontni faktor za izračun sedanje vrednosti, vendar pa ima v opcijski teoriji veliko večji pomen (Dixit, Pindyck, 1995).

Vrednost sredstev se spreminja, zato je oceniti, kakšna bo vrednost teh sredstev v prihodnosti, negotova naloga. Lažje kot z neposrednim merjenjem dodane vrednosti, lahko to storimo z merjenjem negotovosti v opcijskem modelu. Instrument za merjenje negotovosti je ocena verjetnosti, kjer zajamemo relativno verjetnost vrednosti med dvema ekstremoma. Najbolj običajno tehtano merjenje razpršitve vrednosti je varianca (σ^2). Večja kot je varianca, bolj verjetno je, da bodo vrednosti mnogo višje ali mnogo nižje od povprečja. V naložbenem planiranju je časovna komponenta izredno pomembna, kajti od tega, koliko se stvari spremenijo, medtem ko čakamo, je odvisno, kako dolgo si lahko privoščimo ta odlog naložbe. Zato v opcijskem vrednotenju govorimo o varianci na obdobje oziroma o kumulativni varianci ($\sigma^2 t$) kot zmnožek variance na obdobje in števila teh obdobij. Opcija, ki jo izvršimo v drugem letu, ima dvakrat višjo kumulativno varianco kot identična opcija, ki jo izvršimo v prvem letu. Če izraz $\sigma^2 t$ korenimo, dobimo tako imenovano kumulativno nestanovitnost ali volatilnost ($\sigma\sqrt{t}$), ki meri, za koliko se lahko stvari spremenijo še preden je naložbena odločitev izpeljana (Luehrmann, 1998b).

5.6 Vrste realnih opcij

5.6.1 Časovne opcije

Značilnost časovne opcije (*angl. timing options*) je, da je prisotna že pred vključevanjem kapitala v naložbo. Zaradi negotovosti v prihodnjih denarnih tokovih bo naložbenik odložil naložbo, dokler ta negotovost ne bo minila. Ta opcija daje naložbeniku pravico, vendar ne obveznosti, da izvrši naložbo v prihodnosti. Če bi bila naložba izvedena takoj, bi bila opcija izvršena pod svojo pravo vrednostjo. Tudi v pogojih konkurenčnega trga lahko časovna opcija doseže povečanje vrednosti naložbe v primerjavi z opcijo, pri kateri naložbo izvedemo takoj. Na primer naložbenik ima pravico do nakupa zemljišča ali kakšnega drugega vira, s čimer lahko določeno obdobje počaka, da vidi, ali cene upravičujejo gradnjo oziroma vlaganje v razvoj zemljišča (Trigeorgis, 1996).

5.6.2 Opcije rasti

Opcija rasti (*angl. growth options*) izhaja iz investiranja na negotove trge, kar prinaša nepričakovana izplačila. Opcija rasti omogoča podjetju povečanje kapacitet, če so tržni pogoji boljši od pričakovanih (Lenarčič, 2002). Poznamo več vrst opcij rasti:

a) možnost povečanja kapacitet na obstoječi proizvodni liniji;
b) širitev na nova geografska področja;
c) priložnost dodati nova komplementarna področja in proizvode.

Na primer začetno investiranje (npr. v R&D, zakup neopremljenega zemljišča, naravnih virov, strateških nakupov, informacij) predstavlja predpogoj in podlago za razvoj ter možnosti za rast (npr. nova generacija izdelkov ali postopkov, naftne rezerve, dostop do novih trgov, utrditev osrednjih zmogljivosti) (Trigeorgis, 1996).

5.6.3 Opcije izhoda

Ta vrsta opcije (*angl. exit options*) je močno prisotna v poslovnem svetu. Če se naložba izkaže za neučinkovito, je zelo priporočljivo imeti izhod, ki ga izkoristimo v takem primeru. V tem primeru se opusti aktivnost in realizira rezidualno vrednost. Če se torej razmere na trgu močno poslabšajo, lahko management trajno opusti poslovanje in unovči vrednost naložbene opreme ter drugih sredstev na trgih (Trigeorgis, 1996).

5.6.4 Opcije učenja

Opcije učenja (*angl. learning options*) izhajajo iz niza majhnih naložb, ki preizkušajo oziroma testirajo vrednost veliko večje naložbe. Višje vrednost imajo opcije učenja v primeru ustvarjanja novih proizvodov in v začetnih fazah naložbe, ker je negotovost izredno velika. Na primer začetna naložba podjetja v tržne raziskave je pokazala slab odziv porabnikov na njihov proizvod, zato je prihranila ogromno sredstev, ki bi jih drugače namenili reklamiranju, ali pa je pokazala, da je potencialni trg veliko večji, kot je bilo sprva mišljeno. Med te opcije spadajo tudi R&D projekti in veliki razvojni nepremičninski projekti. Trigeorgis (1996) jih imenuje tudi *Time to Build Options (ali fazne opcije)* in navaja, da vsaka faza nastopa kot opcija za naslednje faze ter da investiranje po fazah ustvarja možnost opustitve poslovanja v negotovih razmerah (Trigeorgis, 1996).

5.6.5 Opcije zamenjave

Opcije zamenjave (*angl. option to switch*) management uporabi, če se na primer cene ali povpraševanje po izdelku spremeni, pri čemer zamenja in spremeni končni produkt (fleksibilnost proizvoda). Alternativno se lahko isti produkt proizvede z uporabo različnih vrst inputov (fleksibilnost procesa) (Trigeorgis, 1996).

5.7 Pristopi k ocenjevanju realnih opcij

Obstajajo štiri osnovne računske metodologije za ocenjevanje realnih opcij. Metodologije so med seboj združljive, vendar je v različnih situacijah lahko ena tehnika bolj uporabna kot druga.

Poudarek mora biti na uporabi najpreprostejše tehnike, ki daje uporabne rezultate. Mnogi najpreprostejši izračuni so uporabni za evropske opcije, katere je mogoče uveljavljati le na določen datum zapadlosti. Na žalost je večina realnih opcij tipa ameriška opcija, kjer se imetnik opcije sam odloči, kdaj v določenem časovnem obdobju bo opcijo uveljavil. Zgodnje uveljavljanje opcij je pogosto največji del problema (Gamba, Sick, 2010).

V nadaljevanju predstavljamo vse štiri osnovne metodologije ocenjevanja realnih opcij (ibid., 2010):

a) Analitične rešitve zaprtega tipa (*angl. closed-form analytic solutions*) veljajo za najboljši pristop in vključujejo izračune za evropske nakupne in prodajne opcije ter rešitve za neskončne ameriške nakupne in prodajne opcije, v primeru normalno ali lognormalno porazdeljenih osnovnih sredstev (npr. Black-Scholes-ove enačba itd.). Vsem realnim opcijam determinirane analitične rešitve ne ustrezajo popolnoma, vendar so uporabne za določene primere in ocenjevanje skrajnih meja za realne opcije, ki se zgodijo naravno.

b) Numerične rešitve parcialnih diferencialnih enačb (*okrajšava PDE*) so na splošno uporabne le v okolju teoretičnih akademskih rešitev, saj se v praksi na splošno soočajo s preveliko količino različnih omejitev, da bi oblikovanje PDE rešitev lahko uporabili za vse realne možnosti, ki se pojavijo. Obstajajo programska orodja, ki so uporabna za reševanje velikega števila problemov realnih opcij in nekatera uporabljajo PDE, vendar pa uporabnik ne pozna rešitev algoritma in mu ni treba vedeti podrobnosti.

c) Mrežni ali drevesni modeli (*angl. lattice, tree models*) za realne opcije so enostavni in uporabni tako za ameriške kot tudi za evropske opcije. Če obstaja samo en dejavnik tveganja, jih je mogoče implementirati s pomočjo preglednic, kjer je ena os čas in druga raven cen ali vrednost osnovnega dejavnika tveganja (*angl. underlaying risk drivers*). Omejitve teh modelov se pojavijo, ko imamo več dejavnikov tveganja. Kompleksnih rešitev teh modelov ni mogoče implementirati v preglednici, saj zahtevajo uporabo programskega jezika ali numeričnega programskega jezika, kot je na primer Matlab ali Mathematica. Multi-dimenzionalni mrežni modeli se s tem približajo kompleksnosti numeričnih rešitev PDE-jev.

d) Simulacijski modeli (*angl. simulation models*) so se dolgo časa uporabljali za analizo evropskih opcij, za analizo ameriških opcij pa manj. Vendar pa lahko simulacijo učinkovito uporabimo za oceno pogojnih pričakovanih dobičkov in prihodnjih denarnih tokov, ki bi se uporabljali v mrežnem pristopu. Poleg tega lahko s simulacijo upoštevamo več dejavnikov tveganja in kompleksnost procesa, kar je njena velika prednost pred mrežnim pristopom.

5.8 Koncept vrednotenja realnih opcij

V prejšnjih poglavjih smo podali različne vrste realnih opcij, od teh bomo štiri najpogosteje uporabljene prikazali v nadaljevanju. Vrednost naložbe (*V*) je funkcija različnih parametrov (Leung, Hui, 2000):

$$V = f\,(I, C, s, T, r_f), \tag{46}$$

kjer je:

I – direktni stroški naložbe,

C – denarni tokovi naložbe,

s – stopnja gibanja cen gor in dol (*angl. twin security*),

T – čas,

r_f – netvegana donosnost.

Operativna fleksibilnost, ki je vključena v projekte, omogoča načrtovalcem, da upoštevajo morebitne nepredvidljive dogodke v prihodnosti in ob njih primerno ukrepajo. Tako lahko projekt odložijo (*angl. defer*), razširijo (*angl. expand*), skrčijo (*angl. contract*) ali zamenjajo oziroma zapustijo (*angl. switch use or abandon*) v različnih fazah znotraj njegove življenske dobe. Z upoštevanimi načeli se vrednost projekta *V* dopolni in nadgradi (ibid., 12):

$$V = f\,(I, C, s, T, r_f, d, e, c, s), \tag{47}$$

kjer so poleg naštetih parametrov v enačbi 46 še:

d – odlog projekta,

e – razširitev projekta,

c – skrčitev projekta,

s – zamenjava ali opustitev projekta.

Trigeorgis (1996) navaja, da zgoraj podana operativna fleksibilnost povečuje naložbeno oportunitetno vrednost s tem, ko zvišuje njen zgornji potencial in omejuje možne izgube, ki so lahko prisotne v začetnih pričakovanjih tako imenovanega pasivnega managementa oziroma NPV metod vrednotenja.

Opcijski pristop k vrednotenju kapitalskih naložb preko aktivnega managementa sproži mnogo fleksibilnejši pristop k vrednotenju z uporabo razširjene ali strateške oportunitetne vrednosti NPV(E), kar lahko zapišemo z enačbo (Trigeorgis, 1996):

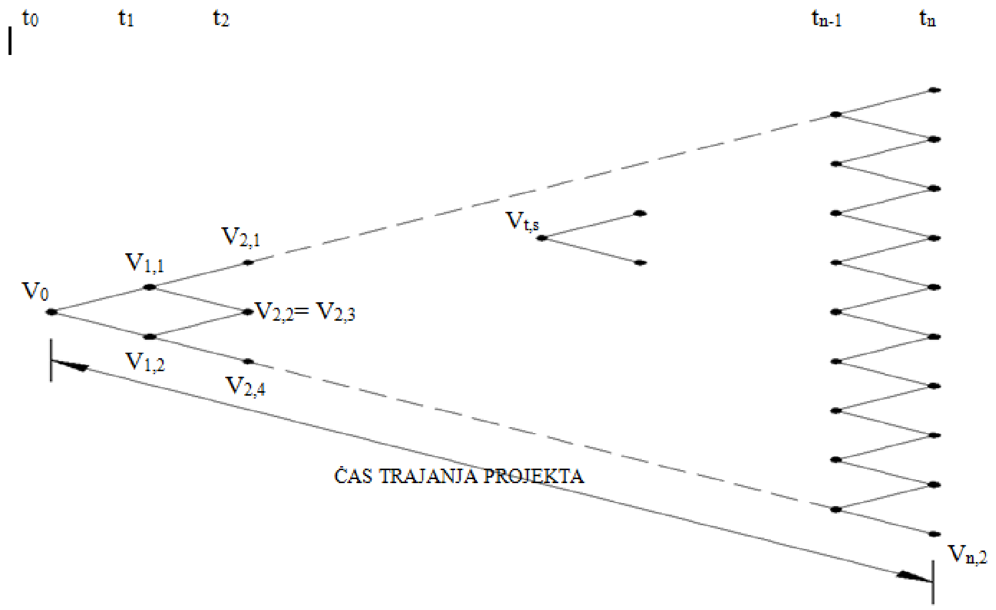
$$NPV(E) = NPV(S) + PV(O), \tag{48}$$

kjer je:

- *NPV(E)* – neto sedanja vrednost projekta z vključenimi opcijami,
- *NPV(S)* – neto sedanja vrednost projekta brez opcije (pasivna),
- *PV(O)* – sedanja vrednost opcije.

V binomskem modelu dinamičnost tržnega povpraševanja po proizvodu rezultira v seriji možnih projektnih vrednosti, kot prikazujemo na sliki 13.

Slika 13: Vrednosti projekta v binomskem drevesu v diskretnem času
Figure 13: The value of the project in the binomial tree in discrete time



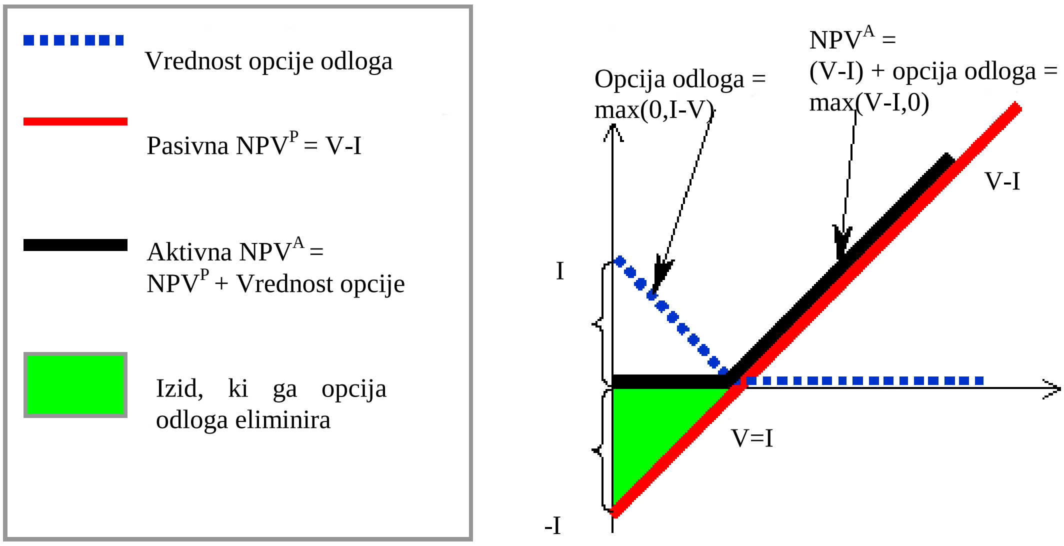
Vir: Leung, Hui, 2000, str. 12

Operativna fleksibilnost dovoljuje prilagoditve projektne vrednosti na vsaki stopnji kot odgovor na zahteve trga oziroma pomanjkljivih denarnih pritokih. Časovni problem naložbe je rešen rekurzivno z začetkom v bodočih vrednostih in nato vzvratno preko prilagoditev v posameznih stopnjah z realnimi opcijami.

5.8.1 Realna opcija odloga naložbe[6]

V spremenljivih razmerah je popolnoma realno pričakovati, da optimalni časovni trenutek za izpeljavo naložbenega projekta ni tudi trenuten čas. Če vzamemo v obzir prazno zemljišče, ki mu vrednost narašča, bo naložbenik pričel z nameravano naložbo, v nasprotnem primeru, če bo vrednost zemljišča padala, se bo naložbenik z odlogom gradnje izognil potencialni izgubi. Z odlogom projekta naložbenik lahko pridobi pomembne informacije v zvezi z gradnjo (infrastrukturne rešitve, razvojni programi lokalnih skupnosti itd.). Seveda bo naložbenik investiral v projekt samo, če bodo donosi narasli v tolikšni meri, da bodo pokrili stroške naložbe in tudi stroške odloga naložbe. Ob tem naložbenik ne bo zavezan uresničiti projekta, tako da bo imel na voljo potrebna sredstva za oportunitetne projekte. Opcija odloga projekta je identična nakupni opciji na vrednost projekta z izvršilno ceno, ki je enaka stroškom naložbe, kar prikazujemo na sliki 14.

Slika 14: Vpliv opcije odloga na razširjeno neto sedanjo vrednost
Figure 14: The impact of deferral option on the extended net present value



Vir: Benaroch, 2001, str. 8

Naložbeno priložnost v obliki opcije odloga zapišemo v obliki (Benaroch, 2001):

$$\textit{Opcija odloga} = max(V\text{-}I, 0) - (V\text{-}I) = max\ (0, I\text{-}V). \qquad (49)$$

Neto vrednost projekta v vsaki stopnji $E_{t,s}$ je enaka maksimumu $V_{t,s}$-TI_t, če naložbenik investira, oziroma nič, če ne investira, kar zapišemo z enačbo (Leung, Hui, 2000):

[6] *angl. option to defer*

$$E_{t,s} = \max(V_{t,s} - TI_t, 0), \tag{50}$$

kjer je:

$E_{t,s}$ – neto vrednost projekta v stopnji s po času t,

$V_{t,s}$ – vrednost projekta v stopnji s po času t,

TI_t – celotni stroški naložbe v času t.

Neto sedanja vrednost projekta z vključeno opcijo odloga zapišemo z enačbo (ibid., 2000):

$$\mathrm{NPV(E)}_D = \frac{p \cdot \left(E_{t,s}^{+}\right) + (1-p) \cdot \left(E_{t,s}^{-}\right)}{1 + r_f}, \tag{51}$$

kjer je:

$E_{t,s}^{+}$ – neto vrednost projekta v stopnji s+1 po času t,

$E_{t,s}^{-}$ – neto vrednost projekta v stopnji s-1 po času t,

p – verjetnost naraščanja povpraševanja,

$(1-p)$ – verjetnost padanja povpraševanja,

r_f – netvegana donosnost.

5.8.2 Realna opcija razširitve naložbe[7]

Vrednost projekta ni odvisna v tolikšni meri od pričakovanih direktno izmerjenih denarnih tokov, ampak od možnosti rasti projekta v času skozi prihodnje ustvarjene priložnosti. Na primer: naložbe, ki imajo v projektih vkalkulirano možnost širjenja v primeru ugodnih gibanj na trgu, omogočajo veliko večjo fleksibilnost in s tem večjo donosnost v končni fazi. Glede na to dejstvo je priporočljivo, da se projekt najprej izvede v manjšem obsegu, pri čemer spremljamo odziv trga in ga nato v primeru ugodnega odziva postopno nadgrajujemo. S to opcijo lahko naložbenik pospeši stopnjo razvoja projekta za (e) od vrednosti projekta v obravnavanem obdobju, s tem ko investira dodatna sredstva (I_e), kar prikazujemo na sliki 15.

Opcija razširitve je identična nakupni opciji in jo definiramo kot (Trigeorgis, 1996):

$$\textit{Opcija razširitve} = V + \max(eV - I_e, 0), \tag{52}$$

[7] *angl. option to expand*

kjer je:

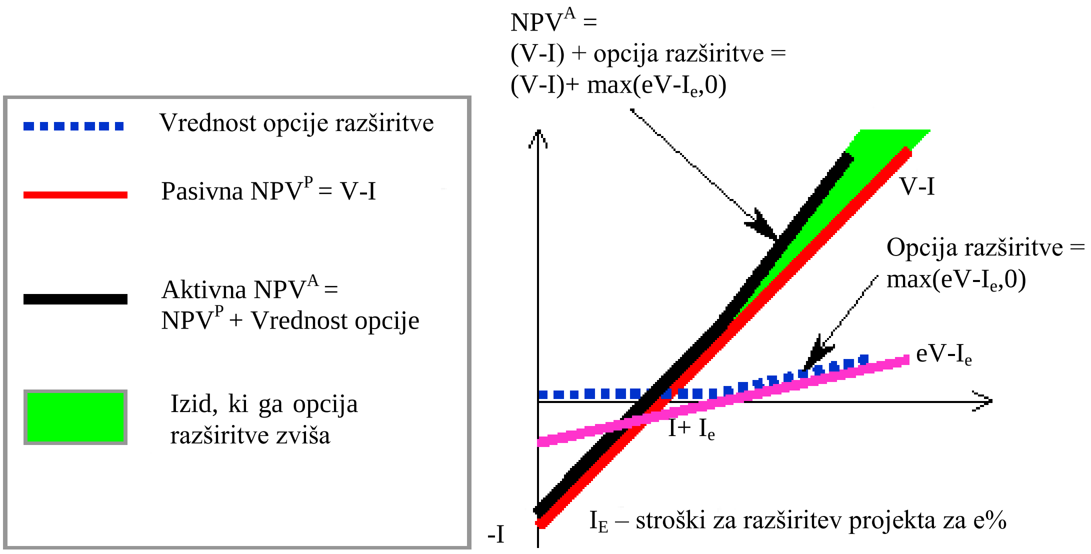
V – vrednost projekta,

e – stopnja razširitve projekta,

I_e – naložbena sredstva za razšitev projekta.

Slika 15: Vpliv opcije razširitve na razširjeno neto sedanjo vrednost

Figure 15: The impact of extension option on the extended net present value



Vir: Benaroch, 2001, str. 8

Neto vrednost projekta v vsaki stopnji $E_{t,s}$ z vključeno realno opcijo razširitve projekta je enaka (Leung, Hui, 2000):

$$E_{t,s} = \max\left(V_{t,s} - TI_t, (1+e)\cdot V_{t,s} - (TI_t + I_e)\right), \tag{53}$$

kjer je:

$E_{t,s}$ – neto vrednost projekta v stopnji s po času t,

$V_{t,s}$ – vrednost projekta v stopnji s po času t,

TI_t – celotni stroški naložbe v času t,

e – stopnja razširitve projekta,

I_e – naložbena sredstva za razšitev projekta.

Neto sedanja vrednost projekta z vključeno opcijo razširitve pa zapišemo z enačbo (ibid., 2000):

$$\mathrm{NPV}(\mathrm{E})_E = \frac{p \cdot \left(E_{t,s}^{+}\right) + (1-p) \cdot \left(E_{t,s}^{-}\right)}{1 + r_f}, \tag{54}$$

kjer je:

$E_{t,s}^{+}$ – neto vrednost projekta v stopnji s+1 po času t,

$E_{t,s}^{-}$ – neto vrednost projekta v stopnji s-1 po času t,

p – verjetnost naraščanja povpraševanja,

$(1-p)$ – verjetnost padanja povpraševanja,

r_f – netvegana donosnost.

5.8.3 Realna opcija skrčitve naložbe [8]

Nasprotno od opcije razširitve nam opcija skrčitve dovoljuje, da operiramo pod normalnimi kapacitetami oziroma tudi zmanjšamo obseg projekta za stopnjo c, če se situacija na trgu izkaže za slabšo, kot smo prvotno predvidevali. Ker so gradbeni projekti večinoma sestavljeni iz različnih faz, krčenje projekta lahko izvedemo pred posamezno fazo in na ta način prihranimo določena naložbena sredstva I_c.

Opcija skrčitve je identična prodajni opciji in jo definiramo kot (Trigeorgis, 1996):

$$V + \max\left(I_c - c \cdot V, 0\right), \tag{55}$$

kjer je:

V – vrednost projekta,

c – stopnja skrčitve projekta,

I_c – naložbena sredstva pri skrčitvi projekta.

Neto vrednost projekta v vsaki stopnji $E_{t,s}$ z vključeno realno opcijo skrčitve projekta je enaka (Leung, Hui, 2000):

$$E_{t,s} = \max\left(V_{t,s} - TI_t, (1-c) \cdot V_{t,s} - \left(TI_t - I_c\right)\right), \tag{56}$$

[8] *angl. option to contract*

kjer je:

$E_{t,s}$ – neto vrednost projekta v stopnji s po času t,

$V_{t,s}$ – vrednost projekta v stopnji s po času t,

TI_t – celotni stroški naložbe v času t,

c – stopnja skrčitve projekta,

I_c – naložbena sredstva pri skrčitvi projekta.

Neto sedanja vrednost projekta z vključeno opcijo skrčitve pa zapišemo z enačbo (ibid., 2000):

$$\mathrm{NPV}(\mathrm{E})_C = \frac{p \cdot \left(E_{t,s}^{+}\right) + (1-p) \cdot \left(E_{t,s}^{-}\right)}{1+r_f}, \qquad (57)$$

kjer je:

$E_{t,s}^{+}$ – neto vrednost projekta v stopnji s+1 po času t,

$E_{t,s}^{-}$ – neto vrednost projekta v stopnji s-1 po času t,

p – verjetnost naraščanja povpraševanja,

$(1-p)$ – verjetnost padanja povpraševanja,

r_f – netvegana donosnost.

5.8.4 Realna opcija zamenjave naložbe[9]

Nepremičninski projekti se zaradi svoje dolgoročnosti lahko izkažejo za nedonosne, ker so objekti izpostavljeni tako tržnim nihanjem kot tudi funkcionalnemu zastarevanju. Odločevalec se lahko v primeru stalnega negativnega vpliva trga na nepremičnino odloči za spremembo projekta v njegovo najboljšo alternativno uporabo. Ta tip opcije ima še posebno vrednost v primeru, če je nepremičnina skozi svojo življenjsko dobo izgubila uporabno vrednost. Ob tej opciji lahko odločevalec izbere maksimum vrednosti projekta v sedanji uporabi (*V*) ali njegovo vrednost v najboljši alternativni rabi (*S*), pri čemer naložbeno priložnost definiramo kot prodajno opcijo in jo lahko zapišemo kot (Trigeorgis, 1996):

$$V + \max(S - V, 0), \qquad (58)$$

kjer je:

V – vrednost projekta,

S – vrednost projekta v njegovi najboljši alternativni rabi.

[9] *angl. option to switch use*

Neto vrednost projekta v vsaki stopnji $E_{t,s}$ z vključeno realno opcijo zamenjave projekta je enaka (Leung, Hui, 2000):

$$E_{t,s} = \max\left(V_{t,s} - TI_t, S_{t,s} - TI_t\right), \tag{59}$$

kjer je:

$E_{t,s}$ – neto vrednost projekta v stopnji s po času t,

$V_{t,s}$ – vrednost projekta v stopnji s po času t,

TI_t – celotni stroški naložbe v času t,

$S_{t,s}$ – vrednost projekta v njegovi najboljši alternativni rabi v stopnji s po času t.

Neto sedanja vrednost projekta z vključeno opcijo zamenjave zapišemo z enačbo (ibid., 2000):

$$\mathrm{NPV}(\mathrm{E})_S = \frac{p \cdot \left(E_{t,s}^{+}\right) + (1-p) \cdot \left(E_{t,s}^{-}\right)}{1 + r_f}, \tag{60}$$

kjer je:

$E_{t,s}^{+}$ – neto vrednost projekta v stopnji s+1 po času t,

$E_{t,s}^{-}$ – neto vrednost projekta v stopnji s-1 po času t,

p – verjetnost naraščanja povpraševanja,

$(1-p)$ – verjetnost padanja povpraševanja,

r_f – netvegana donosnost.

V tem poglavju smo proučili osnovne koncepte in raziskave na področju realnih opcij, ki izhajajo iz dobro razvitih finančnih opcij, ter vse tri determinante naložbenih projektov: nepovratnost, fleksibilnost in negotovost. Spoznali smo različne pristope k ocenjevanju realnih opcij, ki z uporabo aktivnega upravljanja projektov omogočajo odločevalcem izvedbo primernih ukrepov, kot na primer: odložitev, razširitev, skrčitev ali opustitev projekta. Spoznali smo, da se je teorija realnih opcij razvila kot odgovor na pomanjkljivosti dinamičnih metod vrednotenja naložbenih projektov. Vendar ob dejstvu, da so vhodni parametri (npr. cene proizvodnih faktorjev idr.) v močni korelaciji z razmerami na trgu, še vedno obstaja dilema naložbenika, kdaj nastopi tisti optimalni trenutek za izvedbo same naložbe. Zato si bomo v nadaljevanju podrobneje ogledali princip optimizacije naložbenega problema, ki je v nepremičninskih projektih vedno prisoten.

6 OPTIMIZACIJA NALOŽBENEGA PROBLEMA

Eno od glavnih vprašanj, s katerim se ukvarja večina naložbenikov v nepovratne razvojne projekte, je vprašanje časovne komponente, torej kdaj nastopi optimalni trenutek, ko bi načrtovani projekt lahko prešel v fazo realizacije. Odgovor na to vprašanje sta v svojem delu iskala McDonald in Siegel (1986), ki sta proučevala naslednjo paradigmo: naložbenik ima možnost, da kadarkoli v času t za razvoj projekta investira znesek I v zameno za projekt, katerega sedanja vrednost prihodnjih koristi znaša V. Vrednost projekta V je stohastična, sredstva zanj pa nepovratna oziroma uporabna samo za izvedbo predmetnega projekta. Ker so prihodnje vrednosti V neznane, obstajajo oportunitetni stroški, če investiramo danes znesek I. Instrument neto sedanje vrednosti pravi, da naložbo izvedemo, če je $V > I$, vendar pa McDonald in Siegel ugotavljata, da to ne drži, zato si bomo v nadaljevanju podrobneje ogledali naložbeni problem.

6.1 Osnovni model

Ključna predpostavka postavljenega raziskovalnega vprašanja, ki sta ga proučevala McDonald in Siegel (1986) je, da vrednost projekta V sledi geometrijskemu Brownovemu gibanju:

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz, \tag{61}$$

kjer je α stopnja rasti V oziroma pričakovana stopnja spremembe V, σ standardni odklon (negotovost) in dz prirastek Wienerjevega procesa. Že znana enačba nakazuje, da je trenutna vrednost projekta poznana, prihodnje vrednosti pa so lognormalno porazdeljene z varianco, ki raste linenarno s časovnim horizontom. Čeprav se informacije, ki vplivajo na projekt, s časom spreminjajo in pogosto večajo, pa je dejstvo, da je prihodnja vrednost projekta vedno negotova.

McDonald in Siegel sta naložbeno odločanje proučevala v kontekstu opcijskega vrednotenja, po katerem je naložbena priložnost enakovredna neskončni nakupni opciji na delnico, ki prinaša dividende ob dejstvu, da je odločitev o tem, kdaj investirati, enakovredna odločitvi o izvršitvi te opcije[10].

[10] Rešitev za tovrstno vrednotenje opcije sta prva podala Samuelson in Mckean (1965).

V nadaljevanju bomo s $F(V)$ označili vrednost naložbene priložnosti in z I stroške naložbenega projekta. Izid aktivnosti v naložbeni projekt v času t znaša $V_t - I$, zato je maksimizacija pričakovane sedanje vrednosti naložbene priložnosti enaka

$$F(V) = \max E(V_T - I)e^{-\rho T}, \tag{62}$$

kjer je T čas, v katerem bo naložba izvedena, in ρ diskontna stopnja.

Zapisani problem maksimizacije vrednosti je smiseln, če je $\alpha < \rho$, drugače bi bil lahko integral enačbe 62 nedoločljivo večji z izbiro večjega *T*. Daljše čakanje bi bilo vedno boljša izbira in optimum nikoli ne bi bil dosežen. Iščemo torej tisto točko V^*, od katere dalje je optimalno izvesti naložbo.

V teoriji (Dixit, Pyndyck, 1994) obstajata dve metodi analiziranja problema odločanja v naložbo, in sicer z uporabo metode pogojnih terjatev (*angl. contingent claim*) in metodo dinamičnega programiranja (*angl. dynamic programming*). Čeprav sta tehniki med seboj močno povezani in vodita v mnogih aplikativnih primerih do enakega izida, se vendarle medsebojno razlikujeta glede na njun različen pogled na kapitalski trg oziroma diskontno stopnjo. Metoda pogojnih terjatev zahteva upoštevanje pomembne predpostavke, namreč da je stohastična sprememba *V* povezana z obstoječim premoženjem, kar z drugimi besedami pomeni, da je mogoče najti sredstvo ali portfelj sredstev, katerega cena je v popolni korelaciji z vrednostjo *V*. Diskontna stopnja je determinirana endogeno kot implikacija splošnega ravnovesja na kapitalskih trgih. Dinamično programiranje[11] je optimizacijski pristop, ki preoblikuje kompleksen problem v sekvence preprostejših problemov.

Obe metodi reševanja naložbenega problema vodita do enakih rešitev pod predpostavko do tveganja nevtralnega pristopa (*angl.risk-neutrality approach*), v katerem diskontno stopnjo ρ enačimo z netvegano donosnostjo r_f. Osnovni koncept odločanja v ireverzibilno naložbo v zveznem časovnem horizontu, ki sta ga proučevala McDonald in Siegel, si bomo podrobneje ogledali v nadaljevanju z metodo pogojnih terjatev, povzeto po Dixitu in Pyndycku (1994). Na tem mestu naj poudarimo osnovne karakteristike tega modela:

1. vrednost projekta *V* sledi geometrijskemu Brownovemu gibanju;
2. stroški naložbe *I* so znani in fiksni;
3. prihodnje vrednosti *V* niso znane, zato je investiranje danes oportunitetni strošek;

[11] Dinamično programiranje je starejši pristop, splošno uporaben v menedžmentu, in temelji na znani Bellmanovi enačbi (R. Bellman, 1957).

6.2 Rešitev naložbenega problema s pomočjo metode odvisnih terjatev

Dixit in Pyndyck (1994) sta z uporabo metode pogojnih terjatev izvedla delno modifikacijo naložbenega pravila, ki maksimizira tržno vrednost podjetja oziroma projekta. Kot smo že omenili, je glavna predpostavka te metode, da obstajajo sredstva s ceno, ki so v popolni korelaciji s stohastično vrednostjo *V*. S to predpostavko metoda omogoča analizo ravnovesnega vpliva sistematičnega tveganja na diskontno stopnjo in vrednost naložbene priložnosti.

Naj bo P cena sredstva ali portfelja sredstev, ki je v popolni korelaciji z vrednostjo *V*, in ρ_{PM} korelacija P s tržnim portfeljem *M*, potem je $\rho_{PM} = \rho_{VM}$, zato lahko predpostavimo, da P sledi *V* na način:

$$dP = \mu P dt + \sigma P dz, \qquad (63)$$

kjer je:

μ – tveganju prilagojena stopnja donosa sredstev oziroma portfelja sredstev.

Skladno z modelom določanja cen dolgoročnih naložb - CAPM (*angl. capital asset pricing model*) parameter μ odraža sistematično tveganje sredstev in ga sestavlja:

$$\mu = r_f + \phi \rho_{PM} \sigma \qquad (64)$$

kjer je:

$\phi = (r_M - r_f)/\sigma_M$ – agregatna tržna cena tveganja,

r_M – pričakovana tržna donosnost.

Predpostavljamo, da je α, pričakovana sprememba vrednosti *V*, manjša od tveganju prilagojene stopnje donosa μ, torej $\alpha < \mu$. [12]

Označimo z δ diferenčno razliko $\delta = \mu - \alpha$, kjer je $\delta > 0$. Če prejšnji izraz zapišemo obratno kot $\mu = \alpha + \delta$, kjer μ predstavlja skupno pričakovano donosnost projekta, ki je enaka dividendni stopnji plus pričakovani stopnji rasti kapitala, potem je δ oportunitetni strošek odloga investiranja v projekt, pri čemer je opcija investiranja odprta.

[12] Če to ne bi bilo res, podjetje ne bi nikoli investiralo. Kot navajata Dixit in Pyndick (1994), bi ne glede na to, koliko je vrednost V, podjetje vedno raje čakalo in imelo s tem možnost investiranja odprto.

Če je $\delta = 0$ tako, da je $\mu = \alpha$, potem ni nobenih oportunitetnih stroškov, da opcijo obdržimo odprto, in v tem primeru noben naložbenik ne bi investiral, ne glede na to, kako visoka je neto sedanja vrednost projekta. Zato je $\delta > 0$. Če je po drugi strani δ zelo velika, je vrednost opcije zelo majhna, ker so oportunitetni stroški odloga veliki. Če torej $\delta \rightarrow \infty$, gre vrednost opcije proti 0, kar pomeni, da je edina možnost investiranja takoj ali nikoli in velja standardna teorija neto sedanje vrednosti. Parameter δ je lahko interpretiran preprosto tudi kot denarni tok projekta. Če predpostavimo neskončno dolg projekt, potem enačba 61 predstavlja razvoj vrednosti V, ko projekt deluje, in δV stopnjo denarnega toka, ki ga ustvarja ta projekt.

Za izpeljavo rešitve vrednotenja naložbene priložnosti naj bo $F(V)$ vrednost opcije investiranja, ki je determinirana z izgradnjo netveganega portfelja, kar pomeni, da je pričakovana stopnja donosa izenačena z netvegano donosnostjo r_f. Predpostavimo torej portfelj, kjer imamo opcijo investiranja $F(V)$ in kratko pozicijo $N = F'(\mathrm{V})$ enot projekta. Vrednost tega portfelja je podana z $\Phi = F(V) - F'(\mathrm{V})\mathrm{V}$. Ta portfelj je dinamičen, kar pomeni, da ko se V spremeni, $F'(\mathrm{V})$ lahko variira od enega kratkega časovnega intervala do drugega. Zaradi tega se bo sestava portfelja spremenila. Kratka pozicija v tem portfelju zahteva izplačilo $\delta V F'(\mathrm{V})$ denarnih enot na časovno periodo, v nasprotnem primeru noben racionalen naložbenik ne bi pristopil k dolgi poziciji transakcije. Naložbenik, ki drži dolgo pozicijo v projektu, zahteva tveganju prilagojen donos, ki je enak rasti projekta (kapitalskemu dobičku) αV plus dividendnemu toku, ki ga projekt prinaša δV, torej $\mu V = \alpha V + \delta V$. Ker kratka pozicija vključuje $F'(\mathrm{V})$ enot projekta, zahteva izplačilo $\delta V F'(\mathrm{V})$. Če upoštevamo to izplačilo, znaša skupni donos za posedovanje portfelja v kratkem časovnem intervalu dt,

$$dF - F^{'}(V)dV - \delta V F^{'}(V)dt. \tag{65}$$

Da bi dobili izraz za dF, bomo uporabili Itojev proces

$$dF = F^{'}(V)dV + \frac{1}{2}F^{''}(V)(dV)^2. \tag{66}$$

Zato je skupni donos portfelja

$$\frac{1}{2}F^{''}(V)(dV)^2 - \delta\, V\, F^{'}(V)dt. \tag{67}$$

Iz enačbe 61 za dV vemo, da je $(dV)^2 = \sigma^2 V^2 dt$, tako da donos na portfelj dobi obliko

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F^{''}(V)dt - \delta\, V\, F^{'}(V)dt. \tag{68}$$

Če vemo, da je donos netvegan, in da se izognemo arbitražnim možnostim, mora biti

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V)dt - \delta\, V\, F'(V)dt = r_f\left[F - F'(V)V\right]dt. \tag{69}$$

Z deljenjem *dt* in preoblikovanjem dobimo naslednjo diferencialno enačbo:

$$\frac{1}{2}\sigma^2 V^2 F''(V) + \left(r_f - \delta\right)VF'(V) - r_f F = 0. \tag{70}$$

Enačba 70 je diferencialna enačba drugega reda, kjer mora vrednost opcije investiranja F(V) zadoščati naslednjim trem robnim pogojem:

$$F(0) = 0, \tag{71}$$

$$F(V^*) = V^* - I, \tag{72}$$

$$F'(V^*) = 1. \tag{73}$$

Pogoj v enačbi 71 pomeni, da bo opcija investiranja brez vrednosti, ko je *V = 0*. To pomeni, da če gre vrednost projekta proti nič, bo možnost za vlaganje brez vrednosti. Preostala dva pogoja izhajata iz upoštevanja optimalnosti investiranja. *V** je kritična vrednost, pri kateri je optimalno investirati oziroma prosta meja kontinuitetnega območja. Nad tem pragom je opcijo smiselno izvesti, kar odraža drugi robni pogoj v enačbi 72, tako imenovani vrednosti ustrezen pogoj (*angl. value matching condition*), kjer ob izvedbi naložbe podjetje prejme neto izid *V* – I*.

Zadnji pogoj v enačbi 73 je tako imenovani zvezni tangencialni pogoj (*angl. smooth pasting condition*). Če *F(V)* ne bi bil kontinuiran in tangencialni pri kritični točki *V**, bi bila izvedba projekta racionalnejša v drugi točki.

Ker je homogena diferencialna enačba drugega reda 70 linearna v odvisni spremenljivki *F* in njenem odvodu, Dixit in Pyndyck (1995) njeno rešitev zapišeta v naslednji obliki:

$$F(V) = A_1 V^{\beta_1} + A_2 V^{\beta_2}, \tag{74}$$

kjer sta A_1 in A_2 konstanti ter

$$\beta_1 = \frac{1}{2} - \frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} + \sqrt{\left[\frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right]^2 + \frac{2r_f}{\sigma^2}} > 1 \tag{75}$$

in

$$\beta_2 = \frac{1}{2} - \frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} - \sqrt{\left[\frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right]^2 + \frac{2r_f}{\sigma^2}} < 0. \tag{76}$$

β_1 in β_2 sta korena kvadratne enačbe

$$\frac{1}{2}\sigma^2\beta(\beta - 1) + (r_f - \delta)\beta - r_f = 0. \tag{77}$$

Ker robni pogoj v enačbi 71 implicitno določa, da je A_2= 0, rešitev enačbe 74 predstavlja naslednji izraz[13]:

$$F(V) = AV^{\beta_1}. \tag{78}$$

Preostala dva robna pogoja 72 in 73 lahko uporabimo za rešitev dveh preostalih neznanih količin, konstante *A* in kritične vrednosti *V**, pri kateri je optimalno izvesti naložbo.

6.3 Mejna vrednost in optimalno naložbeno pravilo

Z zamenjavo in preoblikovanjem enačbe 74 z enačbo 72 in 73 dobimo konstanto *A*:

$$A = (V^* - I)/(V^*)^{\beta_1} \tag{79}$$

in mejno (kritično) vrednost (*angl. hurdle rate*), pri kateri je optimalno izvesti naložbo:

$$V^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1}\, I. \tag{80}$$

Enačbe 78, 79 in 80 predstavljajo naložbeno pravilo, ki determinira mejno vrednost V^*, pri kateri je optimalno izvesti naložbeno priložnost *F(V).*

[13] V primeru predpostavke, da so investicijski stroški *I* nestohastični, izraz enačbe 78 predstavlja enačbo za ceno neskončne ameriške nakupne opcije na delnico, ki izplačuje dividende in ki sta jo razvila Samuelson in McKean (1965).

Torej vrednost naložbene priložnosti lahko zapišemo kot:

$$F(V) = \begin{cases} (V^* - I)(V/V^*)^{\beta_1}, & če\ 0 < V < V^*; \\ V - I, & če\ V \geq V^*. \end{cases} \tag{81}$$

Optimalno naložbeno pravilo razlikuje dve polji v vrednosti projekta *V*, ki ju razmejuje mejna vrednost V^*. Ko vrednost projekta narašča proti mejni vrednosti, se spreminja vrednost naložbene priložnosti zaradi stohastičnega faktorja $(V/V^*)^{\beta_1}$. Od mejne vrednosti V^* dalje naložba ne vsebuje več opcijske premije, zato je vrednost projekta enaka $(V - I)$. Optimalno naložbeno pravilo torej določa, da se naložbo izvede, če je *V* najmanj tako velika, kot znaša mejna vrednost *V**, ki občutno presega I[14].

V razmerah tržnega gospodarstva je najpreprostejše časovno pravilo investiranja trenutni donos, zato lahko poenostavljeno privzamemo, da se naložba v primeru klasičnega dinamičnega vrednotenja izvede, če so stroški kapitala enaki trenutnemu donosu naložbe, pri opcijskem vrednotenju pa je treba poleg stroškov kapitala upoštevati še tako imenovano opcijsko premijo. V teoriji in praksi obstaja več načinov izračunavanja opcijske premije, ki jo vsebuje naložba, zato bomo v naslednjem poglavju pristopili k podrobnejši predstavitvi različnih modelov vrednotenja naložb z realnimi opcijami.

[14] Kot ugotavljata v svojem delu Dixit in Pyndck (1994), lahko mejna vrednost V* tudi od dva- do trikrat presega višino I.

7 MODELI VREDNOTENJA Z REALNIMI OPCIJAMI

Ključna prednost opcijske analize je integracija prilagodljivosti v ocenjevalski proces kot odgovor na tveganost in negotovost naložbe. Do zdaj smo spoznali, da so naložbene priložnosti opcije, kar pomeni, da imamo pravico, vendar ne obveznosti, da izvedemo določeno naložbeno aktivnost v prihodnosti. Svobodna izbira glede izvedbe naložbe na prostem trgu je tista značilnost, ki velja za večino naložb. Naložbene odločitve so redko tipa zdaj ali nikoli, saj ima naložbenik možnost prilagajanja naložbenih parametrov glede na okolje oziroma trg tako, da projekt odloži, razširi, zamenja ali celo opusti in tako izvrši opcijo. V zvezi s tem bomo v tem poglavju raziskali, kako se določi cena teh opcij. Vrednotenje naložb z vključenimi realnimi opcijami se izvaja z analitičnimi in simulacijskimi modeli in kombinacijo med njimi, na primer Black-Scholesov model, Binomski model, Samuelson-McKeanov model idr.

7.1 Black-Scholesov model

Black in Scholes (1973) sta razvila prvi model za določanje cene opcij na delnice. Model obravnava vrednotenje evropske nakupne opcije na delnice, ki ne izplačujejo dividende. Čeprav model sloni na zapletenih matematičnih enačbah, se je na finančnih trgih in v opcijski teoriji zelo uveljavil. Vrednost opcije sta definirala na podlagi nadomestnega portfelja (*angl. replicating portfolio*), s čimer sta zagotovila ustrezno ščitno pozicijo oziroma netvegan položaj. Ker tako izoblikovana ščitna pozicija nima drugega tveganja kot gibanje cene delnice, sta namesto diskontne stopnje lahko uporabila netvegano obrestno mero. Black-Scholesov model za vrednotenje nakupne opcije sestavljajo tri enačbe:

$$N = S \cdot N(d_1) - Xe^{-r_f t} \cdot N(d_2), \tag{82}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot T}{\sigma \cdot \sqrt{T}}, \tag{83}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{T}, \tag{84}$$

kjer je:

N	–	trenutna vrednost nakupne opcije,
S	–	trenutna tržna cena delnice,
$N(d_i)$	–	verjetnost, da spremenljivka v standardizirani normalni porazdelitvi zavzame vrednost, manjšo ali enako d_i,
d_1, d_2	–	odklona od pričakovane vrednosti v normalni porazdelitvi,
$N(d_1)$, $N(d_2)$	–	kumulativna verjetnost normalne porazdelitve od $-\infty$ do d_1 oziroma d_2,
X	–	izvršilna cena opcije,
r_f	–	letna obrestna mera za netvegano naložbo z istim rokom dospetja kot opcija,
T	–	čas do zapadlosti opcije,
σ	–	varianca donosnosti delnice.

Vendar pa ima Black-Scholesova enačba omejitve, saj ne omogoča izvršitve pred zapadlostjo in izplačila dividend, kar predstavlja močan vpliv na vrednost opcije. Zaradi tega in dejstva, da model deluje samo na evropskih opcijah z izvedbo ob koncu obdobja, se model v praksi na nepremičninskem področju uporablja manj. Kljub temu model razmeroma preprosto in hitro za primerjavo omogoča uporabne rezultate (Mun, 2002).

Margrabe (1978) je na osnovi Black-Scholesovega modela razvil dodatno enačbo, ki definira vrednost evropske opcije pri zamenjavi enega premoženja za drugega ob času dospelosti. Tako prilagojeni model se uporablja tudi na področju nepremičnin in naložbenih nepremičninskih projektov (Patel et al., 2005).

7.2 Binomski model

V teoriji realnih opcij je zelo priljubljen binomski model vrednotenja (*angl. binomial approach*), ki v nasprotju z zapletenimi parcialnimi diferencialnimi enačbami intuitivno in preprosto v diskretnem času prikazuje zapletenejši algoritem kontinuiranega stohastičnega procesa.

Model so prvi razvili Cox et al. (1979) na temelju do tveganja nevtralnega pristopa s pomočjo vpeljave netvegane donosnosti v diskontiranje denarnih tokov. Najpreprostejši je enoperiodni binomski model vrednotenja opcij, kjer vrednost projekta na koncu obravnavanega obdobja zavzame le dve možni stopnji. Ta pristop se v praksi ne uporablja, zaradi svoje poenostavitve pa je primeren za razlago kompleksnejšega večperiodnega binomskega modela.

Za prikaz večperiodnega binomskega modela bomo povzeto po Hullu (2009) obravnavali realno opcijo na naložbeni projekt. Čas do dospetja razdelimo na veliko majhnih intervalov Δt. Vrednost naložbenega projekta S_0 po preteku prvega intervala Δt lahko naraste do vrednosti S_0u z verjetnostjo p ali pade na S_0d z verjetnostjo $1 - p$, kjer je $d < 1$ in $u > 1$. Po preteku $2\Delta t$ so mogoče tri vrednosti S_0u^2, S_0 in S_0d^2 in tako naprej. Na splošno v času $i\Delta t$ upoštevamo $i + 1$ vrednosti projekta, ki narastejo ali padejo. Vrednost projekta v točki i,j tako znaša:

$$S_{i,j}=Su^jd^{i-j}, \tag{85}$$

kjer je

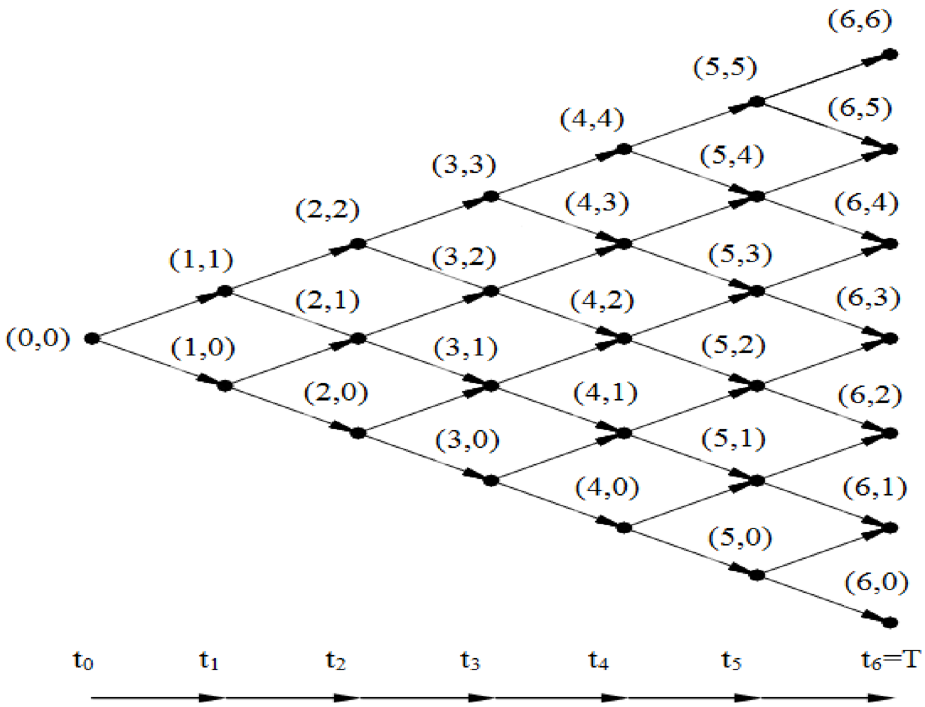
$i = 0, 1, ... ,N$ – število časovnih korakov do točke (i,j),

$j = 0, 1, ... ,i$ – število pomikov do točke (i,j).

Pri tem velja, da je $ud = 1$, tako da je vrednost enaka začetni vrednosti S_0, če premoženje naraste in nato pade. Na sliki 16 prikazujemo binomsko drevo za modeliranje vrednosti projekta in opcije s šestimi časovnimi periodami.

Slika 16: Binomsko drevo za modeliranje vrednosti projekta in opcije

Figure 16: Modeling project value and options with binomial tree



Vir: prirejeno po Hull, 2000, str. 391

Za netvegano donosnost r_f se običajno uporabi donosnost državnih obveznic z enakim rokom dospetja, kot jo ima opcija. Za izračun utežnega faktorja p predpostavimo, da so pričakovani donosi na premoženje enaki netvegani donosnosti r_f in njena nestanovitnost enaka σ. Pričakovana vrednost projekta na koncu prvega koraka, torej v času t_1, znaša:

$$E(S)=S_0 e^{r_f \Delta t}. \tag{86}$$

Na enačbo 86 lahko pogledamo tudi z drugega zornega kota z naslednjim primerom: Če kupimo eno enoto premoženja za ceno S_0 in se nato na podlagi kratkoročne pogodbe obvežemo prodati to premoženje za S_1 po času T, bomo tako realizirali denarne pritoke. Zato mora veljati, da je S_0 enak sedanji vrednosti S_1, to je $S_0 = S_1 e^{-r_f T}$ ali ekvivalentno $S_1 = S_0 e^{r_f T}$.

Na binomskem drevesu je pričakovana vrednost projekta enaka:

$$E(S)=pS_0u + (1-p)S_0d. \tag{87}$$

Z izenačitvijo pričakovane donosnosti projekta na delnico s parametri na binomskem drevesu dobimo:

$$pS_0u + (1-p)S_0d= S_0 e^{r_f \Delta t}, \tag{88}$$

ali

$$p = \frac{e^{r_f \Delta t} - d}{u - d}, \tag{89}$$

kjer je:

p – verjetnost gibanja vrednosti projekta navzgor,

$1-p$ – verjetnost gibanja vrednosti projekta navzdol,

$e^{r_f \Delta t}$ – netvegani diskontni faktor.

Analogno izvedemo izračun še za parameter ($1 - p$). Za izračun gibanja vrednosti projekta potrebujemo še dva parametra u in d, ki predstavljata relativni faktor spremembe osnovnega premoženja. Cox et al. (1979) podajo rešitev v obliki dveh enačb:

$$u = e^{\sigma \sqrt{\Delta t}} \tag{90}$$

in

$$d = e^{-\sigma \sqrt{\Delta t}}. \tag{91}$$

Med enačbama 90 in 91 velja razmerje:

$$u = \frac{1}{d}, \tag{92}$$

kjer je:

u – relativni faktor spremembe vrednosti osnovnega premoženja navzgor,

d – relativni faktor spremembe vrednosti osnovnega premoženja navzdol,

σ – volatilnost sredstva, na katerega se opcija sklicuje,

Δt – sprememba v času t.

Ko smo izračunali vrednosti projekta za vse točke v binomskem drevesu, izvedemo izračun še za vrednosti opcij. Način vrednotenja opcij v večperiodnem binomskem modelu temelji na vzvratnem iterativnem postopku, to je v času T in nazaj. Zaradi predpostavke do tveganja nevtralnega vrednotenja (*angl. risk neutral valuation*) lahko vrednost opcije v vsakem vozlišču v času $T - \Delta t$ izračunamo kot pričakovano vrednost, diskontirano z netvegano donosnostjo r_f. Uporabimo torej vzvratni iterativni postopek (Hull, 2000).

Če označimo z X izvršilno ceno opcije, potem je mejna vrednost nakupne opcije v času T po N periodah enaka:

$$C_{N,j}=max(S_T - X,0)=max(u^j d^{N-j} S-X,0); \quad j = 0, 1, \ldots ,N, \tag{93}$$

kjer je:

S_T – vrednost projekta v času T,

X – izvršilna cena opcije.

Ko se po binomskem drevesu pomikamo nazaj, izračunamo vrednosti opcije v vsakem vozlišču i,j, kot sledi:

$$C_{i,j}=e^{-r_f \Delta t}[pC_{i+1,j+1} + (1-p)C_{i+1,j}]; \qquad j=0,1,\ldots,i. \tag{94}$$

V času $t = 0$ vrednost opcije tako znaša:

$$C=C_{0,0}=e^{-r_f \Delta t}[pC_{1,1} + (1-p)C_{1,0}]. \tag{95}$$

Binomski model ima po Geltnerju et al. (2007) dve pomanjkljivosti, in sicer model ne omogoča časovne zvezne kontinuitete in razvoj projekta omejuje s predvidenim časovnim obdobjem. Obe pomanjkljivosti uspešno presega model, ki obravnava vrednotenje neskončne opcije v zveznem časovnem intervalu in ga bomo spoznali v naslednjem poglavju.

7.3 Samuelson-McKeanov model

Enega najbolj znanih modelov, ki v ekonomski teoriji obravnava vrednotenje neskončne ameriške nakupne opcije, sta razvila Nobelov nagrajenec Paul Samuelson (1965) in Henry McKean (1965). V svojem delu sta razvila model vrednotenja nakupnih opcij, ki je imetniku zagotavljal nenegativno dodano vrednost do izvedbe v vsaki točki časa do dospetja. Samuelson je predpostavljal, da cena delnice sledi geometrijskemu Brownovemu gibanju, s čimer so omogočene pozitivne obrestne mere in premije za tveganje. Samuelson-McKeanov model predstavlja sistem enačb, ki rešujejo nakupno opcijo v zveznem času, in temelji na nekaterih predpostavkah ekonomske arbitraže (Samuelson, 1965):

- tržna vrednost osnovnega premoženja sledi naključnemu gibanju (*angl. random walk*) v zveznem času;
- možna je izgradnja netvegane arbitraže med osnovnim premoženjem, netveganimi sredstvi in nakupno opcijo;
- donosnost osnovnega premoženja je normalno porazdeljena;
- parametri modela so znani in konstantni (npr. volatilnost osnovnega premoženja).

Kljub zgoraj navedenim predpostavkam Samuelson-McKeanov model predstavlja močno orodje za oceno vrednosti v tržnih razmerah. Za izračun modela na področju nepremičnin so potrebni naslednji vhodni parametri (Leishman, Costelo, 2010):

- trenutna vrednost osnovnega premoženja, ocenjena z diskontiranim denarnim tokom ali tržno vrednostjo prihodnje zgrajene nepremičnine;
- stroški razvoja (gradnje) brez stroška zemljšča, ki predstavljajo sedanjo vrednost vseh potrebnih stroškov naložbe;
- nestanovitnost oziroma volatilnost vrednosti nepremičnin, ocenjena s standardnim odklonom letne stopnje donosnosti nepremičnine;
- stopnja donosa nepremičnine, ki predstavlja oportunitetne stroške ohranjanja praznega zemljišča;
- netvegana donosnost.

Geltner et al. (2014) upoštevajo še dodaten parameter y_K, to je prirastek stroškov gradnje (*angl. construction cost yield*), ki ga zapišemo kot:

$$y_K = r_f - g_k, \tag{96}$$

kjer je:

r_f – netvegana donosnost (običajno donosnost državnih obveznic),

g_k – pričakovana stopnja rasti stroškov gradnje (običajno blizu stopnje rasti inflacije)[15].

Samuelson-McKeanov model zajema dva relevantna koncepta, in sicer mejno stopnjo (*angl. hurdle rate*) oziroma rezidual vrednosti, pod katerim vlaganje ni upravičeno, in opcijsko elastičnost. Elastičnost opcije η je določena z naslednjim izrazom[16] (Geltner et al. 2014):

$$\eta = \frac{y_V - y_K + \frac{\sigma_V^2}{2} + \sqrt{\left(y_K - y_V - \frac{\sigma_V^2}{2}\right)^2 + 2y_K\sigma_V^2}}{\sigma_V^2}, \tag{97}$$

kjer je:

y_V – stopnja donosnosti dokončane nepremičnine (mera kapitalizacije[17]), ki prinaša prihodke (npr. najemnine),

σ_V – volatilnost tržnih vrednosti dokončanih nepremičnin, merjeno kot standardni odklon celotnih donosov individualnih nepremičnin skozi čas.[18]

Ker je opcija po teoriji izvedeni instrument, ki temelji na osnovnem sredstvu in je v popolni korelaciji z njim, lahko zapišemo, da je premija za tveganje na pričakovani donos, RP_C, ki ga naložbenik pričakuje ob naložbi v prazno zemljišče, enaka premiji za tveganje dokončnih nepremičnin, RP_V, povečana za opcijsko elastičnost, zato velja (ibid., 2014):

$$RP_C = \eta RP_V. \tag{98}$$

Zemljišče za gradnjo predstavlja nakupno opcijo, zato je v skladu s teorijo vrednotenja opcij treba izbrati trenutek, ko investititor lahko izvrši opcijo z razvojem tega zemljišča. Vrednost vsake opcije je enaka njeni notranji vrednosti (*angl. intrinsic value)* in njeni časovni vrednosti, ki zajema možnosti, da

[15] Samuelson-McKeanov model predpostavlja netveganost stroškov gradnje, ki lahko tudi deterministično rastejo s stalno stopnjo rasti skozi čas. Netveganost stroškov gradnje lahko upoštevamo tudi, če so dela fiksirana s pogodbo o gradnji na ključ.

[16] V enačbi za mero opcijske elastičnosti lahko prepoznamo izraz za β_1, ki smo ga predhodno izpeljali v poglavju 6.2, kjer smo podrobno obravnavali optimalnost naložbenega problema.

[17] Mero kapitalizacije v tej enačbi je treba obravnati brez premije za ohranitev vloženega kapitala, tako da predstavlja samo diskontno stopnjo oziroma stabilizirano obrestno stopnjo zgrajenega objekta, ki prinaša prihodke (Geltner et al., 2014).

[18] Volatilnost, ki se uporablja v enačbi 97, se nanaša na zgrajene in dokončane nepremičnine, ki so operativne ter prinašajo prihodke. Za komercialne nepremičnine v ZDA znaša od 10 do 25 odstotkov na leto (ibid., 2014).

bi se opcijska premija v prihodnosti lahko povečala[19]. Če razvijemo projekt, ko je neto sedanja vrednost večja ali enaka nič, smo lahko s tem predčasno izvršili svojo opcijo in izgubili njeno časovno vrednost. Če pa vrednost zgrajene nepremičnine preseže mejno kritično vrednost, potem časovna vrednost, ki jo ima opcija, ne obstaja več in naložba v razvoj zemljišča postane optimalna (Barman, Nash, 2007).

Mejna (kritična) vrednost (*angl. hurdle value*, *critical value*) je definirana z enačbo:

$$V^* = \frac{\eta}{\eta-1} K_0, \tag{99}$$

kjer je:

K_0 – celoten strošek gradnje in razvoja naložbenega projekta brez stroškov zemljišča.

Kritična vrednost V^* predstavlja tisto mejno vrednost, pri kateri naj naložbenik izvrši opcijo in izvede naložbeni projekt. Z drugimi besedami, če je trenutna vrednost celotnega projekta nad mejno vrednostjo V^*, to predstavlja signal naložbeniku, naj nemudoma izvede naložbo.

Faktor $\eta/(\eta-1)$ predstavlja tako imenovano mejno razmerje prihodki/stroški (*angl. hurdle benefit/cost ratio*), V^*/K, ki je v celoti funkcija opcijske elastičnosti in neodvisno od velikosti projekta. Z obema predhodnima enačbama lahko zapišemo vrednost nakupne opcije, ki v Samuelson-McKeanovem modelu predstavlja vrednost praznega zemljišča za razvoj naložbe, kot sledi (Geltner et al. 2014).

$$C_0 = (V^* - K_0)\left(\frac{V_0}{V^*}\right)^{\eta}, \tag{100}$$

kjer je:

V_0 – trenutna vrednost osnovnega premoženja, to je trenutna vrednost nove nepremičnine, ki je lahko zgrajena na zemljišču.

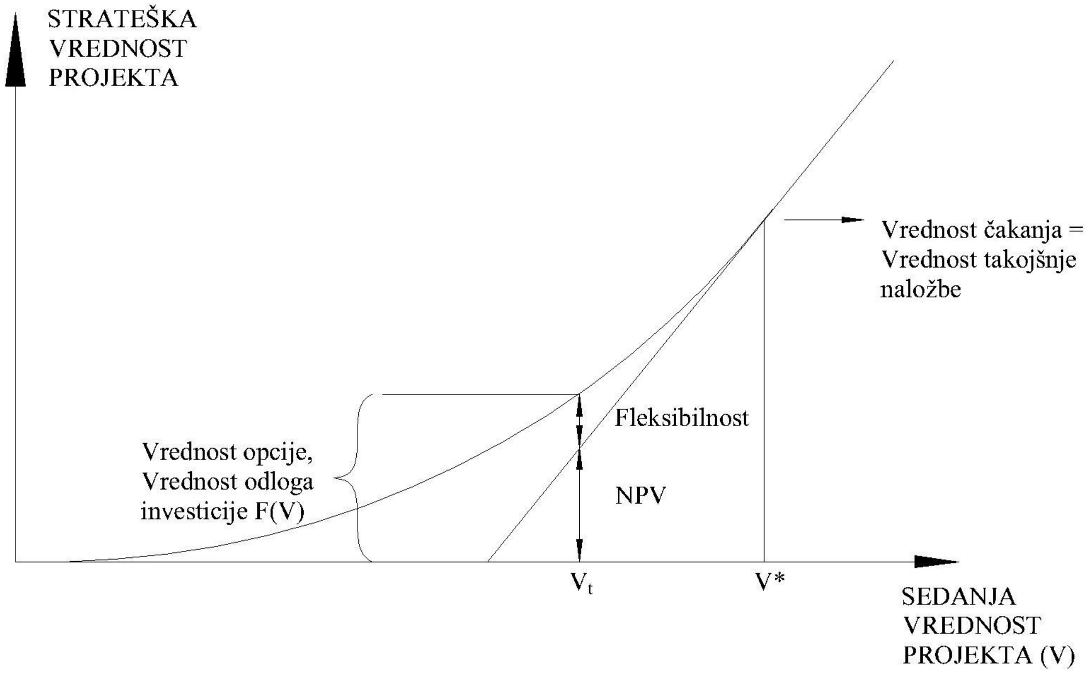
Na sliki 17 prikazujemo vrednost časovne opcije v odvisnosti od osnovne spremenljivke, ki ustvarja denarne pritoke projekta. Ravna črta ponazarja neto sedanjo vrednost projekta (kjer ni volatilnosti v denarnih tokovih), konveksna krivulja pa strateško opcijsko vrednost projekta (kjer sta prisotna volatilnost v denarnih tokovih in tveganje).

---

[19] Pri uporabi običajnih konvecionalnih metod vrednotenja, kjer projekt izkazuje pozitivno neto sedanjo vrednost v času *t*, je investitor v dilemi, ali naj nadaljuje razvoj projekta. Čeprav bi bilo to morda smiselno, pa tak pristop mogoče ne bo maksimiziral preostale vrednosti zemljišča.

Slika 17: Vrednost opcije odloga

Figure 17: Value of defferal option



Vir: Mun, 2002, str. 261

7.4 Prihodnji razvojni opcijski pristopi

Teorija realnih opcij, kot ugotavljajo de Neufville et al. (2006), v praksi še ni ustrezno zaživela. Kot razlog navajajo, da navedeni pristop zahteva močno poznavanje finančne teorije in naprednih matematičnih tehnik (na primer stohastično dinamično programiranje in tri- in večnominalne mreže), ki so podprte z obširnimi statističnimi podatki. De Neufvill je razvil pristop, ki omogoča ocenjevanje prilagodljivosti na podlagi simulacijske metode. Kot glavne prednosti tega pristopa avtor navaja uporabo standardnih forma preglednic (npr. Excel), ki slonijo na praktičnih podatkih in omogočajo intuitivno grafično razlago rezultatov. De Neufvill zaradi transparentnosti svoj pristop razdeli na tri korake. Najprej izvede statično analizo diskontiranega denarnega toka z uporabo deterministične projekcije eksogenih faktorjev, ki vplivajo na vrednost. Nato vpelje stohastični proces za simulacijo vpliva prej determiniranega eksogenega faktorja v življenjski dobi projekta. Več stohastičnih scenarijev je simuliranih in analiza diskontiranega denarnega toka se izvaja na neprilagodljivem sistemu za vsak scenarij. Z uporabo simulacije Monte Carlo zagotavlja porazdelitev možnih izidov vrednosti z uporabo na primer neto sedanje vrednosti.

V tretjem koraku prilagodljivost vgradi v tehnike ocenjevanja denarnega toka z uporabo preprostih logičnih operatorjev (npr. kaj če idr.). Skozi tretji korak ustvari porazdelitev neto sedanje vrednosti in optimizira rezultat, ki predstavlja izkoriščanje pozitivnih potencialnih priložnosti in eliminiranje morebitnih izgub. Zanimiv primer so podali de Neufville et al. (2006), v katerem so na primeru garažne hiše obravnavali prilagodljivost zasnove projekta, ki omogoča nadgradnjo v skladu s tržnim povpraševanjem po parkirnih mestih.

Cardin et al. (2013) navajajo, da sta temeljito načrtovanje in vrednotenje kompleksnih nepremičninskih projektov zahtevno opravilo, saj vključujeta modeliranje in optimiziranje osnovne infrastrukture (npr. uporabne površine, energijo, transport itd.) z dolgoročnim upoštevanjem različnih scenarijev (npr. povpraševanje na trgu, cene, zakonodajo itd.). Za dosego tega obstaja na voljo veliko arhitekturnih in izvedbenih načinov (npr. število in velikost zgradb itd.). Prav tako obstaja veliko načinov za spremljanje in ocenjevanje naložbenega projekta v njegovem življenjskem ciklusu (npr. neto sednja vrednost, donosnost naložbe ipd.), zato je praktično nemogoče upoštevati vse mogoče kombinacije in alternative. Razvojno podjetje se na primer lahko odloči, da v modelu upošteva načrtovalski vidik (npr. infrastruktura, arhitektura itd.) skupaj z ekonomskim modelom in optimizira načrt in razvojni plan, ki temeljita na povprečnih zgodovinskih vrednostih historičnih najemnin, povpraševanja po lokaciji in/ali cene zemljišč. Če se upošteva le enega od teh negotovih virov in tri različne scenarije v ceni v vsakem letu 20-letnega življenjskega ciklusa, je treba proučiti 3^{20} razvojnih načrtov. Namesto tega je upošteval reprezentativne scenarije negotovosti na podlagi različnih kriterijev in meril. Na primer scenarij, kjer cene sprva rastejo, po določenem času pa začnejo upadati. Ali pa so cene v prvih nekaj letih nizke, vendar se kasneje nenadoma dvignejo zaradi povečanja povpraševanja. Izvedbeni načrt je torej kombinacija projektnih spremenljivk, parametrov in prilagodljivih odločitvenih pravil za upravljanje nepremičninskih projektov v življenjskem ciklusu.

Cardin et al. (2013) zato proces načrtovanja prilagodljivosti in realnih opcij na področju nepremičninskih projektov poimenujejo pristop načrtovanja kataloga (angl. *Design Catalog Approach*) in metodologijo nadgradijo v pet glavnih faz:

1. razviti osnovni model za merjenje ekonomske izvedljivosti projekta;
2. poiskati reprezentativne scenarije negotovosti, ki vplivajo na izvedljivost projekta;
3. prepoznati in ustvariti potencialne vire prožnosti pri načrtovanju in upravljanju;
4. za vsak scenarij negotovosti poiskati najprimernejši prilagodljiv izvedbeni načrt in izdelati katalog s pomočjo kombinacije načrtovalskih elementov in odločitvenih pravil menedžmenta;
5. oceniti izboljšanje delovanja s pomočjo kataloga zasnove v primerjavi z izhodiščem načrtovanja v okviru negotovosti.

V poglavju smo obravnavali najpogostejše modele vrednotenja realnih opcij. Pri tem smo se osredotočili samo na končne analitične rešitve. Ugotovimo lahko, da je vsem modelom skupno dejstvo, da uporabljajo do tveganja nevtralno vrednotenje, kar pomeni, da je vrednotenje opcijskih premij izvedeno z netvegano donosnostjo. V nasprotju s tradicionalnim dinamičnim vrednotenjem, kjer je tveganje vgrajeno v diskontno stopnjo, je pri opcijskem modeliranju tveganje razpoznavno v verjetnostni porazdelitvi bodoče vrednosti premoženja. Najbolj znan Black-Scholesov model predpostavlja normalno oziroma log-normalno porazdelitev tržne cene osnovnega premoženja in deterministično naravo stroškov ter velja samo na evropskem tipu opcij z izvršitvijo ob koncu obdobja. Binomski večperiodni model omogoča bolj intuitiven prikaz, kjer vrednost osnovnega premoženja, na podlagi izračunanih faktorjev pomika gor ali dol, v vsakem naslednjem časovnem obdobju zavzame samo dve možni vrednosti. Časovno omejenost in druge omejitve predhodnih modelov rešuje Samuelson-Mckeanov model, ki predstavlja enega najbolj uporabnih modelov za vrednotenje opcij na nepremičninskem področju. Model uporablja sistem enačb, ki zemljišče za gradnjo obravnavajo kot neskončno nakupno opcijo, pri kateri ima naložbenik pravico, vendar ne obveznost, da kadarkoli izvrši naložbo oziroma izvede gradnjo. V nadaljevanju bomo na hipotetičnem primeru preizkusili delovanje posameznih analitičnih, mrežnih in simulacijskih metod oziroma modelov.

8 APLIKATIVNA UPORABA MODELOV VREDNOTENJA

Različne načine vrednotenja naložb, ki smo jih spoznali v prejšnjem poglavju, bomo aplicirali na izbranem hipotetičnem primeru s področja nepremičninskih razvojnih projektov, ki bo služil kot osnova za vpogled v tehniko opcijskega modeliranja. Na tem mestu naj poudarimo, da predmet tega dela ni raziskava stanja nepremičninskega trga oziroma analiza nekaterih potrebnih vhodnih podatkov (kot npr. diskontne stopnje, stopnje rasti, ocene prihodkov, odhodkov idr.), ki morajo biti izvedeni pri realnih naložbenih projektih z ustrezno marketinško in investicijsko analizo, temveč praktična aplikacija predhodno proučenih opcijskih modelov in s tem nadgradnja tradicionalnega dinamičnega načina vrednotenja.

Predpostavimo, da naložbenik v skladu s svojo naložbeno politiko načrtuje naložbo v stavbno zemljišče, na katerem predvideva gradnjo objekta za poslovne dejavnosti s pripadajočimi zunanjimi površinami. Projekt zahteva predhodno ureditev zemljišča za gradnjo, izgradnjo cestnega omrežja in komunalne infrastrukture. Naložbenik načrtuje finančno in časovno strategijo vlaganja na podlagi karakteristik projekta in izvedene urbanistične zasnove. Naložbenika med drugim zanima, koliko je lahko vredno zemljišče za gradnjo objekta, ki mu ob zahtevani stopnji donosnosti naložbe v skladu z analizo najgospodarnejše uporabe zemljišča, izkazuje pozitiven finančni rezultat, če znaša trenutna tržna cena zemljišča 1,1 mio EUR.

Na podlagi raziskave trga nepremičnin je naložbenik ocenil, da bo nepremičnina ustvarila efektivni letni prihodek iz obratovanja v prvih treh letih v višini 0,600 mio EUR, po tem pa letni prihodek v višini 0,690 mio EUR s stopnjo rasti 0,5%. Stopnja donosnosti za primerljive dokončane poslovne objekte znaša 5,5 %, oportunitetni stroški kapitala z vključenim pribitkom za tveganje pa 6,0%. Stroške gradnje naložbenik ocenjuje v dveh enakih zneskih v višini 4,952 mio EUR. Donosnost desetletnih državnih obveznic znaša 1,4%[20].

Na osnovi predstavljenih informacij lahko za naložbeni projekt izračunamo neto denarni tok, ki ga prikazujemo v tabeli 3.

---

[20] V izračunih bomo uporabili nominalne vrednosti, v primeru upoštevanja inflacije se realna donosnost netveganih naložb izračuna po znani Fisherjevi enačbi $r = (1 + i)/(1 + \pi) - 1$.

Tabela 3: Denarni tok naložbenega nepremičninskega projekta

Table 3: Cash flow of a real estate development project

Leto	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Časovna perioda	0	1	2	3	4	5
Efektivni prihodki dokončane nepremičnine	0	0	0	600.000	600.000	600.000
Stabilizirana vrednost nepremičnine	0	0	0	0	0	12.542.676
Stroški gradnje nepremičnine + zemljišča	1.100.000	4.952.000	4.952.000	0	0	0
Neto denarni tok	-1.100.000	-4.952.000	-4.952.000	600.000	600.000	13.142.676
Sedanja vrednost prihodkov	10.800.000					
Sedanja vrednost odhodkov (brez zemljišča)	9.700.000					
Rezidualna vrednost (= tržna cena zemljišča)	1.100.000					
NPV	**0**					
IRR	**7,8%**					

Vir: Lastni izračun

Prihodki iz obratovanja nepremičnine so diskontirani z uporabo tržne diskontne stopnje v višini oportunitetnih stroškov kapitala, odhodki zaradi gradnje nepremičnine pa z uporabo diskontne stopnje v višini netvegane donosnosti.

Če upoštevamo, da je tržna cena zemljišča identična višini izračunane rezidualne vrednosti projekta, bi bila v skladu s tradicionalno teorijo po kriteriju neto sedanje vrednosti naložba sicer upravičena, vendar zaradi ostalih prisotnih negotovosti (npr. zamude pri gradnji, nezasedenost nepremičnine idr.), tudi močno tvegana. Iz tabele 3 je razvidno, da mora strošek zemljišča ob predpostavki zahtevanega donosa znašati manj kot 1,100 mio EUR, v nasprotnem bo naložbenik naložbo zavrnil, ker bi bila neto sedanja vrednost načrtovanega projekta negativna. Naložbeni projekt mora kriti tveganja tako na prihodkovni strani, kot na odhodkovni strani in je v tem smislu občutljiv za vsako odstopanje od planiranih parametrov. Tako je na primer iz tabele 4 razvidno, da že 5% odstopanje v pričakovanih prihodkih posledično pomeni negativno neto sedanjo vrednost in 1,6% zmanjšanje interne stopnje donosa.

Tabela 4: Denarni tok naložbenega nepremičninskega projekta z upadom prihodkov

Table 4: Cash flow of a real estate development project with revenue decline

Leto	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Časovna perioda	0	1	2	3	4	5
Efektivni prihodki dokončane nepremičnine	0	0	0	570.000	570.000	570.000
Stabilizirana vrednost nepremičnine	0	0	0	0	0	11.915.542
Stroški gradnje nepremičnine + zemljišča	1.100.000	4.952.000	4.952.000	0	0	0
Neto denarni tok	-1.100.000	-4.952.000	-4.952.000	570.000	570.000	12.485.542
Sedanja vrednost prihodkov	10.260.000					
Sedanja vrednost odhodkov	10.800.000					
NPV	**-540.000**					
IRR	**6,2%**					

Vir: Lastni izračun

V tabeli 5 smo za boljšo predstavo izvedli analizo občutljivosti, ki kaže vpliv spremembe v prihodkih na neto sedanjo vrednost in interno stopnjo donosa naložbenega projekta.

Tabela 5: Analiza občutljivosti na spremembo prihodkov

Table 5: Sensitivity analysis on a revenue change

Odstopanje v prihodkih (%)	IRR (%)	NPV (EUR)
20,0	13,5	2.160.000
15,0	12,1	1.620.000
10,0	10,7	1.080.000
5,0	9,3	540.000
0,0	7,8	0
-5,0	6,2	-540.000
-10,0	4,6	-1.080.000
-15,0	2,9	-1.620.000
-20,0	1,2	-2.160.000

Vir: Lastni izračun

Dejstvo je, da v realnem svetu med naložbenim ciklusom projekta nastajajo situacije in okoliščine, ki jih v začetni fazi ocenjevanja ni bilo mogoče predvideti, zaradi česar se spreminja tudi stanje pričakovanega denarnega toka naložbe. Zato je smiselno pristopiti k analizi projekta z odločitvenimi modeli, ki lahko v danih razmerah s prilagajanjem aktivno vplivajo na smer razvoja projekta. Prilagodljiv pristop ponuja opcijski način, kjer opcije, ki so lahko enostavne ali sestavljene, predstavljajo priložnost za odločitev o naslednjem koraku, če so razmere ugodne ali pa tudi ne.

8.1 Analitični modeli vrednotenja

V zvezi z naložbenim projektom nas torej zanima ali je smiselno odločitev o zagonu projekta začasno odložiti, če lahko ob danih parametrih pričakujemo višjo razširjeno neto sedanjo vrednost *NPV(E)* od izračunane neto sedanje vrednosti *NPV(S)* z metodo DCF. Zanima nas torej, ali projekt vsebuje opcijsko premijo, kar zapišemo z enačbo:

$$NPV(E) = NPV(S) + opcijska\ premija$$

Kot prvi način bomo uporabili Black-Scholesov model s katerim bomo ocenili vrednost opcije z uporabo vhodnih parametrov obravnavanega naložbenega projekta, ki jih v pregledni obliki prikazujemo v tabeli 6.

Tabela 6: Vhodni podatki za izračun naložbenega nepremičninskega projekta z realnimi opcijami

Table 6: Input parameters to calculate a real estate development project with real options

Vhodni parameteri	
Sedanja vrednost dokončane nepremičnine v mio EUR (V_0) [21]	10,80
Stroški gradnje brez stroškov zemljišča v mio EUR (K_0)	9,70
Stopnja donosnosti dokončane nepremičnine (y_V)	5,5 %
Volatilnost tržne vrednosti dokončane nepremičnine (σ)[22]	20,0 %
Netvegana donosnost (r_f)	1,4 %
Čas dospelosti opcije v letih (T)	5

Na podlagi teh parametrov izvedemo izračun opcije odloga naložbe do pet let, kot sledi[23].

$$d_1 = \frac{\ln(\mathrm{S}/\mathrm{X}) + \left(r_f + \sigma^2/2\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = \frac{\ln(10{,}80/9{,}70) + (0{,}014 - 0{,}055 + 0{,}20^2/2)\cdot 5}{0{,}20\sqrt{5}} = 0{,}0054$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} = 0{,}0054 - 0{,}20\sqrt{5} = -0{,}4418$$

$$N(d_1) = \mathrm{NORMSDIST}(0{,}0054) = 0{,}5022$$

$$N(d_2) = \mathrm{NORMSDIST}(-0{,}4418) = 0{,}3293$$

$$C_0 = V_0 \cdot \mathrm{e}^{-y_V \cdot \mathrm{T}} \cdot N(d_1) - \mathrm{X} \cdot \mathrm{e}^{-r_f \cdot \mathrm{T}} \cdot N(d_2) =$$
$$= 10{,}80 \cdot \mathrm{e}^{-0{,}055\cdot 5} \cdot 0{,}5022 - 9{,}70 \cdot \mathrm{e}^{-0{,}014\cdot 5} \cdot 0{,}3293 = 1{,}1410 \text{ mio EUR}$$

Rezidualna vrednost zemljišča z vključeno opcijo odloga projekta za pet let znaša 1,1410 mio EUR. Če primerjamo izračunano vrednost z rezidualno vrednostjo zemljišča v obravnavanem projektu po tradicionalnem vrednotenju iz tabele 3 v višini 1,10 mio EUR, dobimo razliko, ki predstavlja vrednost opcijske premije v višini 41.000 EUR (1,1410 – 1,1000). Zemljišče kot nakupna opcija v tem primeru izkazuje višjo vrednost, kot znaša rezidualna vrednost zemljišča po klasičnem vrednotenju, kar je pokazatelj, da ima naložbeni projekt vrednostni potencial tudi v primeru, da projekt odložimo.

---

[21] Izraz nepremičnina v nadaljevanju pomeni zemljišče z dokončano izboljšavo (objektom) skladno z najgospodarnejšo uporabo zemljišča (*angl. highest and best use*).

[22] Volatilnost, ki odraža nihanje vrednosti osnovnega premoženja, je parameter, ki ga lahko izračunamo na različne načine, več o tem v Mun (2002). Avtor podaja pet načinov za oceno tega parametra, v praksi se najpogosteje izračuna oziroma oceni na podlagi analize historičnih podatkov za predmetne tipe nepremičnin.

[23] Prilagojena Black-Scholesova enačba za evropsko nakupno opcijo, C_0, upošteva dividendni donos na delnico Hull (2000).

V zvezi z uporabo Black-Scholesovega modela je treba poudariti, da velja samo za evropsko opcijo, kar pomeni, da izračunana vrednost opcije velja pod predpostavko, da projekta pred potekom dobe dospelosti let ni mogoče začeti.[24] Vendar pri naložbah takšna časovna omejitev glede izvajanja redko nastane in je lahko tudi zelo omejujoča, sploh če gre za naložbene nepremičnine, ki prinašajo stalne donose. Večina takšnih naložbenih projektov v zemljišče nima datuma dospetja in so lahko izvedljivi v vsakem trenutku, kar pa je lastnost ameriških opcij.

S pridobitvijo pravice gradnje na zemljišču oziroma z nakupom zemljišča naložbenik pridobi opcijo odloga naložbe do trenutka, ko je potencialna vrednost celotne nepremičnine dovolj visoka za iniciacijo naložbe. Zemljišče za razvoj naložbenega projekta gradnje objekta daje imetniku pravico, vendar ne obveznosti, da v vsaki prihodnji časovni enoti zgradi objekt na zemljišču. V tem smislu je življenjska doba pravice do objekta na zemljišču neomejena, vse dokler pravica ni izvedena. Zemljišče torej predstavlja neskončno nakupno opcijo, za katero je izplačilo enako razliki med sedanjo vrednostjo končanega projekta in sedanjo vrednostjo stroškov gradnje. Z drugimi besedami, ob predpostavki, da s praznim in nerazvitim zemljiščem ni stroškov in da lastništvo zemljišča pomeni trajno pravico razvoja naložbenega projekta, lahko imamo prazno zemljišče za neskončno ameriško nakupno opcijo. To dejstvo natančno opisuje Samuelson-McKeanov model, ki ga bomo preizkusili v naslednjih izračunih.

Z uporabo parametrov iz tabele 6 izračunajmo merilo opcijske elastičnosti η:[25]

$$\eta = \frac{y_V - r_f + \frac{\sigma^2}{2} + \sqrt{\left(r_f - y_V - \frac{\sigma^2}{2}\right)^2 + 2 r_f \sigma^2}}{\sigma^2} = \frac{0{,}055 - 0{,}014 + \frac{0{,}20^2}{2} + \sqrt{\left(0{,}014 - 0{,}055 - \frac{0{,}20^2}{2}\right)^2 + 2 \cdot 0{,}014 \cdot 0{,}20^2}}{0{,}20^2} = 3{,}26.$$

Merilo opcijske elastičnosti nam pove, za koliko se v odstotkih spremeni vrednost opcije oziroma zemljišča za gradnjo, če se vrednost osnovnega premoženja, v našem primeru vrednost dokončane nepremičnine, spremeni za en odstotek. Mejna kritična vrednost V^* predstavlja mejnik, ki ne glede na časovno dimenzijo daje odgovor na dilemo, ali naj naložbenik izvrši opcijo ali ne. Naložbenik jo izvrši tako, da začne razvoj projekta.

[24] Takšne časovne omejitve glede trenutka izvedbe lahko nastanejo na primer z različnimi pogodbenimi obveznostmi, težavami pri prenosu lastniških pravic na zemljišču ali z odločitvami upravnih oziroma sodnih organov.

[25] Predpostavili smo stalnost in netveganost stroškov gradnje, zato v izračunu uporabimo netvegano obrestno mero $g_k = 0 \rightarrow y_K = r_f$.

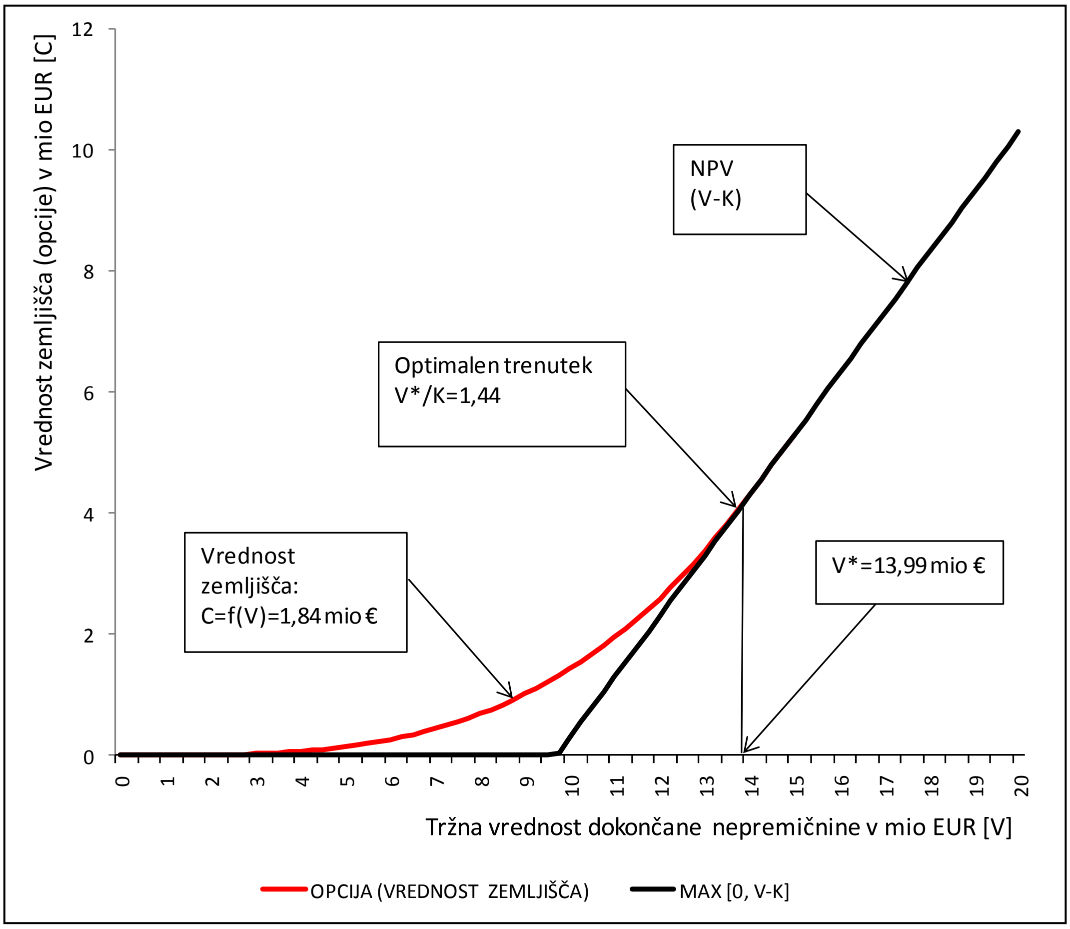
Če je sedanja tržna vrednost dokončane nepremičnine pod mejno vrednostjo, bo zemljišče ostalo nezasedeno oziroma naložbenik ne bo začel izvedbe projekta in nasprotno, če bo tržna vrednost nepremičnine nad mejno vrednostjo, je to znak, naj se projekt začne nemudoma izvajati. Mejno kritično vrednost izračunamo z naslednjim izrazom:

$$V^* = \frac{\eta}{\eta-1}\, K_0 = \frac{3{,}26}{3{,}26-1} \cdot 9{,}70 = 13{,}99\; mio\ EUR.$$

Ker opcijska elastičnost ni odvisna od vrednosti nepremičnine oziroma stroškov gradnje in ne od časa, saj zemljišče za gradnjo predstavlja neskončno ameriško opcijo, si bomo na sliki 18 podrobneje ogledali potek razmerja med vrednostjo zemljišča in sedanjo vrednostjo dokončane nepremičnine.

Slika 18: Grafični prikaz razmerja med vrednostjo opcije in sedanjo vrednostjo dokončane nepremičnine za obravnavani naložbeni nepremičninski projekt

Figure 18: Graphical presentation of a relationship between the value of the option and the present value of the completed property for real estate development project



Vir: Lastni izračuni

Ravna črna črta prikazuje neto sedanjo vrednost projekta oziroma situacijo, v kateri naložbenik izvede projekt. Rdeča črta na sliki 18 predstavlja vrednost opcije oziroma vrednost praznega zemljišča za gradnjo v skladu s Samuelson-McKeanovim modelom in je monotono naraščajoča konveksna funkcija trenutne vrednosti dokončane in operativne nepremičnine. Stičišče obeh krivulj predstavlja točko, v kateri ima naložbeni projekt prvič nenegativno vrednost, če je v kalkulacijo neto sedanje vrednosti vključen tudi oportunitetni strošek zemljišča za gradnjo.

Izračunamo vrednost zemljišča, če znaša trenutna vrednost dokončane nepremičnine 10,80 mio EUR, kot sledi:

$$C_0 = (V^* - K_0)\left(\frac{V_0}{V^*}\right)^{\eta} = (13{,}99 - 9{,}70)\cdot\left(\frac{10{,}80}{13{,}99}\right)^{3{,}26} = 1{,}84\ mio\ EUR.$$

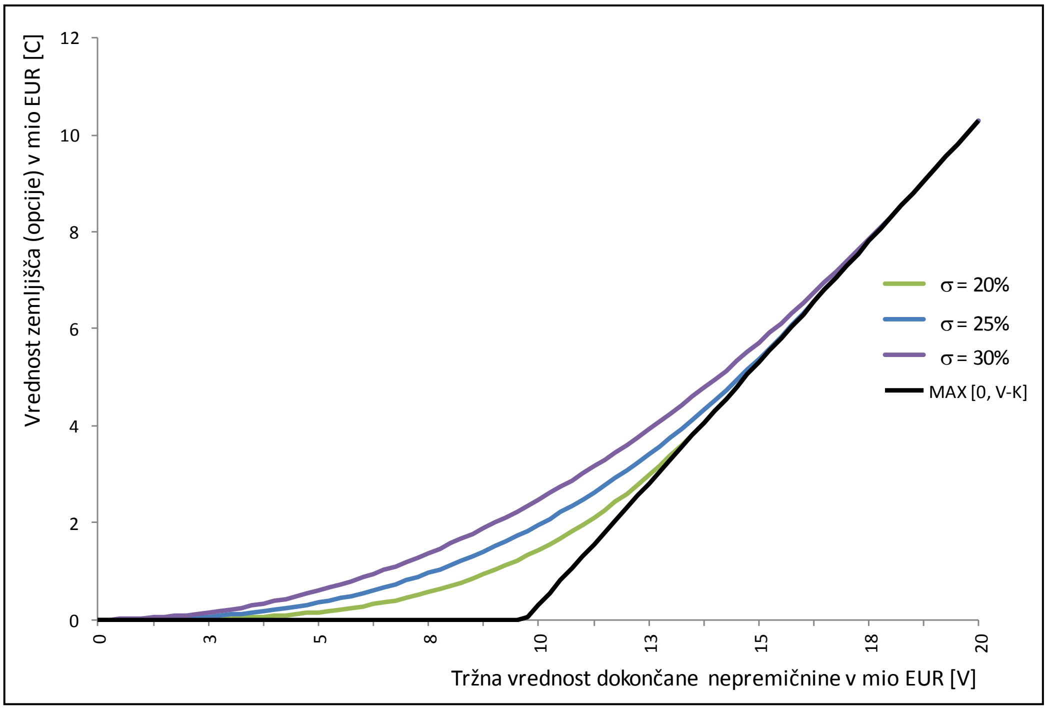
Vrednost zemljišča je znatno višja kot pri Black-Scholesovem modelu. Osnovni razlog je v tem, da gre pri Samuelson-McKeanovem modelu za časovno neomejenost pravice do izvršitve opcije. Samuelson-McKeanov model nam ob predpostavki trenutne izvedbe naložbenega projekta $\mathrm{V_0} - \mathrm{K_0} = 10{,}80 - 9{,}70 = 1{,}10$ mio EUR izkazuje opcijsko premijo v višini 0,74 mio EUR. Implicitno to pomeni, da bi z upoštevanjem oportunitetnih stroškov zemljišča izvedba projekta pod trenutnimi pogoji vsebovala negativno neto sedanjo vrednost v višini 0,74 mio EUR.

Mejna vrednost V^*, pri kateri naložba postane sprejemljiva, znaša 13,99 mio EUR, kar predstavlja razmerje med prihodki in odhodki $\mathrm{V}^*/\mathrm{K} = 1{,}44$. Vse potencialne vrednosti projekta nad V^* torej pomenijo, da projekt opcijske premije ne vsebuje več, zato je treba naložbo nemudoma izvesti. Ker je uspešnost projekta odvisna od variabilnosti vhodnih parametrov, smo na našem projektu v Samuelson-McKeanovem modelu izvedli računsko analizo sprememb vrednosti zemljišča in vrednosti končne nepremičnine, če se spremenita volatilnost in donosnost projekta, kar prikazujemo v nadaljevanju na slikah 19 in 20.

S slike 19 je razvidno, da se z večanjem volatilnosti zvišuje krivulja, pri čemer se povečujeta vrednost opcije oziroma zemljišča C in mejna vrednost V^*. Navedena ugotovitev je pomembna s stališča nepremičninskega trga, saj morajo naložbeni projekti zaradi večjega tveganja prenesti večje razmerje V^*/K, kar se odraža v odlogu izvajanja projektov na trgu. Tako negotovost povečuje vrednost naložbene priložnosti oziroma opcij, vendar zmanjšuje količino dejanskih naložb, ki jih načrtujejo naložbeniki. Razmerje V^*/K raste, če raste netvegana donosnost r_f oziroma volatilnost tržnih vrednosti dokončanih nepremičnin σ_V, in se zmanjšuje, če raste stopnja donosnosti dokončane nepremičnine y_V, kar je razvidno s slike 20.

Slika 19: Vrednost opcije pri spremembi volatilnosti za obravnavani projekt

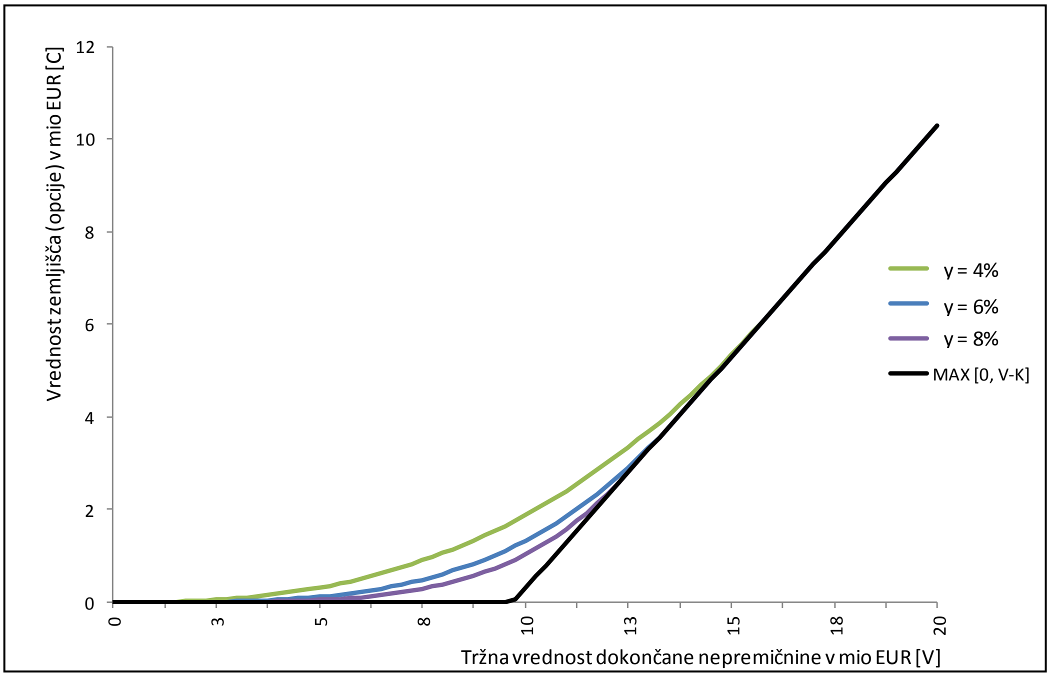
Figure 19: Option value by changing volatility for presented project



Vir: Lastni izračuni

Slika 20: Vrednost opcije pri spremembi stopnje donosnosti za obravnavani projekt

Figure 20: Option value by changing yield rate for presented project



Vir: Lastni izračuni

Izračun pokaže, da se je v primeru zvišanja y_V s 4 % na 8 %, vrednost koeficienta V^*/K zmanjšala iz 1,64 na 1,29 oziroma za 21,3 %. Opcija odloga naložbe je torej postala predraga, zato je treba nemudoma začeti naložbo. Pomembno dejstvo pri tem je, da koeficient V^*/K ni odvisen od velikosti projekta, ampak je odvisen izključno od opcijske elastičnosti η.

Do zdaj smo prikazali vrednost opcije z uporabo Black-Scholesovega modela, če imamo omejitev časa dospelosti pet let, oziroma z uporabo Samuelson-McKeanovega modela, če imamo časovno neomejeno pravico do izvedbe naložbene priložnosti. Pogosto pa se v praksi uporablja binomski model, ki v omejenem času omogoča diskretne porazdelitve tržne vrednosti nepremičnine in opcijske priložnosti.

Za izračun ponovno uporabimo vhodne podatke iz tabele 6 in na njihovi podlagi izačunamo parametre binomskega modela. Za model bomo privzeli čas do dospetja ponovno pet let (T = 5) in 10 časovnih period (n = 10), zato znaša $\Delta t = T/n = 0{,}5$. V vsakem koraku s in časovnem intervalu t lahko vrednost osnovnega sredstva zavzame vrednosti uV z do tveganja nevtralno verjetnostjo p ali vrednost dV z do tveganja nevtralno verjetnostjo $p - 1$. Pomik navzgor in navzdol, u in d, ter do tveganja nevtralno verjetnost p izračunamo s pomočjo enačb:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0{,}20\sqrt{0{,}5}} = 1{,}1519,$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{-0{,}20\sqrt{0{,}5}} = \frac{1}{u} = 0{,}8681,$$

$$p = \frac{e^{(r_f - y)\cdot\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{(0{,}014-0{,}055)\cdot 0{,}5} - 0{,}8681}{1{,}1519 - 0{,}8681} = 0{,}3932.$$

Na podlagi izračunanih parametrov lahko določimo gibanje tržne vrednosti osnovnega sredstva oziroma projekta, kot bi bil ravnokar končan, $V_0 = 10{,}80\ mio\ EUR$, od začetne vrednosti do končne terminalne vrednosti po petih letih na način, ki je izračunan v naslednji tabeli[26].

$$V_u = u \cdot V_0, \quad V_d = d \cdot V_0, \quad V_{ud} = u \cdot d \cdot V_0, \ldots,$$

[26] Zaradi lažjega zapisovanja in obdelave binomsko drevo zapišemo v tabelarični obliki.

Tabela 7: Vrednosti osnovnega sredstva v časovnem obdobju

Table 7: Value of the underlying asset over a period of time

leto 2016	2017		2018		2019		2020		2021	
perioda 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10,8000	12,4406	14,3305	16,5074	19,0151	21,9036	25,2310	29,0639	33,4790	38,5647	44,4231
	9,3757	10,8000	12,4406	14,3305	16,5074	19,0151	21,9036	25,2310	29,0639	33,4790
		8,1393	9,3757	10,8000	12,4406	14,3305	16,5074	19,0151	21,9036	25,2310
			7,0659	8,1393	9,3757	10,8000	12,4406	14,3305	16,5074	19,0151
				6,1341	7,0659	8,1393	9,3757	10,8000	12,4406	14,3305
					5,3251	6,1341	7,0659	8,1393	9,3757	10,8000
						4,6229	5,3251	6,1341	7,0659	8,1393
							4,0132	4,6229	5,3251	6,1341
								3,4840	4,0132	4,6229
									3,0245	3,4840
										2,6257

Vir: Lastni izračuni (vrednosti v mio EUR)

Kot je razvidno iz tabele 7, vrednost V_0 v naslednji periodi zavzame za 15,19 % višjo oziroma 13,19 % nižjo vrednost. Enako izvedemo izračun za vseh deset časovnih period. V naslednjem koraku izračunamo vrednosti opcije tako, da najprej izračunamo končne vrednosti in nato skozi rekurzivni iterativni postopek izračunavamo vrednosti v vsaki presečni točki binomskega drevesa.

Tabela 8: Vrednost ameriške opcije za razvoj zemljišča

Table 8: Value of american option for the development of land

leto 2016	2017		2018		2019		2020		2021	
perioda 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,5915	2,7463	4,6305	6,8074	9,3151	12,2036	15,5310	19,3639	23,7790	28,8647	34,7231
	0,8615	1,5572	2,7406	4,6305	6,8074	9,3151	12,2036	15,5310	19,3639	23,7790
		0,4207	0,8084	1,5120	2,7406	4,6305	6,8074	9,3151	12,2036	15,5310
			0,1744	0,3618	0,7333	1,4437	2,7406	4,6305	6,8074	9,3151
				0,0550	0,1253	0,2815	0,6199	1,3289	2,7406	4,6305
					0,0100	0,0256	0,0655	0,1677	0,4295	1,1000
						0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
							0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
								0,0000	0,0000	0,0000
									0,0000	0,0000
										0,0000

Vir: Lastni izračuni (vrednosti v mio EUR)

$$C_{t,s} = max\{e^{-r_f \cdot \Delta t}[\mathrm{p}C_{t,s}^{+} + (1-p)C_{t,s}^{-}]; V_{t,s} - K_{t,}\}$$

$$C_{t,s} = max(V_{t,s} - K_t, 0)$$

Izračun mreže smo ob upoštevanju stalnih in netveganih stroškov gradnje $\mathrm{K_t} = \mathrm{K_0} = 9{,}70$ mio EUR začeli v času t_{10}, kjer smo izvedli prvi račun:

$$C_{10,1} = max(V_{10,1} - K_{10}, 0) = 44{,}4231 - 9{,}70 = 34{,}7231 \; mio \; EUR.$$

Po izračunu zadnje kolone smo z uporabo rekurzivnega iterativnega postopka nadaljevali kalkulacijo proti t_0 z drugo enačbo. V času t_0 smo tako dobili sedanjo vrednost zemljišča v višini 1,5915 mio EUR, kar implicitno pomeni opcijsko premijo v višini 491.500 EUR glede na rezidualno vrednost zemljišča po tradicionalnem dinamičnem vrednotenju. V tem primeru je opcijska premija znatno višja kot pri Black-Scholesovem modelu, in sicer zaradi dejstva, da gre za ameriško opcijo, kjer se izvede optimizacija odločanja v vsaki točki časovne premice, kar prikazujemo v naslednji tabeli.[27]

Tabela 9: Odločitveno drevo pri vrednotenju ameriške realne opcije

Table 9: Decision tree for evaluation the american real option

leto 2016	2017		2018		2019		2020		2021	
perioda 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
	čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
		čakaj	čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
			čakaj	čakaj	čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
				čakaj	čakaj	čakaj	čakaj	čakaj	izvrši	izvrši
					čakaj	čakaj	čakaj	čakaj	čakaj	izvrši
						čakaj	čakaj	čakaj	čakaj	čakaj
							čakaj	čakaj	čakaj	čakaj
								čakaj	čakaj	čakaj
									čakaj	čakaj
										čakaj

Vir: Lastni izračuni

Odločitveno drevo prikazuje stanja, kjer je treba sprožiti naložbo oziroma kjer je zemljišče treba držati v portfelju kot morebitno priložnost za naložbo. Na primer vrednost osnovnega sredstva v prvem obdobju ne pokriva stroškov, zato je izpolnjen pogoj za odložitev naložbe najmanj do drugega obdobja.

Za primerjavo smo v tabeli 10 izračunali še vrednost evropske opcije po binomskem modelu, ki znaša 1,1627 mio EUR in je znatno manjša od predhodno izračunane ameriške opcije zaradi vnaprej določenega datuma izvršitve. Vendar pa je povsem primerljiva z vrednostjo 1,1410 mio EUR, ki smo jo predhodno izračunali z Black-Scholesovim modelom za vrednotenje evropskih opcij in datumom dospelosti pet let.

[27] IF($C_{t,s} = V_{t,s} - K_t$; "izvedi"; "čakaj").

Tabela 10: Vrednost evropske opcije za razvoj zemljišča

Table 10: The value of european option for the development of land

leto 2016	2017		2018		2019		2020		2021	
perioda 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,1627	1,9185	3,0572	4,6878	6,8964	9,7234	13,1706	17,2639	22,1222	27,8863	34,7231
	0,6864	1,2028	2,0359	3,3108	5,1444	7,6022	10,6707	14,3156	18,6432	23,7790
		0,3597	0,6769	1,2334	2,1610	3,6113	5,7018	8,4323	11,6772	15,5310
			0,1582	0,3242	0,6466	1,2462	2,2985	3,9984	6,4273	9,3151
				0,0525	0,1191	0,2655	0,5788	1,2236	2,4708	4,6305
					0,0100	0,0256	0,0655	0,1677	0,4295	1,1000
						0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
							0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
								0,0000	0,0000	0,0000
									0,0000	0,0000
										0,0000

Vir: Lastni izračuni (vrednosti v mio EUR)

8.2 Simulacija Monte Carlo

Simulacija Monte Carlo je uporabna metoda za ocenjevanje opcij, ki bi jih zaradi podrobnega časovnega intervala težko obdelali z binomskim modelom. S simulacijo Monte Carlo smo izvedli simulacijo vrednosti gibanja sedanje vrednosti osnovnega premoženja z uporabo naključno ustvarjenih vrednosti za negotove spremenljivke. Simulacija naključnih psevdoštevil s predhodno definirano verjetnostno porazdelitvijo spremenljivk je uporabna povsod, kjer imamo več spremenljivk, saj omogoča v kratkem času preko več tisoč iteracij poiskati pričakovane vrednosti. Simulacijo smo uporabili za vrednotenje evropske nakupne opcije, ki ima določen datum izvršitve.[28]

Postopek vrednotenja opcije smo izvedli z uporabo programov Excel in @Risk po naslednjem postopku:

1. Določimo število časovnih intervalov, ki jih bomo uporabili v simulaciji. Manjši časovni razkorak pomeni natančnejše izhodne vrednosti.

2. Na osnovi geometrijskega Brownovega gibanja izhajamo iz enačbe, ki določa nihanje cene osnovnega premoženja, kot sledi:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz \;\rightarrow dS = S \cdot (\mu dt + \sigma dz).$$

Če nepremičnina prinaša donose po stalni stopnji y

[28] Izračun postane kompleksen v primeru simulacije ameriške opcije, ki je izvedljiva v vsaki časovni enoti. Naloga postane še zahtevnejša v primeru kombinacije opcij, kjer vsaka odločitev vodi k novi odločitveni poti. To lahko vključuje milijone simulacij, kar pa je lahko zahtevna računska naloga tudi pri današnji računalniški tehniki.

$$\mu = r_f - y, \;\; dz = \epsilon\sqrt{dt}$$

in z uporabo diskretnega časovnega koraka

$$\delta S_n = S_{n-1} + \left[(r_f - y)\delta t + \sigma\epsilon\sqrt{dt}\right],$$

dobimo

$$S_n = S_{n-1} + \delta S_n = S_{n-1} + S_{n-1}\left[(r_f - y)\delta t + \sigma\epsilon\sqrt{dt}\right].$$

3. Cena v vsakem časovnem intervalu se giba v skladu s prejšnjim razmerjem in uporabo slučajne spremenljivke ϵ.

4. Za evropsko nakupno opcijo lahko izračunamo izid kot $C_n = max(S_n - X, 0)$ pri terminalni vrednosti premoženja za vsako simulacijo. To vrednost potem diskontiramo na sedanjo vrednost na podlagi netveganega diskontnega faktorja: $C_0 = C_n \cdot e^{-r_f T}$.

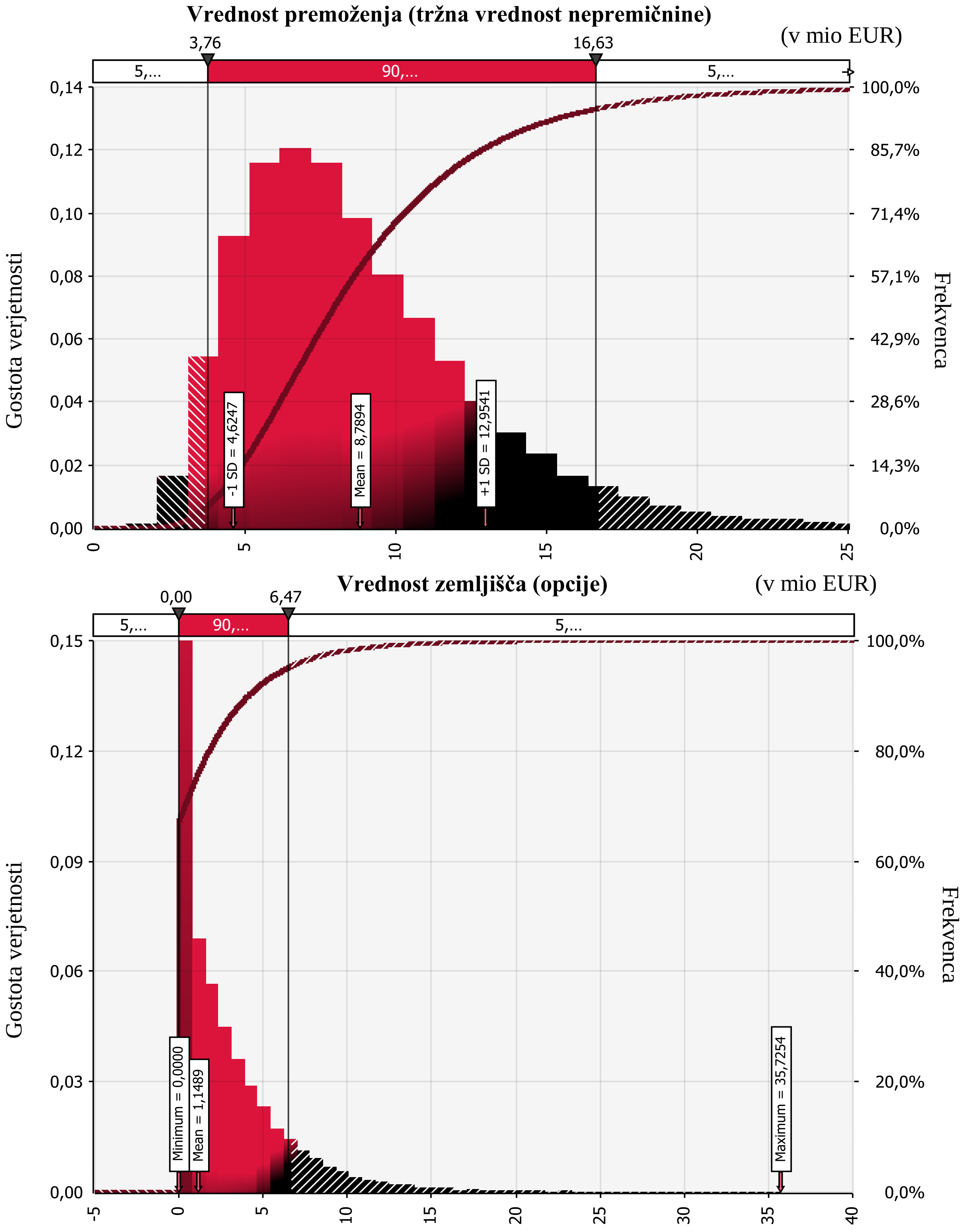
5. Po predvidenem številu iteracij je srednja vrednost vseh poskusov C_0 približna oziroma najverjetnejša vrednost nakupne opcije oziroma vrednost zemljišča.

Glavna prednost simulacije je, da namesto enolično določene vrednosti generira porazdelitev osnovnega sredstva in vrednost opcije. V postopku simulacije smo s pomočjo računalniškega programa za simulacije @Risk izračunali vrednost evropske nakupne opcije na podlagi vhodnih parametrov iz tabele 6. Število časovnih period smo določili na šestdeset mesečnih intervalov in izvedli izračun sedanje vrednosti nepremičnine in opcije na podlagi simulacije Monte Carlo s 50.000 iteracijami, kar grafično prikazujemo na naslednjih dveh slikah.

Na sliki 21 zgoraj je razvidna oblika krivulje tržne vrednosti nepremičnine, ki sledi lognormalni porazdelitvi, saj sedanja vrednost tržnega naložbenega projekta oziroma premoženja, ne more biti negativna. S slike 21 spodaj je razvidno, da znaša sedanja srednja vrednost zemljišča kot evropske nakupne opcije s časom izvršitve po petih letih 1,1489 mio EUR. Simulirana vrednost je za 0,7 % večja od vrednosti 1,1410 mio EUR, ki smo jo analitično izračunali z Black-Scholesovim modelom, kar potrjuje pravilnost našega izračuna.

Slika 21: Simulacija porazdelitve vrednosti premoženja in nakupne evropske opcije

Figure 21: Underlying asset and european call value distributions from simulation



Vir: Lastni izračuni

8.3 Kombinacija opcij v binomskem modelu

Nepremičninski projekti so zaradi tveganosti in velike akumulacije kapitala pogosto razdeljeni v več faz, zato je pri ocenjevanju vrednosti treba upoštevati tudi to dejstvo. V teoriji realnih opcij poznamo tako imenovane sestavljene opcije (*angl. compound options*), katerih vrednosti temeljijo na predhodnih opcijah. Poznamo dve vrsti sestavljenih opcij: sočasne sestavljene opcije (*angl. simultaneous compound options*) in sekvenčne oziroma zaporedne sestavljene opcije (*angl. sequential compound options*). Večfazni nepremičninski projekt lahko obravnavnavamo kot slednjo, kjer je na primer naslednjo fazo projekta mogoče začeti, če je predhodna faza zaključena. Z drugimi besedami, izvršitev opcije v prvi fazi vključuje pridobitev priložnosti za pričetek druge faze, kar znatno poveča prilagodljivost projekta in posledično dodano vrednost naložbe. V nadaljevanju bomo prikazali primer dvofaznega projekta, vrednotenega z binomskim modelom.

Predpostavimo, da je naložbenik pridobil gradbeno dovoljenje za naložbeni nepremičninski projekt, ki vključuje dve fazi. Prva faza obsega gradnjo objekta za poslovne dejavnosti z identičnimi vhodnimi podatki, kot smo jih predhodno že obravnavali tabeli 6. V drugi fazi pa naložbenik na dodatnem zemljišču, na katerem je pridobil pravico do gradnje, po zaključeni prvi fazi načrtuje gradnjo poslovno-stanovanjskega objekta. Tržna cena celotnega zemljišča znaša 3,7 mio EUR, oziroma samo za drugo fazo 2,6 mio EUR. Naložbenik je ocenil, da bo gradnja druge faze trajala tri leta in da bo nepremičnina ustvarila efektivni letni prihodek v prvih dveh letih obratovanja 1,250 mio EUR, po tem pa letni prihodek v višini 1,590 mio EUR s stopnjo rasti 0,5%. Stroške gradnje naložbenik predvideva v treh enakih obrokih po 4,812 mio EUR. Stopnja donosnosti za primerljive dokončane stanovanjsko-poslovne objekte znaša 6,0 %, oportunitetni stroški kapitala z vključenim pribitkom za tveganje pa 6,5%. Na podlagi parametrov za drugo fazo naložbenega projekta izračunamo denarne tokove in neto sedanjo vrednost v drugi fazi.

Tabela 11: Denarni tok naložbenega nepremičninskega projekta za drugo fazo

Table 11: Cash flow of a real estate development project for second phase

Leto	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**
Časovna perioda	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FAZA 2: (poslovno-stanov. objekt)											
Stroški zemljišča	2.600.000										
Efektivni prihodki dokončane neprem.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.250.000	1.250.000
Stabilizirana vrednost neprem.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26.514.381
Stroški gradnje nepremičnine	0	0	0	0	0	0	4.812.500	4.812.500	4.812.500		
Neto denarni tok	-2.600.000	0	0	0	0	0	-4.812.500	-4.812.500	-4.812.500	1.250.000	27.764.381
Sedanja vrednost prihodkov	15.500.000										
Sedanja vrednost odhodkov	13.100.000										
NPV	**-200.000**										

Vir: Lastni izračun

Prihodki iz obratovanja nepremičnine so diskontirani z uporabo tržne diskontne stopnje v višini oportunitetnih stroškov kapitala druge faze, odhodki zaradi gradnje nepremičnine pa z uporabo diskontne stopnje v višini netvegane donosnosti. Druga faza po klasičnem vrednotenju izkazuje sedanjo vrednost prihodkov v višini 15,5 mio EUR ter sedanjo vrednost naložbenih odhodkov brez stroškov zemljišča v višini 13,1 mio EUR. Naložbeni projekt v drugi fazi z upoštevanim stroškom zemljišča izkazuje negativno neto sedanjo vrednost v višini 200.000 EUR. Dejstvo, da je projekt v drugi fazi začet pet let kasneje, ima negativen vpliv na neto sedanjo vrednost. Razlog je v razliki med diskontno stopnjo za prihodke v primerjavi z diskontno stopnjo odhodkov, saj ima razlika večji vpliv na projekte z daljšim trajanjem, zaradi česar so projekti, ki so oddaljeni tudi manj zaželjeni.[29]

V tabeli 12 smo izračunali skupni denarni tok za večfazni naložbeni projekt. Čeprav projekt v obeh fazah skupaj izkazuje višjo interno stopnjo donosa kot enofazni iz tabele 3, je znatno slabši glede na kriterij neto sedanje vrednosti. Navedeno pomeni, da takšen večfazni projekt zaradi daljšega obdobja razvoja in tem povezanih negotovosti, zahteva višji donos na račun dodatnih tveganj.

Tabela 12: Skupni denarni tok večfaznega naložbenega nepremičninskega projekta

Table 12: Total cash flow of a multi-phase development real estate project

Leto	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**
Časovna perioda	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FAZA 1: (poslovni objekt)											
Efektivni prihodki dokončane neprem.	0	0	0	600.000	600.000	600.000					
Stabilizirana vrednost nepremičnine	0	0	0	0	0	12.542.676					
Strošek zemljišča	1.100.000										
Stroški gradnje nepremičnine	0	4.952.000	4.952.000	0	0	0					
FAZA 2: (poslovno-stanov. objekt)											
Efektivni prihodki dokončane neprem.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.250.000	1.250.000
Stabilizirana vrednost nepremičnine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26.514.381
Strošek zemljišča	2.600.000										
Stroški gradnje nepremičnine	0	0	0	0	0	0	4.812.500	4.812.500	4.812.500	0	0
Neto denarni tok	-3.700.000	-4.952.000	-4.952.000	600.000	600.000	13.142.676	-4.812.500	-4.812.500	-4.812.500	1.250.000	27.764.381
Sedanja vrednost prihodkov	26.300.000										
Sedanja vrednost odhodkov	22.800.000										
NPV	**-200.000**										
IRR	**10,7%**										

Vir: Lastni izračun

Analiza občutljivosti na spremembo prihodkov pokaže znatnejši upad neto sedanje vrednosti glede na osnovni scenarij naložbenega projekta v primeru zmanjševanja prihodkov, kar prikazujemo v tabeli 13.

[29] Če bi drugo fazo pričeli izvajati takoj vzporedno s prvo fazo, naložbeni projekt postane ekonomsko upravičen, saj je neto sedanja vrednost naložbe druge faze v tem primeru pozitivna v višini 1,7 mio EUR.

Tabela 13: Analiza občutljivosti na spremembo prihodkov v večfaznem projektu

Table 13: Sensitivity analysis on a revenue change in a multiphase project

Odstopanje v prihodkih (%)	IRR (%)	NPV (EUR)
20,0	15,3	5.060.000
15,0	14,2	3.745.000
10,0	13,0	2.430.000
5,0	11,9	1.115.000
0,0	10,7	-200.000
-5,0	9,4	-1.515.000
-10,0	8,0	-2.830.000
-15,0	6,6	-4.145.000
-20,0	5,2	-5.460.000

Vir: Lastni izračun

DCF model zasnovan na analizi neto sedanje vrednosti in interne stopnje donosnosti deluje na podlagi fiksnih predpostavk, ki ne upoštevajo razvoja projekta glede na prihodnje spremembe. Vse odločitve, ki jih naložbenik sprejme, so zasnovane na bodočih pričakovanjih ob iniciaciji naložbe, ki se naj kasneje ne bi spreminjale. Naložbenik tehta možnost odložitve prve faze do pet let oziroma v primeru neugodnih razmer tudi opustitev druge faze po petih letih, če se razmere na trgu izkažejo za neugodne.

V pregledni obliki zapišimo podatke za potrebne za binomski model.

Tabela 14: Vhodni podatki za večfazni naložbeni nepremičninski projekt

Table 14: Input parameters for multi-phase real estate development project

Vhodni podatki	**1. faza**	**2. faza**
Sedanja vrednost dokončane nepremičnine v mio EUR (V_0)	10,80	15,50
Stroški gradnje brez stroškov zemljišča v mio EUR (K_0)	9,70	13,10
Stopnja donosnosti dokončane nepremičnine (y_V)	5,50 %	6,00 %
Volatilnost tržne vrednosti dokončane nepremičnine (σ)	20,00 %	25,00 %
Netvegana donosnost (r_f)	1,40 %	1,40 %
Čas dospelosti opcije v letih (T)	5	10

Za uporabo binomskega modela je potrebna določitev skupne volatilnosti vrednosti dokončanega projekta, ki jo definiramo kot portfelj dveh medsebojno odvisnih spremenljivk.

Skupno volatilnost izvedemo z izračunom variance portfelja dveh spremenljivk s predpostavko popolne pozitivne korelacije, kot sledi:

$$VAR_p = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i \, w_j \mathrm{COV_{ij}} = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2 w_1 w_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2,$$

$$w_1 = \frac{26{,}3}{10{,}8} = 0{,}41 \; in \; w_2 = 1 - w_1 = 0{,}59,$$

$$VAR_p = 0{,}41^2 \times 0{,}2^2 + 0{,}59^2 \times 0{,}25^2 + 2 \times 0{,}41 \times 0{,}59 \times 1{,}0 \times 0{,}20 \times 0{,}25 = 0{,}0527,$$

$$\sigma_p = \sqrt{VAR_p} = \sqrt{0{,}0527} = 22{,}95\ \%.$$

Stopnjo donosnosti prihodkov portfelja izračunamo kot tehtano povprečje stopnje donosnosti obeh projektov:

$$y_V = 0{,}41 \times 0{,}055 + 0{,}59 \times 0{,}060 = 0{,}0579 = 5{,}8\ \%.$$

Za model bomo privzeli čas do dospetja deset let (*T = 10*) in 10 časovnih period (*n = 10*), zato znaša $\Delta t = T/n = 1$.Izračunamo še parameter pomikov u in d ter verjetnost p.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0{,}2295\sqrt{1{,}0}} = 1{,}2579$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{-0{,}2295\sqrt{1{,}0}} = \frac{1}{u} = 0{,}7950$$

$$p = \frac{e^{(r_f - y)\cdot\Delta t} - d}{u - d} = \frac{e^{(0{,}014 - 0{,}058)\cdot 1{,}0} - 0{,}7950}{1{,}2579 - 0{,}7950} = 0{,}3500$$

Skupna sedanja vrednost koristi nepremičninskega projekta obeh faz projekta znaša 26,3 mio EUR. Ob dejstvu, da je projekt strukturiran v smislu zaporedne sestavljene opcije, izračunamo gibanje tržne vrednosti projekta v binomskem drevesu, ki ga prikazujemo v tabeli 15.

Tabela 15: Vrednost osnovnega sredstva v večfaznem projektu

Table 15: The value of the underlying asset in a multi-phase project

leto 2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
perioda 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26,3000	33,0836	41,6168	52,3510	65,8540	82,8397	104,2066	131,0846	164,8952	207,4267	260,9283
	20,9074	26,3000	33,0836	41,6168	52,3510	65,8540	82,8397	104,2066	131,0846	164,8952
		16,6204	20,9074	26,3000	33,0836	41,6168	52,3510	65,8540	82,8397	104,2066
			13,2125	16,6204	20,9074	26,3000	33,0836	41,6168	52,3510	65,8540
				10,5034	13,2125	16,6204	20,9074	26,3000	33,0836	41,6168
					8,3497	10,5034	13,2125	16,6204	20,9074	26,3000
						6,6377	8,3497	10,5034	13,2125	16,6204
							5,2767	6,6377	8,3497	10,5034
								4,1947	5,2767	6,6377
									3,3346	4,1947
										2,6509

Vir: Lastni izračuni (vrednosti v mio EUR)

Izračun opcijske vrednosti v večfaznem zaporednem modelu izvedemo v obratnem kronološkem zaporedju, kjer najprej izračunamo vrednost opcije za drugo fazo in nato na podlagi te vrednosti izvedemo izračun še za prvo fazo. Ob predpostavki stalnosti in netveganosti stroškov v višini 13,1 mio EUR izračunamo opcijsko vrednost z definiranjem terminalnega pogoja za drugo fazo $C_{10,s} = max(V_{10,s} - K_{10}^{II}, 0)$ in izvedbo rekurzivnega postopka $C_{0,0}^{II} = max\{e^{-r_f \cdot \Delta t}[\mathrm{p}C_{t,s}^{+} + (1-p)C_{t,s}^{-}], V_{t,s} - K_t^{II}, 0\}$, kar prikazujemo v naslednji tabeli.

Tabela 16: Vrednost opcije za drugo fazo zaporednega večfaznega projekta

Table 16: The value of option for the second phase of sequential multi-phase project

leto 2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
perioda 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13,2000	19,9836	28,5168	39,2510	52,7540	69,7397	91,1066	117,9846	151,7952	194,3267	247,8283
	7,8074	13,2000	19,9836	28,5168	39,2510	52,7540	69,7397	91,1066	117,9846	151,7952
		3,8211	7,8074	13,2000	19,9836	28,5168	39,2510	52,7540	69,7397	91,1066
			1,7573	3,7498	7,8074	13,2000	19,9836	28,5168	39,2510	52,7540
				0,7225	1,6461	3,6458	7,8074	13,2000	19,9836	28,5168
					0,2408	0,6049	1,4839	3,5204	7,8074	13,2000
						0,0500	0,1448	0,4194	1,2151	3,5204
							0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
								0,0000	0,0000	0,0000
									0,0000	0,0000
										0,0000

Vir: Lastni izračuni (vrednosti v mio EUR)

V tabeli 17 prikazujemo odločitveno drevo izvršitve opcije druge faze.

Tabela 17: Odločitveno drevo za drugo fazo zaporednega večfaznega projekta

Table 17: Decision tree for the second phase of sequential multi-phase project

leto 2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
perioda 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
		čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
			čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
				čakaj	čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
					čakaj	čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši
						čakaj	čakaj	čakaj	čakaj	izvrši
							čakaj	čakaj	čakaj	čakaj
								čakaj	čakaj	čakaj
									čakaj	čakaj
										čakaj

Vir: Lastni izračuni

Vrednost opcije v prvi fazi je izvedena na podlagi opcijske vrednosti v drugi fazi tako, da so z upoštevanjem stroškov prve faze v višini 9,7 mio EUR najprej izračunane terminalne vrednosti po petih letih na način $C^{I}_{5,s} = max(C^{II}_{5,s} - K^{I}_{5}, 0)$ in ponovno z rekurzivnim postopkom do sedanje vrednosti.

Tabela 18: Vrednost opcije za prvo fazo zaporednega večfaznega projekta

Table 18: Value of option for the first phase of sequential multi-phase project

leto 2016	2017	2018	2019	2020	2021
perioda 0	1	2	3	4	5
4,6820	10,2836	18,8168	29,5510	43,0540	60,0397
	1,7671	4,3346	10,2836	18,8168	29,5510
		0,4228	1,2251	3,5494	10,2836
			0,0000	0,0000	0,0000
				0,0000	0,0000
					0,0000

Vir: Lastni izračuni (vrednosti v mio EUR)

Vrednost opcije v času $t = 0$ implicitno pomeni vrednost zemljišča v višini 4,682 mio EUR, ki znaša 1,182 mio EUR več kot po tradicionalnem vrednotenju z metodo DCF. Ker tržna cena zemljišča znaša 3,7 mio EUR, projekt izkazuje pozitivno razširjeno neto sedanjo vrednost v višini 982.000 EUR.

Tabela 19: Odločitveno drevo za prvo fazo zaporednega večfaznega projekta

Table 19: Decision tree for the first phase of sequential multi-phase project

leto 2016	2017	2018	2019	2020	2021
perioda 0	1	2	3	4	5
čakaj	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši	izvrši
	čakaj	čakaj	izvrši	izvrši	izvrši
		čakaj	čakaj	čakaj	izvrši
			čakaj	čakaj	čakaj
				čakaj	čakaj
					čakaj

Vir: Lastni izračuni

8.4 Sklepna analiza in diskusija o rezultatih v aplikativnem delu

Osnovni namen aplikativnega dela je testiranje vpliva opcijskih modelov vrednotenja na ekonomsko upravičenost naložbenega nepremičninskega projekta, če je v analizo poleg klasičnih vhodnih parametrov tradicionalnega dinamičnega vrednotenja z DCF metodo, zajeta tudi diskrecijska pravica odločevalca, da projekt v odvisnosti od negotovosti in prisotnih tveganj po potrebi prilagaja in spreminja. V ta namen je fleksibilnost izražena kot uporaba možnosti odloga naložbe do trenutka, ko postanejo parametri naložbe sprejemljivi.

Preizkus smo zasnovali z uporabo privzetih determiniranih vhodnih parametrov za DCF metodo, ki odražajo specifičnost predmetne nepremičninske naložbe. Izračunani dinamični model je ob danih parametrih izkazal ničelno neto sedanjo vrednost in pozitivno interno stopnjo donosa, zaradi česar je projekt po teoriji vrednotenja še sprejemljiv. Rezultat neto sedanje vrednosti smo privzeli kot referenčno osnovo. Z upoštevanjem dejstva, da so denarni tokovi v življenjski dobi projekta spremenljivi, pomeni vsako odstopanje od pričakovanih vrednosti tudi odstopanje od pričakovanih rezultatov naložbe, kar smo potrdili z analizo občutljivosti projekta. Vprašanje, ki smo si ga zastavili je, ali je mogoče na podlagi danih parametrov z uporabo opcijskih modelov za vrednotenje realnih naložb pričakovati drugačno, tako imenovano razširjeno neto sedanjo vrednost. V okviru komparativne analize smo tako v delu uporabili štiri glavne metode evalvacije naložbenega projekta z realnimi opcijami, od katerih ima vsaka svoje elementarne posebnosti.

Prvo evalvacijo smo izvedli z uporabo Black-Scholes modela vrednotenja realnih opcij za primer možnosti odloga naložbe do pet let. Navedeni model velja samo za evropski tip opcije, kar pomeni, da izračunana vrednost opcije velja pod predpostavko, da projekta pred potekom dobe dospelosti let ni mogoče začeti. Rezultat evalvacije po tem modelu je pozitivna opcijska premija.

Izračun smo nadaljevali z uporabo Samuelson-McKean modela, ki daje oceno vrednosti za zemljišče kot neskončne nakupne opcije. Model omogoča tudi izračun optimalnega trenutka za izvršitev opcije in s tem pričetek naložbe. To vrednost predstavlja mejna kritična vrednost, ki smo jo izračunali na podlagi izračuna opcijske elastičnosti. Merilo opcijske elastičnosti določa za koliko se v odstotkih spremeni vrednost opcije oziroma zemljišča za gradnjo, če se vrednost osnovnega premoženja spremeni za en odstotek. Rezidualna vrednost zemljišča, ki smo jo izračunali s Samuelson-McKeanovem modelom, je znatno višja kot pri Black-Scholes modelu. Osnovni razlog je v tem, da gre pri Samuelson-McKeanovem modelu za časovno neomejenost pravice do izvršitve opcije, torej pričetka izvedbe naložbenega projekta, kar je lastnost ameriškega tipa opcije.

Pri tem modelu smo izvedli tudi analizo občutljivosti vrednosti zemljišča oziroma opcije glede na vrednost dokončane nepremičnine, če se spremenita volatilnost in stopnja donosnosti dokončane nepremičnine. Ugotovili smo, da se z večanjem volatilnosti zvišuje krivulja, ki prikazuje vrednost zemljišča oziroma opcije, pri čemer se povečuje posledično tudi mejna vrednost za pričetek naložbe. Pri zviševanju stopnje donosnosti dokončanih nepremičnin se krivulja znižuje, kar pomeni zmanjševanje razmerja med vrednostjo nepremičnine in stroški gradnje ter posledično rezidualne vrednost zemljišča oziroma opcije.

Intuitivna metoda za izračun realnih opcij je binomski model, ki v omejenem času omogoča diskretne porazdelitvene vrednosti osnovnega sredstva in opcije oziroma vrednosti zemljišča. Sedanjo vrednost opcije smo izračunali z rekurzivnim iterativnim postopkom izračunavanja vrednosti skozi vsako presečno točko binomskega drevesa. Tudi v tem primeru smo kot rezultat evalvacije dobili opcijsko premijo znatno višjo, kot pri Black Scholes modelu, in sicer zaradi dejstva, da smo analizirali ameriški tip opcije, kjer se izvede optimizacija odločanja v vsaki enoti časa. Za primerjavo smo izračunali še vrednost evropske opcije po binomskem modelu, ki pa je bila po pričakovanjih, znatno manjša od predhodno izračunane ameriške opcije zaradi vnaprej določenega datuma izvršitve. Problem binomske metode postane računsko zapleten z vpeljavo manjših časovnih intervalov, ki pa po drugi strani povečujejo natančnost izračuna.

Navedeno pomanjkljivost rešuje Monte Carlo simulacija, ki smo jo izvedli na podlagi istih vhodnih podatkov projekta in računalniškega programa za analizo stohastičnih procesov. Z Monte Carlo analizo smo izvedli simulacijo vrednosti gibanja sedanje vrednosti nepremičnine z uporabo naključno ustvarjenih vrednosti za negotove spremenljivke. Na osnovi geometrijskega Brownovega gibanja vrednosti nepremičnine in določitve časovnega intervala smo kot rezultat zelo velikega števila iteracij dobili najverjetnejšo vrednost opcije evropskega tipa oziroma rezidualno vrednost zemljišča.

Nepremičninski naložbeni projekti so zaradi tveganosti in velike akumulacije kapitala pogosto razdeljeni v več faz, zato smo v nadaljevanju naloge izvedli tudi evalvacijo takega tipa projekta. Večfazni nepremičninski projekt lahko obravnavnavamo kot sestavljene sočasne ali zaporedne realne opcije, kjer je na primer naslednjo fazo projekta možno začeti le, če je predhodna faza zaključena. Izračun smo izvedli na primeru dvofaznega projekta vrednotenega z binomskim modelom. Nepremičninski dvofazni naložbeni projekt je ob danih vhodnih parametrih po metodi DCF izkazoval skupno negativno neto sedanjo vrednost, zaradi česar bi naložbo opustili.

Izračun opcijske vrednosti v večfaznem zaporednem modelu smo izvedli v obratnem kronološkem zaporedju, kjer smo najprej izračunali vrednost opcije za drugo fazo in nato na podlagi te vrednosti izvedli izračun še za prvo fazo. Kot rezultat evalvacije smo izračunali vrednost zemljišča z opcijama v obeh fazah, ki je bila znatno višja od prej izračunanih v projektu brez faz, posledično pa je projekt izkazal pozitivno razširjeno neto sedanjo vrednost. S tem smo pokazali, da ima projekt razdeljen v več faz, samo zaradi vsebovane fleksibilnosti odločanja, mnogo večjo potencialno priložnost za realizacijo. To potrjuje tudi izračun odstotka opcijske premije v ceni zemljišča, ki je pri večfaznem projektu bistveno višji, kot pri enofaznem, za identični evropski tip opcije.

Rezultate evalvacij z vsemi modeli vrednotenja izračunanih v aplikativnem delu naloge prikazujemo pregledno v naslednji tabeli.

Tabela 20: Rezultati različnih modelov vrednotenja nepremičninskega razvojnega projekta
Table 20: The results of different valuation models of a real estate development project

Model/Kategorija	Black-Scholes model	Samuelson-McKean model	Binomski model	Binomski model	Monte Carlo simulacija	Binomski model (večfazni projekt)
(vrednosti v EUR)	(evropska opcija)	(ameriška opcija)	(evropska opcija)	(ameriška opcija)	(evropska opcija)	(evropska opcija)
Vrednost zemljišča z opcijami	1.141.000	1.840.000	1.162.700	1.591.500	1.148.900	4.682.000
Tržna cena zemljišča	1.100.000	1.100.000	1.100.000	1.100.000	1.100.000	3.700.000
Razširjena neto sedanja vrednost - NPV(E)	41.000	740.000	62.700	491.500	48.900	982.000
Neto sedanja vrednost - NPV(S)	0	0	0	0	0	-200.000
Opcijska premija	41.000	740.000	62.700	491.500	48.900	1.182.000
Odstotek opcijske premije v ceni zemljišča	3,73%	67,27%	5,70%	44,68%	4,45%	31,95%

Na osnovi proučitve teoretičnih izhodišč in numeričnega preizkusa v aplikativnem delu naloge lahko na zastavljena raziskovalna vprašanja podamo ustrezne odgovore.

Raziskovalno vprašanje: Zakaj dinamične metode vrednotenja pomanjkljivo obravnavajo nepremičninske naložbene projekte in kako lahko management reagira v spremenljivih tržnih razmerah?

Konvencionalne dinamične metode vrednotenja veljajo v evalvaciji naložbenih projektov s področja nepremičnin še vedno za splošno uveljaven in priznan kriterij za odločanje in ga podpirajo tudi nacionalni predpisi ter mednarodni standardi ocenjevanja vrednosti. Metoda DCF, kot ena izmed metodologij, temelji na splošnem postopku diskontiranja denarnih tokov z uporabo diskontne stopnje, ki mora odražati tveganost naložbenega projekta v odnosu do vloženih sredstev. Vendar pa ocenjevanje koristi in stroškov naložbe le na podlagi višje stopnje donosnosti, v zameno za večje tveganje, vodi k temu, da marsikateri projekt obstane zgolj pri načrtovanju. Osnovna pomanjkljivost dinamičnih DCF metod je koncept upoštevanja samo dveh možnosti: investiraj takoj ali nikoli. Vendar pa večina naložb, še posebej s področja nepremičninskih naložbenih projektov, ne sodi v tako drastičen okvir. DCF metode tako ne upoštevajo možnosti odloga projekta na čas, ko se razmere v okolju spremenijo do te mere, da postane projekt ekonomsko upravičen.

V nalogi smo z računskim primerom prikazali, da je naložbeni projekt z uporabo klasične dinamične metode izkazoval ničelno neto sedanjo vrednost, v primeru možnosti odloga naložbe pa v skladu z opcijsko teorijo, mnogo večjo razširjeno neto sedanjo vrednost. Navedeno dejstvo je bilo še posebej izrazito v primeru večfaznosti projekta, kjer je ta razlika občutno narasla. To nam daje odgovor na drugi del našega raziskovalnega vprašanja, kjer lahko ugotovimo, da je sposobnost prilagajanja oziroma fleksibilnost projekta tisti element, ki managmentu omogoča ustrezno reagiranje v spremenljivih tržnih razmerah.

Raziskovalno vprašanje: Kakšni so osnovni koncepti opcijskega pristopa pri obravnavi nepremičninskih naložbenih projektov?

Opcijski pristop k vrednotenju naložbenih nepremičninskih projektov obravnava negotovost kot naložbeno priložnost, kar velja tudi za druga realna sredstva. Višja kot je negotovost, ki je izražena skozi element volatilnosti tržnih vrednosti dokončanih nepremičnin, višja je vrednost naložbene priložnosti oziroma opcij. Za izračun po opcijskem pristopu so potrebni vhodni parametri, od katerih so nekateri izvedeni iz konvencionalnih dinamičnih metod, na primer, sedanja vrednost dokončane nepremičnine in sedanja vrednost stroškov gradnje objekta, drugi pa pridobljeni na podlagi analize nepremičninskega trga in ostalih raziskav, na primer, stopnja donosnosti in volatilnosti tržne vrednosti dokončane nepremičnine ter donosnost netveganih naložb. Opcijski pristop obravnava različne tipe opcij, ki jih lahko razdelimo med časovne opcije, opcije rasti, razširitve, skrčitve, opcije izhoda, učenja, zamenjave in sestavljene opcije. V smislu časovnih opcij smo primeroma tako upoštevali možnost odložitev naložbenega projekta glede na evropski ali ameriški tip opcije, torej z upoštevanim časom dospelosti oziroma neomejeno časovno pravico. V opcijskem pomenu zemljišče za razvoj naložbenega projekta daje imetniku pravico, vendar ne obveznosti, da zgradi objekt na pripadajočem zemljišču. Zato je življenjska doba pravice do objekta na posesti neomejena vse dokler ta pravica ni izvršena. Vrednotenje realnih opcij se izvaja z analitičnimi, mrežnimi in simulacijskimi modeli, katerih računsko delovanje smo preverili v nalogi.

Raziskovalno vprašanje: Kako lahko opcijsko modeliranje uporabljamo pri vrednotenju nepremičninskih naložbenih projektov?

Ugotovili smo, da so opcijski modeli vrednotenja, poleg nepremičninskega sektorja, močno prisotni tudi v mnogoterih drugih panogah realnega sektorja, na primer energetski dejavnosti, R&D dejavnosti, eksploatacijskih panogah idr. Ob tem se razvijajo številni modeli, ki so prilagojeni posameznim dejavnostim, vsem pa je skupno, da razvoj naložbenih projektov preverjajo glede na koncept odločanja v pravem času. V nalogi smo obravnavali štiri najbolj pogoste modele, ki se uporabljajo pri ocenjevanju nepremičninskih naložbenih projektov in sicer Black-Scholesov model, Binomski model, Samuelson-McKeanov model in Monte Carlo simulacijo. Ugotovimo lahko, da je vsem modelom skupno dejstvo, da uporabljajo do tveganja nevtralno vrednotenje, kar pomeni, da je vrednotenje opcijskih premij izvedeno z netvegano donosnostjo. V nasprotju s tradicionalnim dinamičnim vrednotenjem, kjer je tveganje vgrajeno v diskontno stopnjo, je pri opcijskem modeliranju tveganje razpoznavno preko verjetnostne porazdelitve vrednosti premoženja oziroma volatilnosti. Rezultat evalvacije po vseh modelih je bil izračun pozitivne opcijske premije za predmetno naložbo, ki v primeru izvršitve ob danih pogojih izkazuje najvišji vrednostni potencial projekta. V nalogi smo tako ugotovili, da je pri razvoju nepremičninskih naložbenih projektov najbolj smiseln pristop s Samuelson-McKeanovim modelom, pri katerem smo dobili tudi najvišjo opcijsko premijo, saj temelji na ameriškem tipu opcije, ki je izvršljiva v vsakem trenutku.

9 ZAKLJUČEK

Odločitveni procesi v negotovih razmerah zahtevajo od odločevalcev tehtne in premišljene korake, ki imajo dolgoročne vplive na prihodnji razvoj projekta ali podjetja. Vsaka odločitev, ki jo odločevalec sprejme danes, se posledično izrazi jutri v različnih stopnjah uspešnosti oziroma neuspešnosti predhodno zastavljenih ciljev. Ker je nepremičninski trg izrazito omejen glede na lokacijo in segmentiran, poleg tega pa temelji na asimetričnih informacijah, ga uvrščamo med nepopolne trge, vendar pa je učinkovit, kar pomeni, da so informacije že vključene v ceno naložbe. Izhajajoč iz tega dejstva postane jasno, da so tudi tveganja in negotovosti implicitno vgrajene v cene, ki so eden glavnih pokazateljev gibanja oziroma ravnovesja nepremičninskega trga.

Razvoj nepremičninskih naložbenih projektov je še posebej specifičen zaradi izredne kompleksnosti procesov in aktivnosti, ki vključujejo veliko ljudi, znanja, resursov in časa za dosego končnega produkta zgradbe ali druge izboljšave. Posebnosti nepremičninskih naložbenih projektov opišejo tri pomembne lastnosti, in sicer nepovratnost nastalih stroškov, možnosti prilagodljivega pristopa k načrtovanju in upravljanje negotovosti skozi sposobnosti prepoznavanja naložbenih priložnosti in prilagajanja spremembam na trgu.

Dinamični modeli vrednotenja skozi sedanjo vrednost kvantificiranih pričakovanih prihodnjih koristi in stroškov v časovni dobi pomanjkljivo obravnavajo vse tri navedene determinante kompleksnih projektov. Tradicionalno vrednotenje naložb diskontira prihodnje denarne tokove na sedanji trenutek z diskontno stopnjo oziroma tehtanim povprečjem stroškov kapitala, ki odseva tveganost teh denarnih tokov. Z dodatnimi premijami na diskontno stopnjo znižuje neto vrednost projekta, namesto da bi odločevalcu podala napoved o razponu denarnih tokov oziroma vrednosti, ki jih projekt lahko prinese. Metode DCF torej ne upoštevajo dejstva, da se vzorec tveganja naložbenega projekta spreminja s časom. Prav tako ne upoštevajo prilagodljivosti, ki nam jih trg nepremičnin ponuja s svojimi nihanji. Med začetkom in koncem naložbenega projekta je zato možnih veliko različnih izidov, ki jih z metodami DCF ne zajamemo.

Kot odgovor na pomanjkljivo vedenje o odločanju v razmerah negotove prihodnosti se vse bolj uveljavlja teorija realnih opcij, ki izhaja iz dobro poznanih finančnih opcij na finančnih trgih, vendar kot že ime pove, obravnava realna sredstva oziroma premoženje. Teorija pravi, da so naložbene priložnosti opcije, kar pomeni, da imamo pravico, vendar ne obveznosti, da izvedemo določeno naložbeno aktivnost v prihodnosti.

Priložnosti, da pridobimo določena realna sredstva, se imenujejo realne oziroma strateške opcije. Opcije projektu dodajo vrednost, s tem ko izkoristijo priložnosti v trenutku, ko se negotovost s potekom časa razreši. Obstoj realnih opcij definira kombinacija dveh dejstev, in sicer negotovost v prihodnjih denarnih tokovih in prilagodljivost odziva na to negotovost. V ta namen obstaja več vrst opcij, ki v splošnem zadoščajo temeljem prilagodljivega pristopa, in sicer časovne opcije, opcije rasti, razširitve, skrčitve, opcije izhoda, učenja, zamenjave in sestavljene opcije. Vrednotenje realnih opcij se izvaja z analitičnimi, mrežnimi, simulacijskimi modeli in kombinacijo med njimi, na primer Black-Scholesovim modelom, Binomskim modelom, Samuelson-McKeanovim modelom, simulacijo Monte Carlo idr. Vsi modeli temeljijo na tradicionalnem dinamičnem oziroma pasivnem vrednotenju, ki ga nadgradimo z opcijskim modeliranjem.

Opcijsko modeliranje smo preizkusili v aplikativnem delu naloge, kjer smo na podlagi numeričnih izračunov in simulacije, preverili delovanje posameznih modelov na primeru naložbenega nepremičninskega projekta. Ker v opcijskem pomenu zemljišče za razvoj naložbenega projekta gradnje objekta daje imetniku pravico, vendar ne obveznosti, da zgradi objekt oziroma izvede izboljšavo, smo raziskali kakšna je višina opcijskih premij, ki jih vsebuje naložba. V vseh primerih analize z opcijskimi modeli smo z nadgradnjo tradicionalnega dinamičnega vrednotenja dobili znatne opcijske premije in s tem pozitivno razširjeno neto sedanjo vrednost projekta. To dejstvo je bilo še posebej razvidno v primeru, da je nepremičninska naložba razdeljena v več faz, saj je imel projekt samo zaradi vsebovane vgrajene fleksibilnosti odločanja, mnogo večjo potencialno priložnost za uspešno realizacijo. Ugotovili smo, da je pri razvoju nepremičninskih naložbenih projektov najbolj smiseln in priročen pristop s Samuelson-McKeanovim modelom, pri katerem smo izračunali tudi najvišjo opcijsko premijo, saj temelji na ameriškem tipu opcije, ki je izvršljiva v vsakem trenutku. To dejstvo zaznamuje zemljišče za gradnjo, na katerem je pravica do izboljšave neomejena, vse dokler naložba ni izvedena. Model pri ocenjevanju nepremičninskih naložbenih projektov daje tudi odgovor na vprašanje, kdaj je optimalen trenutek za izvršitev opcije. To vrednost predstavlja mejna kritična vrednost, ki smo jo izračunali na podlagi opcijske elastičnosti.

Opcijski pristopi v odločevalski praksi pri obravnavi naložbenih nepremičninskih projektov še niso v zadostni meri uporabljeni. Razlog za to je, na eni strani zaradi nepoznavanja tehnik in metod, ki upoštevajo fleksibilnost, negotovost in nepovratnost takih projektov in na drugi strani zaradi relativne kompleksnosti in pomanjkanja ustreznih podatkov. Raziskava in empirična analiza vhodnih podatkov in spremenljivk, ki služijo izvajanju opcijskega pristopa, lahko predstavlja predlog za razširitev in dopolnitev pričujočega dela.

Z raziskavo različnih teoretičnih konceptov opcijskega modeliranja in primerjalno analizo štirih modelov vrednotenja smo na razumljiv in praktičen način prikazali načine uporabe vrednotenja z upoštevanjem možnosti odloga naložbe in s tem prispevali k jasni opredelitvi, da naložbeno odločanje ni enkraten dogodek, ampak predstavlja niz odločitev, ki imajo za posledico ustrezen razvoj projekta samega.

Drug pomemben doprinos naloge je ozaveščanje odločevalcev, da z opcijskimi modeli in tehnikami, dodatno preizkusijo utemeljenost naložbenega projekta in izvedejo ukrepe, ki bodo omogočali eliminiranje negativnih in povečanje pozitivnih izzidov oziroma rezultatov naložbe. Prepričani smo, da se bo podobno, kot se je v preteklosti zgodil preskok odločanja s statičnih na dinamične modele vrednotenja, v bližnji prihodnosti zgodil preskok na kvantitativno opcijsko modeliranje in simuliranje vrednosti v ocenjevanju naložb na nepremičninskem področju.

Na koncu lahko ugotovimo, da metodološke osnove realnih opcij na nepremičninskem področju spreminjajo temeljni pogled na negotovost in tveganje, ki nista nujno negativni sestavini vrednotenja naložb, ampak predstavljata potencial in pril ožnost za odločevalce, ki se tega zavedajo in ju upoštevajo. Postopki so relativno novi in neznani, zato je še ogromno prostora za nadaljnji razvoj, zlasti na področju tehnike modeliranja in simulacij.

10 POVZETEK

Odločitve v negotovih razmerah v sodobnem poslovnem okolju zahtevajo od odločevalcev skrbne in tehtne analize vseh procesov in dejavnikov, ki imajo vpliv na prihodnji razvoj dogodkov. Vsaka odločitev, ki jo odločevalec sprejme danes, se posledično izrazi jutri v različnih stopnjah uspešnosti oziroma neuspešnosti predhodno zastavljenih ciljev. Vse bolj se uveljavlja prepričanje, da tradicionalne dinamične metode vrednotenja naložbenih odločitev ne upoštevajo pomena prilagodljivosti v razmerah negotove prihodnosti. Tveganje, ki je prisotno pri vsakem načrtovanju naložb, je zajeto v diskontni stopnji, ki lahko zaradi napačnih predpostavk znižuje vrednost projekta ali pa ga precenjuje. Osnovni značilnosti naložbenih odločitev sta njihova relativna dolgoročnost in nepovratnost, ki narekujeta poseben pristop pri obravnavi teh procesov. Med izvajanjem naložbe se lahko razmere na trgu spremenijo do take mere, da naložba tako, kot je bila zasnovana, ne zadošča več potrebam na tržišču oziroma ne daje rezultatov, kot bi jih lahko. Razvoj nepremičninskih projektov je še posebej specifičen zaradi izredne kompleksnosti procesov in aktivnosti, ki vključuje veliko ljudi, znanja, resursov in časa za dosego končnega produkta zgradbe ali druge izboljšave. Posebnosti nepremičninskih naložbenih projektov opišejo tri pomembne lastnosti, in sicer nepovratnost nastalih stroškov, možnosti prilagodljivega pristopa k načrtovanju in upravljanje negotovosti skozi sposobnosti prepoznavanja naložbenih priložnosti in prilagajanja spremembam na trgu. Kot odgovor na pomanjkljivo vedenje o odločanju v razmerah negotove prihodnosti in s tem povezanega tveganja se vse bolj uveljavlja teorija realnih opcij, ki izhaja iz dobro poznanih finančnih opcij na finančnih trgih, vendar kot že ime pove, obravnava realna sredstva oziroma premoženje. Teorija pravi, da so naložbene priložnosti opcije, kar pomeni, da imamo pravico, vendar ne obveznosti, da izvedemo določeno naložbeno aktivnost v prihodnosti. Priložnosti, da pridobimo določena realna sredstva, se torej imenujejo realne oziroma strateške opcije. Opcije torej projektu dodajo vrednost, ko izkoristijo priložnosti v trenutku, ko se negotovost s potekom časa razreši. Obstoj realnih opcij definira kombinacija dveh dejstev, in sicer negotovost v prihodnjih denarnih tokovih in prilagodljivost odziva odločevalcev na to negotovost. V aplikativnem delu smo preizkusili delovanje štirih modelov na primeru vrednotenja hipotetičnega nepremičninskega projekta. Ugotovili smo, da vpeljava realnih opcij v odločanje dejansko nadgradi tradicionalno vrednotenje na bazi diskontiranih denarnih tokov in poveča neto sedanjo vrednost za tako imenovano opcijsko premijo. Realne opcije v osnovi tako spreminjajo temeljni pogled na tveganje in vrednotenje. Postopki so relativno neznani, zato je še ogromno prostora za nadaljnji razvoj, zlasti na področju tehnike modeliranja in simulacij.

11 SUMMARY

Decisions under conditions of uncertainty in the modern business environment require from decision makers careful and meaningful analysis of all the processes and factors that have an impact on future developments. Any decision adopted today shall be consequently expressed tomorrow in various stages of the success or failure of previously set objectives. It is increasingly accepted that the traditional dynamic methods of evaluation of investment decision do not take into account the importance of flexibility in the conditions of an uncertain future. The risk that is present in any planning of investments is included in the discount rate, which may, due to wrong assumption, lower the value of the project or overestimate it. The basic feature of the investment decisions is their relative long-term nature and irreversibility, which requires a special approach in the treatment of these processes. During the implementation of the investment market, conditions may change to such an extent that an investment such as it was conceived, no longer meets the needs of the market, or does not give such results as it could have given. The development of real estate projects is particularly specific because of the extraordinary complexity of the processes and activities, which includes a large number of people, knowledge, resources and time to achieve the final product buildings or other improvements. Special features of the real estate investment projects can be described through three important characteristics: the irreversibility of the costs incurred, the possibility of a flexible approach to planning and managing uncertainty over the ability of identifying investment opportunities and adapting to changes in the market. In response to the lack of knowledge about decision making under conditions of uncertainty and the associated risks, the theory of real options is being increasingly exposed. This theory is derived from well-known financial options on financial markets, but as the name suggests deals with real assets or property. The theory says that options are investment opportunities, which means that we have the right but not the obligation, to actually perform the investment activity in the future. Opportunities to acquire certain real assets is thus called the real or strategic option. Options therefore add value to the project by making use of the opportunities at the moment when the uncertainty over time relieves. The existence of real options defines a combination of two facts - the uncertainty of future cash flows and the flexibility of responding to this uncertainty. In the applicative part we tested the operation of the four models in the case of a hypothetical valuation of the real estate project. We found out that the introduction of real options in decision making process upgrades the traditional valuation based on discounted cash flows and increases net present value for the so-called option premium. Real options basically change the basic view of the risk and valuation. The procedures are relatively unknown so it is still a lot of room for further development, particularly in the field of modelling and simulation techniques.

VIRI

Amram, M., Kulatilaka, N. 1999. Uncertainty: The New Rules for Strategy. Journal of Business Strategy, 20, 3: 25–29.

Anderson, T. J. 2000. Real Options Analysis in Strategic Decision Making: An Applied Approach in Dual Options Framework. Journal of Applied Management Studies, 9, 2: 235–255.

Barman, B., Nash, K. E. 2007. A Streamlined Real Options Model for Real Estate Development. Master of Science in Real Estate Development, MIT: 53 str.

Baroni, M., Manesme, C. O. A., Barthelemy, F. Dupuy, E. 2011. Combining Monte Carlo Simulations and Options to Manage the Risk of Real Estate Portfolios, Research Center ESSEC Working paper, str. 31.

Benaroch, M. 2001. Option-Based Management of Technology Investment Risk. IEEE Transactions on Engineering Management, 48, 4: 428–444.

Bierman, H. Jr., Smidt, S. 1988. The Capital Budgeting Decisions: Economic analysis of investment projects. New York: Macmillan: 557 str.

Black, F., Scholes, M. 1973. The Pricing of Options and Corporate Liabilities. Journal of Political Economy, 81, 3: 673–659.

Brueggeman, W. B., Fisher, J. D. 2011. Real Estate Finance and Investments, 14th ed., New York, McGraw-Hill/Irwin: 760 str.

Capozza, D. R., Sick, G. A. 1994. The Risk Structure of Land Markets. Journal of Urban Economics, 35, 3: 297–319.

Capozza, D. R., Li, Y. 1994. The Intensity and Timing of Investment: The case of Land. The American Economic Review, 84, 4: 889–904.

Cardin, M. A., Neufville, R., Geltner D., Deng, Y. 2013. Design Catalog: A Practical Real Options Valuation Tool for Real Estate Design and Development Planning. Institut of Real Estate Studies, NUS, februar 2013: 18 str.

Cerar, C. 2000. Investicije kot realne opcije. Magistrsko delo. Ljubljana, Ekonomska fakulteta: 87 str.

Chen, L. 2007. Application of Real Option Approach in China Real Estate Development-A case study. Universitiy of Nottingham, MA Finance and Investment Dissertation: 125 str.

Childs, P. D., Riddiough, T. J., Triantis, A. J. 1996. Mixed uses and the redevelopment option, Real Estate Economics, 24, 3: 317–339.

Colwell, P. F. 1995. Solving the Dual IRR Puzzle. Journal of Property Management, 60, 2: 60–61.

Cox, J., Ross, S., Rubinstein, M. 1979. Option Pricing: A Simplified Approach. Journal of Financial Economics, 7, 3: 229–263.

Čibej, J. A. 2000. Novejši pogledi na merjenje donosnosti naložb. Ljubljana, Bančni vestnik, 49, 10: 39–40.

Čibej, J. A. 2001. Časovna dimenzija denarnih tokov. Interno študijsko gradivo, Ljubljana: 72 str.

Damodaran, A. 2015. The uValue Companion: A Handbook on Valuation. http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/uValue/uValuebook.pdf (Pridobljeno 17. 11. 2015.)

Dixit, A. K., Pindyck, R. S. 1994. Investment Under Uncertainty. New Jersey, Princeton University Press: 468 str.

Dixit, A. K., Pindyck, R. S. 1995. The Options Approach to Capital Investment. Harvard Bussines Review, 73, 3: 105–115.

Dolamič, B. 1999. Modificirana interna stopnja donosa. Diplomsko delo. Ljubljana, Ekonomska fakulteta: 44 str.

Filipič, D., Mlinarič, F. 1999. Temelji podjetniških financ: Zapiski predavanj. Maribor, Ekonomsko-poslovna fakulteta: 199 str.

Frigo, M. L., Amram, M., Howe, K. M. 2002. Capturing the Value of Flexibility. Strategic Finance, 84, 6: 10.

Gamba, A., Gordon, S. 2010. Some important issues involving real options: An Overview. Multinational Finance Journal, 14, ½: 73–123.

Geltner, D., Neufville, R., 2012. Uncertainty, Flexibility, Valuation & Design: How 21st Century Information & Knowl Real estate and real options edge Can Improve 21st Century Urban Development. ESD Working Paper Series, MIT: 67 str. https://esd.mit.edu/WPS/2012/esd-wp-2012-04.pdf (Pridobljeno 12. 2. 2016.)

Geltner, D., Miller, N., Clayton, J., Eichholtz, P. 2014. Commercial Real Estate Analysis & Investments (3rd ed.). Mason, OH Thomson: 826 str.

Grenadier, S. R. 1996. The Strategic Exercise of Options: Development Cascades and Overbuilding in Real Estate Markets, Journal of Finance, 51, 5: 1653–1679.

Grum, B. 2012. Vrednotenje nepremičnin. Nova Gorica, Evropska pravna fakulteta: 149 str.
http://www.evro-pf.si/media/website/2012/10/učbenik-vrednotenje-nepremičnin-dr.-bojan-grum.pdf
(Pridobljeno 11. 12. 2015.)

Hommel, U., Pritsch, G. 1999. Marktorientierte Investitionbewertung mit dem Realoptionsatz: Ein Implementierungsleitfaden für die Praxis. Finanzmarkt und Portfolio Management – Nr. 2: 121–144.

Hull, J. C. 2000. Options, Futures & Other Derivates. 4th ed. London, Prentice Hall: 698 str.

Leishman, C., Costelo G. 2010. Using Option Pricing Theory to Value Development Land, RICS Research, 21 str.

Lenarčič, M. 2002. Vrednotenje naložb: Realne opcije pri investicijskem odločanju. Specialistično delo. Ljubljana, Ekonomska fakulteta: 69 str.

Leung, B. Y. P., Hui E. C. M. 2000. Real Options Pricing for Property Development. Property Management, 4: 5–22.

Leung, B. Y. P., Hui, E. C. M. 2002. Option pricing for real estate development: Hong Kong Disneyland, Journal of Property Investment and Finance, 20, 6: 473–495.

Lovšin, J. 2008. Uporaba realnih opcij pri ocenjevanju vrednosti nepremičnin. Magistrsko delo. Ljubljana, Ekonomska fakulteta, 92 str.

Luehrmann, T. A. 1998a. Investment Opportunities as Real Options: Geting Started on the Numbers. Harvard Bussines Review, julij/avgust: 51–67.

Luehrman, T. A. 1998b. Strategy as a Portfolio of Real Options. Harvard Business Review, september/oktober: 89–99.

Margrabe, W. 1978. The Value of an Option to Exchange One Asset for Another, Journal of Finance, 33: 177–186.

Mcdonald, R. Siegel, D. 1986. The Value of Waiting to Invest. The Quarterly Journal of Economics, 101, 4: 707–728.

McKean, H. P., 1965. A Free Boundary Problem for the Heat Equation Arising from a Problem of Mathematical Economics, Industrial Management Review, 6: 32–39.

Mednarodni standardi ocenjevanja vrednosti. 2013. International Valuation Standards Council. http://www.si-revizija.si/sites/default/files/ocenjevalci/msov-2013.pdf (Pridobljeno 8. 10. 2015.)

Merton, R. C. 1973. Theory of rational option pricing. Bell Journal of Economics and Management Science, 4: 141–183.

Mun, J. 2002. Real Option Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions, Second Edition. John Wiley & Sons: 667 str.

Neufville, R., Sholtes, S. Wang, T. (2006). Valuing Options by Spreadsheet: Parking Garage Case Example. Am. Soc. of Civil Engineers, Journal of Infrastructure Systems, 12, 3: 107–111.

Patel, K., Paxson, D., Sing, T. F. 2005. A review of the practical uses of real property options. RICS Research paper series, 5, 1: 66.

Pindyck, R. S. 1991. Irreversibility, Uncertainty and Investment. Journal of Financial Literature, 29, 3: 1110–1148.

Pšunder, I. 2001. Kvantificirane pričakovane koristi kot osnova za dinamično evalvacijo gradbenih projektov. Doktorska disertacija, Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: 164 str.

Pšunder, I., Cirman, A. 2011. Diskontna mera pri uporabi metod, ki temeljijo na diskontiranem denarnem toku, za potrebe analize nepremičninskih naložb in vrednotenja nepremičnin. Geodetski vestnik, 55/3: 546–560.

Pšunder, I., Vrenčur, R. 2012. Nepremičninsko pravo in vrednost pravic na nepremičninah. Ljubljana, Slovenski inštitut za revizijo: 274 str.

Pšunder, M. 1997. Vodenje gradbenih projektov: študijsko gradivo. Maribor, Fakulteta za gradbeništvo: 30 str.

Quigg, L. 1993. Empirical testing of real option-pricing models’, The Journal of Finance, 68, 2: 621–639.

Rocha, K., Salles, L. Garcia, F. A. A., Sardinha, J. A., Teixera, J. P. 2007. Real estate and real options – A case study, Emerging Markets Review, 8, 1: 67–79.

Roulac S. 1996. The Strategic Real Estate Framework: Processes, Linkages, Decisions. Journal of Real Estate Research, 12, 2: 323–346.

Samuelson, P. A. 1965. Rational Theory of Warrant Pricing, Industrial Management Review, 6: 13–31.

Sing, T. F., Patel, K. 2001. Empirical evaluation of the value of waiting to invest, Journal of Property Investment & Finance, 19, 6: 535–553.

Smith, L. 1985. Rental Apartment Valuation: The Applicability of Rules of Thumb. The Appraisal Journal, 53, 4: 541–552.

Šubic Kovač, M. 1996. Ocenjevanje tržne vrednosti stavbnih zemljišč. Ljubljana, Ministrstvo za pravosodje Republike Slovenije: 94 str.

Titman, S. 1985. Urban land prices under uncertainty. The American Economic Review, 75, 3: 505–514.

Tomc, B. 2016. Ocenjevanje vrednosti nepremičnin z uporabo realnih opcij. Magistrsko delo. Koper, Fakulteta za management: 93 str.

Trigeorgis, L. 1996. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. London, MIT Press Cambridge: 427 str.

Turk, G. 2011. Verjetnostni račun in statistika. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo: 260 str.

Wiegelmann, T. W. 2012. Risk Management in the Real Estate Development Industry. Investigations into the application of risk management concepts in leading European real estate development organisations. Australia, Institute of Sustainable Development & Architecture Bond University: 302 str.

Williams, J. T. 1991. Real estate development as an option. Journal of Real Estate Finance and Economics, 4, 2: 191–208.

Williams, J. T. 1997. Redevelopment of real assets, Real Estate Economics, 25, 3: 387–407.