



Kostir raunvilnanaverðmats

Trausti Guðmundarson

Lokaverkefni til BS-prófs

Viðskiptafræðideild



HÁSKÓLI ÍSLANDS
FÉLAGSVÍSINDASVIÐ

Kostir raunvilnanaverðmats

Trausti Guðmundarson

Lokaverkefni til BS-gráðu í viðskiptafræði

Leiðbeinandi: Oddgeir Ágúst Ottesen

Viðskiptafræðideild
Félagsvísindasvið Háskóla Íslands
September 2020

Kostir raunvilnanaverðmats

Ritgerð þessi er 6 eininga lokaverkefni til BS prófs
í viðskiptafræði við viðskiptafræðideild,
Félagsvísindasviði Háskóla Íslands.

© 2020 Trausti Guðmundarson

Óheimilt að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi höfundar.

Ágrip

Ritgerð þessi fjallar um hvernig fyrirtæki verðmeta verkefni sem þeim standa til boða. Helsta markmið ritgerðarinnar er umfjöllun og útskýring á tiltölulega nýrri viðbót við hefðbundið verðmat, sem ég kýs í ritgerðinni að kalla raunvilnanaverðmat (e. real options valuation).

Í upphafi ritgerðarinnar er fjallað um ýmsar aðferðir sem notaðar eru til verðmats og hvenær þær eiga best við, þá er greint frá raunvilnanaverðmati sem hugsanlegri lausn í ákveðnum aðstæðum. Í framhaldi er fjallað um hvaðan þetta nýtilkomna verðmat kemur, kosti þess og þá valmöguleika sem hægt er að verðmeta. Þá er fjallað um hvernig áætla megi hinar ýmsu breytur sem til útreikninganna þarf og hvernig útreikningar fara fram við framkvæmd slíks verðmats. Að lokum er svo sýnt tilbúið dæmi sem sett var upp fyrir verkefnið, þar sem þessar útreikningsaðferðir eru nýttar og loks sýnt fram á hvernig verðmatið getur gefið aðra mynd af virði eigna eða verkefna og er þannig gott verkfæri til hliðar við hefðbundnar verðmatsaðferðir þegar mikil óvissa ríkir í umhverfi fyrirtækisins.

Efnisyfirlit

Ágrip	3
Myndaskrá	6
Formáli	7
1 Inngangur	1
2 Aðferðir til verðmats	2
2.1 Núvirt sjóðstreymisverðmat	2
2.2 Kennitöluverðmat	2
2.3 Raunvilnanaverðmat	3
2.4 Af hverju raunvilnanir	3
3 Valréttir og raunvilnanir	5
3.1 Valréttir.....	5
3.2 Raunvilnanir	6
3.2.1 Valmöguleikinn á að hætta verkefni.....	6
3.2.2 Valmöguleikinn á að auka umfang verkefnis	7
3.2.3 Valmöguleikinn á að draga úr umfangi verkefnis.....	7
3.2.4 Valmöguleikinn á að bíða betri tíma.....	7
3.2.5 Valmöguleikinn á að lengja verkefni.....	7
3.3 Kostir raunvilnanaverðmats.....	7
3.3.1 Áhersla á tækifæri	8
3.3.2 Aukin vogun.....	8
3.3.3 Hámörkun rétta	8
3.3.4 Lágörkun skyldna	8
4 Útreikningsaðferðir við raunvilnanaverðmat	10
4.1 Hrein núvirðing (e. Net Present Value)	10
4.2 Black og Scholes	11
4.3 Áhættuhlutlaus heimur	11

4.4	Áhættulausir vextir	12
4.5	Flökt.....	13
4.6	Tvíliðulíkan	13
5	Hagnýting.....	17
5.1	Nýtt hreint núvirði	17
5.2	Valmöguleikinn að stækka	17
5.3	Valmöguleikinn að stöðva	19
5.4	Heildarvirði verkefnisins	20
6	Lokaorð.....	22
	Heimildaskrá.....	23
	Viðauki A – Forsendur dæmis	25
	Viðauki B – Útreikningar við tvíliðu tré fyrir virði sjóðstreymis	26
	Viðauki C – Tvíliðu tré fyrir virði stækkunar valmöguleika	27
	Viðauki D - Tvíliðu tré fyrir virði stöðvunar valmöguleika	28
	Viðauki E – Tvíliðu tré fyrir samanlagt virði vilnananna	29

Myndaskrá

Mynd 1. Breytum varpað af valréttum á raunvilnanir (Luehrman, 1998)	11
Mynd 2. Tvíliðu tré fyrir vænt sjóðstreymi.....	14
Mynd 3. Tvíliðu tré fyrir virði evrópsks kaupréttar.....	15
Mynd 4. Tvíliðu tré fyrir vænt sjóðstreymi verkefnisins (Útreikningar í viðauka B)	18
Mynd 5. Tvíliðu tré fyrir virði vilnunarinnar að stækka verkefnið (Útreikningar í viðauka C).....	19
Mynd 6. Tvíliðu tré fyrir virði vilnunarinnar að stöðva verkefnið (Útreikningar í viðauka D).....	20
Mynd 7. Tvíliðu tré fyrir heildarvirði vilnananna (Útreikningar í viðauka E).....	21

Formáli

Þessi ritgerð er 6 ECTS eininga og er lokaverkefni mitt til B.S. gráðu í viðskiptafræði við félagsvísindasvið Háskóla Íslands.

Ritgerðin var unnin undir leiðsögn leiðbeinandans Oddgeirs Ágústss Ottesen, lektor við Háskóla Íslands, og vil ég þakka honum fyrir bæði góða tillögu efnis og leiðsögn. Fyrir yfirlestur og ábendingar fá þau Benedikt S. Benediktsson, Guðmundur Ólafsson og Ingunn Stefánsdóttir einnig sérstakar þakkir.

Þetta lokaverkefni er samið af mér undirrituðum. Ég hef kynnt mér Siðareglur Háskóla Íslands og fylgt þeim samkvæmt bestu vitund. Ég vísa til alls efnis sem ég hef sótt til annarra eða fyrri eigin verka, hvort sem um er að ræða ábendingar, myndir, efni eða orðalag. Ég þakka öllum sem lagt hafa mér lið með einum eða öðrum hætti en ber sjálfur ábyrgð á því sem missagt kann að vera. Þetta staðfesti ég með undirskrift minni.

1 Inngangur

Hluthafar fyrirtækja geta verið ólíkir að mörgu leyti en allir eiga þeir það sameiginlegt að vilja hækka virði á fyrirtækinu. Þessu markmiði leitast fjármálastjórar eftir að ná með fjárfestingum af ýmsu tagi (Brealey, Myers og Allen, 2011). Fyrirtæki taka í sífellu ákvarðanir um hvernig ráðstafa eigi fjármagni á ýmsan hátt, til dæmis við uppbyggingu á núverandi starfsemi, í rannsóknar- og þróunarstarf eða hefðbundnar fjárfestingar. Fjárfesting er skilgreind í hagfræði sem það að taka á sig kostnað með væntingu um umbun í framtíðinni (Dixit og Pindyk, 1994).

Einnig er þó í sumum tilfellum hægt að horfa á framtíðarsparnað sem fjárfestingu, lokun verksmiðju sem er rekin með tapi getur verið hagstætt að loka ef framtíðartap er meira en kostnaður sem hlýst af lokun. Þannig má í raun horfa á allar ákvarðanir tengdum fjármagni sem fjárfestingar í einhverjum skilningi.

Í ritgerðinni er horft á verkefni fyrirtækja sem fjárfestingar og skoðað hvernig ákvarðanir í kringum þau eru teknar. Almennt leitast fyrirtæki eftir því að hefja einungis verkefni sem auka virði fyrirtækisins og nota ýmsar verðmatsaðferðir til að komast að því hvaða verkefni skuli hefja.

Á síðustu 50 árum hafa þó vaknað spurningar um ágæti þessara hefðbundnu verðmatsaðferða og ný aðferð komið á yfirborðið. Aðferðin byggir á líkani notuðu til útreikninga á virði afleiðna og reynir að leggja virði á mögulegar ákvarðanatökur við gefið verkefni. Þessar ákvarðanir eru af ýmsu tagi og geta verið teknar hvar sem er á líftíma verkefnisins. Aðrar verðmatsaðferðir taka ekki til greina þetta mögulega virði ákvarðana og vanmeta því hugsanlega virði verkefna, sem verður til þess að fyrirtæki glata mögulegum hagnaði.

2 Aðferðir til verðmats

Við verðmat á verkefnum er að mestu notast við sömu þrjár aðferðirnar. Fyrst þessara aðferða er núvirt sjóðstreymisverðmat, þar sem sjóðstreymi verkefnis er núvirt með ákveðinni ávöxtunarkröfu til að komast að væntu virði. Önnur aðferð er kennitöluverðmat, þar sem virði verkefnis er metið út frá virði annara álíka verkefna með hjálp ýmissa kennitalna. Þriðja aðferðin er svo raunvilnanaverðmat þar sem aðferðir sem eru notaðar við útreikninga á virði valréttta er beitt til verðmats á svokölluðum raunvilnunum (e. real options) en þessi gerð verðmats er helsta efni þessarar ritgerðar (Damodaran, 2002).

2.1 Núvirt sjóðstreymisverðmat

Í fjármálafræðum eru núvirðislíkön grunnur allra aðferða til verðmats á eignum. Þá er gert ráð fyrir því að virði eignar hljóti að tengjast beint öllum framtíðarhagnaði sem muni hljóta af eigninni, þ.e. sjóðstreymi hennar (Pinto, Henry, Robinson og Stowe, 2010). Ekki er hægt gera lítið úr mikilvægi þessarar aðferðar þar sem aðrar aðferðir byggja á rétttri framkvæmd núvirts sjóðstreymis. Þannig þarf skilningur á núvirtu sjóðstreymi einnig að vera góður til þess að nota aðrar aðferðir. Við kennitöluverðmat þarf í flestum tilfellum að framkvæma einhverskonar núvirðingu til að finna þau gildi sem bera á saman við önnur fyrirtæki og að sama skapi er fyrsta skrefið í raunvilnanaverðmati að framkvæma núvirt sjóðstreymisverðmat á gefnu verkefni (Damodaran, 2002).

2.2 Kennitöluverðmat

Hugmyndafræðin á bakvið kennitöluverðmat, einnig kallað hlutfallsverðmat, er sú að álíka eignir eigi að hafa álíka virði. Við framkvæmd kennitöluverðmats eru bornar saman kennitölur verkefnis og annara álíka verkefna og samanburðurinn notaður til að meta vænt virði. Ýmsar kennitölur eru notaðar líkt og til dæmis P/E eða EV/EBITDA. Kennitöluverðmat getur leitt betur í ljós álit markaðar og fjárfesta á virði eignarinnar en núvirt sjóðstreymi þar sem horft er til markaðarins til að finna sambærilegar eignir. Einnig getur verðmatið verið einfaldara í framkvæmd þar sem ekki þarf jafn miklar upplýsingar og við aðrar verðmatsaðferðir (Pinto, Henry, Robinson og Stowe, 2010).

Á móti kemur að kennitöluverðmat stendur og fellur með því að markaðir séu skilvirkir, það er að verð á þeim eignum sem notaðar eru til samanburðar endurspeglar allar opinberar upplýsingar. Þannig byggir kennitöluverðmat einnig á því að markaðspáttakendur séu skynsamir. Ástæðan fyrir því að hægt er að framkvæma kennitöluverðmat með minna magn upplýsinga en núvirt

sjóðstreymi er sú að dregnar eru ályktanir um breytur sem eru þarfar í núvirtu sjóðstreymi. Þannig geta rangar forsendur auðveldlega leitt til villna við kennitöluverðmat. Erfitt getur þó verið að draga ályktanir um virði verkefnis ef ekki er nægilega sambærilegt verkefni til staðar. En það getur oft reynst erfitt að finna slík verkefni enda engin tvö verkefni eins (Sharma og Prashar, 2013).

2.3 Raunvilnanaverðmat

Hefðbundnar núvirðisaðferðir hafa leikið lykilhlutverk í verðmati á öllum eignum síðan á 6. áratugi síðustu aldar. En frá upphafi 21. aldarinnar hafa sífellt fleiri fræðimenn sýnt fram á að þessar aðferðir segja ekki alla söguna um virði verkefna, og að síendurtekin notkun þeirra gæti hafa leitt til óæskilegra ákvarðana við fjárfestingar (Brigham og Daves, 2007).

Þegar horft er til fjármálagerninga eru notaðar hefðbundnar núvirðisaðferðir þegar meta á til dæmis hlutabréf, skuldabréf og önnur verðbréf. Núvirðisaðferðir eiga hins vegar illa við þegar mikil óvissa er til staðar til dæmis þegar verðmeta á fyrirtæki með mikla möguleika til vaxtar, eða kaup- og sölurétti og eru því aðrar aðferðir notaðar undir slíkum kringumstæðum.

Þessi sveigjanleiki á aðferðum hefur þó ekki skilað sér við verðmat á verkefnum, sem hægt er að horfa á sem fjárfestingar, heldur er nánast eingöngu notast við hinar ýmsu núvirðisaðferðir (Myers, 1984). Með raunvilnanaverðmat hafa hefðbundnar núvirðisaðferðir verið sameinaðar aðferðum sem notaðar eru til útreikninga á virði valréttta til að gefa skýrari mynd af virði þegar einhver óvissa er um framtíðina hvort sem hún er úr ytra eða innra umhverfi fyrirtækisins. Því verður ekki neitað að aðferðin getur verið flókin í notkun en gott er að hafa í huga að fyrir 60 árum notuðu fá fyrirtæki við núvirðisaðferðir af þeirri ástæðu (Brigham og Daves, 2007).

Á þessum tímapunkti eru núvirðisaðferðir notaðar við verðmat af nánast öllum fyrirtækjum heimsins og kenndar í öllum skólum. Nú virðist innleiðing raunvilnana ganga með svipuðum hætti og innleiðing núvirðisaðferða fyrir 60 árum og er líklega bara tímaspursmál um hvenær flest fyrirtæki verði farin að nota þessa tiltölulega nýtilkomnu aðferð (Brigham og Daves, 2007).

2.4 Af hverju raunvilnanir

Á meðan að hefðbundnar sjóðstreymisaðferðir gefa afdráttarlaus svör um fjárfestingaákvarðanir, gefa niðurstöður raunvilnana leiðbeinandi yfirlit af mögulegum ákvörðunum. Raunvilnanir hjálpa til við að meta mögulega valkosti, svo hægt er að fullnýta hagnaðarmöguleika á sama tíma og tap er lágmarkað. Notkun raunvilnanaverðmats á þó ekki

að koma í stað núvirðisaðferða heldur nýtast sem framlenging af þeim. Hreint núvirði er grunnur verðmatsins og ofan á það er svo lagt virði hugsanlega möguleika sem felast í tilteknu verkefni. Þannig nær aðferðin að taka með í reikninginn virði sem er falið í óvissu verkefnis.

Hættulegt getur reynst að reyna að nota raunvilkana aðferðina til að réttlæta verkefni sem væri hafnað undir venjulegum kringumstæðum. Verkefni sem hefur hátt neikvætt hreint núvirði ætti því að öllum líkindum að hafna.

Ef mikil markaðsóvissa er í kringum verkefni hefur það hátt raunvilnanavirði og miklir hagnaðarmöguleikar því líklega til staðar. Hægt er að skoða slík verkefni nánar og leita upplýsinga til að auðvelda frekari ákvarðanatöku. Með því að til dæmis gera markaðsrannsóknir eða hefja verkefni að takmörkuðu leyti. Ef niðurstöður þessara tilrauna reynast jákvæðar, væri farið að fullu í verkefnið, eða umfang þess hugsanlega aukið, til að nýta að fullu hagnaðarmöguleika þess. Neikvæðar niðurstöður yrðu þá til þess að umfang verkefnisins yrði minnkað eða það algjörlega stöðvað og tap þannig einungis kostnaður við rannsóknina.

Þegar litlar fjárfestingar eru framkvæmdar til að greiða úr markaðsóvissu kallast það virk könnun (e. Active learning). Einnig er hægt að bíða og sjá hvort, og þá hvernig, óvissan leysist og kallast það aðgerðalaus könnun (e. Passive learning).

Virði raunvilkana er þó ekki hægt að fanga að fullu þrátt fyrir lausn markaðsóvissu ef einnig er til staðar óvissa í innra umhverfi fyrirtækisins. Slík óvissa getur verið til staðar meðal annars ef þörf er á einhverskonar leyfi, til dæmis einkaleyfi eða áfengisleyfi, áður en verkefnið er hafið (Papudesu og Kodukula, 2006).

3 Valréttir og raunvilnanir

3.1 Valréttir

Valréttarsamningar eru fjármálagerningar sem veita handhafa rétt til að eiga viðskipti með gefinn fjölda bréfa á ákveðnum gjalddaga, eða tímabili til gjalddaga, við fyrirfram ákveðið verð, kallað samningsverð. Valréttarsamningar, stundum kallaðir vilnanir, falla undir afleiður þar sem að verðmæti þeirra er háð verðmæti undirliggjandi eignar (Cox, Ross og Rubinstein, 1979).

Viðskipti með valrétti hafa lengi verið stunduð en dæmi um slík viðskipti hafa verið rakin til Forn-Grikkja. Heimspekingurinn Thales frá Miletus spáði fyrir um góða ólívuuppskeru og samdi við eigendur ólífupressa um greiðslu fyrir notkunarrétt á þeim á næsta uppskerutímabili. Spáin reyndist rétt og Thales hagnaðist umtalsvert á því að leigja pressurnar út á mun hærra verði þegar til kom (Aristotle, 1965). Þrátt fyrir langa sögu voru valréttir lengst af lítt þekktir og torskildir sem fjármálagerningar, þangað til árið 1973 þegar CBOE (Chicago Board Options Exchange) opnaði og varð fyrsta kauphöllin til að bjóða staðlaða valréttarsamninga (Cox, Ross og Rubinstein, 1979).

Valréttir skiptast í kaup- og sölurétti. Kaupréttur veitir handhafa, eins og nafnið gefur til kynna, möguleika á því að kaupa undirliggjandi eign en söluréttur veitir möguleika á að selja hana (Cox, Ross og Rubinstein, 1979). Þannig myndi handhafi kaupréttar nýta sér réttinn til viðskiptanna ef að verð undirliggjandi eignar er hærra en samningsverð, en handhafi söluréttar nýta réttinn ef samningsverð væri hærra en núverandi verð undirliggjandi eignar.

Til eru margar gerðir valréttar, en mest er notast við evrópsku og amerísku gerðina. Evrópska valrétti er einungis hægt að nýta á gjalddaga, en þá amerísku er hægt að nýta hvenær sem er á tímabilinu til gjalddaga. Sveigjanleikinn sem í því felst gerir það að verkum að amerískur valréttur er verðmætari en samskonar evrópskur valréttur en hinn fyrrnefndi einnig flóknari þegar að verðmati kemur (Bodie, Kane og Marcus, 2018).

Samfara auknum vinsældum valréttar hafa aðferðir við verðmat þeirra tekið stakkaskiptum frá árinu 1973. Það ár birtu þeir Fischer Black og Myron Scholes grein sem innihélt líkan til verðmats á evrópskum kauprétti og sama ár útvíkkaði Robert Merton líkanið. Þetta líkan hefur síðan verið grunnur margra akademískra rannsókna og greina sem sýnt hafa fram á að hægt er að nýta líkanið á nánast öllum sviðum fjármála (Cox, Ross og Rubinstein, 1979).

Í framangreindri fræðilegri umfjöllun koma raunvilnanir til sögunnar en verðmatlíkanið er þá notað til að leggja mat á virði mögulegra fjárfestingarákvarðana.

3.2 Raunvilnanir

Raunvilnun telst til staðar ef verkefni sem fyrirtæki hefur á þrjónunum er þess eðlis að nýjir möguleikar geta birst í framtíðinni þegar greiðst hefur úr einhverri óvissu sem er til staðar í nútíðinni. Í sem dæmi má benda á einkarétt til virkjunar. Ef fyrirtæki getur keypt af opinberum aðila einkarétt til að virkja í ákveðnum landshluta en aðstæður til virkjunar eru ekki nægilega góðar á þeim tíma, til dæmis hár byggingarkostnaður eða lágt söluverðs rafmagns, myndi fyrirtækið ekki nýta sér réttinn fyrr en aðstæður væru orðnar hagstæðari. Annað dæmi væri fyrirtæki sem setur á markað nýja vöru. Ef vörunni er vel tekið skapast tækifæri fyrir fyrirtækið að auka framleiðslumagn en það væri seint gert ef varan væri óvinsæl á markaði. Þannig eru vinsældirnar sú óvissa sem ríkir við upphaf verkefnisins en greiðist úr eftir að varan kemur á markað og leysir þannig úr læðingi virði raunvilnunarinnar.

Þrátt fyrir að mikil líkindi séu á milli raunvilnana og valréttar er mikilvægt að gera greinarmun á þessu tvennu. Valréttir eru almennt gefnir út til styttri tíma og renna yfirleitt út innan árs en gildistími raunvilnana er hins vegar oft til margra ára. Annar munur er sá að í valréttum er undirliggjandi eign yfirleitt einungis ein breyta, til dæmis verð á tilgreindu bréfi eða hrávöru. En í raunvilnunum geta undirliggjandi eignir verið mjög margar breytur t.d. sjóðstreymi, eftirspurn og hráefniskostnaður. Auk þess eru valréttir byggðir á tilteknum breytum, líkt og verðbréfum og eignum, og því auðveldari að uppbyggingu en raunvilnanir sem eru almennt byggðar á óskýrari eignum sem í sumum tilvikum eiga sér ekki hliðstæðu á markaði. Ályktanir sem stjórnendur fyrirtækja draga hafa því meira vægi þegar kemur að verðmati raunvilnana en hefðbundinna fjármálagerninga. Síðast en ekki síst mega fjárfestar ekki eiga í sýndarviðskiptum til að eiga við verð bréfa í valréttar viðskiptum, en þar sem enginn mótaðili er í raun til staðar í tilviki raunvilnana geta fyrirtæki nýtt öll tiltæk ráð til að auka virði slíks réttar (Mun, 2002).

Líkt og valréttarsamningar geta raunvilnanir verið af ýmsum toga.

3.2.1 Valmöguleikinn á að hætta verkefni

Skili verkefni ekki þeim hagnaði sem vænst var má hugsanlega horfa til valmöguleikans á að selja eða stöðva verkefnið. Við verðmat er slík raunvilnun sett upp sem amerískur söluréttur á virði verkefnisins þar sem samningsverð er söluverð verkefnisins að frádregnum stöðvunarkostnaði, ef einhver er. Raunvilnunin getur því dregið úr afleiðingum slakra fjárfestingarákvarðana og þannig hækkað vænt virði fjárfestingarinnar í upphafi.

3.2.2 *Valmöguleikinn á að auka umfang verkefnis*

Þegar verkefni gengur betur en á horfðist getur verið til staðar valmöguleikinn á að auka umfang þess. Þetta er amerískur kaupréttur á virði aukins umfangs verkefnisins þar sem samningsverð er kostnaður við stækkunina. Þessi kostnaður hefur tilhneigingu til að vera neikvætt fylginn stofnkostnaði verkefnisins þar sem oft er hægt að gera ráð fyrir mögulegri stækkun með hærri upphaflegri fjárfestingu í verkefninu.

3.2.3 *Valmöguleikinn á að draga úr umfangi verkefnis*

Öfugt við valmöguleikann á að stækka er þessi raunvilkun sett upp sem amerískur söluréttur á virði minnkaðrar starfsemi. Í þessu tilfalli er samningsverð núvirtur framtíðarkostnaður sem væri sparaður við minnkun á umfangi verkefnisins.

3.2.4 *Valmöguleikinn á að bíða betri tíma*

Þetta er einna mikilvægasta og algengasta gerð raunvilkunna. Í henni felst að bíða og sjá hvort og þá hvernig leysist úr tiltekinni óvissu sem er til staðar. Við verðmat er þessi raunvilkun sett upp sem amerískur kaupréttur á virði verkefnisins þar sem samningsverð er kostnaður við að hefja það og gjalddagi er síðasti mögulegi upphafsdagur.

3.2.5 *Valmöguleikinn á að lengja verkefni*

Slík raunvilkun væri sett upp sem evrópskur kaupréttur á framtíðarvirði verkefnisins með samningsverði jöfnu kostnaði við framlengingu.

Í köflum 3.2.1-3.2.5 hafa verið sett fram fáein dæmi um einfalda valmöguleika en í rauninni eru valmöguleikarnir enn fleiri og nánast endalausar þegar hugað er að því að þeir geta einnig verið samsettir. Þannig geta margir valmöguleikar verið í boði á sama tíma eða ákvörðun um einn valmöguleika opnað fyrir annan (Hull, 2014).

3.3 **Kostir raunvilnanaverðmats**

Stewart Myers talaði fyrst um raunvilnanir árið 1977 og vakti hugtakið athygli fræðimanna á 9. og 10. áratugi síðustu aldar (Borison, 2005). En áhugi á viðfangsefninu jókst til muna árið 1997 en það ár fengu þeir Robert C. Merton og Myron S. Scholes afhend Nóbelsverðlaun fyrir rannsóknir sínar á sviði afleiðuvíðskipta, en kollegi þeirra Fischer S. Black lést tveimur árum áður. Í kjölfar afhendingu verðlaunanna jukust rannsóknir mikið á sviðinu og leiddi það til

frekari rannsókna á notkun raunvilnana (Merton, 1998) og er vert að huga að niðurstöðum þeirra á kostum raunvilnanaverðmats.

Raunvilnanaverðmat er frábrugðið öðrum aðferðum að því leyti hvernig það nálgast óvissuþætti. Framkvæmd hefðbundinna verðmatsaðferða einkennist af hræðslu við óvissu og er því reynt að forðast hana með öllum hætti. Við framkvæmd raunvilnanaverðmats er aftur á móti horft til óvissu sem tækifæris og leitast við að skilja hana og meta. Það er þessi tilhliðrun á viðhorfi sem gerir raunvilnanaverðmati kleift að sýna fram á fleiri mögulegar aðgerðir. Eftir á að hyggja eiga þessar mögulegu aðgerðir það hugsanlega til að virðast augljósar, en það er einungis til marks um góða aðferð (Leslie og Michaels, 1997).

Innleiðing raunvilnanaverðmats sem helstu aðferðar fyrirtækis getur leitt til betri stefnumörkunar á fernan hátt.

3.3.1 Áhersla á tækifæri

Þar sem allir möguleikar sem standa fyrirtæki til boða eru stöðugt til skoðunnar koma öll tækifæri hratt upp á yfirborðið og verður þannig auðveldara að fylgjast með gangi þeirra.

3.3.2 Aukin vogun

Raunvilnanaaðferðir leiða til stefnumótaðrar vogunar með því að hvetja stjórnendur til að nýta sér það þegar upp koma aðstæður þar sem litlar fjárfestingar geta haldið stærri valmöguleikum opnum t.d. með því að kaupa rétt til vikjunar án þess að hefja framkvæmdir.

3.3.3 Háværkun rétta

Með aukinni vogun næst einnig fram háværkun rétta. Þegar fjárfest er í valréttarsamningi er greitt fyrir réttinn til viðskipta. Slík tækifæri geta einnig myndast í sambandi við raunvilnanir. Kostnaður við virkjun getur verið sá sami þrátt fyrir að verð á rafmagni hækki. Þetta hvetur stjórnendur til að halda valmöguleikum opnum þegar samningsverð stendur í stað.

3.3.4 Lágværkun skyldna

Valréttarsamningar skapa ekki skyldu til fjárfestingar og er fjárfestir því varinn ef verð fellur undir samningsverð. Þessi eiginleiki er sérstaklega dreginn fram í raunvilnanaaðferðum og skyldur stjórnenda þannig lágmarkaðar við slæmar aðstæður.

Innleiðing raunvilnanaverðmats leiðir á þann hátt til háþörfunar á nýtingu tækifæra á sama tíma og skyldur eru lágmarkaðar. Hvati er til að hugsa til allra mögulegra aðstæðna sem geta myndast við upprunalega fjárfestingu og er þannig sjónsvið stjórnenda víkkað handan langtímamarkmiða. Þessu er náð fram með raunvilnanaverðmati í gegnum einfalda breytingu á viðhorfi til óvissu (Leslie og Michaels, 1997).

Margar rannsóknir á raunvilnanaverðmati hafa verið gerðar og aðferðin hlotið mikla viðurkenningu hjá fræðimönnum. Því mætti áætla að hún nyti sambærilegra vinsælda í veruleikanum. En þrátt fyrir að aðferðin hafi verið notuð af mörgum fyrirtækjum og stjórnendur bent á framfarir í ákvarðanatökum sem orðið hafa við innleiðingu hennar, hefur útbreiðsla hennar líklega ekki staðið undir þeim væntingum sem urðu til undir lok síðustu aldar (Triantis, 2005).

4 Útreikningsaðferðir við raunvilnanaverðmat

4.1 Hrein núvirðing (e. Net Present Value)

Hreint núvirði er best þekkt og mest notuð allra aðferða við greiningar á virði. Hreint núvirði getur með tiltölulega einföldum hætti gefið fyrirtækjum nokkuð áreiðanlegar vísbendingar um hvort tiltekið verkefni komi til með að skila hagnaði. Aðferðin er framkvæmd þannig að sjóðstreymi er núvirt með aðlagðri ávöxtunarkröfu og að því loknu er upprunalega fjárfestingin dregin frá.

Jafnan fyrir hreint núvirði er svohljóðandi:

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Þar sem CF_t er sjóðstreymi á tímabili t , r er gefin ávöxtunarkrafa, n er fjöldi tímabila og er kostnaður álitinn neikvætt sjóðstreymi.

Notkun aðferðarinnar er skýr. Ef hreint núvirði verkefnis er jákvætt mun það búa til meira virði en upprunaleg fjárfesting og því skila hagnaði. Ef hreint núvirði er hins vegar neikvætt mun fjárfestingin skila tapi (Brigham og Daves, 2007).

Við hreina núvirðingu er gert ráð fyrir að allar breytur séu fastar í gegnum líftíma verkefnisins. Ef svo væri í rauninni, væri núvirðislíkanið alltaf rétt þar sem engar breytingar yrðu á aðstæðum sem gætu breytt virði verkefnisins. En í raunveruleikanum er markaðsumhverfið gífurlega kvíkt og því er falið virði í sveigjanlegum ákvarðanatökum. Þetta virði sveigjanleikans nær hrein núvirðing ekki að fanga.

Hreint núvirði getur þannig vanmetið virði verkefnis sem hefur lítið eða ekkert sjóðstreymi en opnar fyrir aðra möguleika. Ekki er hægt að taka tillit til sífelldra breytinga á aðlagðri ávöxtunarkröfu í gegnum líftíma verkefnis þegar notast er við hreint núvirði og einnig getur verið erfitt að ákvarða líftíma fram í tímann. Raunvilnanir geta minnkað einhverjar af þessum skekkjum sem hreint núvirði glímir við (Mun, 2002).

Hrein núvirðing er þrátt fyrir þessa galla gífurlega mikilvæg aðferð og er hún grunnurinn sem virði raunvilnanna er lagður við þegar raunvilnanaverðmat er framkvæmt.

4.2 Black og Scholes

Eins og áður kom fram urðu miklar breytingar á aðferðum við verðmat á valréttum árið 1973, en þetta ár birtu þeir Black og Scholes hlutfleiðujöfnu til þess gerða að verðmeta evrópskan kauprétt. Jafnan fræga er svohljóðandi:

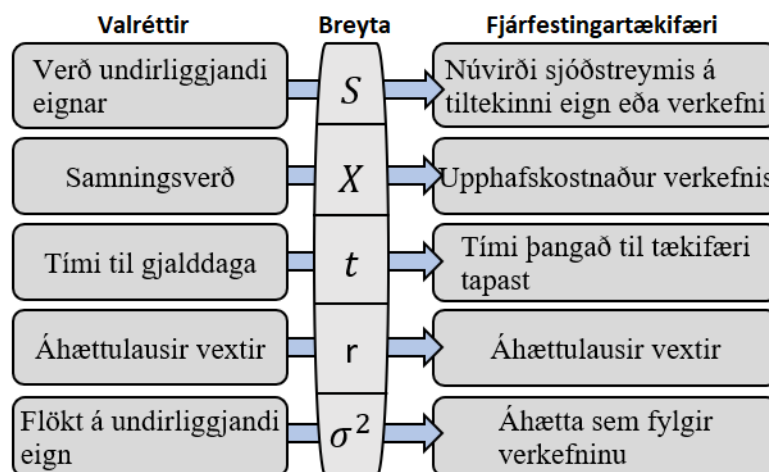
$$C = N(d_1)S_0 - N(d_2)Ke^{-rT}$$

þar sem

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad \text{og} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Hér eru $N(d_1)$ og $N(d_2)$ stærð svæðis undir normaldreifðri kúrfu að d_1 og d_2 . T er tími til gjalddaga, r er ávöxtunarkrafa og σ er flökt á hlutabréfaverði. S_0 er hreint núvirði undirliggjandi eignar á tímapunkti 0 og K , eða X í tilfelli raunvilnana, er samningsverð. Þessi jafna gefur einföldustu leiðina til að finna virði raunvilnunar, en einungis ef raunvilnunin er í formi evrópsks kaupréttar. Breyturnar, S_0 , K og T ásamt $N(d_1)$ og $N(d_2)$ er auðvelt að finna en flóknara getur verið að finna viðeigandi stuðul á flökki. Þegar þessar færíbreytur hafa verið tilgreindar er auðvelt að leysa jöfnuna (Papudesu og Kodukula, 2006).

Þar sem raunvilnanaverðmat er byggt á þeim útreikningsaðferðum sem eru notaðar til að verðmeta valrétti, þarf að byrja á því að varpa breytunum sem notaðar eru á viðeigandi gildi.



Mynd 1. Breytum varpað af valréttum á raunvilnanir (Luehrman, 1998)

4.3 Áhættuhlutlaus heimur

Þegar hingað er komið er rétt að kynna til sögunnar lögmálið um áhættuhlutlausan heim. Lögmálið segir að þegar verðmeta á afleiðu er hægt að gera ráð fyrir því að fjárfestar séu

hlutlausir gagnvart áhættu. Það er að þeir ætlist ekki til hærri væntanlegrar ávöxtunar til að bæta upp fyrir aukna áhættu. En heimurinn okkar er ekki áhættuhlutlaus heimur, fjárfestar sem taka meiri áhættu ætlast allajafnan til þess að njóta hærri ávöxtunar. En í ljós kemur að þegar gert er ráð fyrir því að heimurinn sé áhættuhlutlaus skilast réttar niðurstöður fyrir virði valrétta.

Þetta kann að virðast öfugsnúið en niðurstaðan er sú að eftir því sem áhættufælni fjárfesta er meiri lækkar verð undirliggjandi eigna en útreikningar á virði afleiðnana breytast ekki. Þetta leiðir til þess að þegar valréttir eru verðmetnir með tilliti til verðs undirliggjandi eigna, skiptir áhættusækni eða fælni í raun ekki máli. (Hull, 2014).

Ef ákveðið verðbréf hefur annaðhvort virðið 100 eða 0 eftir eitt ár og áhættuaðlöguð ávöxtunarkrafa er 22,08% er núvirði bréfsins:

$$(50\% \times 100 + 50\% \times 0)e^{-22,08\%} = 40$$

En þessa niðurstöðu er einnig hægt að fá á annan hátt, í stað þess að aðlaga ávöxtunarkröfuna, er hægt að aðlaga líkurnar á hvoru framtíðarvirði bréfsins fyrir sig. Í stað þess að reikna með 50% líkum á hvorri niðurstöðu eru settar inn breytur p og $1-p$ og áhættulausir vextir, 5%, koma í stað aðlagaðrar ávöxtunarkröfu (Mun, 2002).

$$(p \times 100 + (1 - p) \times 0)e^{-5\%} = 40 \quad \rightarrow \quad p = \frac{e^{-5\%} - 0}{(100 - 0)} = 0,42$$

Áhættuhlutlaus heimur hefur tvo eiginleika sem einfaldar verðmat afleiðna, vænt ávöxtunarkrafa er ávallt jöfn áhættulausum vöxtum og núvirðingarstuðull er ávallt jafn áhættulausum vöxtum (Hull, 2014).

Þetta þýðir að þegar reikna á virði raunvilnana er hægt að nota áhættulausa vexti í stað ávöxtunarkröfu, en áhættulausa vexti er mun auðveldara að áætla.

4.4 Áhættulausir vextir

Þegar notast á við áhættulausa vexti er almennt miðað við vexti ríkisskuldabréfa, en þar sem ekki eru til ríkisskuldabréf með alla mögulega gjalddaga þarf oft að finna einhverja nálgun. Til þess er hægt að notast við Nelson-Siegel líkanið.

Líkanið var sett fram árið 1987 af þeim Nelson og Siegel og er enn notað af ýmsum bönkum víðsvegar um heiminn, þar með talið Seðlabanka Íslands, til þess að áætla ýmsar vaxtakúrfur (Annaert, Claes, Ceuster og Zhang, 2012).

Þannig er hægt að finna áhættulausa vexti fyrir tiltekin tímabil m með eftirfarandi formúlu:

$$R(m) = \beta_0 + \frac{(\beta_1 + \beta_2)(1 - e^{-m/\tau})}{m/\tau} - \beta_2 e^{-m/\tau}$$

Þar sem $R(m)$ eru áhættulausir vextir fyrir tímabil m og β_0 , β_1 , β_2 , og τ eru breytur fengnar með bestun (Nelson og Siegel, 1987).

4.5 Flökt

Þegar reikna á virði valrétta er oft og tíðum tiltölulega einfalt að ákvarða flökt með því að skoða verðsögu tiltekinnar undirliggjandi eignar. Slík gögn eru ekki alltaf til staðar í tilfelli raunvinnanna og því er flökt oftast sú breyta sem hvað erfiðast er að áætla þegar reikna á virði raunvinnanna.

Þegar áætla á gildi flökts fyrir nýtt verkefni eru almennt farnar tvær leiðir. Sú fyrri byggir á mati stjórnenda, þar sem gefið er hugsanlegt bil fyrir árlegt sjóðstreymi og þau gildi notuð við Monte Carlo hermun til að finna staðalfrávik sjóðstreyma sem notað er sem gildi flökts. Seinni aðferðin horfir, líkt og kennitöluverðmat, til annara álíka verkefna og áætlar flökt nýs verkefnis út frá þeim gildum sem til staðar eru.

Sama hvaða aðferð er valin, þarf flökt-gildið sem nota á til raunvinnanaverðmats að vera bundið stærð tímabilsins. Þannig skal til dæmis breyta gildinu í árlegt gildi með formúlunni $\sigma\sqrt{T}$, þar sem T er fjöldi tímabila í ári.

4.6 Tvíliðulíkan

Margar aðferðir eru til útreikninga á virði valrétta og eins væri hægt að nota þær við raunvinnanir en sú aðferð sem hlotið hefur mesta viðurkenningu felst í notkun tvíliðu trjáa. Notkun tvíliðu trjáa er tiltölulega einföld og skýr og því minna stökk fyrir stjórnendur að nýta sér aðferðina við hin ýmsu verðmöt (Mun, 2002).

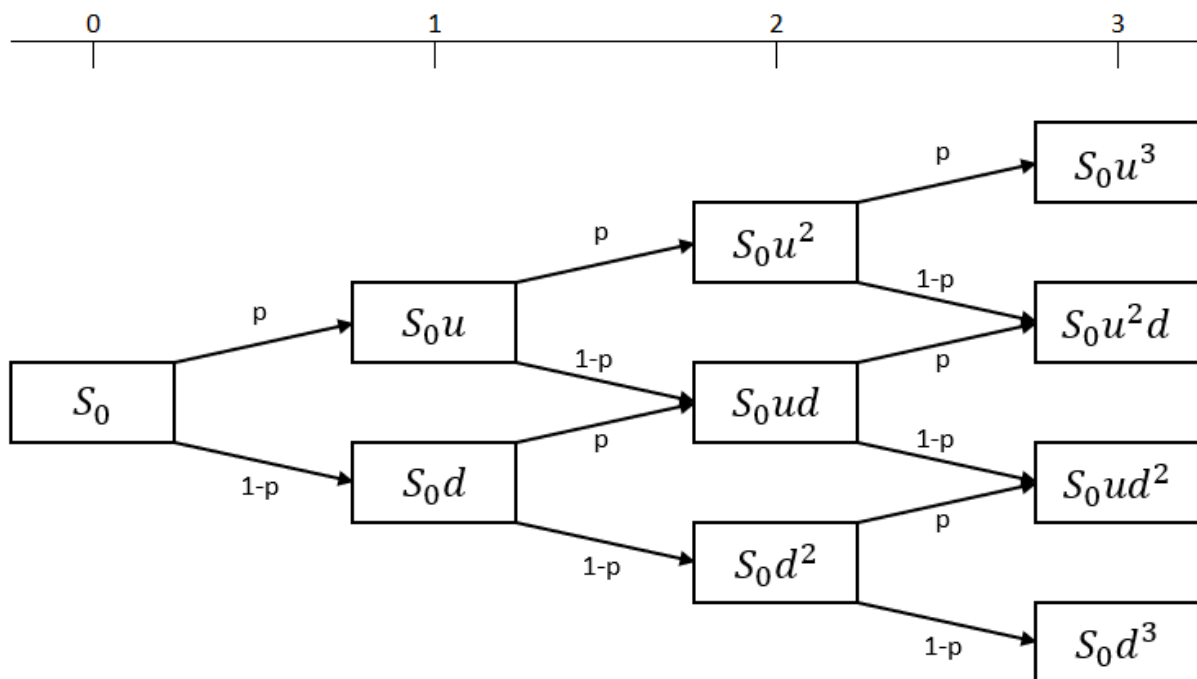
Í öllum valréttar líkönum eru að lágmarki tvö tré. Fyrsta tréð er alltaf fyrir undirliggjandi eign en annað er fyrir virði valréttarins. Breytur sem hafa þarf í huga þegar tvíliðu tré er myndað eru þær sömu og þegar virði valrétta er metið með Black og Scholes útreikningum, S , X , σ , T , og r að viðbættum u , d og p .

$$u = e^{\sigma\sqrt{t}} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{t}} = \frac{1}{u} \quad p = \frac{e^{rt}-d}{u-d}$$

Þar sem u og d eru stuðlar breytinga ef markaður fer upp eða niður, p og $1-p$ eru líkur á hvorri átt fyrir sig og lítið t er fjöldi þrepa í trénu. Algengur misskilningur er að halda að breyturnar p og $1-p$ segi að einhverju leyti til um líkur á ákveðinni framtíð en svo er ekki raunin. Þær eru til þess gerðar að geta notast við áhættulausa vexti eins og sýnt var hér að ofan. Breyturnar eru einungis stærðfræðilegir milliliðir til þessara útreikninga (Mun, 2002).

Tvíliðu tré fyrir virði undirliggjandi eignar má sjá hér fyrir neðan. S_0 er upphafsgildi núvirðis undirliggjandi eignar. Á hverju tímabili fer tréð upp eða niður, stærð þessara hreyfinga fylgir u og d breytunum, þar sem $d = 1/u$. Gildi þessara breyta ræðst af flökki undirliggjandi eignar.

Í fyrsta tímaskrefi trésins eru tvær nóður (e. node) sem sýna hugsanleg virði eignarinnar að lokum þess tímabils, í öðru tímaskrefi eru þrjár nóður og svo framvegis. Síðasta röð nóðna sýnir bil mögulegra virða eignarinnar á enda líftíma valréttarins (Papudesu og Kodukula, 2006).



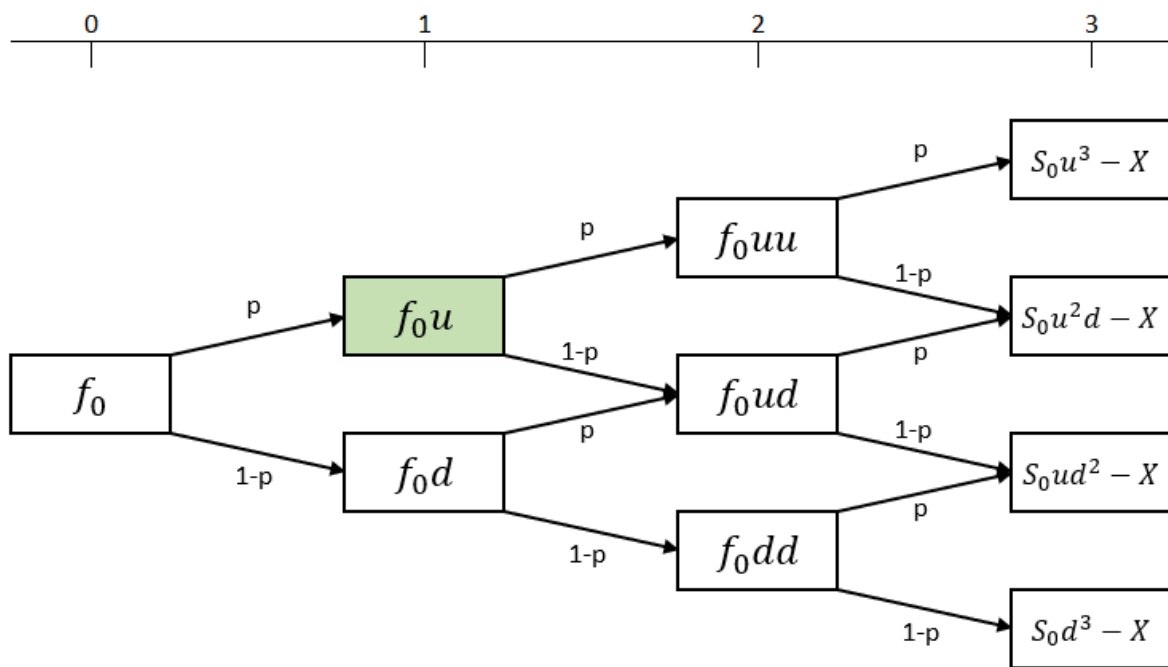
Mynd 2. Tvíliðu tré fyrir vænt sjóðstreymi

Nú sést að þar sem d er einfaldlega umhverfa u sameinast greinarnar aftur eftir upp og niður hreyfingu. Þrátt fyrir að flökt standi í stað á milli tímabila breytist óvissa í gegnum stuðulinn $-\sigma\sqrt{t}$, sem þýðir að óvissa hækki með auknum tíma. Einnig má sjá með formúlunum fyrir u og d að ef $\sigma = 0$ verður $u = d = 1$, en það verður til þess að virði undirliggjandi eignar verður alltaf jafnt S_0 og tréð því bein lína, þá væri núvirðismat nægjanlegt til verðmats þar sem virði valréttarins væri ekkert. Þannig sést að ástæðan fyrir því að valréttir hafa virði er þessi óvissa sem skapar upp og niður hreyfingarnar (Mun, 2002).

Þegar tréð fyrir virði valréttarins er byggt upp er byrjað aftast í trénu þar sem virði valréttarins er hærra gildið á milli virði þess að nýta réttinn og virði þess að nýta hann ekki, eða 0. Virði valréttarins í öðrum nódum eru svo fundin með öfugri þrepun, þar sem virði vilnunarinnar í gefinni nóðu f_t er fundið með eftirfarandi formúlu:

$$f_t = (p \times f_{tu} + (1 - p) \times f_{td})e^{-rt}$$

Þar sem f_{tu} er virði nóðunnar sem hlýst með upphreyfingu, en f_{td} er virði nóðunnar sem hlýst með niðurhreyfingu. Þessi þrepun er framkvæmd alla leið til baka í upphafsnóðu, þar sem núvirði vilnunarinnar f_0 kemur í ljós.



Mynd 3. Tvíliðu tré fyrir virði evrópsks kaupréttar

Hér er sýnt tvíliðu tré fyrir evrópskan kauprétt. Endanóður eru þá virði $S_t - X$ eða 0 og virði grænu nóðunnar, f_0u , er fundið með $(p \times f_0uu + (1 - p) \times f_0ud)e^{-rt}$.

Þegar um evrópska valrétti er að ræða er virði valréttarins í millinóðum einungis núvirt vegið meðaltal framtíðarvirða, en þar sem amerískir valréttir geta verið nýttir á hvaða tímabili sem er er virðið í sérhverri millinóðu annaðhvort núvirt vegið meðaltal framtíðarvirða eða virði þess að nýta valréttinn eftir því hvort gildið er hærra (Papudesu og Kodukula, 2006).

Vegna þess hvernig framkvæmd útreikninga fer fram í notkun tvíliðu trjáa, verða niðurstöður þeirra alltaf einungis nálgun á gildi fengnu með Black og Scholes formúlu, þar sem nálgunin verður betri með fleiri tímabilum. Góða nálgun er hægt að finna með um 4-6 skrefum.

Tvíliðu tré með þetta fáum tímabilum er tiltölulega auðvelt að gera í höndum en fjöldi útreikninga vex með veldisvísi og er því notast við tölvur þegar tímabilin verða mikið fleiri og finna á mjög góða nálgun.

Þegar framkvæma á raunvilnanaverðmat er tvíliðulíkan vinsælasta aðferð af því að kostirnir vega mun meira en gallarnir. Þar sem Black og Scholes formúlan gefur bara eitt gildi sýnir hún einungis virði valréttar í upphafspunkti svo ekki er hægt að skoða virði á einhverjum tilgreindum tímapunkti í framtíðinni, þetta er auðvelt að sjá í tvíliðu tré og þannig hægt að nota það til að meta ameríska valrétti með auðveldum hætti. Með tvíliðu líkaninu er hægt að eiga við breytur yfir líftíma vilnunarinnar, en helsti kosturinn er þó sá hversu skýrt líkanið er. Þannig er mun auðveldara að sjá hvernig niðurstöður eru fengnar og hvernig þær eiga við í raunveruleikanum en þegar notast er við Black-Scholes formúluna. Æskilegt er þó að nota Black-Scholes formúluna til að staðfesta niðurstöður fengnar með trjánum þegar möguleiki er til (Papudesu og Kodukula, 2006).

5 Hagnýting

Nú hefur verið greint frá þeim aðferðum sem best og skýrast er að nota til raunvilnanaverðmats. Í þessum kafla verður tekið til skoðunar hvernig framkvæma megi slíkt verðmat. Þetta er gert með tilbúnu dæmi sem sett var upp fyrir þetta lokaverkefni. Í dæminu hefur fyrirtæki ákveðið að leggja í vinnu við að átta sig á virði nýs verkefnis sem því stendur til boða að hefja.

Verkefnið kostar 160 milljónir kr. og hefur áætlað 28,24 milljóna kr. sjóðstreymi á ári í 6 ár. Flökt á mánaðarlegu sjóðstreymi í sambærilegu verkefni innan dótturfyrirtækis nemur 6,35%, því er áætlað að flökt á árlegu sjóðstreymi sé 22%. Áhættulausir vextir til 6 ára, fundnir með Nelson-Siegel líkaninu, nema 2% og samfelldir 1,98%. Þessa útreikninga má sjá í viðauka A. Nú er komið að ákvörðun um hvort hefja skuli verkefnið.

Af gömlum vana er ákveðið er að skoða hreint núvirði verkefnisins:

$$NPV = \sum_{t=1}^6 \frac{28,24}{(1 + 0,0198)^t} - 160 = -1,71911$$

Hreint núvirði skilar neikvæðum niðurstöðum, en bent er á að mikil óvissa ríki yfir verkefninu svo ákveðið hefur verið að ef í það verður farið, verði það ekki gert af fullum krafti heldur frekar bætt í ef vel gengur. Einnig býðst fyrirtækinu að stöðva verkefnið og nota hráefni og fleira ætlað í verkefnið í öðrum tilgangi.

Ákveðið er að nota raunvilnanir til þess að meta núvirði verkefnisins og þarf því að finna hreint núvirði verkefnisins í þessari *takmörkuðu útgáfu*, ásamt virði valmöguleikanna.

5.1 Nýtt hreint núvirði

Nú er fundið nýtt hreint núvirði, þegar verkefnið kostar 100 milljónir og hefur áætlað 17,65 milljónir sjóðstreymi á ári.

$$NPV = \sum_{t=1}^6 \frac{17,65}{(1 + 0,0198)^t} - 100 = -1,07444$$

Niðurstöður gefa enn neikvætt gildi en leggja þarf saman við þetta virði raunvilnananna.

5.2 Valmöguleikinn að stækka

Mögulegt er að stækka verkefnið um 60% fyrir 60 milljónir kr. eftir fyrsta árið, en stækkunarmöguleikinn fer minnkandi eftir því sem á líður. Þannig væri hægt að stækka

verkefnið um 50% fyrir 50 milljónir kr. eftir annað ár, 40% fyrir 40 milljónir kr. eftir þriðja ár og svo framvegis. Raunviltunin er sett upp sem amerískur kaupréttur á virði stækkunarinnar, þar sem bæði virðið og samningsverð breytist yfir líftímann. Breytistærðirnar fyrir þessa raunviltun eru því eftirfarandi:

- $PV = 98,92556$
- $X = 100$
- $r = 1,98\%$
- $\sigma = 22\%$
- $T = 6$
- $t = 1$

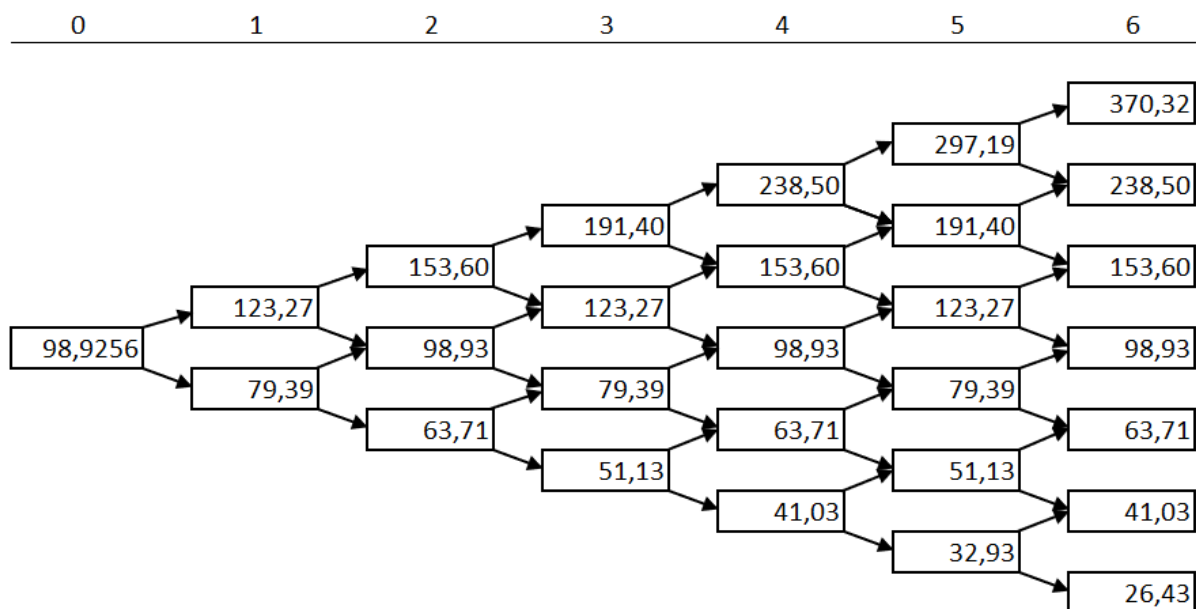
Þessar upplýsingar eru nú notaðar til að finna síðustu breyturarnar sem þarf til að byggja tréð, u , d , og p .

$$u = e^{22\%\sqrt{1}} = 1,246$$

$$d = \frac{1}{u} = 0,803$$

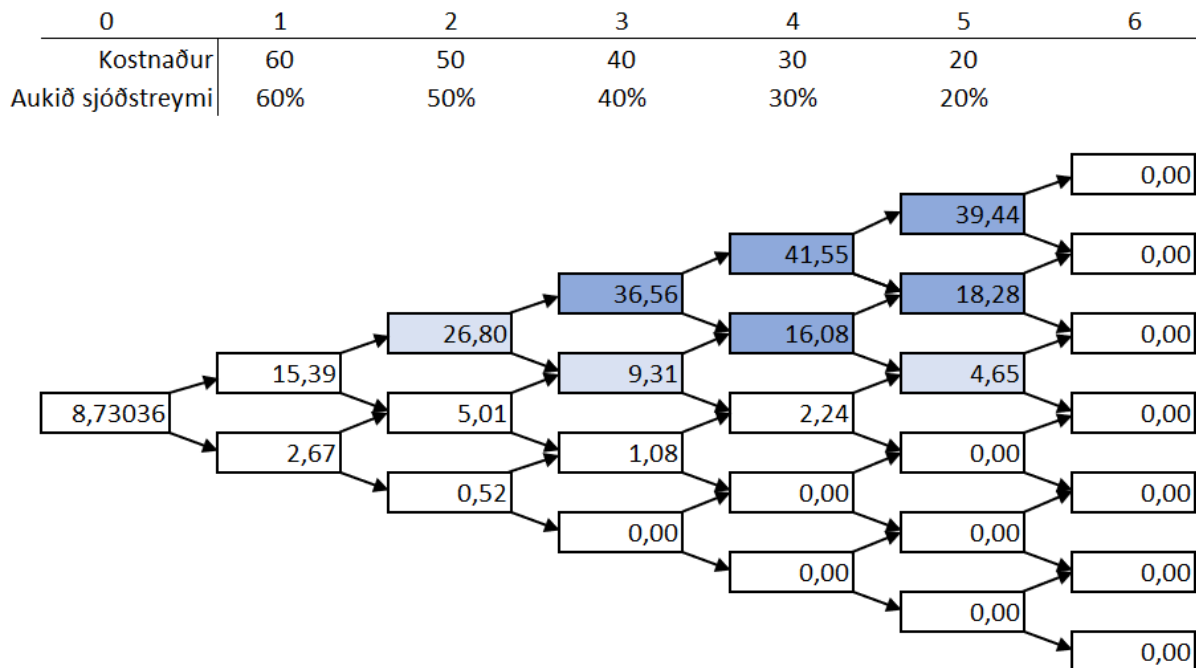
$$p = \frac{e^{1,98\%} - d}{u - d} = 0,4903$$

Nú er hægt að byggja tvíliðu tré fyrir virði sjóðstreymis verkefnisins.



Mynd 4. Tvíliðu tré fyrir vænt sjóðstreymi verkefnisins (Útreikningar í viðauka B)

Þar sem ekki er möguleiki að stækka verkefnið eftir 6. ár er virði vilnunarinnar 0 í þeim nóðum og 5. ár því í raun lokatímabil vilnunarinnar. Þá er byggt tvíliðu tré fyrir virði valmöguleikans til stækkunar.



Mynd 5. Tvíliðu tré fyrir virði vilnunarinnar að stækka verkefnið (Útreikningar í viðauka C)

Stækkunin er framkvæmd í bláum reitum, þar gildir að virði stækkunarinnar er meira en að halda valmöguleikanum opnum. Þannig sést að í dökkbláum reitum væri stækkunin meira virði en að halda valmöguleikanum opnum. En þar sem um amerískan kauprétt er að ræða er hægt að taka framkvæma stækkunina í hverri nóðu og hefði því stækkunin þegar verið framkvæmd.

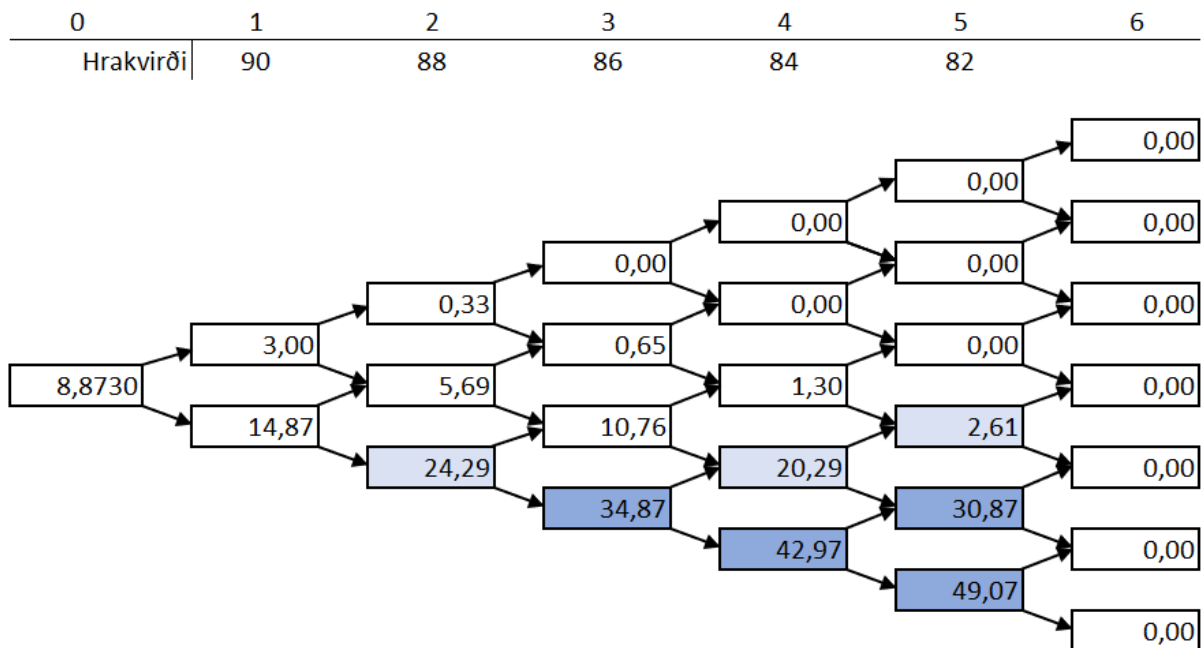
Virði vilnunarinnar er því 8,73 milljónir, þannig væri núvirði verkefnisins $-1,074 + 8,73 = 7,656$ milljónir ef einungis valmöguleikinn til að stækka væri fyrir hendi.

5.3 Valmöguleikinn að stöðva

Einnig er mögulegt að stöðva verkefnið snemma ef illa gengur, hrakvirði verkefnisins er sagt 90 milljónir eftir fyrsta ár, en hrakvirðið minnkar um 2 milljónir ár hvert eftir því sem hráefni er nýtt. Þessi raunvilnun er sett upp sem amerískur söluréttur á virði verkefnisins, með breytilegu sammingsverði yfir líftímann.

Allar breytistærðir, að X undanskilinni, eru þær sömu fyrir þessa raunvilnun og þá fyrri svo hægt er að notast við sama grunntré fyrir vænt sjóðstreymi verkefnisins.

Hrakvirðis valmöguleikinn er í raun nýttur að sjálfgefnu eftir 6. ár og er því 5. ár einnig lokatímabil raunviltunarinnar sem tekur til stöðvunar verkefnisins. Nú er byggt upp tré fyrir virði viltunarinnar.



Mynd 6. Tvíliðu tré fyrir virði viltunarinnar að stöðva verkefnið (Útreikningar í viðauka D)

Verkefnið er nú stöðvað í bláum reitum, þar sem hrakvirði er meira en virði þess að halda valmöguleikanum opnum og virði verkefnisins samanlagt. Aftur má sjá að stöðvun hefur þegar verið framkvæmd í dökkbláum reitum.

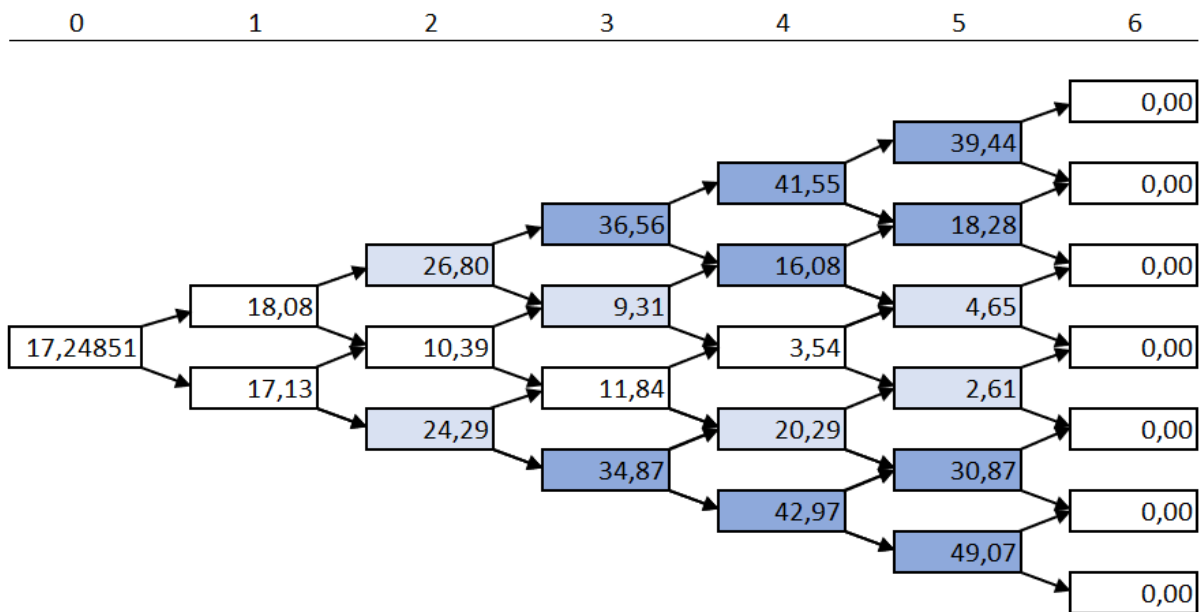
Virði þessarar raunviltunar er þannig 8,87 milljónir. Þessi raunviltun er til þess að verkefnið er virði $-1,074 + 8,87 = 7,799$ milljóna

5.4 Heildarvirði verkefnisins

Nú kemur í ljós að virði verkefnisins er meira en sýndist í fyrstu með hreinu núvirði. En þegar reikna á heildarnúvirði verkefnisins þarf að hafa í huga að ekki er einfaldlega hægt að leggja saman virði raunviltanna, þar sem þær eru sundurlægar.

Ekki er hægt að stækka verkefnið þegar það hefur verið stöðvað og eins er salan ekki jafn hagstæð ef verkefnið hefur verið stækkað. Þessu þarf að gera ráð fyrir þegar hugað er að samanlögðu virði raunviltanna og þannig virði verkefnisins.

Þar sem nýtingar valmöguleikanna skarast hvergi á ferlinum, er einföld leið til að leggja saman virði þeirra. Þetta er gert með því að byggja tré þar sem settir eru inn allir reitir þar sem annar hvor valmöguleikanna er nýttur og aðrir reitir reiknaðir út frá því.



Mynd 7. Tvíliðu tré fyrir heildarvirði vilnananna (Útreikningar í viðauka E)

Nú sést að samanlagt virði valmöguleikanna, 17,249, er minna en virði raunvilnanna í sitt hvoru lagi lagt saman, $8,73 + 8,87 = 17,6$.

Ef nýting valmöguleikanna skaraðist þyrfti að teikna upp tré fyrir fjórar mögulegar framtíðir. Verkefnið er hvorki stækkað né stöðvað, verkefnið er stækkað en ekki stöðvað, verkefnið er stöðvað en ekki stækkað og verkefnið er bæði stækkað og stöðvað. Vegið meðaltal virða þessara trjáa væri svo virði vilnananna.

Heildarvirði verkefnisins er nú fengið $-1,074 + 17,249 = 16,175$.

6 Lokaorð

Í þessari ritgerð var fjallað um aðferðir við verðmat á verkefnum innan fyrirtækja, með áherslu á raunvilnanaverðmat. Fjallað var um hvenær helstu gerðir af verðmati væru viðeigandi og hvað yrði til skekkju í niðurstöðum þeirra.

Raunvilnanaverðmat nýtir útreikningsaðferðir sem notaðar eru til að finna virði valréttta, sem eru fjármálagerningar undir flokki afleiðna. Verðmatið leggur virði á sveigjanleika við ákvarðanatökur sem geta átt sér stað í framtíðinni. Þetta virði hækkar eftir því sem óvissa í kringum verkefnið er meiri, hvort sem óvissan er í innra eða ytra umhverfi fyrirtækisins. Þá var bent á að raunvilnanaverðmat er það eina í hópnum sem leggur virði á óvissuþætti verkefna. Þetta þýðir að niðurstöður raunvilnanaverðmats geta gefið aðra sýn á hagnaðarmöguleika verkefna og er þess vegna góð viðbót við hefðbundnar verðmatsaðferðir.

Fjallað var um hinar ýmsu raunvilnanir sem geta orðið til innan verkefna og hvernig þær væru metnar, þar á eftir var nánar útskýrt hvernig varpa mætti útreikningsaðferðunum í þetta nýja hlutverk og að lokum var svo sýnt hvernig nota mætti þessi fræði í gegnum dæmi sem sett var upp fyrir verkefnið.

Þær útreikningsaðferðir sem ritgerðin byggir á komu upprunalega á sjónvarsviðið, fyrir um 50 árum, sem lausn við því hvernig verðmeta mætti valrétti. Það var ekki fyrr en rúmum 10 árum síðar að það kom í ljós að mögulega væri hægt að nýta aðferðirnar við verðmat á svokölluðum raunvilnunum og enn þann dag í dag er verið að uppgötva margbreytileika aðferðarinnar. Það er því hugsanlegt að þessar útreikningsaðferðir séu enn vanmetið verkfæri innan fjármálafræða og gætu verið viðeigandi á mun fleiri sviðum fræðanna en þau koma að á þessum tímapunkti.

Helsta niðurstaða ritgerðarinnar er sú að vissulega getur leynst virði í sveigjanlegum ákvörðunum og er mikilvægt að kanna það, með hjálpar raunvilnanaverðmats, samhliða notkun á hefðbundnum verðmatsaðferðum.

Heimildaskrá

- Annaert, J., Claes, A. G., Ceuster, M. J., og Zhang, H. (2012). Estimating the yield curve using the Nelson-Siegel model: A ridge regression approach. *Capital Markets: Asset pricing & valuation eJournal*. Sótt af <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2054689>
- Aristotle. (1965). *Aristotle: In twenty-three volumes*. Cambridge: Harvard University Press
- Bodie, Z., Kane, A., og Marcus, A. J. (2018). *Investments* (11. útgáfa). New York: McGraw-Hill Education
- Borison, A. (2005). Real options analysis: Where are the emperor's clothes? *Journal of Applied Corporate Finance*, 17(2), 17-31. Sótt af <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2005.00029.x>
- Brealey, R., Myers, S. C. og Allen, F. (2011). *Principles of corporate finance* (10. útgáfa). New York: McGraw-Hill Education
- Brigham, E. F. og Daves, P. R. (2007). *Intermediate financial management* (4. útgáfa). Fort Worth: Dryden Press
- Cox, J. C., Ross, S. A., og Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simple approach. *Journal of Financial Economics*, 7(3), 229-263. Sótt af [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(79\)90015-1](https://doi.org/10.1016/0304-405X(79)90015-1)
- Damodaran, A. (2002). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (2. útgáfa). New York: Wiley
- Dixit, A. K. og Pindyk, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton, NJ: Princeton University Press
- Hull, J. C. (2014) *Options, futures, and other derivatives* (9. útgáfa). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- Leslie, K. J. og Michaels, M. P. (1997). The real power of real options. *The McKinsey Quarterly*, (3), 4-22. Sótt af <https://search.proquest.com/docview/224542059?accountid=27513>
- Luehrman, T. A. (1998). Investment opportunities as real options: Getting started on the numbers. *Harvard Business Review*, 76(3). Sótt af <https://hbr.org/1998/07/investment-opportunities-as-real-options-getting-started-on-the-numbers>

- Merton, R. C. (1998). Applications of option-pricing theory: Twenty-five years later. *American Economic Review*, 88(3), 323-349. Sótt af <https://www.jstor.org/stable/116838>
- Mun, J. (2002). *Real Option Analysis: Tools and techniques for valuing strategic investments and decisions*. Hoboken, NJ: Wiley
- Myers, S. C. (1984). Finance theory and financial strategy. *Interfaces*, 14, 126-137. Sótt af <https://doi.org/10.1287/inte.14.1.126>
- Nelson, C. R. og Siegel, A. F. (1987). Parsimonious modeling of yield curves. *The Journal of Business*, 60(4), 473-489. Sótt af <http://www.jstor.org/stable/2352957>
- Papudesu, C. og Kodukula, P. (2006). *Project valuation using real options: A practitioner's guide*. Ft. Lauderdale, Fla.: J. Ross Pub.
- Pinto, J. E., Henry, E., Robinson, T. R., og Stowe, J. D. (2010). *Equity asset valuation* (2. útgáfa). Hoboken, NJ: Wiley
- Sharma, M. og Prashar, E. (2013). A conceptual framework for relative valuation. *The Journal of Private Equity*, 16(3), 29-32. Sótt af <https://www.jstor.org/stable/43503771>
- Triantis, A. (2005). Realizing the potential of real options: Does theory meet practice? *Journal of Applied Corporate Finance*, 17(2), 8-16. Sótt af <https://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2005.00028.x>

Viðauki A – Forsendur dæmis

Flökt:

Áætlað flökt á mánuði : 6,35%

Áætlað flökt á ári : $6,35\% \sqrt{12} = 21,997\%$

Áhættulausir vextir:

$T_0 = 17.8.2020$

Ríkisskuldabréf	Gjalddagi	T act/act	Áhættulausir vextir	Nelson Siegel nálgun	e^2
RIKB 21 0805	5.8.2021	0,98	1,04%	1,04%	0,0000000002
RIKB 22 1026	26.10.2022	2,22	1,22%	1,21%	0,0000000039
RIKB 25 0612	12.6.2025	4,89	1,80%	1,83%	0,0000000873
RIKB 28 1115	15.11.2028	8,37	2,32%	2,24%	0,0000006249
RIKB 31 0124	24.1.2031	10,59	2,32%	2,37%	0,0000002963
Summa skekkju :					0,0000010126

Summa skekkju lágmörkuð með hjálpar Excel í gegnum 4 breytur.

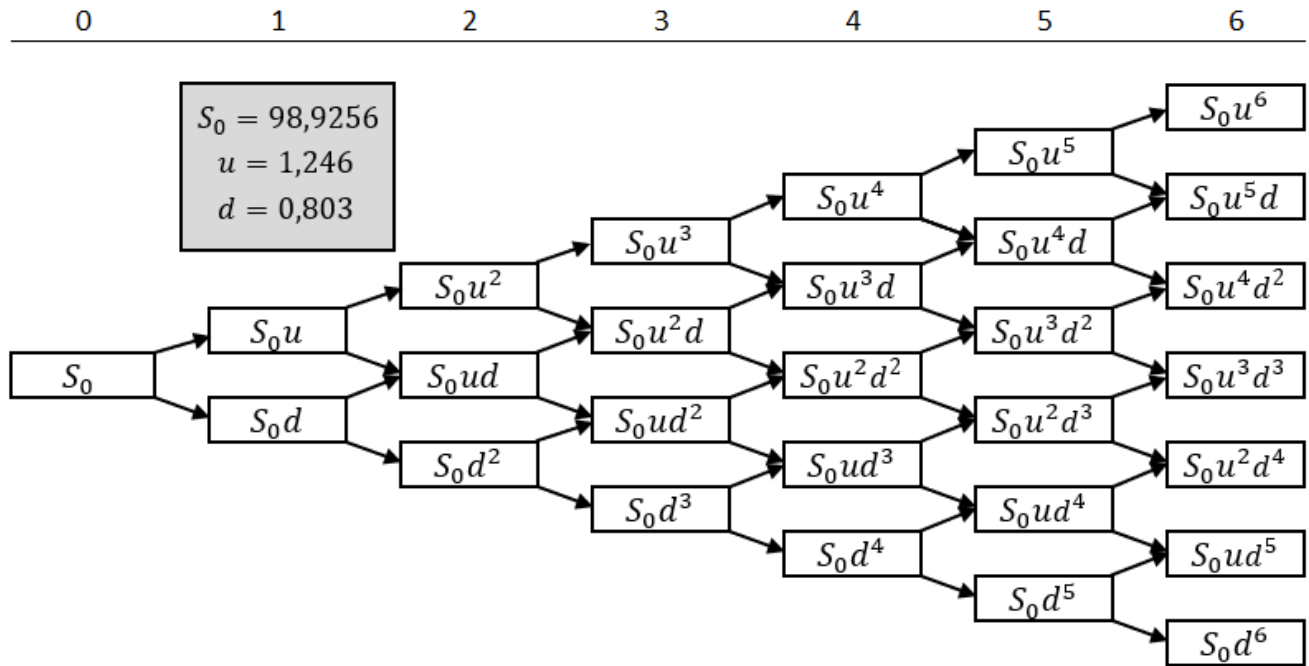
β_0	0,028821467
β_1	-0,013624392
β_2	-0,037204286
τ_1	1,058082401

Þessar breytur svo settar inn í Nelson-Siegel jöfnuna til að finna áhættulausa fyrir gefið tímabil $T=6$.

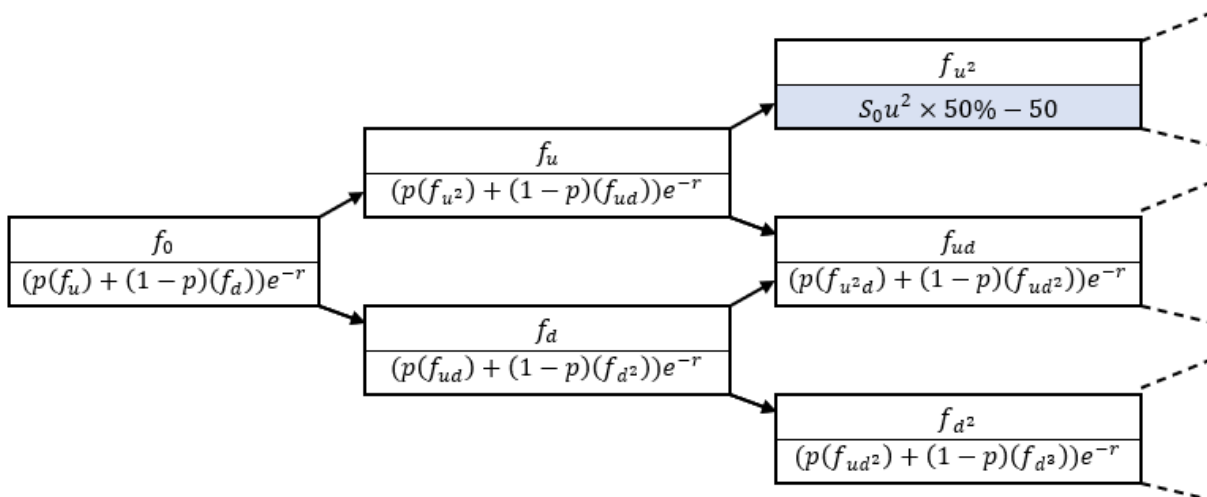
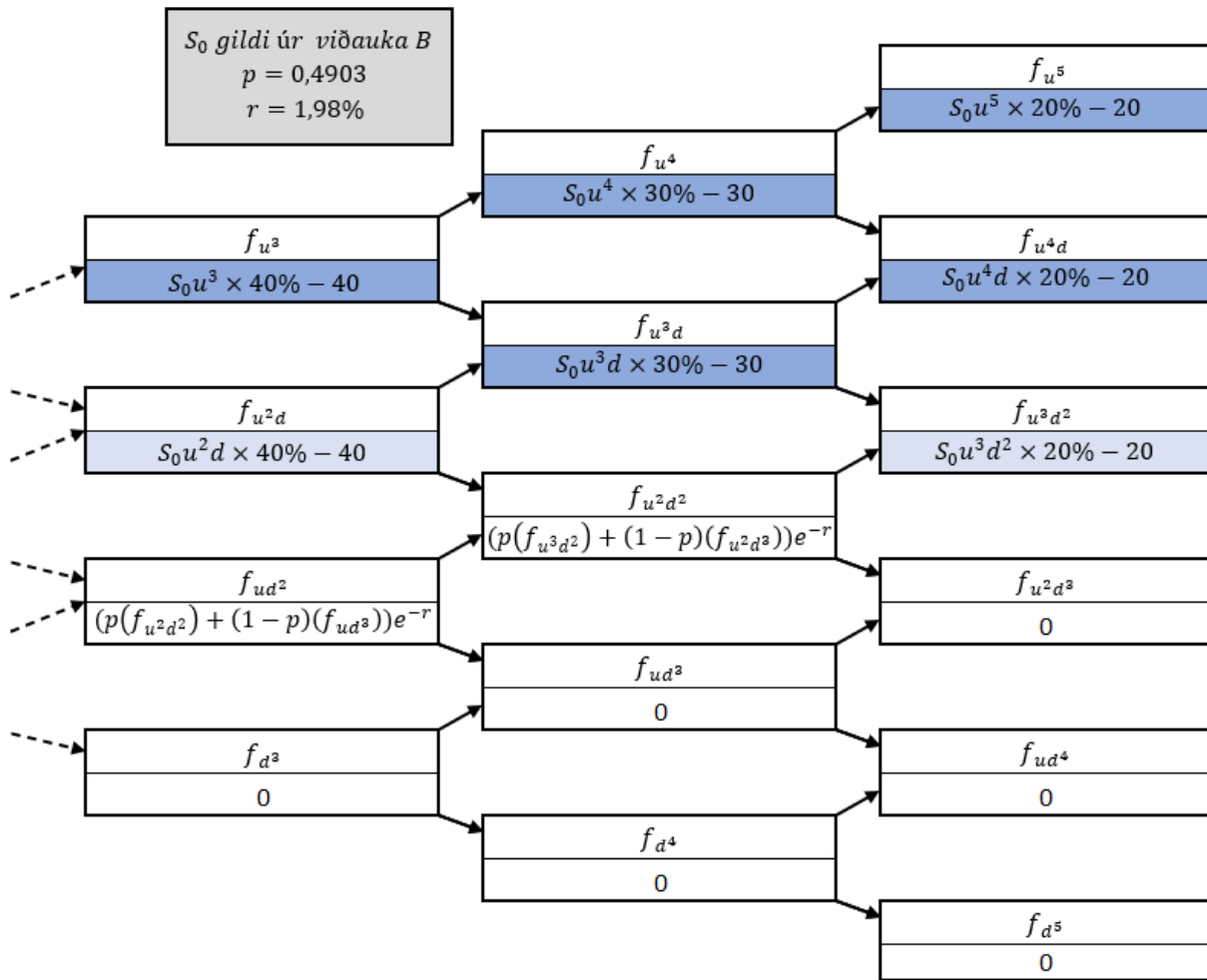
$$R(m) = 0,0288 + \frac{(-0,0136 + (-0,0372))(1 - e^{-6/1,058})}{6/1,058} - (-0,0372)e^{-6/1,058} = 2\%$$

Vöxtum svo breytt í samfellda $\ln(1 + 2\%) = 1,98\%$

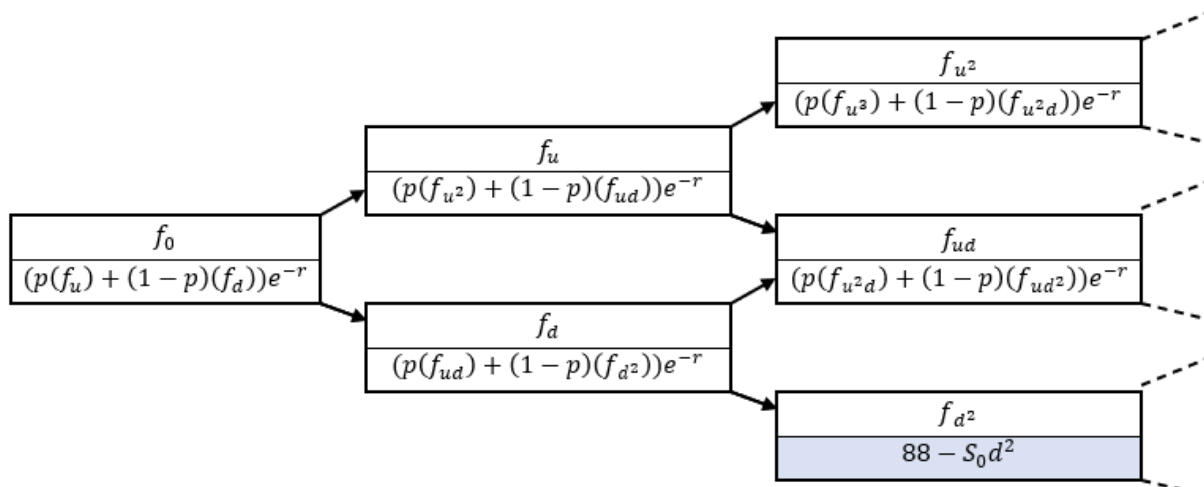
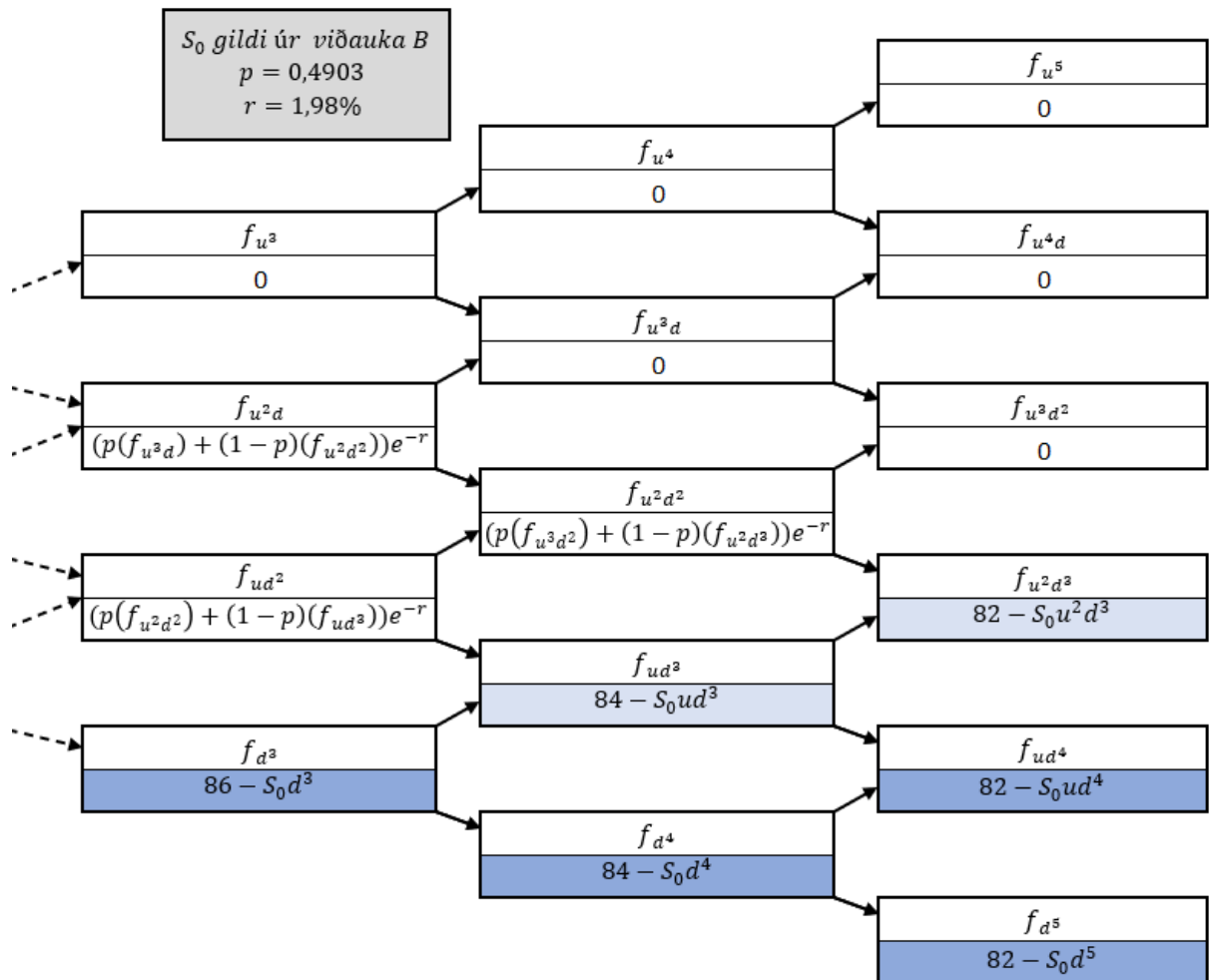
Viðauki B – Útreikningar við tvíliðu tré fyrir virði sjóðstreymis



Viðauki C – Tvíliðu tré fyrir virði stækkunar valmöguleika



Viðauki D - Tvíliðu tré fyrir virði stöðvunar valmöguleika



Viðauki E – Tvíliðu tré fyrir samanlagt virði vilnananna

