



Arthur Kauko

Realoptionsvärdering av ett exempel fall med hjälp av
datorprogram

Pro gradu-avhandling i informationssystem
Handledare: Doc. Markku Heikkilä
Fakulteten för samhällsvetenskaper och ekonomi
Åbo Akademi

Åbo 2021

ÅBO AKADEMI – FAKULTETEN FÖR SAMHÄLLSVETENSKAPER OCH EKONOMI
Abstrakt för avhandling pro-gradu

Ämne: Informationssystem	
Författare: Arthur Kauko	
Avhandlingens rubrik: Realloptionsvärdering av ett exempel fall med hjälp av datorprogram	
Handledare: Doc. Markku Heikkilä	
Abstrakt: <p>Genom att göra en realloptionsvärdering av möjliga investeringsalternativ kan ett företag få information om möjligheter, resultat och nyttor som kan användas som stöd vid strategisk analys då beslut om att investera i en realoption fattas. Realoptioner är ofta inbäddade i strategiska investeringar. Realoptionsteorin möjliggör applicering av finansiella värderingsmetoder för att värdera reallgångar. Man kan tänka att realloptions synsättet använder den finansiella optionsteorin för att värdera realla tillgångar. I vissa fall kan vissa kapitalinvesteringstekniker huvudsakligen underskatta realloptionsvärdet.</p> <p>I denna avhandling används realloptionstankesättet för värdering genom att använda den s.k. nettonuvärdesmetoden, Black-Scholes-Merton -modellen med Monte Carlo -metod, Cox-Ross-Rubinstein -binomialmodellen och den suddiga återbetalningsmetoden (SÅM, på engelska fuzzy pay-off method). Avhandlingens syfte är att förklara vilken betydelse realloptionsvärdering har för strategisk ledning, vad realloptionsvärdering innebär samt att presentera ett exempel fall på en realloptionsanalys, där de olika nämnda metoderna samt modellerna tillämpas.</p> <p>Under studien har det framkommit att nuvärdesmetoden värderar för lågt det möjliga investeringsalternativet, vilket ger möjlighet till spekulation om man borde påbörja eller avyttra ett projekt. BSM och CRR -modellerna tar risken i beaktande som volatilitet (σ; standardavvikelse) och därför kan de vara lämpligare för realloptionsvärdering. CRR -modellens resultat närmar sig BSM -modellens resultat då antalet steg i CRR ökar och med båda modellerna kan köp- eller säljoptioner kalkyleras som kan användas för realloptionsvärdering. Resultatet som fås med SÅM kan jämföras med BSM och CRR resultaten. Vidare är SÅM väldigt informativ och kan beakta olika scenarier. Dessutom kan CRR och BSM -modellerna och SÅM resultaten informativt visualiseras.</p> <p>Det kunde göras mera forskning inom områden som t.ex. värdering av realoptioner och realoptionernas prestationsföljder. Särskilt kunde allmänna empiriska studier göras om kostnader som uppkommer då realoptioner skapas. För att visa skillnader i resultaten mellan praktiska och teoretiska studier kunde det göras praktiska studier i form av empiriska fallstudier gällande realloptionsimplementeringar. Vidare kunde empiriska studier göras om inlösning av realoptioner. Vad gäller affärssystem kunde det göras forskning om affärssystemens implementeringstider, grundinvesteringens storlek samt hurdana moduler som har tillämpats inom organisationerna.</p>	
Nyckelord: Realoption, realoptionsteori, realloptionsvärdering, strategisk ledning, nettonuvärdesmetod, internräntemetod, Monte Carlo metod, BSM modell, CRR modell, suddig återbetalningsmetod, affärssystem.	
Datum: 24.04.2021	Sidantal: 69

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INTRODUKTION	1
1.1	Syfte och avgränsning.....	1
1.2	Empiriska analysen, forskningsfrågor och metod	2
2	VAD ÄR EN REALOPTION?	4
3	REALOPTIONER OCH STRATEGISK LEDNING.....	7
3.1	Betydelsen av realoptioner för strategisk ledning.....	10
4	OPTIONSBSLUTEN	13
4.1	Optionen att skjuta upp (optionen att vänta).....	14
4.2	Optionen att avyttra och byta	14
4.3	Tillväxtoptionen (optionen att expandera).....	15
4.4	Flerfasiga optionen.....	16
4.5	Avtaloptionen	16
4.6	Optionen att lägga ned eller öka produktionen.....	17
4.7	Optionen att ändra input eller output.....	17
4.8	Optionsinteraktioner	17
4.9	Optionsportföljer	19
4.10	Konkurrens och investering.....	19
4.11	Risk och osäkerhet	21
4.12	Beslutet att lämna marknaden och ekonomisk hysteresis.....	23
4.13	Stöd för beslutsfattandet.....	25
4.13.1	Strategiska handlingar	25
4.13.2	Omformning.....	26
4.13.3	Implementering	27
5	VÄRDERING AV REALOPTIONER	28
5.1	Realoptioner och prestation	28
5.2	Investeringstiming.....	31
6	ETT ILLUSTRATIVT EXEMPEL	35
6.1	Metoderna, modellerna tillämpade i exemplet.....	35
6.1.1	Nuvärdesmetoden.....	36
6.1.2	Black-Scholes-Merton modell och Monte Carlo metod	36
6.1.3	Kvasi-slumptal	41
6.1.4	Binomialmodellen.....	41
6.1.5	Suddig logik	43
6.1.6	Lagen av ett pris	44
6.1.7	Voltmängdjustering för att nå besparingar.....	45

6.2	Data och förklaringar till kalkylerna	46
6.2.1	Grundinvesteringen	46
6.2.2	Kassaflöden och scenarier	47
6.2.3	Implementeringstid och ekonomisk livslängd	48
6.2.4	Realoptionerna	48
6.2.5	Räntorna och avkastningskraven.....	50
6.3	Exempelfallets resultat.....	51
6.3.1	Kassaflöden	51
6.3.2	Nettonuvärde	53
6.3.3	Black-Scholes-Merton modellen och Monte Carlo metod.....	55
6.3.4	Binomialmodellen	57
6.3.5	Suddiga återbetalningsmetoden	60
6.4	Analys angående resultaten.....	64
7	DISKUSSION	67
7.1	Diskussion angående forskningsfrågorna	67
7.2	Forskningsförslag.....	69
	KÄLLFÖRTECKNING	70
	BILAGOR.....	73
	BILAGA 1 SÅV VBA MACRO SKRIPT	73
	BILAGA 2 BSM-MC OCH CCR MATLAB SKRIPT	75
	BILAGA 3 BSM-MC FYLLNAD MATLAB FUNKTION	77
	BILAGA 4 BSM-MC KONTROLLVARIABEL MATLAB FUNKTION	78
	BILAGA 5 BSM HALTON MATLAB FUNKTION	79
	BILAGA 6 CCR MATLAB FUNKTION	80
	TABELLER	
	<i>Tabell 1 Tabell av ekvivalens</i>	<i>35</i>
	<i>Tabell 2 Kassaflöden projekt A med en realoption inkluderad</i>	<i>52</i>
	<i>Tabell 3 Kassaflöden projekt B utan realoptioner</i>	<i>52</i>
	<i>Tabell 4 Avrundad kostnadsfördelning enligt projektet</i>	<i>53</i>
	<i>Tabell 5 NNV projekt A.....</i>	<i>54</i>
	<i>Tabell 6 NNV projekt B.....</i>	<i>54</i>
	<i>Tabell 7 BSM modellen, projekt A:s resultat</i>	<i>56</i>
	<i>Tabell 8 BSM modellen, projekt B:s resultat</i>	<i>56</i>
	<i>Tabell 9 Projekt A:s CRR resultat i det normala scenariot</i>	<i>59</i>
	<i>Tabell 10 Projekt B:s CRR resultat i det normala scenariot</i>	<i>59</i>
	<i>Tabell 11 CRR skillnaden mellan projekten.</i>	<i>60</i>
	<i>Tabell 12 Diskonterade nominella och riskjusterade kassaflöden.....</i>	<i>62</i>

FIGURER

<i>Figur 1 Triangulär suddig nummer varur SROV kan kalkyleras</i>	<i>43</i>
<i>Figur 2 BSM - MC - ROV simulation med kontrollvariabel.....</i>	<i>57</i>
<i>Figur 3 BSM - ROV med kvasi-slumptal (Haltonsekvenser)</i>	<i>57</i>
<i>Figur 4 Variation kring BSM ROV projekt A i det normala scenariot</i>	<i>59</i>
<i>Figur 5 Triangulär SÅM var projekt A:s suddiga realoptionsvärde.....</i>	<i>63</i>
<i>Figur 6 Projekt A:s och B:s återbetalningstider</i>	<i>63</i>

1 INTRODUKTION

Realoptionsteori börjar med en motsvarighet i realoptioner och finansiella optioner (Tong & Reuer 2007:4–5). Begreppet realoptioner har utvecklats från Myers (1977; i Tong & Reuer 2007:5) inflytelserika idé där man kan se företagets uppskattade investeringsmöjligheter som en köpoption på reelltillgångar, på ett sätt som liknar hur en finansiell köpoption ger valrättigheter till finansiella tillgångar.

En finansiell option är ett derivatinstrument vars värde är deriverat från karaktären av en annan underliggande finansiell tillgång (Tong & Reuer 2007:4–5). Realoptioner har som dess underliggande tillgång en reelltillgång (Tong & Reuer 2007:5). Metoderna och modellerna som tillämpas för att värdera finansiella tillgångar kan utvidgas till att värdera reelltillgångar, som t.ex. land, byggnader (fastigheter), fabriker (verk) och maskineri m.m. Realoptionerna är svåra att värdera med traditionella kapitalinvesteringstekniker (Hull 2018:814). Realoptionssynsättet försöker betrakta problemet med optionsprissättningsteorier (Hull 2018:814).

En realoptionsanalys värderar den framtida flexibiliteten i en reelltillgångskontext (Carmichael 2020:31). Flexibiliteten är kopplad till framtida val mellan alternativ eller framtida inflytande på ett projekt eller initiativ (Carmichael 2020:31). Genom en investering minskar företaget sin strategiska flexibilitet (t.ex. att optimalt investera senare) och således minskar möjligheten för ekonomisk förlust (Li, Madhavan, & Mahoney 2007:39). Inom investeringsplanering och ledning är det rationellt att öka den planerade eller förvaltade tillgångens lönsamhet och produktivitet (García & Heikkilä 2003:346). Med framtida val eller inflytande strävar man efter vinst och produktivitetsökning. Realoptioner har en stor betydelse för branscher, resursappliceringar, forskning och utveckling, patent och avtal m.m. (Carmichael 2020:31).

1.1 Syfte och avgränsning

Avhandlingens syfte är att:

1. beskriva praktisk realoptionsanalys både från realoptionsteorins och analysprocessens synvinklar (litteraturöversikt), och

-
2. demonstrera med ett exempelfall hur realoptionsanalys genomförs (empirisk del).

Med litteraturöversikten skapar jag den allmänna förståelsen kring realoptionsanalysen som jag sedan behöver när jag formulerar frågorna för analysen av exempel-fallet och när jag svarar på mina forskningsfrågor.

Med exempel-fallet siktar jag på att koncentrera mig på analysprocessens centrala frågor. Min avsikt i denna avhandling är inte att ta ställning till om vissa metoder eller modeller ger bättre eller sämre resultat än de andra. I stället vill jag ge en klar bild om analysprocessen, dess metoder och modeller och dess centrala steg samt vilka metoder och modeller kan vara lämpligare för realoptionsanalys.

Jag kommer också att analysera mitt exempelfall. För detta behöver jag en referensram som jag har skapat med de analytiska frågorna om exempel-fallet. Efter att jag tillämpat de analytiska frågorna i exempel-fallet har jag som svaren till frågorna skapat en förståelse om hur en typisk realoptionsanalys framskrider som beslutstödande process. Svaren jag samlar från exempel-fallet och litteraturöversikten ger mig material att svara på forskningsfrågorna jag ställer i det nästa avsnittet.

1.2 Empiriska analysen, forskningsfrågor och metod

Empirin i denna avhandling består av ett exempel om realoptionsanalys. Jag har specificerat följande frågor om realoptionsanalysen som jag ämnar besvara med mitt empiriska material. Avsikten med empirin är att beskriva och demonstrera hur man typiskt genomför realoptionsanalys. De här frågorna är avsedda att skapa referensramen för den empiriska analysen.

1. Vilka datorprogram har tillämpats i värderingen?
 - a. Hur ser modellernas källkod ut?
2. Finns det metoder eller modeller som ger ett högre värde än de traditionella kapitalinvesteringsteknikerna?
3. Vilka metoder eller modeller ger liknande värden?
 - a. Vilka metoder eller modeller lämpar sig för realoptionsvärdering?
4. Hurudana skillnader blir det i resultaten när realoptioner värderas med olika typer av realoptionsmetoder och modeller?
5. Hur framkommer flexibilitet i materialet och resultaten?

-
6. Hurudana begränsningar har kapitalinvesteringsmetoder och optionsprissättningsmodeller?

Svaren på och diskussionen kring de analytiska frågorna presenteras i kap. 6.

För att kunna redogöra hur realoptionsanalys typiskt genomförs har jag specificerat forskningsfrågor angående litteraturöversikten och empirin:

1. Hurudana fördelar kan företagsledarna få om de tillämpar realoptionsmetoder och modeller?
 - a. Vilka är de operativa fördelarna i praktiskt beslutsfattande?
 - b. Vilka är de strategiska fördelarna?
2. Hur värderar man realoptioner i praktiken?
3. Vilka typer av datorprogram lämpar sig för realoptionsanalys?

För att kunna svara på forskningsfrågorna tillämpar jag två forskningsmetoder. För det första skriver jag en litteraturöversikt om realoptioner och tillämpningen av realoptioner i operativa och strategiska investeringsbeslut. Med litteraturöversikten ämnar jag svara på forskningsfrågorna angående punkterna 1–2. För det andra kommer jag att demonstrera realoptionsvärdering med hjälp av datorprogram och därmed svara på forskningsfrågan 3. Forskningsfrågorna besvaras i kap. 7.

2 VAD ÄR EN REALOPTION?

Enligt Amram och Kulatilaka (1999:5) är en option en rättighet som inte förpliktigar en förhandling i framtiden. Enligt Amram och Kulatilaka (1999:5) ger t.ex. ett optionsavtal på den finansiella marknaden köparen en möjlighet att köpa en aktie till ett specificerat pris under ett specificerat datum och används bara om aktiens pris till det datumet överstiger specificerat pris. Realoptionsvärderingar är i linje med finansiella marknadsvärderingar (Amram & Kulatilaka 1999:6).

Enligt García och Heikkilä (2003:351–352) ger en köpoption rättigheten men förpliktigar inte att köpa en säkerhet till ett givet pris (inlösenpriset) under en viss tidsperiod (upphörandetiden). Om säkerhetens marknadspris är högre än inlösenpriset, inlöser optionsinnehavaren den och köper sålunda den underliggande tillgången till inlösenpriset, och får på detta sätt en vinst ur skillnaden (García & Heikkilä 2003:352). Enligt García och Heikkilä (2003:352) finns som motsats till köpoption, säljoptioner, en säljoption ger rättigheten men förpliktigar inte att sälja en säkerhet till ett givet pris (inlösenpriset) under en viss tidsperiod (upphörandetiden). Om säkerhetens marknadspris är lägre än inlösenpriset, inlöser optionshavaren den och säljer således den underliggande tillgången till inlösenpriset, och får på detta sätt en skillnad, alltså en vinst (García & Heikkilä 2003:352). Enligt García och Heikkilä (2003:352) ger en amerikansk option dess innehavare en möjlighet att inlösa rättigheten vid eller före upphörandetiden medan en europeisk option endast kan lösas in vid upphörandetiden. När amerikanska optioner hanteras bör man också ta i beaktande att determinera den optimala inlösentiden (García & Heikkilä 2003:352).

Enligt Amram och Kulatilaka (1999:6) är optioner avhängiga av (beroende av) beslut. En option är en möjlighet att vid ett tillfälle att fatta ett beslut efter att man ser hur händelserna utvecklas (Amram & Kulatilaka 1999:6). På beslutsdatumet kan man om händelserna har varit gynnsamma fatta ett beslut, medan om händelserna har varit ogynnsamma kan man fatta ett annat beslut (Amram & Kulatilaka 1999:6). Detta betyder att lönsamheten för en option är icke-lineär – den ändras enligt fattade beslut (Amram & Kulatilaka 1999:6). Icke-lineära värderingar kan också vara formgivande metoder, som t.ex. att minska osäkerhet eller öka gynnsamma slutresultat (Amram & Kulatilaka 1999:6–7). I motsats till icke-lineära optioner, har fasta beslut (icke avhängiga) lineär

lönsamhet, d.v.s. oberoende av vad som skulle hända skulle samma beslut fattas (Amram & Kulatilaka 1999:6).

Enligt Amram och Kulatilaka (1999:6) är realoptionssättet en utvidgning av den finansiella optionsteorin till reala (inte finansiella) tillgångar. Ifall finansiella optioner detaljeras i avtal, bör realoptioner inbäddade i strategiska investeringar identifieras och specificeras (Amram och Kulatilaka 1999:6). Enligt Amram och Kulatilaka (1999:6) att flytta från finansiella optioner till realoptioner kräver ett tankesätt som för disciplinen från finansiella marknader till interna strategiska investeringsbeslut.

En irreversibel investeringsmöjlighet är som en finansiell köpoption medan optionerna att lägga ned, avyttra och byta är som finansiella säljoptioner (García & Heikkilä 2003:352), för optionsbesluten se vidare rubrik 4 optionsbesluten. Enligt Amram och Kulatilaka (1999:5) skapar många strategiska investeringar möjligheter som kan utnyttjas i ett senare skede, och således kan investeringsmöjligheten ses som ett kassaflöde plus en serie av optioner. En realoption är som en finansiell option men den har som underliggande tillgång en reallgång (García & Heikkilä 2003:352). Realoptionen skapas när ett företag med en investeringsmöjlighet har optionen att spendera pengar i nutid inom upphörandetiden emot en reallgång, t.ex. påbörjande av ett projekt (García & Heikkilä 2003:352). Dessutom kan det finnas skuggoptioner, där informationen är gömd, vilka blir realoptioner när den möjliga ursprungliga underliggande reallgången tas i bruk (t.ex. projektet har påbörjas) (Bowman & Hurry 1993:764–765). Realoptionstankesättet använder input och koncept för komplexa värderingar över alla typer av reala tillgångar (Amram & Kulatilaka 1999:6). Detta möjliggör jämförelsen av t.ex. ledningsmöjligheter, finansiella marknadsalternativ, interna investeringsmöjligheter och transaktionsmöjligheter (Amram & Kulatilaka 1999:6). Således kan realoptionstankesätt användas för att proaktivt formge och planera strategiska investeringar (Amram & Kulatilaka 1999:6).

Per definition, en finansiell option ger dess innehavare rättigheten men förpliktigar inte att köpa eller sälja den underliggande tillgången på en fastslagen tidpunkt, t.ex. på förfallodagen (Tong & Reuer 2007:5). I motsvarighet har en realoption som sin underliggande tillgång det totala projektvärdet av förväntade operativa kassaflöden, dess inlösenpris (förverkligade pris) är den investering som behövs för att få dess underliggande tillgång, och tiden tills optionen förfaller är den period under vilken

beslutstagaren kan skjuta upp investeringen innan investeringsmöjligheten går ut (Tong & Reuer 2007:5). Formellt sett är realoptioner investeringsoptioner i reallgångar, i motsats till finansiella optioner, medan båda ger företaget rättigheten men förpliktigar inte en handling i framtiden (Tong & Reuer 2007:5).

3 REALOPTIONER OCH STRATEGISK LEDNING

Realoptionstillvägagångsätt, att värdera och göra beslut genom att ta i beaktande osäkerhet och tid tilltalar många och bygger på samma frågor som gäller företagsstrategi (Amram & Kulatilaka 1999:7). Realoptionstillvägagångssätt skapar ett sätt att särskilja sig från förfluten prestation för att den skiljer osäkerheten från framtida gynnsamma insatser (Amram & Kulatilaka 1999:7). Realoptionstillvägagångsättet expanderar ledningens strategiska alternativ så att ledningen kan identifiera och värdera avtalsmöjligheter på finansiella marknaden och produktmarknaden (Amram & Kulatilaka 1999:7–8). Dessutom skapar det två länkar mellan strategiska investeringar: på projektnivå och inom företagets strategiska vision (Amram & Kulatilaka 1999:8). Enligt Amram och Kulatilaka (1999:8) försöker realoptionstillvägagångssättet svara på frågorna: Hurudana värdeskapande möjligheter är unika för företaget? Vilken mängd och av hurudan typ måste risken vara för att skapa det planerade värdet? Vilka risker kan slopas? Om man ser på saken omvänt ger realoptionssynsättet ett ramverk i vilket man kan samla ihop projektets värde, risk och struktur för att hantera den risk som företaget utsätts för (Amram & Kulatilaka 1999:8). Då ser man dessutom hur osäkerhet berör värderingen på projektnivå (Amram & Kulatilaka 1999:8).

I allmänhet brukar företag påbörja forskning och utveckling för att strategiskt förbereda sig för investeringar som kan ge tillväxt vid gynnsamma marknadsvillkor (McGrath 1997; i Li et al. 2007:37). På liknande sätt brukar företag i allmänhet göra investeringar i förväg på nya främmande marknader för att få möjlighet att expandera i framtiden (Chang 1995; Kogut 1983; i Li et al. 2007:37).

När strategiska investeringar har substantiell förebyggande effekt kan de ge investerare strategiska fördelar som t.ex. sänkta kostnader och större marknadsandelar (Kulatilaka & Perotti 1998; i Li et al. 2007:39). Å andra sidan när investeringen ger en liten strategisk nytta kan den potentiella avkastningen vara mindre kopplad till investeringens kostnader (Li et al. 2007:39).

Ett fundamentalt problem i ämnet strategisk ledning har att göra med företagets strategiska beslut (Rumelt et al. 1994; i Tong & Reuer 2007:3). Ifall besluten innefattar interna investeringar eller externa utvecklingsaktiviteter har de generellt att göra med framtida initiativ under osäkerhet (Tong & Reuer 2007:3). Detta resulterar i att

osäkerheten har fått en uppmärksam roll i forskning kring strategi och det har funnits återkommande intresse i hur företag bättre kan hantera strategiskt beslutsfattande under osäkerhet (Tong & Reuer 2007:3).

Ursprungligen uppstod intresset för realoptioner i strategisk ledning i början av 1980-talet, när ledningsforskare först började uttrycka missnöje mot traditionella finansiella tekniker som t.ex. att nettonuvärdesmetoden (NNV) tillämpades för resursallokering och strategiskt beslutsfattande (Hayes & Garvin 1982; Tong & Reuer 2007:7). En syn som också delas av Myers (1984) och Kester (1984) är att NNV gör det svårt att betrakta uppföljande investeringsmöjligheter eller ledningens flexibilitet i deras beslut gällande marknads- och teknologisk osäkerhet, vilka är ofta inkluderade i investeringsprojekt (i Tong & Reuer 2007:7).

Kogut (1991; i Tong & Reuer 2007:8) har gett teoretiska argument och empiriska bevis om att gemensamma projekt (joint venture) ger företag realoptioner som möjliggör sekventiell tillväxt (expanding) inom osäkra marknader. Enligt Tong och Reuer (2007:8) ger investering i gemensamma projekt företag en möjlighet till att begränsa förluster till en början (begränsad förbindelse) och det ger också möjligheten att positionera för tillväxt (expanding), men enbart om framtida tillstånd visar sig vara gynnsamma. I linje med teorin fann Kogut (1991; i Tong & Reuer 2007:8) att när efterfrågan i gemensamma projekt ökar börjar företag att öka tillväxten genom att lösa in optionen genom att köpa upp dess delägare, men när efterfrågan i gemensamma projekt minskar fortsätter företag att hålla fast vid deras investeringar i gemensamma projekt.

Chi (2000) och McGuire (1996) har med formella modeller forskat under vilka omständigheter optionen att köpa upp eller sälja ett gemensamt projekt ger positivt ekonomiskt värde för delägare (i Tong & Reuer 2007:8). Dessutom har Chi (2000) och McGuire (1996) forskat kring förutsättningarna under vilka företag behåller rättigheterna till optionerna samt analyserat styrningsstrukturproblem, t.ex. allokering av eget kapital mellan delägare (i Tong & Reuer 2007:8). Reuer och Tong (2005, 2007) och Tong et al. (2008) har forskat i realoptioner i varierade inneslutna typer av gemensamma projekt och fann att gemensamma projekt ökar värdet av tillväxtoptionen i företag (i Tong & Reuer 2007:7). Folta (1998; i Tong & Reuer 2007:8) har studerat företagets beslutstagande när det gäller gemensamma projekt gentemot företagsförvärv genom att se dessa projekt som optioner att skjuta upp och som optioner med sekventiella resursåtaganden, och fann att

företag mer sannolikt investerar i gemensamma projekt än i företagsförvärv när osäkerheten är hög.

Folta och Miller (2002) har forskat vidare kring Koguts (1991) forskning i lösenbeslut (i Tong & Reuer 2007:8). Dessutom forskade de vidare på investeringar i minoritetsintressen (i Tong & Reuer 2007:8). Miller och Folta (2002), Folta och O'Brien (2004) och Folta et al. (2006) fortsatte på det som Folta (1998) hade fokuserat på då han forskade i optionen att skjuta upp och undersökte företagets inträde på marknaden och presenterade resultat som stämde överens med realoptionsteorin (i Tong & Reuer 2007:8). Enligt Tong och Reuer (2007:8) har den kollektiva mängden av empiriska bevis börjat utvecklas mot en realoptionsteori om företagets styrning och inträde på marknaden. Enligt Tong och Reuer (2007:8) har detta resulterat i följande befintliga teorier: Företagens inträde på marknaden avviker i sina egenskaper (attribut) och svarar på osäkerheten på olika sätt. Vidare enligt Tong och Reuer (2007:8) varierar företagets inbäddade optioner, vilket leder till att företag använder optionerna skilt från varandra för att bättre kunna strukturera deras investeringar.

Vid ungefär samma tid som Koguts (1991; i Tong & Reuer 2007:8–9) arbete utfördes, arbetade Bowman och Hurry (1987; i Tong & Reuer 2007:8–9; 1993:760–782) med ett optionsteoribaserat synsätt i strategisk ledning. Bowman och Hurry (1993:760) har föreslagit att optionerna ska ses som en strategi för erfarenhetsbaserade tekniker som kan användas för problemlösning samt inläring och upptäckt av optioner; detta för att få möjlighet att förstå sekventiella resursåtaganden vid osäkerhet. Bowman och Hurry (1993:760, egen översättning) påpekar att optionerna ”erbjuder en ekonomisk logik för beteendeprocessen av en inkrementell resursinvestering”. McGrath (1997; i Tong & Reuer 2007:9) utvidgade teknologioptionernas realoptionslogik genom att föreslå att företag kan göra investeringar i förväg för att påverka osäkerheten till investerarens fördel. McGrath (1999; i Tong & Reuer 2007:9) utvecklade i en senare artikel inblicken att initiativ tagna av entreprenörer kan ses som realoptioner och föreslog att de skulle ledas enligt realoptionsresonemang. Kogut och Kulatilaka (1994b, 2001, 2003; i Tong & Reuer 2007:9) siktade på att integrera i realoptionslitteraturen att realoptionsteorin erbjuder ett möjligt ramverk för erfarenhetsbaserat problemlösningssätt; inläring och upptäckt i vilket man ser förmågorna som genererande plattformar för att bemöta framtida osäkra möjligheter.

Under förutsättningen att strategivetenskap har intresse för att försöka förstå företagens aktuella beteende är det inte överraskande att jämfört med realoptionsforskning inom finansiering och ekonomi har forskning i strategi gett mera uppmärksamhet åt de problem som framkommer då realoptioner implementeras (Rumelt et al. 1994; i Tong & Reuer 2007:9). Den principiella realoptionsteorin kan användas för att evaluera resurser och strategiska investeringar som inte kan handlas publikt (Kogut & Kulatilaka 2004; i Tong & Reuer 2007:9). Det har redan länge framkommit varierade utmaningar kring både värdering och implementering (t.ex. skapande, underhåll och inlösen) av realoptioner inom företag (Mason & Merton 1985; i Tong & Reuer 2007:9). Kogut (1985; i Tong & Reuer 2007:9) betonade svårigheterna som ledarna kan ha att känna igen värdefulla optioner inbäddade i företagets investeringar, ett synsätt som också delas av Bowman och Hurry (1993:775–777). Kogut (1989; i Tong & Reuer 2007:9) och Kogut och Kulatilaka (1994a, 1994b; i Tong & Reuer 2007:9) nämner dessutom att bara för att ett företag känner igen inbäddade optioner innebär det inte att det har lednings- och organisationssystem som stöder deras implementering. Ledarna använder kanske inte korrekt information för att värdera realoptioner, alternativt evaluerar de dem inkorrekt på grund av brist på befogenheter (Bowman & Moskowitz 2001; Miller & Shapira 2004; i Tong & Reuer 2007:9). Slutligen kan lednings- och organisationsfaktorer förändra sättet att välja och underhålla optioner eller inlösenbesluten: ledarna kan vara benägna till ett ökat åtagande (förpliktelse), de kanske inte följer optimala inlösenpolicyn på grund av problem som skapas av belöning, ytterligare kan de ha svårt att följa de komplexa drag som skapas i inlösenfasen på grund av begränsad rationalitet (Kogut 1991; Garud et al. 1998; McGrath 1999; Coff & Laverty 2001; Adner & Levinthal 2004; i Tong & Reuer 2007:9).

3.1 Betydelsen av realoptioner för strategisk ledning

Enligt Tong och Reuer (2007:10) erbjuder realoptionsteorin en mängd analytiska generella strategier och metoder för att behandla osäkerheten gällande strategiska beslut. Rumelt et al. (1994:26; i Tong & Reuer 2007:10) har identifierat osäkerheten hos de fem vanligaste faktorerna inom forskningen som avvek från det neoklassiska företagets teori och som har hjälpt till att skapa ämnet strategisk ledning. Givet rollen av osäkerheten i strategiska beslut föreslår Tong och Reuer (2007:10) att en ökad betydelse av

realoptionsteorin för strategisk ledning kan förklaras med åtminstone tre faktorer, vilka också tydliggör varför realoptionsteorin är unik.

Första faktorn enligt Tong och Reuer (2007:10) är att realoptionsteorin kräver studier och forskning i ämnet för att kunna användas med vishet. Enligt Tong och Reuer (2007:10) erbjuder den då unika prognosmöjligheter för företagets beslutstagande vid många typer av strategiska val under osäkerhet. Tong och Reuer (2007:10) nämner tre exempel.

Exempel 1 enligt Tong och Reuer (2007:10): Realoptionssynsättet utmanar de traditionella perspektiven i kontinuerliga gemensamma projekt där långsiktighet och stabilitet har varit nycklarna för framgång. Enligt Tong och Reuer (2007:10) kan företag utifrån realoptionsteorin nå framgång genom att gemensamma projekt avslutas och skjuts upp.

Exempel 2 enligt Tong och Reuer (2007:10): Direkta investeringar från utlandet har länge övervägts som en lösning på substantiella transaktionskostnader vilka ingår vid utbyte av teknologi och tillgångar. Enligt Tong och Reuer (2007:10) betonar realoptionsteorin uppnåendet av resultat genom företagets dynamiska effektivitetsökning, riskreducering och förmåga att ta tillvara möjligheten att agera vid värdekedjans aktivitetsförändringar som motrespons till osäkerhet.

Exempel 3 enligt Tong och Reuer (2007:10): Generellt sett ger realoptionsteorin nya regler för resursinvesteringar genom att föreslå att realoptioner flyttar investeringströskeln bort från $NNV = 0$ -kriteriet. Den insikt som realoptionsanalysen ger kan enligt Tong och Reuer (2007:10–11) konkretiseras enligt följande: ett företag kan sänka investeringströskeln och besluta sig för att investera även om NNV är negativt, om optionerna är gynnsamma. Enligt Tong och Reuer (2007:10–11) kan ett företag som kontrast höja investeringströskeln och besluta sig för att inte investera även om NNV är positivt och optionen att skjuta upp är tillräckligt värdefull, samt att kostnaden för investeringsmöjligheten är betydelsefull.

Andra faktorn enligt Tong och Reuer (2007:11) är att realoptionsteorin förutsätter på ett unikt sätt en asymmetrisk avkastningsstruktur (nytta) för investeringar som genom inbäddade optioner möjliggör realiserade realoptioner och således minskar negativa risker och öppnar möjligheter för företag. Enligt Tong och Reuer (2007:11) är asymmetriska prestandautkomster beroende av de beslutsrättigheter som optionerna

skapar, t.ex. rätten att välja enbart gynnsamma utkomster i framtiden. Bowman och Hurry (1993: 771–774) och Hull (2018:356) påpekar att i motsats till andra teorier, ju högre osäkerhet, desto högre blir den potentiella avkastningen för optionsinnehavaren, under förutsättning att investeringen och förlusterna är begränsade. Vidare enligt Bowman och Hurry (1993: 771–774) och Hull (2018:356) innebär det att osäkerheten ökar de risker som är förknippade med investeringen. Enligt Tong och Reuer (2007:11) är en annan aspekt som understryks i realoptionsteorin är att bevarandet av flexibilitet under osäkerhet har ett optionsvärde och värdet kan stå för en stor andel i många investeringar. Enligt Tong och Reuer (2007:11) föreslår både realoptionsteorin och empiriska resultat att optionsvärden varierar enligt företag och branscher. Enligt Kester (1984) och Tong och Reuer (2006) är det därmed ur ledningens strategiska synvinkel viktigt att veta vilken heterogenitet som finns och hur optionsvärdet påverkar företagets strategiska val och resursallokeringspolicy (i Tong & Reuer 2007:11).

Tredje faktorn enligt Tong och Reuer (2007:11) är att realoptionsteorin förklarar företagets resursallokeringsprocesser i strategiska beslut. Enligt Tong och Reuer (2007:11) har man inom ämnet strategisk planering länge medfört oro angående möjligheter, inkrementell resursallokering och sekventiell ledningsinformation samt osäkerhet, vilka alla är centrala för företagets strategi. Enligt Tong och Reuer (2007:11) kan realoptionsteorin hjälpa till att förbättra det strategiska beslutsfattandet genom att inkludera finansiell disciplin i kvalitativa strategiska planeringsverktyg. Dessutom enligt Trigeorgis (1996) och Amram och Kulatilaka (1999) kan realoptionsteorin inkludera strategiska insikter i traditionella kapitalbudgeteringsmodeller, vilka inte explicit hanterar det möjliga värdet som fås av flexibilitet eller ledningens misstro (i Tong & Reuer 2007:11).

4 OPTIONSBEVLUTEN

Huvudsakligen används i investeringsbesluten realoptionerna: optionen att skjuta upp, avyttra, byta samt optionen för tillväxt (Li et al. 2007:35).

Företag gör kapitalinvesteringar för att skapa och dra nytta av lönsamma möjligheter (Li et al. 2007:35). Dessa möjligheter kan kallas realoptioner – rättigheter som inte förpliktigar till en handling i framtiden (Li et al. 2007:35). På detta sätt är realoptioner liknande som finansiella optioner (Li et al. 2007:35). En enkel finansiell option ger dess innehavare eller ägare en icke förpliktigande rättighet att köpa eller sälja en fastslagen mängd av underliggande tillgångar till ett fastslaget pris, t.ex. inlösenpris, till ett i förväg fastslaget förfallodag (Li et al. 2007:35). En realoption ger företaget en rättighet, men förpliktigar inte, till en viss handling i framtiden (Li et al. 2007:35). Optionen är ”real” eftersom underliggande tillgångar vanligtvis är fysiska och humana tillgångar inte finansiella värdepapper (Li et al. 2007:35). Enligt Merton (1998:339):

The future is uncertain (if it were not, there would be no need to create options because we know now we will do later) and in a uncertain environment, having the flexibility to decide what to do after some of that uncertainty is resolved definitely has value.

Trots att termen realoption ofta används i finansiell ekonomi och ledning är en nyckelegenskap att realoptionen skapar ekonomiskt värde genom att generera framtida beslutsrättigheter (McGrath et al. 2004; i Li et al. 2007:35). Mera exakt ger den ledningen flexibilitet att agera utifrån ny information så att ekonomiska fördelar tillvaratas trots att nackdelarna kvarstår (Trigeorgis 1996; i Li et al. 2007:35). Kapitalinvesteringar baserar i princip på realoptioner (Dixit & Pindyck 1995; i Li et al. 2007:35). Enligt traditionell investeringsteori borde investeringar göras då investeringsmöjlighetens enkla NNV är lika med eller större än noll eller inte alls (Li et al. 2007:35). Med ett sådant förhållningssätt missar man att ledningen kan adaptera och revidera strategierna som svar på oväntade förändringar på marknaden eller i tekniken i det förväntade kassaflödet (Li et al. 2007:35). De traditionella kapitalinvesteringstillvägagångssätten ignorerar således möjligheten att kapitalinvesteringar kan ske vid andra tidpunkter (Li et al. 2007:35).

4.1 Optionen att skjuta upp (optionen att vänta)

Realoptionsteori ger en teoretisk grund till varför företag inte förmår investera utifrån den traditionella kapitalinvesterings teorin (Li et al. 2007:35). I en osäker värld, där investeringar helt enkelt inte kan dras tillbaka, kan en realoption vara ekonomiskt mer värdefull än direktinvestering eller direkt engagemang då denna option erbjuder ledningen strategisk flexibilitet genom att skjuta upp investeringen tills mera information finns tillgänglig (Li et al. 2007:35–36). Företaget kan besluta att investera när marknadsvillkoren är gynnsamma eller att dra sig undan om de är ogynnsamma (Li et al. 2007:36). Om företaget å andra sidan väljer att investera genast avstår de från optionen att investera i framtiden när det finns mer information (Li et al. 2007:36). Realoptionen att investera borde således inte lösas in genast när den är ekonomiskt gynnsam ("in-the-money"), trots att NNV har ett positivt värde (Li et al. 2007:36). Istället måste också nuvärdet av kassaflödet överstiga kostnaderna för att hålla investeringsoptionen öppen (Dixit 1989; McDonald & Siegel 1986; i Li et al. 2007:36). När exogen osäkerhet ökar medför det att värdet på optionen att skjuta upp stiger, medan när tiden löper minskar exogena osäkerheten, därför är det enligt realoptionsteorin en strategisk följd att höjd exogen osäkerhet reducerar investeringar i optionen att skjuta upp (Li et al. 2007:36). Riktiga investeringar har oftast flera nivåer och innefattar inte bara optionen att skjuta upp utan också framtida möjligheter baserade på optionen för tillväxt och optionen att avyttra när investeringen inletts (Li et al. 2007:36). Att välja den kostnadsfria möjligheten att skjuta upp utesluter framtida tillväxtsoptionen medan ett fullt irreversibelt val eliminerar säljoptionen som skapas av optionen att avyttra (Dixit & Pindyck 2000; i Li et al. 2007:36).

4.2 Optionen att avyttra och byta

Den enkla NNV-regeln i företagsfinansiering möjliggör inget tillfälle att avyttra ett investeringsprojekt eller att byta marknadsvillkoren om dessa blir ogynnsammare än förväntat (Li et al. 2007:36). När ett företag anskaffar en tillgång som senare kan återsäljas eller alternativt användas skaffar företaget en säljoption med andra ord möjligheten att avyttra eller byta om de framtida förutsättningarna skulle vara alltför negativa (Li et al. 2007:36–37). När man jämför med den vanliga finansiella analysen av restvärdet, föreslår realoptionsteorin att säljoptionens strategiska värde (genom att avyttra

eller byta) ökar med restvärdet och framtida osäkerhet (Berger et al. 1996; Myers & Majd 1990; i Li et al. 2007:37). Denna positiva effekt av avyttrande eller byte är viktig vid investeringsbesluten som berör flera nivåer (Chi & Nystrom 1995; Schwartz 2003; i Li et al. 2007:37). Under förutsättning att avyttrandet sker innan projektet blir klart sparas en del av den totala investeringskostnaden. Den förväntade kostnaden under implementeringsfasen måste vara lägre än den totala investeringskostnaden om det existerar en gynnsam möjlighet att projektet kan avyttras innan den blir klart (Li et al. 2007:37). För optionen att avyttra i ogynnsamma marknadssituationer är tröskelvärdet för ett optimalt beslut generellt mindre än de totala inkrementella kostnaderna (Li et al. 2007:37). När investeringar helt kan återhämtas eller omplaceras utan kostnader (om marknadsvillkoren skulle bli värre än antaget) kan företaget fritt välja att investera eller avstå eftersom den ekonomiska förlusten är helt begränsad (Li et al. 2007:37). Eftersom reala tillgångar är typiskt företagsspecifika eller branschspecifika eller utsatta för marknadens ofullkomligheter kan reala tillgångar dock inte återtas till en viss grad (Dixit & Pindyck 1994; Rivoli & Salorio 1996; i Li et al. 2007:37). När oåterkalleligheten ökar minskar det utgångsvärdet och således minskar värdet på optionen att avyttra (Li et al. 2007:37).

4.3 Tillväxtoptionen (optionen att expandera)

Realinvesteringar sker ofta inte enbart för att öka det omedelbara kassaflödet utan också (möjligen primärt) för att öka det ekonomiska värdet av påföljande investeringsmöjligheter (Li et al. 2007:37). Sådana investeringsmöjligheter i framtiden kallas tillväxtoptioner (Kester 1984; Pindyck 1988; Trigeorgis 1988; i Li et al. 2007:37). Enligt McGrath (1997; i Li et al. 2007:37) påbörjar företag investeringar i forskning och utveckling för att positionera sig mera strategiskt i förhållande till det ekonomiska värde som skapas av kommersialism (när marknadsvillkoren blir gynnsamma). Chang (1995) och Kogut (1983) nämner att företag gör ofta investeringar för att etablera sig på nya utländska marknader (i Li et al. 2007:37). Sådana tillväxtorienterade investeringar kan verka oekonomiska när man ser på dem i en isolerad omgivning men kan möjliggöra framtida tillväxtpotentialer (Li et al. 2007:37). Flerfasiga projekt är prototypiska investeringsfall som innefattar tillväxtoptioner (Li et al. 2007:38). Flerfasiga investeringsmöjligheter kan betecknas som enkla köpoptioner (Li et al. 2007:38). En flerfasig investeringsmöjlighet kan t.ex. vara att i första fasen betala kostnaderna för

forskning och utveckling och därefter i andra fasen betala kostnaderna för kommersialisering (McGrath 1997; i Li et al. 2007:38). Sådana flerfasiga investeringsmöjligheter kan också betecknas som sammansatta optioner (Li et al. 2007:38). Att t.ex. påbörja forskning och utveckling för att utveckla teknologin kan ses som att lösa ut den ursprungliga optionen att investera, vilket i sin tur kan skapa andra realoptioner, som optionen att kommersialisera eller optionen att avyttra eller byta (Li et al. 2007:38). Angående investeringsbesluten är fördelen genom att se tillväxtoptionerna som enkla köpoptioner vid investeringsbeslut, att det är vanligare att enkla optioner analyseras medan konceptualisering av investeringsmöjligheter med flera faser, som t.ex. sammansatta optioner, har unik nytta av optionerna att avyttra och byta, vilka är viktiga i flerfasiga projekt (Schwartz 2003; i Li et al. 2007:38). Tillväxtoptioner kan anses vara s.k. sammansatta optioner (García & Heikkilä 2003:350).

4.4 Flerfasiga optionen

Tillväxtoptioner kan i vissa fall ses som flerfasiga optioner. I regel kan projektets kostnader delas in i delar eller perioder så att de framkommer i flera faser (García & Heikkilä 2003:350). Informationens tillgänglighet kan påverka optionsbesluten eller öka eller minska framtida kostnader (García & Heikkilä 2003:351). T.ex. i tillväxtoptioner kan varje fas ses som köpoption i nästa, vilket formar en mängd påföljande köpoptioner, en sammansatt option (García & Heikkilä 2003:350).

4.5 Avtalsoptionen

Som motsats till tillväxtoptionen (optionen att expandera) består avtalsoptionen av möjligheten att minska kapaciteten eller verksamhetsnivåer om marknadsvillkoren blir ogynnsamma eller sämre än förväntat (García & Heikkilä 2003:351). Således skulle den spara en del av investeringskostnaden eller anskaffningsutgiften (García & Heikkilä 2003:351). Den flexibilitet som minskar förlusterna kan värderas som en säljoption (García & Heikkilä 2003:351).

4.6 Optionen att lägga ned eller öka produktionen

Traditionell budgeteringsanalys utgår från att projektet pågår i varje period inom dess ekonomiska livslängd men reellt sett behöver projektet inte vara aktivt i varje period (García & Heikkilä 2003:351). När intäkterna inte räcker till för att täcka rörliga kostnader inom den aktuella perioden kan produktionen tillfälligt upphöra (García & Heikkilä 2003:351). Om marknadssituationen blir gynnsam och kassaflödena ökar tillräckligt kan verksamheten startas upp igen (García & Heikkilä 2003:351). Optionen att lägga ner eller öka produktionen kan värderas som en köpoption (García & Heikkilä 2003:351).

4.7 Optionen att ändra input eller output

Ju bredare den alternativa inputen är desto större värde ger optionen att ändra input eller output (García & Heikkilä 2003:351). Teknologi som ger processflexibilitet möjliggör maximering av positiva kassaflöden genom att ändra (modifiera) output och minimerar kostnaderna genom att ändra input enligt marknadssituationen. Företaget bör vara villigt att investera i en sådan teknologi för att uppnå flexibilitet men det kan också nås genom att uppehålla relationerna med olika leverantörer genom att input och output ändras enligt prisvariationen (García & Heikkilä 2003:351). Denna typ av option kan värderas som en sammansatt köpoption med olika input och output som maximerar intäkterna och minimerar kostnaderna (García & Heikkilä 2003:351).

4.8 Optionsinteraktioner

Investeringsprojektens ekonomiska värde ökar inte alltid genom att introducera additionella optioner; det inkrementella värdet av varje adderad option är inte ofta ekvivalent med dess ekonomiska värde (Trigeorgis 1993; i Li et al. 2007:38–39).

Det inkrementella bidraget av en additionell option till projektvärdet kan inverka dämpande när det gäller en substitutoption eller en komplementär option (Kulatilaka 1995; i Li et al. 2007:39). Enligt Li et al. (2007:39) är optionen att skjuta upp och optionen att tillfälligt lägga ner substitutoptioner. Dessutom enligt Bowman & Hurry (1993:764–765) kan det existera s.k. skuggoptioner när informationen är dold. Vidare enligt

(Bowman & Hurry 1993:764–765) då tillgången tas i bruk sker det interaktion efter vilket skuggoptionen realiseras till en realoption. På så sätt kan en skuggoption också anses vara en inbäddad option i investeringsmöjligheten.

Optionen att tillfälligt lägga ner minskar framtida kassaflöden och således minskar den värdet på optionen att skjuta upp (Li et al. 2007:39). Å andra sidan möjliggör optionen att tillfälligt lägga ner för företaget att begränsa ekonomiska förluster under förlustperioder, medan det ger företaget fördelen att kunna starta upp när förutsättningarna är bättre (Li et al. 2007:39).

Trots att värdet av optionen att inte investera ökar med stigande osäkerhet, kan värdet av tillväxtoptionen stiga ännu mer (Li et al. 2007:39). Av detta kan man dra slutsatsen att med stigande osäkerhet stiger optionsvärdet av optioner som baserar på tillväxt, vilket innebär att investeringar med större risk i vissa fall möjligen ger en större avkastning (Li et al. 2007:39).

En ökad volatilitet ökar värdet på optionen att inte investera och således höjs tröskeln att investera i en tillväxtoption (Li et al. 2007:39). Förluster är begränsade till ursprunglig investering medan de ekonomiska fördelarna kan öka genom strategiska handlingar (Li et al. 2007:39). Vid extremt hög osäkerhet kan en fortsatt ökning av osäkerhetsnivån gynna strategiska investeringar (Li et al. 2007:39). Lin och Kulatilaka (2007; i Li et al. 2007:39) föreslår därför en icke-monoton osäkerhetseffekt på investeringen vid strategisk tillväxt. Lin och Kulatilaka (2007; i Tong & Reuer 2007:40) har genom att simulera kommit fram till att vid en hög osäkerhetsnivå dominerar strategiska tillväxtoptioner istället för optionen att skjuta upp, vilket har medfört en sänkt investeringströskel.

Dessa teoretiska förutsägelser gällande relationen mellan osäkerhet och investering har attraherat flera ledningsstudier (Li et al. 2007:39). Realoptionsteorin förutspår en negativ interaktion mellan optionen att investera och påföljande optionen att avyttra (Li et al. 2007:40). Bruket av optionen att avyttra hindrar framtida kassaflöden och därmed reduceras det ekonomiska värdet av optionen att skjuta upp (Li et al. 2007:40). Företaget som värdesätter optionen att avyttra eller byta har större tendens att investera än företaget som vid osäkerhet gör bruk av optionen att skjuta upp (Li et al. 2007:40). Eftersom oåterkalleligheten minskar värdet på optionen att skjuta upp, förstärks sannolikt effekten av osäkerheten (Li et al. 2007:40).

4.9 Optionsportföljer

Enligt Bowman & Hurry (1993:770–771) har företag vanligtvis många projekt och företagets strategiska beslut kan uppfattas som en bunt av realoptioner. Enligt Merton (1973; Li et al. 2007:40–41) som föreslagit att det är ekonomiskt mer värdefullt att ha en portfölj av optioner än att ha en option på en portfölj och anta att optionen skulle ha identiska villkor och kopplingar till samma underliggande tillgång. Enligt Li et al. (2007:40–41) får ett företag vanligtvis större strategisk flexibilitet (t.ex. möjlighet till vinstmaximering eller förlustminimering) genom att ha separata optioner. Enligt Li et al. (2007:41) är det därför viktigt att allokera lämpliga och tillräckliga resurser för att hantera en portfölj av realoptioner i företaget. MacMillan och McGrath (2002; i Li et al. 2007:41) nämner hur man kan förvalta företagets forskning och utveckling-projektportfölj som en portfölj av optioner. MacMillan och McGrath (2002; i Li et al. 2007:41) påpekar att företaget kan rikta sin strategi enligt tillgängliga resurser genom att gruppera forskning och utvecklingsprojekt i kategorier beroende på dess natur och grad av osäkerhet.

McGrath och Nerkar (2004; i Li et al. 2007:41) har undersökt portföljens effekt på patenteringstendens och de menar att på grund av minskning i avkastning för varje adderad option och för behovet att skapa och inlösa existerande optioner är det mindre sannolikt att de företag som redan har en portfölj med öppna optioner skapar nya optionsportföljer.

4.10 Konkurrens och investering

Vid ett tilltänkt investeringsbeslut engagerar sig ett företag i ett spel inte enbart mot naturen (t.ex. exogen inverkan av omgivningens osäkerhet), utan också mot konkurrenter (Li et al. 2007:41). Enligt Li et al. (2007:41) komplicerar konkurrensen investeringsbesluten. Enligt Kester (1984) och Smit och Ankum (1993) överväger ett företag i konkurrens sin marknadsposition, branschstruktur, konkurrensdynamik och de realoptioner som inkluderas i beslutsfattandet (i Li et al. 2007:41). Smit och Trigeorgis (2004, 1996; i Li et al. 2007:41) har kommit fram till att företag gör en avvägning mellan flexibiliteten och vikten av det värde som fås av att handlingarna görs tidigt. Smit och Ankum (1993; i Li et al. 2007:41–42) påpekar att medan det vanligtvis är mer gynnsamt under osäkerhet att skjuta upp så kan uppskjutandet vid konkurrens medföra en förlust i

det förväntade projektvärdet eftersom förväntat intrång ökar med projektvärdet. I ett monopol har det dominerande företaget investeringsmöjligheter som inte är tillgängliga för konkurrenter och lider därför inte av förluster av att skjuta upp. Därför finns det enligt Li et al. (2007:42) större tendens att skjuta upp i en monopolställning än vid perfekt konkurrens, förutom om projektet har högt förväntat NNV. Enligt Li et al. (2007:42) kan företag bara koordinera under oligopol. De tenderar att skjuta upp projekt som har lågt NNV och osäker marknadsefterfrågan (Li et al. 2007:42). Vid ett antagande om ett investeringsprojekt med två faser måste företaget besluta om och när man ska göra investeringar i första och andra fasen (Li et al. 2007:42). Bortsett från optionen att skjuta upp kan man skapa tillväxtoptioner genom uppskattade investeringar (Kogut & Kulatilaka 1994a; i Li et al. 2007:42). Enligt Li et al. (2007:42) kan första fasens investering i en sekventiell investeringsprocess skapa en tillväxtoption medan andra fasen kan innebära inlösande av tillväxtoptioner.

Vad gäller andra fasens investeringar eller inlösen av tillväxtoptioner uppger Kester (1984; i Li et al. 2007:42) att ett företag tenderar att lösa in sin tillväxtoption tidigt om konkurrensen inom branschen är intensiv eller om tillväxtoptionen är delad mellan konkurrenterna. Ett punktligt åtagande före ett annat kan minska inträdet av konkurrenter eller minska projektvärdet (Li et al. 2007:42). Ett företag kan skjuta upp investeringen i en tillväxtoption utan förlust i projektvärdet tills kompletterande information finns tillgänglig (Li et al. 2007:42). Guiso och Parigi (1999; i Li et al. 2007:42) uppger att osäkerhet troligen har större avskräckande effekt på investeringsmotivationen när företag har större makt, innehar ägandoptioner eller har mindre intensiv konkurrens. Folta och Miller (2002; i Li et al. 2007:42) har funnit empiriskt att medan ett större antal aktieägare allmänt har en negativ effekt på anskaffning av ytterligare aktiekapital (eget kapital), finns det också en positiv interaktionseffekt mellan antalet aktieägare och osäkerheten att anskaffa mera aktiekapital. Detta tyder på att mindre mängd äganderättsoptioner inlöses i snabbare takt då högre osäkerhet gäller (Li et al. 2007:42). Enligt Smit och Trigeorgis (2004; i Li et al. 2007:42) är investeringsbesluten i första fasens investeringar beroende av företagets marknadsposition och konkurrensdynamikens natur m.m. Kulatilaka och Perotti (1998; i Li et al. 2007:42) har kommit fram till att när förköp är möjliga i andra fasen och strategiska fördelar kan skapas och underhållas ökar drivkraften att inlösa första fasens optioner oberoende av osäkerheten. Även om det resulterar i en strategisk fördel kan dock en tidig investering sår konkurrenterna som kan välja att reagera aggressivt,

vilket kan leda till priskrig (Li et al. 2007:42). I så fall har företaget mer nytta av att inte investera (Li et al. 2007:42–43). Vidare har Smit och Trigeorgis (2004; i Li et al. 2007:43) kommit fram till att på liknande sätt om företaget inte kan göra uteslutande förköp och således få rättigheter och skapa tillväxtoptioner och om konkurrenterna skulle reagera aggressivt borde företaget under första fasen använda sig av en strategi där man väntar på framtida investeringsmöjligheter. Genom att skjuta upp investeringar i första fasen förhindrar företaget konkurrenterna att växa på dennes kostnad (Li et al. 2007:43). Smit och Trigeorgis (2004; i Li et al. 2007:43) har kommit fram till att när investering i första fasen skulle vara gynnsam för företaget och dess konkurrenter i senare faser, men konkurrenterna skulle svara med en motsvarande handling kan företaget tillägna sig en strategi som är harmlös när den gör investeringen.

McGrath och Nerkar (2004; i Li et al. 2007:43) påstår att konkurrensmässigt inträde till ett visst område inte enbart är en ekonomiskt lockande signal utan också gör den underliggande teknologin mera ekonomiskt värdefull genom att öka investeringens totala kunskap och minska osäkerheten. McGrath och Nerkar (2004; i Li et al. 2007:43) har observerat en positiv effekt på ett konkurrensmässigt inträde till ett nytt tekniskt område och tendensen att skapa nya patent. Li et al. (2007:43) sammanfattar att ett integrerat realoptions- och spelteoretiskt perspektiv innebär att det ekonomiska värdet på strategiska tillväxtoptioner inte enbart beror på den potentiella tillväxten inom branschen utan också på tillväxtoptionernas äganderätt och de gynnsamma strategiernas uthållighet. Enligt Li et al. (2007:43) när ett företag kan behålla en äganderättslig tillväxtoption eller göra förköp för att nå strategiskt inträde genom första fasens investering tenderar företag att välja att investera tidigare även om avkastningen är osäker. Vidare enligt Li et al. (2007:43) minskar effekterna av osäkerheten på investeringsdrivkraften vid användandet av strategiska tillväxtoptioner. Li et al. (2007:43) anser den förväntade aggressiva konkurrensmässiga responsen ökar sannolikheten för en strategi där man väntar inför framtida möjligheter, vilket är mera gynnsamt inom projekt med osäker avkastning.

4.11 Risk och osäkerhet

Enligt Li et al. (2007:57) har man inte kommit till enighet gällande det empiriska måttet på osäkerhet. I realoptionsteorin innebär osäkerhet risker med andra ord t.ex. framtida osäkra kassaflöden innebär risker (Luehrman 1998:4–13; García & Heikkilä 2003:352–

353). Enligt García och Heikkilä (2003:352–353) i realoptionsanalys kan standardavvikelsen vara ett mått på risk av osäkra framtida kassaflödesrörelser (volatiliteten). Vidare en risk är känd och kan kvantitativt beräknas medan i osäkerheten ingår information som är svår att mäta. Med att försöka mäta all tillgänglig osäker information utöver att enbart mäta känd information kan ge ett beskrivande och avslöjande mått på osäkerhet som innebär risker.

Enligt Pindyck (1993) och Weitzman et al. (1981) kan osäkerheten i förhandlingarna vara exogen eller endogen (i Li et al. 2007:43). Enligt Li et al. (2007:43) minskar exogen osäkerhet av sig själv med tiden, medan endogen osäkerhet minskar genom strategiska investeringar. Enligt Sanchez (1993) och Sanchez och Mahoney (1996) kan ledningen göra ett beslut att investera med avsikten att minska den endogena osäkerheten och gynna dess omgivning (i Li et al. 2007:43). Medan båda typerna av osäkerhet ökar realoptionernas ekonomiska värde, skapar de motsatt press på investeringsbesluten (Li et al. 2007:43–44). Exogen osäkerhet medför en väntan på att osäkerheten ska avta innan en investering görs (Li et al. 2007:43–44). Enligt Weitzman et al. (1981; i Li et al. 2007:44) tyder endogen osäkerhet på möjligheter för inläring och kan i sig uppmuntra till investeringar. Roberts och Weitzman (1981; i Li et al. 2007:44) visar att det kan vara lönsamt att investera i tidiga projektfaser även om projektets förväntade NNV är negativt. Detta gäller i sekventiella investeringar där investeringsprocessen minskar både den förväntade kostnaden av att slutföra projektet, kostnadsvariansen samt stoppande av projektet halvvägs (Li et al. 2007:44). Smit och Trigeorgis (2004; i Li et al. 2007:44) har visat att ökad kunskap generellt sätter igång investeringar i tidigare skede och minskar framtida produktionskostnader, vilket minskar värdet på optionen att skjuta upp.

Vidare Pindyck (1993; i Li et al. 2007:44) nämner detaljerat följderna för investeringsprojekt med två typer av kostnadsosäkerheter i långvariga projekt. Enligt Pindyck (1993; i Li et al. 2007:44) är den första (endogena) kostnadsosäkerheten teknisk kostnadsosäkerhet t.ex. kring svårigheter att slutföra ett projekt samt hur mycket tid, möda och material det krävs för att genomföra projektet. Enligt Pindyck (1993; i Li et al. 2007:44) är denna osäkerhet endogen och löser sig endast när projektet framskrider, men kan i stort sett breddas (diversifieras, decentraliseras). Enligt Pindyck (1993; i Li et al. 2007:44) är den andra (exogena) kostnadsosäkerheten inputkostnadsosäkerhet t.ex. osäkerheten kring implementeringskostnaderna och lagar som påverkar dessa. Denna

osäkerhet är exogen för företaget och kan i stort sett inte breddas (diversifieras, decentraliseras) (Pindyck 1993; i Li et al. 2007:44).

Vidare Pindyck (1993; i Li et al. 2007:44) har visat att både teknisk osäkerhet och kostnadsosäkerhet som baserar sig på input ökar investeringsmöjlighetens värde. Dessa påverkar dock investeringsbesluten på olika sätt, då teknisk osäkerhet gör investeringen mer attraktiv; investeringen avslöjar information om kostnader och denna information fås enbart då investeringen ska ske medan osäkerhet kring inputkostnader inte uppmuntrar att investera för att inputkostnaderna varierar oberoende av om investering sker eller om optionen att skjuta upp investeringen skapar ökat värde (Li et al. 2007:44).

McGrath (1997; i Li et al. 2007:44) påpekar att varje företag har sin osäkerhetsprofil i teknologiutveckling och kommersialisering, och att företag kan göra förstärkande förinvesteringar som påverkar osäkerheten och ökar det ekonomiska värdet eller lämpligheten av teknologioptioner. Enligt Trigeorgis och Reuer (2017:57) betonar realoptionsteorin att företag borde vara flexibla och anpassa deras planer för framtida möjligheter när osäkerheten och flertydigheten är hög. Detta möjliggörs så att företag strategiskt inte låter vinstminskande osäkerhet realiseras när investeringsbesluten görs trots att större osäkerhet kan tyda på att investeringens lönsamhet är hög på grund av möjligheten till högre avkastning.

4.12 Beslutet att lämna marknaden och ekonomisk hysteresis

Enligt Li et al. (2007:44) har realoptionsteorin strategiska följder inte enbart för investeringsbesluten utan också för desinvesteringsbesluten. Enligt Li et al. (2007:44) att hålla optionerna öppna under osäkerhet lämpar sig för både investering och beslutet att lämna marknaden. I den traditionella investeringsteorin betar sig ett företag irrationellt om det inte lämnar marknaden då NNV blir negativt (Li et al. 2007:44–45). Enligt realoptionsteorin om man inte tar i beaktande psykologiska faktorer, som att skjuta upp beslutet eller att lämna beslutet kan det vara en rationell reaktion om investeringen inte kan återtas och om den är osäker (Li et al. 2007:45). Enligt Li et al. (2007:45) optionen att skjuta upp med beslutet att lämna även under omständigheter då avkastningen är negativ har värde eftersom det finns en möjlighet att marknadssituationen blir gynnsam i framtiden, vilket ger anledning att fortsätta projektet. Enligt Li et al. (2007:45) förstärks

tendensen att skjuta upp med beslutet att lämna då en omstart av projektet kan medföra kostnader efter en temporär nedläggning. Enligt Li et al. (2007:45) ökar dessa kostnader då åtgärden är irreversibel och upprepas då projektet startas om. Enligt Li et al. (2007:45) tenderar därför företag att hålla optionen att avyttra och skjuta upp öppen med beslutet att lämna. Kogut och Kulatilaka (2001; i Li et al. 2007:45) menar att teknologin i ett företag kan vara en källa för kostnader som inte kan återtas och tenderar att uppmuntra att hålla fast vid gamla investerings sätt. Enligt Li et al. (2007:45) kan ledningen tveka att göra radikala förändringar inom företaget för att de troligen hoppas att framtiden ger mer gynnsamma förutsättningar. Kogut och Kulatilaka (2001; i Li et al. 2007:45) nämner att en trög förändring uppmuntras i volatila omgivningar där förändring kostar. Chi och Nyström (1995; i Li et al. 2007:45) nämner att en annan rationell förklaring till att skjuta upp förändringen kan vara större endogen osäkerhet som t.ex. beteendetendenser; en förhöjd inlärningspotential som skapas genom samarbete, vilket kan medföra att man inom företaget fortsätter på samma sätt ända tills kostnaderna blir tyngre än nyttan. Ofta sker kanske ingen investering förrän avkastningen överskrider optionens ekonomiska kostnader; en liknande investering kan fortsätta tills ekonomiska förluster överskrider värdet på optionen att fortsätta (Li et al. 2007:45). Därmed ger realoptionsteorin en rationell förklaring till ekonomisk hysteresis: när underliggande orsaker ändras (t.ex. att avkastningen blir lägre än de rörliga kostnaderna) kan investeringsbesluten misslyckas (t.ex. företaget kan besluta att fortsätta projektet) (Baldwin 1988; Dixit 1992; i Li et al. 2007:45). Vidare enligt Li et al. (2007:45) kan ekonomisk hysteresis förklaras så att mellan nivån på ekonomisk avkastning, vilket sätter igång investeringen, och nivån på ekonomisk förlust, vilket sätter igång utgången, finns ett trögörsligt område i vilket företagsverksamheten står stilla. Bragger et al. (1998; i Li et al. 2007:46) har gjort flera experiment i vilka de testade realoptionernas prognoser gällande uppskjutning av utgången. Bragger et al. (1998; i Li et al. 2007:46) fann att i ett datorsimulerat marknadsförings scenario, där deltagarna fick varierad respons, sköts utgångsbesluten upp längre och investeringar skedde oftare än bland de deltagare som fick mindre varierande respons. De deltagare som inte hade möjlighet att köpa information sköt upp utgångsbesluten längre och investerade oftare än de deltagare som hade möjlighet att köpa information (Bragger et al. 1998; i Li et al. 2007:46). Enligt Li et al. (2007:46) blir informationen mer värdefull under osäkerhet. Bragger et al. (1998, 2003) och Staw (1981) samt Staw och Ross (1989) har noterat att det har gjorts mycket forskning gällande eskalering av åtaganden inom social- och organisationspsykologin med strävan att lösa

varför individerna handlar irrationellt och gör felaktiga beslut och fler misslyckade investeringar (i Li et al. 2007:46). Enligt Li et al. (2007:46) eskalerar åtaganden med större sannolikhet när beslutsfattarna har mottagit mångtydig respons. Enligt Li et al. (2007:46) fokuserar realoptionsteorin mera på överksamhet eller fortsatt investering gjord under negativ avkastning än på individens åtagande under misslyckande.

4.13 Stöd för beslutsfattandet

Nedan behandlas viktiga saker som har att göra med beslutsfattandet och som kan framkomma då investeringsbesluten görs och kan användas till stöd när beslut fattas.

4.13.1 Strategiska handlingar

Amram och Kulatilaka (1999:7) delar in strategisk ledning av realoptioner i tre steg. Dessa steg kan användas i beslutsprocessen. 1) är att identifiera och värdera optionerna i en strategisk investering (Amram & Kulatilaka 1999:7). 2) är att omforma investeringen för att bättre dra nytta av optionerna (Amram & Kulatilaka 1999:7). 3) är att leda proaktivt igenom investeringen genom de formade optionerna (Amram & Kulatilaka 1999:7).

Vilka är nyckelbesluten?

Ofta är inte ledningen entydig eller av samma åsikt och gör iakttagelser eller observationer: Att söka efter ursprungliga och senare beslutskällor är ofta första fasen i beslutstagandet (Amram & Kulatilaka 1999:207–208).

Vilka källor av osäkerhet skulle ändra besluten?

Ledningen blir ofta förvirrad av ursprunglig osäkerhet, vilket inverkar på deras arbete, och investeringsbesluten (Amram & Kulatilaka 1999:208). Succéfulla realoptionsappliceringar inkluderar få osäkerhetsresurser det är därför kritiskt att börja genom att lista osäkerheter som har samband med osäkerhetsresurserna (Amram & Kulatilaka 1999:208).

Hur kan finansiella marknadens information användas (tillämpas)?

Analytikerna kan emellanåt bygga strukturella modeller med flera osäkerhetskällor, kassaflödeskällor och optionsvärderingar (Amram & Kulatilaka 1999:208). I vissa

situationer behövs det tidigare nämnda men i flera fall efter att modellens stomme har skapats är det lönsamt att se bakåt i tiden och jämföra om det finns tillgångar på marknaden som har likande osäkerhet som modellen (Amram & Kulatilaka 1999:208).

Hurudana risker innebär investeringen och hur inverkar det på företaget?

Företag måste godkänna besluten som de gör och vissa högt värderade investeringsstrategier är helt enkelt för potentiellt riskabla för vissa företag (Amram & Kulatilaka 1999:208). Man borde ta i beaktande hur risker inverkar på investeringsstrategin och hur den flyttas framåt eller lindras samt hur företaget kan hantera möjliga risker (Amram & Kulatilaka 1999:208).

Är optionen tillgänglig billigare på finansiella marknader?

Generellt för att finansiella marknader är sofistikerade och effektiviteten av finansiella marknader gentemot pris och risk är hög och verksamhets- och investeringsoptioner om de inte baserar sig på finansiella avtal (Amram & Kulatilaka 1999:208–209). Detta innebär att innovationsutvecklingen är snabb på finansiella marknader och därför lönar det sig att jämföra realoptionerna med optioner på finansiella marknader (Amram & Kulatilaka 1999:208–209).

Är värderingsresultatet trovärdigt?

Det är lönsamt att analysera om värderingsresultatet är trovärdigt (Amram & Kulatilaka 1999:209). Det kan finnas kritiska antaganden som borde beaktas och inkluderas i värderingen (Amram & Kulatilaka 1999:209).

4.13.2 Omformning

Kan optionsvärdet ökas och riskerna minskas genom att omforma?

I vissa fall är realoptioner avtal som kan förhandlas och därför är det viktigt att jämföra hur riskerna kan ändras gentemot avtalsvillkoren (Amram & Kulatilaka 1999:209). En granskning av villkoren kan medföra ökat realoptionsvärde på grund av att när man ändrar om och går igenom alternativen finner en mera värdefull möjlighet (Amram & Kulatilaka 1999:209).

4.13.3 Implementering

Vem ska få optionens beslutsrättigheter?

Den som äger optionens beslutsrättigheter gör ofta exekutiva beslut. Alla beslut görs inte med enhetligt samtycke och det kan påverka investeringsstrategin för ofta finns det många beslut som ska fattas inom olika faser (Amram & Kulatilaka 1999:209). Besluten borde inte göras enbart på basis av en viss ansvarig person (Amram & Kulatilaka 1999:209). Besluten borde göras genom att ta i beaktande företagets processer (Amram & Kulatilaka 1999:209).

Vilka ändringar i företagets processer behövs?

Möjligheterna och värdet av många investeringar påverkar företagets processer (Amram & Kulatilaka 1999:210). Det kan handla om att avveckla eller utöka företagets processer, vilka i sin tur kan leda till additionella investeringsmöjligheter, realoptioner som påverkar investeringsstrategin (Amram & Kulatilaka 1999:210). Enligt Amram och Kulatilaka (1999:210) borde besluten gällande företagets processer göras i samarbete

Vilka ändringar behövs i en organisation?

Generellt för att företaget skulle dra nytta av realoptioner borde organisationen vara flexibel att starta nya projekt och avveckla och avyttra projekt (Amram & Kulatilaka 1999:210). Ändringar inom organisationen berör alla som är medlemmar i organisationen oberoende hurudan organisationsstrukturen är (t.ex. nätverks, hierarkisk, eller linje organisation) (Amram & Kulatilaka 1999:210).

5 VÄRDERING AV REALOPTIONER

Enligt Li et al. (2007:50) är realoptionsteorin fundamentalt sett en teori om ekonomisk värdering. På basis av Miller och Modigliani (1961) och Myers (1977) forskning har man antagit att det ekonomiska värdet av ett företag är derivat från dess tillgångar men också dess framtida uppskattade möjligheter eller tillväxtoptioner (i Li et al. 2007:50). Enligt Li et al. (2007:50) kan värdet av tillväxtoptioner vara substantiella (konkret materiella).

Myers (1984; i Li et al. 2007:50) har betonat att det är svårt att med den traditionella NNV-metoden eller genom att diskontera kassaflöden göra strategisk planering. Då man med enbart diskontering inte kan evaluera interaktioner i tidsserier mellan investeringar som innefattar immateriella tillgångar (Myers 1984; i Li et al. 2007:50). Enligt Li et al. (2007:50) betraktar realoptionsteorin flexibilitetens strategiska värde, vilket ger möjlighet till alternativa handlingar inom tiden. Enligt Li et al. (2007:50–51) är sådana handlingar t.ex. att skjuta upp investeringen, investera sekventiellt i tillväxtoptioner samt avyttra investeringen eller byta investering.

Traditionell NNV-analys redogör inte ordentligt för realoptioner som är inbäddade i investeringsprojekt, företagsverksamhet och företag (Li et al. 2007:54). Grundat på realoptionsteorin påverkas investerings- och utgångsbeslut inte enbart av förväntade NNV utan också av värdet på optionsdrivaren, t.ex. strategiska faktorer vilka bestämmer det ekonomiska värdet på realoptionerna som är inbäddade i investeringar (Li et al. 2007:54–55).

5.1 Realoptioner och prestation

Enligt Li et al. (2007:51) har de flesta studier i strategisk ledning fokuserat på hur företag kan dra nytta av skapande och inlösen av realoptioner; speciellt tillväxtoptioner, vilka är inbäddade i projekt, företagsverksamhet och företag. Bowman och Hurry (1993:767–770) påpekar att sådana företag som startar ny företagsverksamhet och går in på nya marknader så att efter mindre optioner följer stora inlösen presterar bättre än sådana som inträder med enbart små (diskreta) eller stora investeringar. Vidare har Bowman och Hurry (1993:767–770) kommit fram till att företag förväntas prestera bäst om de löser in optioner i rätt tid och prestation determineras utifrån optionens förfallodag och de

tillgängliga möjligheterna. Enligt Li et al. (2007:51) har det i många studier undersökts om och under vilka förutsättningar investerarna värderar företag med inbäddade optioner. Levitas och Chi (2001; i Li et al. 2007:52) uppger att patent ger positiva tecken om företagets framtida strategiska möjligheter eller realoptioner, men ger samtidigt tvivelaktig och potentiellt negativ information ur andra synvinklar vilka mäter företagets värde. I linje med standardoptionssynsättet att optionens ekonomiska värde stiger med osäkerhet har Levitas och Chi (2001; i Li et al. 2007:52) observerat att företag som informerat om att de innehar patent som signalerar teknologisk kompetens har större marknadsvärde i mera volatila omgivningar.

Tong et al. (2008; i Li et al. 2007:52) har undersökt om och när internationella gemensamma projekt ger värdefulla tillväxtoptioner för företag. Enligt Li et al. (2007:52) är internationella gemensamma projekt attraktiva för multinationella företag som överväger ett internationellt marknadsinträde inte enbart på grund av deras förmåga att minska risker utan också för att de möjliggör stegvis tillväxt när ny information om osäkerheten blir tillgänglig. Tong et al. (2008; i Li et al. 2007:52) diskuterar tre situationer där delägarna i internationella gemensamma projekt kan hantera osäkerheten och använda en hävstångseffekt vid olika möjligheter. 1) En lägre ägarandel minskar företagets ogynnsamma risker medan den ändå tillåter företaget att dra nytta av projektets gynnsamma möjligheter. 2) Tillväxtoptioner är märkligare i nya aktiviteter för att de kan förvaltas och de antyder en förhöjd osäkerhet. 3) Högre osäkerhetsnivåer inom tillväxtekonomier eller tillväxtmarknader kan höja tillväxtoptionens värde i gemensamma projekt. De empiriska resultaten visar att internationella gemensamma projekt ökar multinationella företagens tillväxtoptionsvärde (Li et al. 2007:52). Kester (1984) och Myers (1977) har undersökt om och hur marknadsvärdet och fortlevnaden (ongoing concern) möjligen kan förbättras genom att pröva framtida möjligheter utöver tillgången (i Li et al. 2007:52).

Berger et al. (1996; i Li et al. 2007:52) har prövat om marknadsinvestorer värderar ett företags option att avyttra. Som förväntat fann Berger et al. (1996; i Li et al. 2007:52) att företag med större utgångsvärde men mindre specialiserade tillgångar är av större värde för investerarna efter att de har tagit i beaktande nuvärdet av förväntade kassaflöden. Vidare har Berger et al. (1996; i Li et al. 2007:52) kommit fram till att värdet av optionen att avyttra förväntas stiga med sannolikheten att optionen inlöses. Vidare har Li et al. (2007:52) kommit fram till att om det inte är sannolikt att optionen att avyttra inlöses,

borde inte information om utgången ge värde åt investerarna och när optionen säkert ska inlösas borde ett utgångsvärde öka marknadsvärdet exakt lika mycket. Berger et al. (1996; i Li et al. 2007:53) utgår därför från att ju mer sannolikt det är att optionen att avyttra inlöses desto större variationseffekt har utgångsvärdet för företagets marknadsvärde. Enligt Li et al. (2007:53) med andra ord: optionens inlösenssannolikhet borde påverka företagets marknadsvärde. Li et al. (2007:53) har visat empiriska resultat på att företag med hög sannolik finansieell stress eller planerat avyttrande av projekt har utgångsvärden som är mera känsliga för variation.

Att avsluta gemensamma projekt inom osäkra branscher skulle enligt Li et al. (2007:53) skapa mindre värde eftersom det är lönsamt att hålla optionerna öppna under osäkerhet. Kumar (2005; i Li et al. 2007:53) har funnit att avslutandet av gemensamma projekt skapar en negativ relation mellan osäkerhet och företagets värde mätt som skillnaden mellan förväntad och faktisk avkastning innan det gemensamma projektets avslutande läggs fram. Li et al. (2007:53) tillägger att optionens värde stiger med tiden tills optionen förfaller, men optionerna som fås av gemensamma projekt löper troligen ut tidigare då det finns konkurrens. Enligt Li et al. (2007:53) uppstår därför en negativ effekt på konkurrensen under avyttring. Enligt Li et al. (2007:53) visar empiriska resultat att avslutandet av gemensamma projekt skapar mindre värde när det finns mindre konkurrens.

Enligt Li et al. (2007:53) är flexibilitet enligt realoptionsteorin ekonomiskt värdefull under osäkerhet och tyder på att investeringarna som förstärker flexibilitet under osäkerhet ökar det ekonomiska värdet för dem som innehar optionerna. Enligt Kogut (1983) samt Kogut och Kulatilaka (1994b) brukar t.ex. multinationella företag äga optioner som inte är tillgängliga för inhemska företag eftersom multinationella företag kan byta aktiviteter i värdekedjan inom sina dotterbolagsnätverk och skapa produktionsflexibilitet över gränserna (i Li et al. 2007:53). Miller och Reuer (1998; i Li et al. 2007:53) har funnit vid genomskärningsanalyser att utländska direktinvesteringar minskar vid kraftiga förändringar i valutakurserna. Om företag följer realoptionsteorin borde de som är mest utsatta för valutakursrörelserna förvalta sin utsatthet på ett sådant sätt att man drar nytta av kursförändringarna, vilket i sin tur skulle öka företagets värde (Li et al. 2007:53).

Enligt Li et al. (2007:53) inkluderar potentiell nytta av optionsstrategier både tillväxtmöjligheter och riskeliminering. I tillägg till multinationalitet som möjliggör produktionsflexibilitet ger internationella gemensamma projekt för företag möjligheten att inkrementellt göra investeringar om marknaden eller teknologin visar sig vara gynnsam (Li et al. 2007:53). Reuer och Leibleins (2000; i Li et al. 2007:53–54) presenterar en hypotes om att företagets multinationalitet och investeringar i internationella gemensamma projekt minskar företagets ekonomiska risker. Empiriska resultat stöder dock inte denna hypotes (Li et al. 2007:54). Enligt Reuer och Leiblein (2000; i Li et al. 2007:54) kan det empiriska resultatet förklaras på minst två sätt. 1) Strategierna som är konsistenta med realoptionsteorin (och andra teorier) resulterar inte i överlägsen ekonomisk prestanda. Enligt Li et al. (2007:54) kan det bero på att den potentiella strategiska flexibilitet som ett projekt möjliggör inte kan realiseras på grund av organisatoriska och andra orsaker eller för att det inte är av ekonomiskt värde då osäkerheten inte är signifikant. Enligt Li et al. (2007:54) tyder detta på att det är viktigt att identifiera möjliga händelser som determinerar realoptionernas ekonomiska värde. 2) Nedbrutna investeringar är troligen inte motiverade av den potentiella tillväxtoptionen eller optionen att byta, vilka är inbäddade i företagsverksamheten, vilket tyder på att internationella gemensamma projekt troligen är motiverade av efterfrågan och konkurrenskopplade faktorer. Enligt Li et al. (2007:54) är det få studier inom ämnet strategisk ledning som har tillämpat optionsprissättningsmodeller direkt för att värdera projekt, verksamhet eller företag. Enligt Li et al. (2007:54) har de flesta forskningsstudier undersökt om och när skapande och inlösen av optioner är nyttiga för dem som innehar optioner, oberoende av om nyttan är i form av värdet på tillväxtoptionerna eller skyddandet (hedging) från utländska investeringar. Enligt Li et al. (2007:54) har de tidigare nämnda forskningsstudierna ibland gett blandade empiriska bevis av den strategiska nyttan gällande realoptionsteorin.

5.2 Investeringstiming

Enligt Reuer och Tong (2007:149) börjar forskning kring investeringssannolikhet och investeringstiming med observationen om företagets beslut att investera i en marknad, teknologi, m.m. Enligt Reuer och Tong (2007:149) kan en enkel illustration göras genom att anta att ett företag försöker att bredda sig och göra sig mångsidigare på en växande produktmarknad. Denna möjlighet kräver investeringar i speciella tillgångar som kunde

vara svåra att omplacera till annan användning inom företaget eller att sälja på marknaden. Enligt Dixit och Pindyck (1994; i Reuer & Tong 2007:149) innebär kombinationen av osäkerhet och oåterkallelighet det lämpligt för företaget att binda värde i att skjuta upp investeringen och se hur produktmarknadens osäkerhet löser sig. Om optionen att skjuta upp är tillräckligt värdefull brukar företaget skjuta upp investeringen även om den har ett positivt NNV vid evalueringstidpunkten (Reuer & Tong 2007:149). I andra fall skapar investeringar i nya marknader värdefulla fortsättningsoptioner som t.ex. att expandera till nya geografiska områden (Reuer & Tong 2007:149). Även om NNV är negativt i sådana situationer kan ett företag investera rationellt om dessa tillväxt- eller köpoptioner är värdefulla (Reuer & Tong 2007:149). Med andra ord är investeringen värdeökande för ägarna om $NNV + \text{Optionsvärdet} > 0$, oberoende av faktumet att $NNV < 0$ (Reuer & Tong 2007:149). Värdeändringarna hos dessa tillväxtoptioner och optioner att skjuta upp kan ändra investerings sannolikheten eller timingen av företagets investeringar (Reuer & Tong 2007:149).

Att explicit värdesätta tillväxtoptioner och optioner att skjuta upp kan vara svårt i enstaka investeringsprojekt även då detaljerad data finns tillgänglig (Reuer & Tong 2007:149). Därför blir optionsvärdering mera problematisk i empiriska analyser där man analyserar företagets genomskärning med stora sampel (Reuer & Tong 2007:149). För att undersöka tillväxtoptioner har mycket forskning sökt värderingsinformation från aktiemarknaden (Reuer & Tong 2007:149). Detta betraktelsesätt skapar dock utmaningar t.ex. analysproblem och faktumet att aktiepriserna reflekterar tillgångarnas värde. Enligt Reuer och Tong (2007:149) är det svårt att värdesätta optionen att skjuta upp. Enligt Dixit och Pindyck (1994; Reuer & Tong 2007:149) noteras i tidigare forskning att ledningen värderar approximativt de tidigare nämnda optionerna för att de i investeringsvärderingar använder kalkylräntefötter som är högre än företagets kapitalkostnad. Detta kan leda till undervärdering av optionen.

För att förklara de tidigare nämnda svårigheterna har man inom strategiforskning statistiskt beaktat de underliggande faktorer som man vet att står i förhållande till optionsvärdet (Reuer & Tong 2007:149–150).

Enligt Reuer och Tong (2007:150) är det inte heller lätt att bedöma inverkan av osäkerheten på sannolikheten eller timingen. Enligt Trigeorgis (1996; i Reuer & Tong 2007:150) uppstår denna komplexitet på grund av att många optioner som kan befrämja

eller begränsa investeringen kan vara tillgängliga för ett givet investeringsbeslut och den ökade osäkerheten kan påverka optionsvärdet. Enligt Reuer och Tong (2007:150) kan svårigheten för forskarnas falsifieringssträvan illustreras med ett exempel: om man undersöker en statistisk modell, vilken uppvisar en positiv relation mellan osäkerhet och marknadsinträde skulle denna effekt framkomma då tillväxtoptioner är tillgängliga i investeringskontexten, men om det istället är en negativ relation mellan osäkerhet och marknadsinträde kan denna relation också vara konsistent med tillgängliga värdefulla optioner att skjuta upp, vilka i sin tur skulle motarbeta marknadsinträdet. Enligt Reuer och Tong (2007:150) kan även då relationen mellan osäkerheten och marknadsinträdet är omärklig, möjliga tillgängliga optioner inte avvisas för att det kan finnas tillväxtoptioner och optioner att skjuta upp vilka kompenserar varandra i värde. Sådana positiva, negativa och omärkliga relationer mellan osäkerhet och marknadsinträde kan vara konsistenta då en eller flera optioner är tillgängliga (Reuer & Tong 2007:150). Enligt Kulatilaka och Perotti (1998) och Lin och Kulatilaka (2007) behövs det en mängd additionella variabler för att kunna skilja dessa optioner och förstå vilka som är mer eller mindre värdefulla och således ökar eller minskar sannolikheten av marknadsinträde (i Reuer & Tong 2007:150). Vissa optionsvärderingsmetoder- och modeller försöker att ta i beaktande flera variabler för att lösa det tidigare nämnda problemet.

Problemet med flera optioner som lurar bakom strategiska investeringar är ett vanligt problem vilket märks i flera appliceringar av realoptionsteorin oavsett om det erkänns eller inte (Reuer & Tong & Reuer 2007:150-151). Folta och O'Brien (2004; i Reuer & Tong 2007:151) har tacklat detta problem på två sätt i kontexten av produktmarknadsinträde:

1) de uppger att olik optionslogik dominerar på varierade osäkerhetsnivåer (Folta & O'Brien 2004; i Reuer & Tong 2007:151). De föreslog t.ex. att det maximala värdet av optionen att skjuta upp är bunden till den totala sänkta kostnaden då inträdet till en bransch sker och tillväxtoptionens värde således sannolikt når sin högsta osäkerhetsnivå. Deras empiriska resultat bekräftade en icke-monoton relation mellan osäkerhet och inträde: på låga nivåer av osäkerhet minskar osäkerheten sannolikheten av inträde och dess effekt blir positiv vid höga osäkerhetsnivåer men inte förrän 94-percentilen nås (Folta & O'Brien 2004; i Reuer & Tong 2007:151).

2) de undersökte också ett antal faktorer vilka kan försvaga relationen mellan osäkerhet och marknadsinträde och de hittade vissa potentiella händelser som hjälper till att skilja mellan optionerna (Folta & O'Brien 2004; i Reuer & Tong 2007:151). Folta & O'Brien (2004; i Reuer & Tong 2007:151) inkluderade flera mått för oåterkallelighet och fann att osäkerhet och oåterkallelighet interagerar med varandra, vilket minskar sannolikheten för marknadsinträden.

6 ETT ILLUSTRATIVT EXEMPEL

För att kunna testa och exemplifiera teorierna, metoderna samt modellerna har ett illustrativt exempel skapats. Exempelfallet har att göra med realoptionsvärdering av en affärssystemimplementering i ett företag. Exempelfallets avsikt är endast att exemplifiera ett fall där realoptionskalkyler kan tillämpas och därmed illustrera beräkningarnas resultat m.m. Exemplets data grundar sig på vetenskaplig kunskap. I exempelfallet har tillämpats Microsoft® Office Excel® 2013 och MATLAB® R2017b. Se vidare bilagorna 1–6 för källkod (vba och m).

6.1 Metoderna, modellerna tillämpade i exemplet

Enligt García och Heikkilä (2003:346) bör under kalkyleringsprocessen förutspå kassaflöden (kostnaderna och intäkterna) och diskonteringsräntan. Enligt García och Heikkilä (2003:346) finns det inte ett unikt och bästa sätt att få fram projektets kassaflöden och det är ganska vanligt att använda de bästa, de normala och de sämsta scenarier.

Enligt Luehrman (1998) och García & Heikkilä (2003:353) kan en ekvivalenstabell göras där variablerna som tillämpas i ekvationerna och realoptionskalkylen ställs upp enligt följande:

Tabell 1 Tabell av ekvivalens.

INVESTERINGSMÖJLIGHET	VARIABEL	KÖPTION
Nuvärdet av projektets kassaflöden	S	Aktiepris
Grundinvestering	X	Inlösenpris
Väntetid (i år)	t	Tid tills optionen förfaller (i år)
Tidsvärde av pengar (årlig)	r	Riskfri ränta (årlig)
Risk, volatilitet; standardavvikelsen av kassaflödesförändringarna (årlig)	σ	Osäkerhet, volatilitet; standardavvikelsen av aktieprisförändringarna (årlig)

(Luehrman 1998:4–13; García & Heikkilä 2003:353).

6.1.1 Nuvärdesmetoden

Nettonuvärdeskalkylerna och kassaflödeskalkylerna har gjorts med Microsoft® Office Excel® 2013.

Enligt García och Heikkilä (2003:346) för att evaluera konkurrerande projekt använder de flesta företag en blandning av olika sätt att närma sig, vilka kan grupperas mellan formella (teorier och modeller) och informella (tumregel eller ledning). Enligt García och Heikkilä (2003:346) styrs företagets investeringsbeslut traditionellt av regeln att maximera NNV där strömmen av förväntade framtida kassaflödena måste diskonteras till NV (Nu Värde) med diskonteringsräntan och grundinvesteringen som krävs för att börja projektet med riskfria räntan, genom att kalkylera skillnaden mellan det tidigare nämnda får man NNV, och projektet med största positiva värdet borde traditionellt lösas in. Jones och Smith (1982:106) förklarar NNV ekvationen och den kan formas på följande sätt:

$$NNV = \sum_{t=0}^n \frac{K_t}{(1 + rr)^t} \quad [1]$$

där t är tid, K_t är totala nettokassaflöden (nominella nettokassaflöden) i tid t och rr är riskjusterad ränta (diskonteringsränta i detta fall). Det bör noteras att grundinvesteringens kassaflöde är negativt och att möjliga grundinvesteringen och restvärdets NV bör inkluderas till NNV kalkylen. Man kan också räkna NNV ur riskjusterade kassaflöden men då behöver man använda riskfria räntan r .

6.1.2 Black-Scholes-Merton modell och Monte Carlo metod

I BSM - MC simulationen tillämpas källkod skriven av Leclercq (2020). För BSM - MC och BSM - MC kontrollvariabeltillämpning se bilagorna 2-4 för MATLAB® kod.

Enligt Luehrman (1998) används i BSM -modellen fem variabler vilka står för nuvärdet av projektets kassaflöden = S , grundinvestering = X , väntetid = t , tidsvärde av pengar = r och projektets risk = σ . Enligt Reuer och Tong (2007:150) är det viktigt att notera att realoptionerna ofta skiljer sig ifrån enkla finansiella köpoptioner på grund av många viktiga aspekter t.ex. inlösenpriset kan korrelera med värdet av den underliggande tillgången speciellt om inlösenpriserna är förhandlade efteråt och inte avtalsenligt i förväg; finansieringskostnader kan formas då man håller optionen öppen tills tiden tills

maturitet nås fast det är fråga om liknande fall som ett finansiellt köp, därför kan det vara svårt att fastställa strategin.

Enligt Hull (2018:332) är Monte Carlo metoden en stokastisk process, en procedur som baserar sig på slumpmässiga sampel för processen. Enligt Glasserman (2004:1) baserar Monte Carlo metoderna på analogi mellan sannolikhet och volym. Vidare enligt Glasserman (2004:1) i Monte Carlo metoden kalkyleras volymen av en mängd genom att interpretiera volymen som sannolikhet. Vidare enligt Glasserman (2004:1) innebär det att dra sampel slumpmässigt från en rymd av sannolika utkomster och att ta en delmängd av slumpmässiga samplet som ett estimat av mängdens volym. Vidare enligt Glasserman (2004:1) garanterar de stora talens lag att estimatet konvergerar till korrekta värdet när antalet drag ökar.

Black-Scholes-Merton modellen som också kallas Black-Scholes modellen var utvecklad av Fischer Black och Myron Scholes som sedan modifierades av Robert Merton (Black & Scholes 1973; Leslie & Michaels 1997:6). Stewart Myers observerade att Black-Scholes-Merton -modellen kan användas också för värdering av investeringsmöjligheter på reala marknader – marknader för produkter och tjänster (Leslie & Michaels 1997:6).

Enligt Hull (2018:296, 331) är den underliggande uppfattningen att priserna följer slumpvandring (Brownsk rörelse):

$$\textit{Geometrisk Brownsk rörelse} = dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad [2]$$

Där μ är förväntad avkastningsgrad, i en riskneutral värld är den lika med årliga riskfria räntan r och σ är risk (eller standardavvikelse av avkastning på aktier).

Enligt Hull (2018:354) är Black-Scholes-Merton differentialekvationen följande:

$$rf = \frac{\partial f}{\partial t} + rS + \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \quad [3]$$

Där r är riskfria räntan, f är optionens pris och S är underliggande egendomen.

Enligt Hull (2018:331) är den diskreta tidsmodellen av den geometriska Brownska rörelsen följande:

$$\Delta S = rS \Delta t + \sigma S \epsilon \sqrt{\Delta t} \quad [4]$$

där ΔS är förändring i pris inom tidsintervallet Δt och ϵ är standardnormaldistributionen $N(0,1)$ och i stället för μ avkastningsgrad på investerat kapital har placerats i stället riskfria räntan r (räntan i riskfria världen), denna ekvation bör användas vid Monte Carlo metoden.

Black-Scholes-Merton differentialekvationen kan deriveras enligt vad Black och Scholes (1973) och Hull (2018:353–355) nämner och köpoptionen kan tillämpas enligt Black och Scholes (1973), García och Heikkilä (2003:352–353), Hull (2018:357–358), Leslie och Michaels (1997:4–22) och Luehrman (1998) samt Mauboussin (1999) i formen:

$$\begin{aligned} ROV &= S e^{-\delta t} N(d_1) - X e^{-r t} N(d_2) \\ d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \delta + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \\ d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{t} \end{aligned} \quad [5]$$

där:

- t är tiden hur länge optionen är öppen tills den förfaller.
- S är underliggande tillgångens värde, optionens köpepris, ekvivalent i real termer; summan av projektets förväntade diskonterade kassaflöden (positiv input).
- X är inlösenpriset, värdet vilket tillgången köps för optionen inlöses, ekvivalent i real termer; summan av investeringskostnaderna (grundinvesteringen, positiv input).
- σ är aktieprisets årliga volatilitet; ekvivalent i real termer; projektets risk mätt som standardavvikelsen av kassaflödesrörelserna (volatilitet)
- r är riskfria räntan, ränta på ränta av en säker tillgång med samma förfallodag.

-
- δ är dividenden, summor betalade av ägaren, ekvivalent i realtermer; värdet på läckage, med andra ord kostnader för att hålla optionen (hyror, licenser m.m.).
 - $N(d)$ är kumulativa normaldistributionen.
 - $N(d_1)$ är proportionen av tillgångar som behövs för att replikera köptionen.
 - $N(d_2)$ är sannolikheten att köptionen inlöses på förfalldagen.

Då blir enligt Hull (2018:493) underliggande egendomens nästa steg i Monte Carlo metoden:

$$S(T) = S \exp \left[\left(r \frac{\sigma^2}{2} \right) T + \sigma \epsilon \sqrt{T} \right] \quad [6]$$

där i stället för $\hat{\mu}$ är r ; den förväntade avkastningsgraden i en riskneutral värld (riskfria räntan), ϵ är slumpmässigt sampel från normaldistributionen med medelvärdet noll och standardavvikelsen 1.0, S är underliggande tillgångens värde. Om T och σ är konstanta kan Δt ändras till T och $S(t)$ till $S(0)$ för att öka beräkningshastigheten i den föregående ekvationen har Δt ändrats till T och $S(t)$ till $S(0) = S$.

Enligt Leclercq (2020) och Glasserman (2004:4) får man väntevärdet i Monte Carlo metoden ur:

$$Option_{väntevärde} = e^{(-rT)} \max(0, S(T) - X) \quad [7]$$

Leclercq (2020) och Glasserman (2004:2) förklarar om simuleringen och estimeringstekniken (vilket baserar på stor mängd slumpmässiga variabler) att man kan betrakta den som funktionen:

$$I = \int_0^1 g(x) dx \quad [8]$$

Vidare nämner Leclercq (2020) och Glasserman (2004:2) att medelvärdet fås enligt:

$$\hat{I}_m = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m g(U_i) \quad [9]$$

där U_i ären likformig slumpmässig variabel $U \sim (0,1)$.

Vidare enligt Leclercq (2020) och Häggström (2004:237) samt Glasserman (2004:3) utifrån de (starka) stora talens lag, sannolikhet 1 gäller när medelvärdet så småningom (när antalet variabler ökar) ”svänger in mot väntevärdet μ ”:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \hat{I}_m = \mu = I \quad [10]$$

Dessutom nämner Leclercq (2020) att variansen fås ur:

$$\text{Var}(\hat{I}) = \frac{\text{Var}(g(U_i))}{m} \quad [11]$$

Enligt Djupsjöbacka Angela (2020: Personlig kommunikation) är principen i variansreduktionen att betinga X på Y :

$$\text{Var}(E[X]) \leq \text{Var}(E[X|Y]) \quad [12]$$

Medan:

$$\text{Var}(E[X]) = 0 \quad [13]$$

Enligt Ross (2013:162–163) och Glasserman (2004:186) fås variansminimerande kontrollparametern c^* ur:

$$c^* = -\frac{Cov(X, Y)}{Var(Y)} \quad [14]$$

där X och Y är enligt Boyle et al. (1997:1274–1276) diskonterade optionsavkastningar för en enstaka simulationsstig av den underliggande tillgången.

Enligt Leclercq (2020) tillämpas kontrollvariabeln enligt följande:

$$Kontrollparameter = Option_{väntevärde} + c^*(S(T) - S e^{(rT)}) \quad [15]$$

där c^* är kontrollparametern.

6.1.3 Kvasi-slumptal

I kalkylerna har använts källkod skriven av skriven av Leclercq (2020). För kvasi-slumptal MATLAB® källkod se vidare bilaga 5.

Enligt Hull (2018:500) är lågdiskrepanssekvenser även kallade kvasi-slumptal sekvenser av representativa sampel från en sannolikhets distribution. I praktiken kan man generera kvasi-slump Haltonsekvenser med en slumptalsgenerator, t.ex. där X är $n \times d$, var d är dimensionen av punkternas mängd (MATLAB®: Documentation; net).

6.1.4 Binomialmodellen

Den generella approachen för konstruerande av binomialträd i exempelfallet baserar på CRR modellen som Cox, Ross och Rubinstein formaliserade år 1979 (Cox et al. 1979).

I CRR kalkyler har använts källkod (algoritm) skriven av Goddard Phil (2020: Personlig kommunikation, e-post). Goddard Phil (2020: Personlig kommunikation, e-post) har accepterat att hans kod tillämpas och publiceras i denna pro gradu-avhandling, se vidare för CRR MATLAB® källkod i bilaga 6. CRR MATLAB® algoritmen producerar ett effektiverat CRR resultat. I CRR felprocentfiguren har tillämpats källkod skriven av Chen (2020). För CRR felprocentfiguren (variation kring BSM ROV projekt A) se Figur 4.

Enligt Hull (2018:296) innefattar en användbar och populär teknik för prissättning av optioner för att skapa binomialträd. Under varje tidssteg rör sig priset antingen uppåt (u) eller neråt (n) (Hull 2018:304). Enligt Hull (2018:299) kan följande ekvation tillämpas när rörelsen gäller binomialträd med ett steg:

$$\begin{aligned} Option_{NV} &= e^{-rT} [p f_u + (1 - p) f_n] \\ p &= \frac{e^{rT} - n}{u - n} \end{aligned} \quad [16]$$

där *Optionsvärdet* är optionens nuvärde i trädets, f_u är optionen uppåt, f_n är optionen neråt, r är riskfria räntan, T är livslängden av optionen (tiden).

Enligt Hull (2018:304) man kan tillämpa en generaliserad ekvation för träd med flera tidssteg. Den generaliserade ekvationen ser ut enligt följande (Hull 2018:304):

$$\begin{aligned} Option_{NV} &= e^{-r\Delta t} [p f_u + (1 - p) f_n] \\ p &= \frac{e^{r\Delta t} - n}{u - n} \end{aligned} \quad [17]$$

där *Optionsvärde* är optionens nuvärde i trädets, f_u är optionen uppåt, f_n är optionen neråt, r är riskfria räntan, Δt är tidsstegen, u är optionen uppåt och n är optionen neråt.

Enligt Hull (2018:310) när tidsstegens längd i en binomialträd är Δt borde det följande motsvara volatiliteten:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad [18]$$

och

$$n = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad [19]$$

där u är optionen uppåt, n är optionen neråt, Δt är antalet tidssteg och σ är osäkerheten av framtida rörelser (volatiliteten) mätt som standardavvikelsen av tillväxtraten; projektets risk.

Enligt Glasserman (2004:4) fås optionens slutliga värde i noden ur:

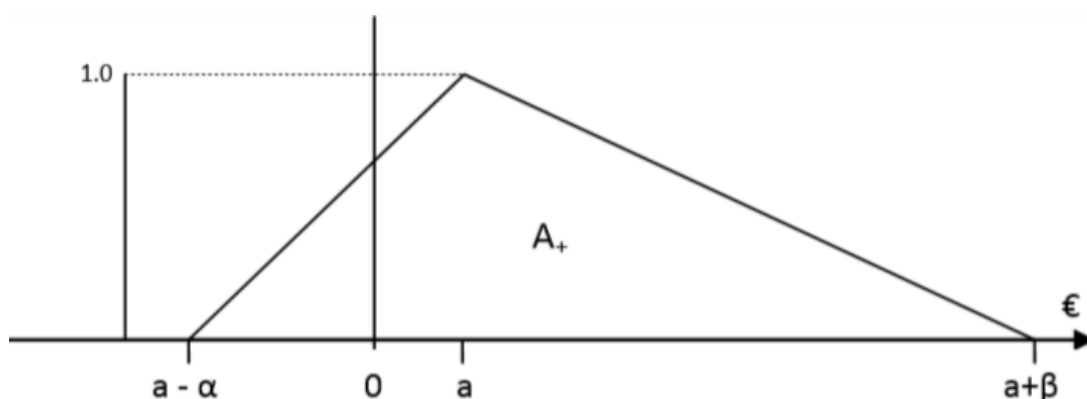
$$ROV = \max(0, S(T) - X) \quad [20]$$

6.1.5 Suddig logik

I SÅV (ROV) kalkylerna har använts källkod skriven av Heikkilä Markku (2020: Personlig kommunikation, e-post). Heikkilä Markku (2020: Personlig kommunikation, e-post) har accepterat att hans kod tillämpas och publiceras i denna pro-gradu avhandling, se vidare för SÅV MATLAB® källkod i bilaga 1.

Zadeh (1965) introducerade suddig logik (fuzzy logic) år 1965 med sitt banbrytande arbete och har blivit ett stort forskningsområde. Enligt Tarrazo (1997; i Collan et al. 2012) fördunklar metoder som baserar sig på suddig logik den traditionella linjen mellan kvalitativa och kvantitativa analys, för att modelleringen kan reflektera mera på typen av tillgänglig information snarare än forskarens preferens. Vidare enligt Collan et al. (2012) kan suddig logik också tillämpas även vid realoptionsvärdering.

I Figur 1 presenteras en triangulär suddig nummer, bör noteras att Enligt Collan (2012:20) är α = distansen mellan a och $(a - \alpha)$ och att β = distansen mellan a och $(a + \beta)$. Vidare i Figur 1 presenteras värden mellan $(a - \alpha)$ och 0 som 0 (Collan et al. 2012).



Figur 1 Triangulär suddig nummer varur SROV kan kalkyleras (Collan et al. 2012).

Enligt Collan (2012:32) suddiga återbetalningsvärdet (realoptionsvärdet) fås ur:

$$ROV = \frac{\int_0^{\infty} A(x) dx}{\int_{-\infty}^{\infty} A(x) dx} E(A_+) \quad [21]$$

Enligt Collan (2012:33) om $A = (a, \alpha, \beta)$ och den är triangulär, och hela distributionen är ovanför noll; $0 < (a - \alpha)$:

$$E(A_+) = a + \frac{\beta - \alpha}{6} \quad [22]$$

Vidare enligt Collan (2012:34) om distributionen är delvis ovanför noll så att noll är mellan NNV minimum och bästa NNV; $(a - \alpha) < 0 < a$:

$$E(A_+) = a + \frac{\beta - \alpha}{6} + \frac{(\alpha - a)^3}{6\alpha^2} \quad [23]$$

Vidare enligt Collan (2012:34) om distributionen är delvis ovanför noll så att noll är lika med bästa NNV eller mellan bästa NNV och maximala NNV; $(a < 0 < a + \beta)$:

$$E(A_+) = a + \frac{(\alpha - \beta)^3}{6\beta^2} \quad [24]$$

Vidare enligt Collan (2012:35) när hela distributionen är under noll:

$$E(A_+) = 0 \quad [25]$$

6.1.6 Lagen av ett pris

Enligt Heikkilä Markku (2020: Personlig kommunikation, e-post) ”realoptionsteori [sic!] [...] [grundar] sig på riskneutralitet, vilket kräver att [...] riskjusterade kassaflöden [...]

diskonteras med en riskfri diskonteringsränta”. Vidare enligt Heikkilä Markku (2020: Personlig kommunikation, e-post) ”i den effektiva marknaden [kan man] endast ha ett pris för varje tillgång”. Vidare enligt Heikkilä Markku (2020: Personlig kommunikation, e-post) således ”värdet av riskfria [nominella] kassaflöden [...] med [...] riskjusterad ränta [...] måste vara lika som [...] riskjusterade kassaflöden med riskfria [sic!] ränta”. Man bör notera skillnaden i betydelsen av riskjusterad ränta och riskjusterade kassaflöden. Till riskjusterade räntan inkluderas risker medan när riskjusterade räntan används som diskonteringsränta minskar de riskfria nominella kassaflödenas värde vilka blir riskjusterade efter att de har diskonterats. Enligt Heikkilä Markku (2020: Personlig kommunikation, e-post) då är ”värdet [V] av tillgången”;

$$V = K_{riskjusterade} (1 + r) = K_{riskfria\ nominella} (1 + rr) \quad [26]$$

där K = kassaflöde, r = riskfri ränta och rr = riskjusterad ränta.

Man kan justera kassaflöden enligt t.ex.:

$$K_{riskjusterade\ t} = K_{riskfria\ nominella\ t} \left(\frac{(1 + r)}{(1 + rr)} \right)^t \quad [27]$$

där K = kassaflöde, r = riskfri ränta, rr = riskjusterad ränta och t = perioden. Vidare man kan tillämpa det riskjusterade kassaflödet i realoptionskalkylerna.

6.1.7 Voltmängdjustering för att nå besparingar

För att förstå energikonsumtionen av en centralprocessor är det viktigt att förstå hur kretsarna konsumerar energi. Växelspänning omvandlas till likspänning av strömkällan. Två plattor i kondensatorn belastas med likspänning (-q på ena sidan +q på andra sidan), på grund av av det uppstår kapacitans mellan dem sedan lagras kapacitansen i kondensatorerna (Serway & Jewett 2014:777–798; Laux 1985:472–474). Den lagrade energin i kondensatorn möjliggör transistorernas brytningsfrekvens (Weste & Harris 2011:42–43). Desto snabbare brytningsfrekvens transistorerna har desto snabbare frekvens kan logiska grindar belastas med (Weste & Harris 2011:42–43). Enligt Patterson och

Hennessy (2012:39) beror den dynamiska effekten på kapacitansbelastningen av varje transistor och den använda voltmängden samt brytningsfrekvensen. Enligt Patterson och Hennessy (2007:18) är den krävda effekten per transistor proportionell mot produkten av kapacitansbelastning, voltmängd i kvadrat och brytningsfrekvens. Det menar att procentuell justering i voltmängden resulterar i samma procentuella ändring i brytningsfrekvensen (Patterson & Hennessy 2012:40). Därmed enligt Patterson och Hennessy (2012:40) kan förändringen av den dynamiska effekten kalkyleras enligt:

$$P_{dyn. kvot} = \frac{(Cp) (Up)^2 (fp)}{C U^2 f} \quad [28]$$

där $P_{dyn. kvot}$ är den sökta dynamiska effektens förhållande efter att volt och - kapacitansmängden har justerats, C är kapacitansbelastningen, U är voltmängden, f är brytningsfrekvensen och p är justeringen i procent.

Det bör noteras att till totala energikonsumtionen inkluderas också energikonsumtion som beror på statiskt effektläckage (Patterson & Hennessy 2007:19). Patterson och Hennessy (2007:19) nämner att ett mål för framtiden är att statisk effekt ansvarar för ungefär 25 % av processorernas totala effekt.

6.2 Data och förklaringar till kalkylerna

Nedan presenteras förklaringar till kalkylen som inte förklaras i resultaten eller i diskussionsdelen. I förklaringarna framkommer på vilka grunder inputdata till kalkylerna har skapats.

6.2.1 Grundinvesteringen

Olson (2004:23) uppskattar att det är svårt att implementera ett affärssystem med under 5 miljoner \$ investerat kapital för mindre affärssystemprojekt medan större projekt har kostat över 100 miljoner \$ investerat kapital. Mabert, Soni och Venkataramanan (2001:69) nämner att implementering av ett affärssystem kan ta flera år att genomföra och kosta tiotals miljoner \$ i ett företag med moderat storlek och uppåt från 300–500 miljoner \$ för stora multinationella företag. Enligt Mabert, Soni och Venkataramanan, (2000:52) kan implementeringen resultera i höga licens-, konsult- och

utbildningskostnader, vilket höjer de totala kostnaderna. I kalkylerna har beaktats undersökningen som Olson (2004:23) och Mabert et al. (2000:52, 2001:69) har gjort och därför har för exemplets skull grundinvesteringen med höjda kostnader antagits som $\approx 10,00\%$ av en antagen omsättning på 1000 miljoner €, alltså en grundinvestering på 100 miljoner € före realoptionerna och diskontering i båda projekten.

Det bör noteras att i undersökningen gjord av Olhager och Selledin (2003) är de undersökta företagen mindre i storlek (omsättning och antal anställda) jämfört med undersökningen som har gjorts av Mabert et al. (2003). Därför kan grundinvesteringarna vara lägre i undersökningen gjord av Olhager och Selledin (2003) jämfört med undersökningen gjord av Mabert et al. (2003).

6.2.2 Kassaflöden och scenarier

I båda projektens kassaflöden används faktorerna $0,8$, $1,0$, $1,25$ respektive det sämsta, det normala och det bästa scenariot. Det har gjorts antaganden att i projekt A:s och B:s kassaflöden inkluderas ett positivt restvärde på 5 miljoner € i scenarierna (normala och bästa) med faktorerna 1 och 1,25 i de två sista perioderna och endast i den sista perioden i det sämsta scenariot med faktorn 0,8. Kalkylerna uppfyller lagen om ett pris (Heikkilä Markku 2020: Personlig kommunikation, e-post). I kalkylerna har tillämpats Ekvationerna [26-27] för att uppfylla lagen om ett pris. När diskontering har gjorts har beaktats en väntetid (irreversibel option att skjuta upp) på tre kvartal ($t = +0,75$ år).

Det bör noteras att kassaflödena i projekt A och B inte har samma vikt, till projekt A inkluderas större kostnader. Detta för att kunna exemplifiera hur i det normala scenariot projekt A:s realoptionsvärde kan överskrida projekt A:s negativa och projekt B:s positiva NNV. Angående kassaflödena bör nämnas att det antas att kostnaderna stiger i gen efter halva ekonomiska livslängden när den ekonomiska livslängden närmar sitt slut. Detta enligt antagandet att underhåll blir dyrare och uppdateringar borde göras. Olhager och Selledin (2003:365) har gjort en undersökning av implementering av affärssystem i Sveriges produktionsbolag. Olhager och Selledin (2003:369) konstaterar att vissa stora företag inte fastslog den totala implementeringskostnaden. Implementeringsbudgeten överskrids ofta (se t.ex. Tabell 6 i Mabert, Soni & Venkataramanan 2003:309). Därför kan de antagna kostnaderna intäkterna realistiskt vara högre än indikerat. I undersökningen som Olhager och Selledin (2003:373) har gjort nämns att affärssystem

inte har minskat på informationsteknologikostnader men har ökat på integrering och tillgänglighet av information samt ökat på kvaliteten på information inom företaget. Kostnaderna och intäkterna kan läsas ur Tabell 2 och 3.

Dessutom har Olhager och Selledin (2003:369) i sin undersökning kommit fram till att affärssystemets kostnadskomponenter delas så att mjukvaran ansvarar för 24,2 %, hårdvaran ansvarar för 18,5 %, konsultering ansvarar för 30,1 %, skolning ansvarar för 13,8 %, arbetskraft ansvarar för 12 % och diverse kostnader ansvarar för 1,4 % vilka presenteras (avrundat) i Tabell 4.

Det bör noteras att i undersökningen gjord av Olhager och Selledin (2003) är de undersökta företagen mindre i storlek (omsättning och antal anställda) jämfört med undersökningen som har gjorts av Mabert et al. (2003). Därför kan kostnaderna vara lägre i undersökningen gjord av Olhager och Selledin (2003) jämfört med undersökningen gjord av Mabert et al. (2003).

6.2.3 Implementeringstid och ekonomisk livslängd

På basis av en undersökning gjord av Olhager och Selledin (2003:369) tog det under 6 månader för 13,0 % av installationerna, 7–12 månader för 24,7 % av installationerna, 13–18 månader för 36,9 % av installationerna, 19–24 månader för 11,6 % av installationerna, 25–36 månader för 8,0 % av installationerna, 37–48 månader för 4,4 % av installationerna och mer än 48 månader för resterande 1,4 % av installationerna.

Vidare, på basis av en undersökning gjord av Olhager och Selldin (2003:368) är de estimerade affärssystemens livslängd mindre än tre år för 3,7 %, 3–5 år för 21,5 %, 5–7 år för 27,5 %, 7–10 år för 22,8 % och mer än 10 år för 24,8 %.

På basis av undersökningen gjord av Olhager och Selldin (2003:369) har i kalkylen tagits i beaktande att implementeringstiden är en period på två år ($t = 0,75-2,75$). Vidare på basis av undersökningen gjord av Olhager och Selldin (2003:368) har i kalkylen antagits att affärssystemets ekonomiska max. livslängd är 10 år ($t = 10$).

6.2.4 Realoptionerna

Det har blivit billigare att producera teknik och tekniken har utvecklats, vilket har medfört en ökning i processeffektivitet och en möjlighet att köpa mera processeffektiv teknik eller

äldre teknik billigare. Gordon Moore (1965) gjorde en uppskattning där han kom fram till att transistorkvantiteten som kan installeras på en krets fördubblas på 24 månader (Moore 1965). På grund av den föregående uppskattningen kan antas att då det har blivit möjligt att producera mera kompakta komponenter sjunker priset på denna teknik snabbare än om kompaktheten skulle vara oförändrad. Om man gör ett ceteris paribus-antagande, där man antar att allt annat förblir lika, och att teknik föråldras när en nyare teknik träder in på marknaden, sänker det tillhöriga priserna på äldre teknik. Patterson och Hennessy (2007:25) nämner att då datorerna har kommersialiserats har marginalen minskat mellan priset på en produkt och produktionskostnaden av en produkt. Patterson och Hennessy (2007:19) nämner också att ett stort ämne inom datorbranschen har varit förbättringen av teknologin för att nå kostnadssänkningar och öka prestationen. Patterson och Hennessy (2007:19) nämner vidare att textböcker ofta ignorerar kostnadsprestationen för att kostnaderna ändras. Vidare förklarar Patterson och Hennessy (2007:19) att kostnaden av tillverkade datorkomponenter minskar med tiden, även utan stora utvecklingar i basimplementeringsteknologin.

Ett antagande som gjorts i kalkylerna är att nya teknikens anskaffningspris sjunker med 5 % inom tredje kvartalet vilket ger en möjlighet till en irreversibel option att skjuta upp. Det har gjorts ett antagande utifrån forskningsresultaten som Dixit och Pindyck (2000; i Li et al. 2007:36) har kommit fram till: riktiga investeringar är mera komplexa t.ex. i implementeringsfasen kan användas optionen att avyttra eller tillväxtoptionen och att skjuta upp implementeringen ofta medför kostnader. Antagandet som har gjorts är att grundinvesteringen i projekt A inkluderar kostnaden av att skjuta upp som uppgår till 1,5 miljoner € efter att informationen om att teknikprisernas sänkning på 5 % har beaktats. 1,5 miljoner € kostnader adderat till projekt A efter teknikprisernas sänkning: $(100 \text{ miljoner €} / 1,05) + 1,5 \text{ miljoner €}$ för underhållskostnader av gamla systemet under tre kvartals väntetid (optionen att skjuta upp), tills $t = 0,75$ vilket sänker projekt A:s grundinvestering före diskontering till 96,74 och efter diskontering (med total ränta på 17 %) till ungefär 85,99 miljoner €, medan projekt B:s grundinvestering utan realoptioner uppgår till 100,00 miljoner €.

Som exempel på en skuggoption i kalkylerna är den möjliga sänkningen av kapacitansen (t.ex. på grund av inträde av ny teknologi som möjliggör det) och voltmängden vilket sänker processorernas brytfrekvens, som kan leda till marginell besparing och en realoption när skuggoptionen realiserar. Genom att sänka centralprocessorns dynamiska

effekt med 15 % enligt Ekvation [28]: $(0,85^4)U \approx 0,52$ %, kan sänka elenergikostnadssänkningen estimeras. Justeringen minskar proportionellt klockfrekvensen (t.ex. $0,85 \times$ klockfrekvensen). Möjliga elenergikostnadssänkningen genererar ökat rörelsekapital och kapital till investeringar. Ett antagande har gjorts där processorernas voltmängd antas vara 1 volt för dynamiska effekten. Bör noteras att till totala effektkonsumtionen bildas av dynamisk och statisk effekt men affärssystemet antas vara i konstant användning. Effektsänkningen har räknats enbart utifrån dynamiska effekten. I kalkylen estimeras en total effektsänkning på $(1 - 0,52) \approx -47,80$ %. Det tidigare nämnda kassaflödet som fås ur effektsänkningen är en realiserad skuggoption. Elpriset för kWh har estimerats till 0,055 € för kWh, vilket medför en total elkostnad på $\approx 1\,257,60 \times 365 \approx 605\,909,39$ tusen € i året för ≈ 9674 processorer (5 % av projekt A:s grundinvestering: $96,74 \times 0,05 \approx 4,83$ miljoner € med en styckkostnad på 500 €) som konsumerar ca 130 Wh, alltså $\approx 30\,182,29$ kWh i dygnet, en total besparing på $\approx 207\,810,24$ tusen € i året med diskontering börjande från $t = 1,75$. I bästa fallet sänks inte dynamiska effekten medan i normala fallet sänks dynamiska effekten ända tills $t = 5,75$ och i sämsta fall sänks effekten för hela ekonomiska livstiden. Justering av kapacitans och voltmängd kan leda till en annan möjlig skuggoption, nämligen möjlig värmesänkning som minskar ventilationsbehovet. Ventilationsbehovet behandlas inte i denna avhandling.

6.2.5 Räntorna och avkastningskraven

Enligt en undersökning gjord av Olhager och Selledin (2003:368) har 38 % av företagen förväntat en avkastning på 5–15 % medan 16,5 % av företagen förväntat en avkastning på < 5 %.

På basis av undersökningen gjord av Olhager och Selledin (2003:368) har gjorts ett moderat antagande att affärssystemet skapar en ny potentiell produktionsnivå och den borde därför inhämta årliga positiva kassaflöden på 3,50 % av omsättningen på 1000 miljoner €, huvudsakligen på grund av besparingar samt processeffektiveringar. I kalkylerna har beaktats en riskprocent på $= 14$ % (som inkluderar avkastningskravet $= 14$ % - $10,50$ % $= 3,50$ %) och riskfri ränta på $= 3$ %, en total riskjusterad ränta på $= 17$ %. För att kunna jämföra BSM -modellens och CCR -binomialmodellens resultat krävs enligt Hull (2018:331) och Heikkilä Markku (2020: Personlig kommunikation, e-post) att riskfri

ränta används i en riskneutral värld. Därför har också i SÅM använts riskfria räntan 3 % då riskjusterade kassaflöden har diskonterats.

Det bör noteras att i undersökningen gjord av Olhager och Selledin (2003) är de undersökta företagen mindre i storlek (omsättning och antal anställda) jämfört med undersökningen som Mabert et al. (2003) har gjort. Därför kan avkastningarna vara större i undersökningen gjord av Mabert et al. (2003) medan avkastningarna kan vara större i förhållande till omsättningarna i undersökningen gjord av Olhager och Selledin (2003).

6.3 Exempelfallets resultat

Först presenteras kassaflödena, nettonu värden och efter det presenteras BSM kalkylernas resultat (inkluderat BSM modellen och MC metoden) varefter presenteras binomialmodellens resultat och till sist presenteras suddiga återbetalningsmetodens resultat. Dessutom visualiseras den framkommande flexibiliteten. Kalkylernas valuta presenteras som miljoner €.

6.3.1 Kassaflöden

Under båda projekten antas företagets omsättning vara 1000 miljoner € i året. Grundinvesteringen i båda projekten före realoptionerna är 100 miljoner €. Den realiserade skuggoptionen (som blir en realoption) att sänka centralprocessorns dynamiska effekt med 15 % till 85 % av det ursprungliga kalkyleras enligt Ekvation [28]. Den realiserade skuggoptionen har tagits i beaktande i projekt A:s kassaflöden enligt $35,21 - 35,00 \approx$ totalt besparing på 207 810,24 tusen € per period ($t = 1$) från och med $t = 1,75$ i normala fallet tills $t = 5,75$ och i sämsta fallet tills $t = 10,75$ och i bästa fallet inget alls. I projekt A beaktas optionen att skjuta upp i NNV kalkylerna (se underrubrik 6.3.2 nettonu värde). I projekt B har inte inkluderats realoptioner. För varsitt projekt A och B har gjorts tre scenarier: det sämsta, det normala och det bästa scenariot. Restvärdet av affärssystemet på 5 miljoner € har inkluderats till faktorerna 1 och 1,25 i två sista perioderna medan i faktorn 0,8 inkluderats restvärde endast i sista perioden. Kostnaden på optionen att skjuta upp i nio månader har inkluderats till grundinvesteringen av projekt A: kostnaden uppgår till 1,5 miljoner €.

Kassaflödenas skillnader i det sämsta, det normala och det bästa scenariot bör noteras i vardera projektet, de kan läsas ur Tabell 2 och 3. I Tabell 2 och 3 presenteras kassaflödena: i Tabell 2 presenteras projekt A:s kassaflöden med realoptionerna och i Tabell 3 presenteras projekt B:s kassaflöden utan realoptioner. Dessutom kan ur Tabell 2 läsas internräntan av nominella kassaflöden och restvärden. Ur Tabell 4 kan läsas kostnadsfördelningen enligt nominell grundinvestering.

Tabell 2 Kassaflöden projekt A med en realoption inkluderad.

rr		17,00 %		rf		3,0 %		r		14,00 %				
Faktor		0,75	1,75	2,75	3,75	4,75	5,75	6,75	7,75	8,75	9,75	10,75	0,75	t+0,75
1,25		43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	48,75	48,75		
1		35,21	35,21	35,21	35,21	35,21	35,21	35,00	35,00	35,00	40,00	40,00		
0,8		28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	33,17		
		-10,00	-10,00	- 5,00	- 5,00	- 5,00	- 5,00	-10,00	- 10,00	- 15,00	- 15,00		- 90,00	
		-20,00	-20,00	-10,00	- 10,00	-10,00	-10,00	-15,00	- 15,00	- 20,00	- 20,00		- 150,00	
		-40,00	-40,00	-20,00	- 20,00	-15,00	-20,00	-20,00	- 30,00	- 35,00	- 35,00		- 275,00	
Bästa		33,75	33,75	38,75	38,75	38,75	38,75	33,75	33,75	33,75	33,75			
Normala		15,21	15,21	25,21	25,21	25,21	25,00	20,00	20,00	20,00	20,00			
Sämsta		-11,83	-11,83	8,17	8,17	13,17	8,17	8,17	- 1,83	- 6,83	- 1,83			
df	0,8889	0,7598	0,6494	0,5550	0,4744	0,4054	0,3465	0,2962	0,2531	0,2164	0,1849			
Kostn. Besp.		0,16	0,13	0,12	0,10	0,08	-	-	-	-	-		0,59	Σ(K.B. t)
Kumul. Besp.		0,16	0,29	0,41	0,51	0,59								
IR	- 85,99	15,21	15,21	25,21	25,21	25,21	25,00	20,00	20,00	20,00	20,00		19,94 %	IR m.

Tabell 3 Kassaflöden projekt B utan realoptioner.

rr		17,00 %		rf		3,0 %		r		14,00 %				
Faktor		0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	0,00	t+0
1,25		43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	43,75	48,75	48,75		
1		35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	40,00	40,00		
0,8		28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	33,00		
		-10,00	-10,00	- 5,00	- 5,00	- 5,00	- 5,00	-10,00	- 20,00	- 20,00	- 20,00		- 110,00	
		-15,00	-15,00	-10,00	- 10,00	-10,00	-10,00	-10,00	- 20,00	- 25,00	- 25,00		- 150,00	
		-40,00	-40,00	-20,00	- 20,00	-15,00	-25,00	-30,00	- 35,00	- 40,00	- 45,00		- 310,00	
Bästa		33,75	33,75	38,75	38,75	38,75	38,75	33,75	23,75	28,75	28,75			
Normala		20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00			
Sämsta		-12,00	-12,00	8,00	8,00	13,00	3,00	- 2,00	- 7,00	- 12,00	- 12,00			
df	1,0000	0,8547	0,7305	0,6244	0,5337	0,4561	0,3898	0,3332	0,2848	0,2434	0,2080			
Kostn. Besp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0,00	Σ(K.B. t)
Kumul. Besp.		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
IR	- 100,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00		17,33 %	IR m.

Tabell 4 Avrundad kostnadsfördelning enligt projektet A och B före diskontering, i miljoner € (Olhager & Selldin 2003:369).

		Inv. alt A	Inv. alt B
100 %	Grundinvestering	96,74	100,00
30 %	Konsultering	29,02	30
24 %	Mjukvara	23,22	24
19 %	Maskinvara	18,38	19
14 %	Skolning	13,54	14
12 %	Arbetskraft	11,61	12
1 %	Diverse	0,97	1

6.3.2 Nettonuvärde

Nettonuvärdet presenteras också när SÅM resultaten presenteras men för att NNV används i BSM modellen är det skäl att visa NNV resultaten före BSM resultaten presenteras.

NNV har kalkylerats genom att tillämpa Ekvationerna [1, 26–27]. I kalkylen används i båda projekten totalräntan 17 % till vilket inkluderas systemets produktivitetsökningskrav (som blir avkastningskrav). För hur kassaflödena har ställts upp se underrubrik 6.3.1 kassaflöden. NNV för projekt A i det normala scenariot är $\approx -0,72$ miljoner € och NNV för projekt B i det normala scenariot är $\approx 1,18$ miljoner €, en positiv skillnad på $\approx 0,46$ miljoner € för projekt B. Vilket tyder på att enbart baserande på NNV kalkylen borde projekt B väljas. I NNV kalkylen används en total riskjusterad ränta på 17 % när nominella triangulära kassaflöden diskonteras och riskfria räntan på 3 % när riskjusterade triangulära kassaflöden diskonteras. NNV kalkylerna uppfyller lagen om ett pris.

För projekt A:s NNV och restvärden och se Tabell 5. För projekt B:s NNV och restvärden se Tabell 6. Av båda tabellen kan läsas det sämsta, det normala och det bästa scenariot.

Tabell 5 NNV projekt A.

Input kassaflöden inv. Alt. A utan realoptioner

år	-	100,0	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00	195,00
----	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Diskonterade kassaflöden inv. Alt. A utan realoptioner

t+75	0,75	1,75	2,75	3,75	4,75	5,75	6,75	7,75	8,75	9,75	10,75		
df	0,889	0,760	0,649	0,555	0,474	0,405	0,347	0,296	0,253	0,216	0,185		
Vt	-	88,89	15,20	12,99	13,88	11,86	10,14	8,66	7,40	3,80	3,25	2,77	1,05

Input riskfria nominella triangulära kassaflöden inv. alt. A

Bästa	år	-	96,74	33,75	33,75	38,75	38,75	38,75	38,75	33,75	33,75	33,75	33,75	260,76
Normala	år	-	96,74	15,21	15,21	25,21	25,21	25,21	25,00	20,00	20,00	20,00	20,00	114,30
Sämsta	år	-	96,74	- 11,83	- 11,83	8,17	8,17	13,17	8,17	8,17	- 1,83	- 6,83	- 1,83	- 85,08

Diskonterade triangulära kassaflöden inv. alt. A

t+75	0,75	1,75	2,75	3,75	4,75	5,75	6,75	7,75	8,75	9,75	10,75			
df	0,889	0,760	0,649	0,555	0,474	0,405	0,347	0,296	0,253	0,216	0,185			
Bästa	Vt	-	85,99	25,64	21,92	21,51	18,38	15,71	13,43	10,00	8,54	7,30	6,24	62,68
Normala	Vt	-	85,99	11,55	9,88	13,99	11,96	10,22	8,66	5,92	5,06	4,33	3,70	- 0,72
Sämsta	Vt	-	85,99	- 8,99	- 7,68	4,53	3,87	5,34	2,83	2,42	- 0,46	- 1,48	- 0,34	- 85,96

Riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. A

Koefficient	0,909	0,800	0,704	0,620	0,546	0,481	0,423	0,372	0,328	0,289	0,254			
Bästa	Vt	-	87,92	27,00	23,77	24,03	21,15	18,62	16,39	12,57	11,07	9,74	8,58	85,00
Normala	Vt	-	87,92	12,17	10,71	15,63	13,76	12,11	10,58	7,45	6,56	5,77	5,08	11,90
Sämsta	Vt	-	87,92	- 9,47	- 8,34	5,06	4,46	6,33	3,45	3,04	- 0,60	- 1,97	- 0,47	- 86,42

Diskonterade riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. A

df	0,978	0,950	0,922	0,895	0,869	0,844	0,819	0,795	0,772	0,750	0,728			
Bästa	Vt	-	85,99	25,64	21,92	21,51	18,38	15,71	13,43	10,00	8,54	7,30	6,24	62,68
Normala	Vt	-	85,99	11,55	9,88	13,99	11,96	10,22	8,66	5,92	5,06	4,33	3,70	- 0,72
Sämsta	Vt	-	85,99	- 8,99	- 7,68	4,53	3,87	5,34	2,83	2,42	- 0,46	- 1,48	- 0,34	- 85,96
Cumul. Norm		-	85,99	- 74,44	- 64,56	- 50,57	- 38,61	- 28,39	- 19,73	- 13,81	- 8,74	- 4,42	- 0,72	

Tabell 6 NNV projekt B.

Input kassaflöden inv. Alt. B utan realoptioner

år	-	100,0	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00	195,00
----	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Diskonterade kassaflöden inv. Alt. B utan realoptioner

t+0,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
df	1,000	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456	0,390	0,333	0,285	0,243	0,208		
Vt	-	100,00	17,09	14,61	15,61	13,34	11,40	9,75	8,33	4,27	3,65	3,12	1,18

Input riskfria nominella triangulära kassaflöden inv. alt. B

Bästa	år	-	100,00	33,75	33,75	38,75	38,75	38,75	38,75	33,75	23,75	28,75	28,75	237,50
Normala	år	-	100,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00	15,00	110,00
Sämsta	år	-	100,00	- 12,00	- 12,00	8,00	8,00	13,00	3,00	- 2,00	- 7,00	- 12,00	- 12,00	-125,00

Diskonterade triangulära kassaflöden inv. alt. B

t+0,0	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00			
df	1,000	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456	0,390	0,333	0,285	0,243	0,208			
Bästa	Vt	-	100,00	28,85	24,65	24,19	20,68	17,67	15,11	11,25	6,76	7,00	5,98	62,14
Normala	Vt	-	100,00	17,09	14,61	15,61	13,34	11,40	9,75	8,33	4,27	3,65	3,12	1,18
Sämsta	Vt	-	100,00	- 10,26	- 8,77	4,99	4,27	5,93	1,17	- 0,67	- 1,99	- 2,92	- 2,50	-110,74

Riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. B

Koefficient	1,0000	0,8803	0,7750	0,6823	0,6006	0,5288	0,4655	0,4098	0,3608	0,3176	0,2796			
Bästa	Vt	-	100,00	29,71	26,16	26,44	23,27	20,49	18,04	13,83	8,57	9,13	8,04	83,67
Normala	Vt	-	100,00	17,61	15,50	17,06	15,02	13,22	11,64	10,24	5,41	4,76	4,19	14,65
Sämsta	Vt	-	100,00	- 10,56	- 9,30	5,46	4,81	6,87	1,40	- 0,82	- 2,53	- 3,81	- 3,36	-111,84

Diskonterade riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. B

df	1,000	0,971	0,943	0,915	0,888	0,863	0,837	0,813	0,789	0,766	0,744			
Bästa	Vt	-	100,00	28,85	24,65	24,19	20,68	17,67	15,11	11,25	6,76	7,00	5,98	62,14
Normala	Vt	-	100,00	17,09	14,61	15,61	13,34	11,40	9,75	8,33	4,27	3,65	3,12	1,18
Sämsta	Vt	-	100,00	- 10,26	- 8,77	4,99	4,27	5,93	1,17	- 0,67	- 1,99	- 2,92	- 2,50	-110,74
Cumul. Norm		-	100,00	- 82,91	- 68,30	- 52,69	- 39,35	- 27,94	- 18,20	- 9,87	- 5,59	- 1,94	1,18	

6.3.3 Black-Scholes-Merton modellen och Monte Carlo metod

I Black, Scholes och Merton modellen och Monte Carlo metoden har tillämpats Ekvationerna [2-15], för vidare förklaringar gällande ekvationerna och källkod se underrubrikerna 6.1.2 Black-Scholes-Merton modell och Monte Carlo metod och 6.1.3 kvasi-slumptal. Se vidare för NNV kalkylerna underrubrikerna 6.3.1 kassaflödena och 6.3.2 nettonuvärde. För projekt B:s NNV i det bästa, det normala och det sämsta scenariot se Tabell 5, 6 och 12.

I BSM kalkylen i normala scenariot används riskfria räntan på 3 % och projekt A:s volatilitet är = 20,00 % och projekt B:s volatilitet är = 20,00 %. Nuvärdet av projekt A:s kassaflöden i det normala scenariot har beräknats till $\approx 85,28$ miljoner € och nuvärdet för projekt B:s kassaflöden i det normala scenariot har beräknats till $\approx 101,18$ miljoner €. Grundinvesteringen för projekt A är $\approx 85,99$ miljoner € och grundinvesteringen för projekt B är 100,00 miljoner €. Optionens väntetid för projekt A är $t = 0,75$ år och för projekt B = 0 år. Projekt A:s NNV är $\approx -0,72$ miljoner € medan projekt B:s NNV är $\approx 1,18$ miljoner €, en positiv skillnad på $\approx 0,46$ miljoner € för projekt B vilket tyder på att enbart baserande på NNV kalkylen borde projekt B väljas. Realoptionsvärdet för projekt A i det normala scenariot är $\approx 6,46$ miljoner € och för projekt B är = 0 miljoner € för att ingen väntetid (option att skjuta upp) har använts i projekt B. Flexibiliteten för projekt A i det normala scenariot fås genom att subtrahera projekt B:s NNV (projekt B $t = 0$) från projekt A:s realoptionsvärde. Projekt A:s flexibilitet i det normala scenariot är $\approx 5,29$ miljoner € och projekt B:s flexibilitet i normala scenariot är = 0 miljoner €. Projekt A:s optionsvärde given till projektet i normala scenariot är $\approx 5,75$ miljoner € medan projekt B:s optionsvärde given till projektet i normala scenariot är = 0. I det normala scenariot överstiger projekt A:s realoptionsvärde ($\approx 6,46$ miljoner €) och flexibilitet ($\approx 5,29$ miljoner €) dess negativa NNV ($\approx -0,72$ miljoner €) och dessutom är dess realoptionsvärde och flexibilitet större än projekt B:s NNV ($\approx 1,18$ miljoner €). Om man i normala scenariot subtraherar projekt B:s NNV från A:s flexibilitet blir resultatet $\approx 4,11$ miljoner € och det tyder på att i det normala scenariot överskrider projekt A:s flexibilitet projekt B:s NNV med det föregående talet. Dessutom i normala scenariot överstiger optionsvärdet givet till projekt A projekt B:s NNV med $\approx 4,57$ miljoner €. För att projekt A:s flexibilitet och optionsvärdet givet till projektet i det normala scenariot (fast den har en negativ NNV) överstiger projekt B:s NNV och för att projekt A:s NNV i det bästa

fallet överstiger projekt B:s NNV kan projekt A väljas. Om inte projekt A kan väljas borde projekt B väljas.

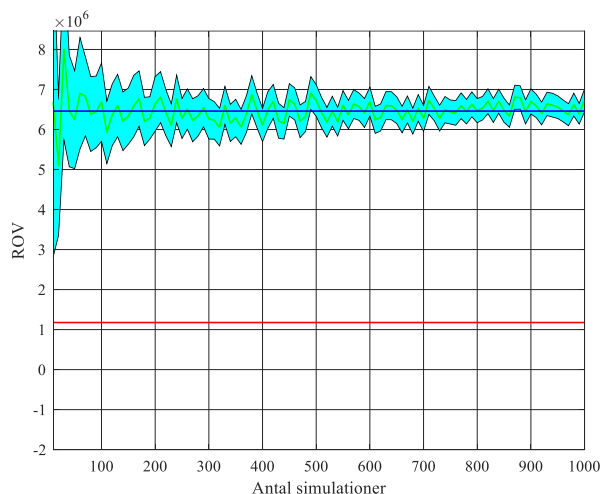
I Figur 2 och 3 visualiseras variationen mot BSM realoptionsvärdet som kan förstås som flexibilitetsvariation, dessutom presenteras i figurerna projekt B:s NNV. I Tabell 7 presenteras projekt A:s BSM modellens resultat i det bästa, det normala och det sämsta scenariot och i Tabell 8 presenteras projekt B:s BSM modellens resultat i det normala scenariot.

Tabell 7 BSM modellen, projekt A:s resultat i det sämsta, det normala och det bästa scenariot.

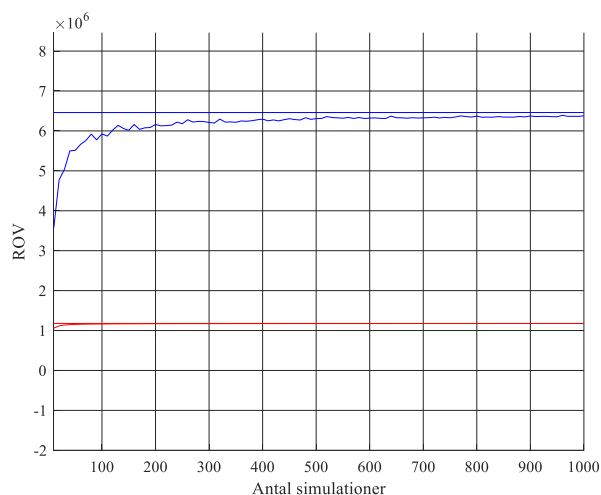
Sämsta		Normala		Bästa	
rf	3,00 %	rf	3,00 %	rf	3,00 %
σ	500,00 %	σ	20,00 %	σ	5,00 %
S	0,03584771	S	85,27431878	S	148,66913703
X	85,99201698	X	85,99201698	X	85,99201698
T	0,75	T	0,75	T	0,75
Projektet med optionerna (t=0,75)		Projektet med optionerna (t=0,75)		Projektet med optionerna (t=0,75)	
NNV	-85,95616927	NNV	-0,71769820	NNV	62,67712005
Optionsvärde (t=+0,75)		Optionsvärde (t=+0,75)		Optionsvärde (t=+0,75)	
Köption	0,01994807	Köption	6,46086003	Köption	64,59033604
Flexibilitet (varians, t=+0)		Flexibilitet (varians, t=+0)		Flexibilitet (varians, t=+0)	
Köption>NNV (t=0)	110,75655618	Köption>NNV (t=0)	5,28407632	Köption>NNV (t=0)	2,44764121
Optionsvärdet given till projektet (t=+0,75)		Optionsvärdet given till projektet (t=+0,75)		Optionsvärdet given till projektet (t=+0,75)	
Köption>NNV	-85,93622120	Köption>NNV	5,74316183	Köption>NNV	127,26745610

Tabell 8 BSM modellen, projekt B:s resultat i det sämsta, det normala och det värsta scenariot.

Sämsta		Normala		Bästa	
rf	3,00 %	rf	3,00 %	rf	3,00 %
σ	500,00 %	σ	20,00 %	σ	5,00 %
S	-10,73660811	S	101,1767837	S	162,1426948
X	100	X	100	X	100
T	0,00E+00	T	0,00E+00	T	0,00E+00
Projektet med optionerna (t=0)		Projektet med optionerna (t=0)		Projektet med optionerna (t=0)	
NNV	-110,73660811	NNV	1,17678371	NNV	62,14269483
Optionsvärde (t=0)		Optionsvärde (t=0)		Optionsvärde (t=0)	
Köption	0	Köption	0	Köption	0
Flexibilitet (varians, t=0)		Flexibilitet (varians, t=0)		Flexibilitet (varians, t=0)	
Köption>NNV (t=0)	0	Köption>NNV (t=0)	0	Köption>NNV (t=0)	0
Optionsvärdet given till projektet (t=0)		Optionsvärdet given till projektet (t=0)		Optionsvärdet given till projektet (t=0)	
Köption>NNV	0	Köption>NNV	0	Köption>NNV	0



Figur 2 BSM - MC - ROV simulation med kontrollvariabel i det normala scenariot projekt A (blå) och projekt B (röd).



Figur 3 BSM - ROV med kvasi-slumptal (Haltonsekvenser) i det normala scenariot projekt A (blå) och projekt B(röd).

6.3.4 Binomialmodellen

I Cox, Ross och Rubinstein binomialmodellkalkylerna har tillämpats Ekvationerna [17-20], för vidare förklaringar gällande ekvationerna och källkod se underrubrik 6.1.4 binomialmodellen. Se vidare för NNV kalkylerna underrubrikerna 6.3.1 kassaflödena och 6.3.2 nettonuvärde. För projekt B:s NNV i det bästa, det normala och det sämsta scenariot se Tabell 5, 6 och 12.

Som tidssteg i CRR kalkylen har använts $n = 100$, vilket medför att $\Delta t = (0,75 / 100)$, annars är andra inputen samma som användes i BSM modellens normala scenariot, se

vidare underrubrik 6.3.3 BSM modellen. Projekt A:s NNV är $\approx -0,72$ miljoner € medan projekt B:s NNV är $\approx 1,18$ miljoner €, en positiv skillnad på $\approx 0,46$ miljoner € för projekt B vilket tyder på att enbart baserande på NNV kalkylen borde projekt B väljas. Realoptionsvärdet för projekt A i det normala scenariot är $\approx 6,47$ miljoner € och för projekt B = 0 för att ingen väntetid (option att skjuta upp) har använts i projekt B. Flexibiliteten för projekt A i det normala scenariot fås genom att subtrahera NNV (projekt B $t = 0$) från projekt A:s realoptionsvärde. Projekt A:s flexibilitet i det normala scenariot är $\approx 5,29$ miljoner € och projekt B:s flexibilitet i det normala scenariot är = 0 miljoner €. Projekt A:s optionsvärde given till projektet i normala scenariot är $\approx 5,75$ miljoner € medan projekt B:s optionsvärde given till projektet i normala scenariot är = 0. I det normala scenariot överstiger projekt A:s realoptionsvärde ($\approx 6,47$ miljoner €) och flexibilitet ($\approx 5,29$ miljoner €) dess negativa NNV ($\approx -0,72$ miljoner €) och dess realoptionsvärde och flexibilitet är större än projekt B:s NNV ($\approx 1,18$ miljoner €). Om man i normala scenariot subtraherar projekt B:s NNV från A:s flexibilitet blir resultatet $\approx 4,11$ miljoner € och det tyder på att i det normala scenariot överskrider projekt A:s flexibilitet projekt B:s NNV med det föregående talet. Dessutom överstiger optionsvärdet givet till projekt A projekt B:s NNV med $\approx 4,57$ miljoner €. För att projekt A:s flexibilitet och optionsvärdet givet till projektet i det normala scenariot (fast den har en negativ NNV) överstiger projekt B:s NNV och för att projekt A:s NNV i det bästa fallet överstiger projekt B:s NNV kan projekt A väljas. Om inte projekt A kan väljas borde projekt B väljas.

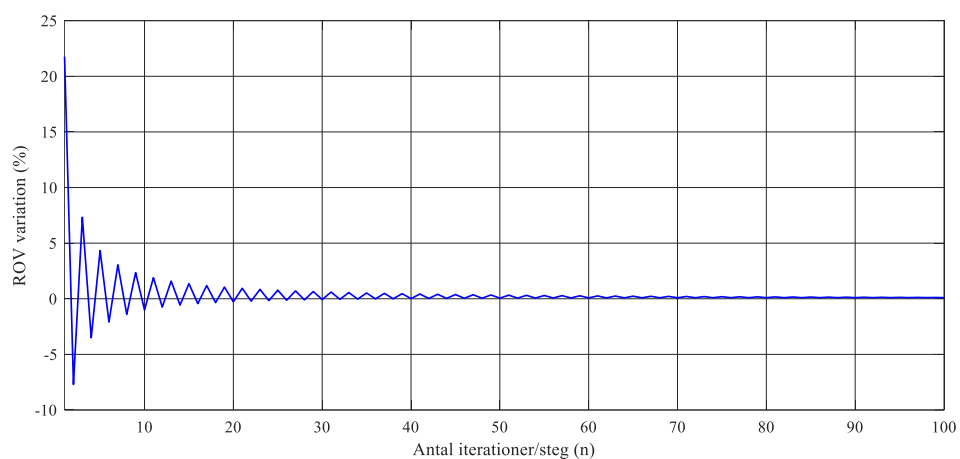
I Tabell 9 presenteras projekt A:s CRR binomialmodellens resultat och i Tabell 10 projekt B:s CRR binomialmodellens resultat. I Figur 4 visualiseras projekt A:s CRR variation kring projekt A:s BSM resultat. I Tabell 11 jämförs projekt A:s och Projekt B:s resultat.

Tabell 9 Projekt A:s CRR resultat i det normala scenariot.

Projektet med optionerna	
NNV (t=0,75)	-0,71769820
Optionsvärde	
Köption (t=0,75)	6,46656621
Flexibilitet	
Köption-NNV (t=0)	5,28978251
Optionsvärde given till projektet	
Köption+NNV (t=75)	5,74886801

Tabell 10 Projekt B:s CRR resultat i det normala scenariot.

Projektet utan optionerna	
NNV (t=0)	1,17678371
Optionsvärde	
Köption (t=0)	0,00000000
Flexibilitet	
Köption-NNV (t=0)	0,00000000
Optionsvärde given till projektet	
Köption+NNV (t=0)	0,00000000



Figur 4 Variation kring BSM ROV projekt A i det normala scenariot.

Tabell 11 CRR skillnaden mellan projekten.

Skillnaden mellan projekten:	
	Alt.A
NNV	-0,71769820
Köption	6,46656621
Optionsvärde given till projekten	5,74886801
	Alt.B
NNV	1,17678371
Köption	0,00000000
Optionsvärde given till projekten	0,00000000
Flexibilitet projekt alt. A-projekt alt. B NNV	4,11299880
Optionsvärdet givet till projektet alt. A-projekt alt. B NNV	4,57208431

6.3.5 Suddiga återbetalningsmetoden

I suddiga återbetalningsvärdekalkylerna tillämpas Ekvationerna [21-25]. Se underrubrik 6.3.1 kassaflöden för vidare för beskrivning av kassaflödena och underrubrik 6.3.2 nettonuvärde för vidare NNV kalkyler.

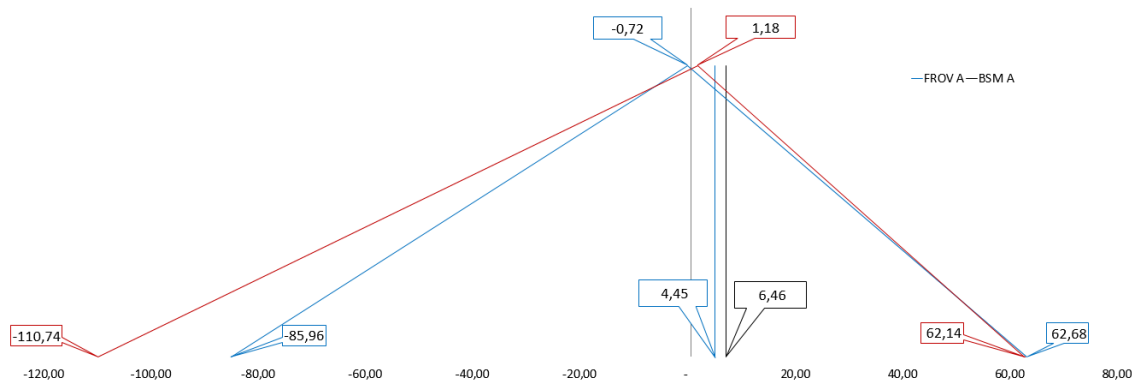
Projekt A:s NNV i det bästa scenariot är $\approx 62,68$ miljoner € och i det sämsta scenariot $\approx -85,96$ miljoner €. Projekt B:s NNV i det bästa scenariot är $\approx 62,14$ miljoner € och i det sämsta scenariot $\approx -110,74$ miljoner €. Grundinvesteringen för projekt A är $\approx 85,99$ miljoner € och grundinvesteringen för projekt B är 100,00 miljoner €. Optionens väntetid för projekt A är $t = 0,75$ år och för projekt B = 0 år. Projekt A: NNV är $\approx -0,72$ miljoner € och projekt B:s NNV är $\approx 1,18$ miljoner €, en positiv skillnad på $\approx 0,46$ miljoner € för projekt B vilket tyder på att enbart baserande på NNV kalkylen borde projekt B väljas. Realoptionsvärdet för projekt A i det normala scenariot är $\approx 4,45$ miljoner € och för projekt B = 0 för att ingen väntetid (option att skjuta upp) har använts i projekt B. Flexibiliteten för projekt A i det normala scenariot fås genom att subtrahera projekt B:s NNV (projekt B $t = 0$) från projekt A:s realoptionsvärde. Projekt A:s flexibilitet i det normala scenariot är $\approx 3,27$ miljoner € och projekt B:s flexibilitet i normala scenariot är = 0 miljoner €. Projekt A:s optionsvärde given till projektet i normala scenariot är $\approx 3,73$ miljoner € medan projekt B:s optionsvärde given till projektet i normala scenariot är = 0. I det normala scenariot överstiger projekt A:s realoptionsvärde ($\approx 4,45$ miljoner €) och flexibilitet ($\approx 3,27$ miljoner €) dess negativa NNV ($\approx -0,72$ miljoner €) och dessutom är dess realoptionsvärde och flexibilitet större än projekt B:s NNV ($\approx 1,18$ miljoner €). Om man i normala scenariot subtraherar projekt B:s NNV från projekt A:s flexibilitet blir resultatet $\approx 2,10$ miljoner € och det tyder på att i det normala scenariot överskrider projekt

A:s flexibilitet projekt B:s NNV med det föregående talet. Dessutom i normala scenariot överstiger optionsvärdet givet till projekt A projekt B:s NNV med $\approx 2,55$ miljoner € medan skillnaden mellan BSM och SÅM resultaten är $\approx 2,01$ miljoner € (BSM resultatet 6,46 miljoner € - SROV resultatet 4,45 miljoner €). Skillnaden mellan projekt A:s NNV i bästa och sämsta scenarierna och projekt B:s NNV i bästa och sämsta scenarierna är $\approx 24,25$ miljoner € vilket leder till att projekt A:s NNV är mer positivt fördelad i bästa och sämsta scenarierna fast projekt A:s NNV i normala scenariot (med realoptionerna inkluderade) är lägre än B:s NNV i normala scenariot. För att projekt A:s flexibilitet och optionsvärdet givet till projektet i det normala scenariot (fast den har en negativ NNV) överstiger projekt B:s NNV och för att projekt A:s NNV i det bästa fallet överstiger projekt B:s NNV kan projekt A väljas. Om inte projekt A kan väljas borde projekt B väljas.

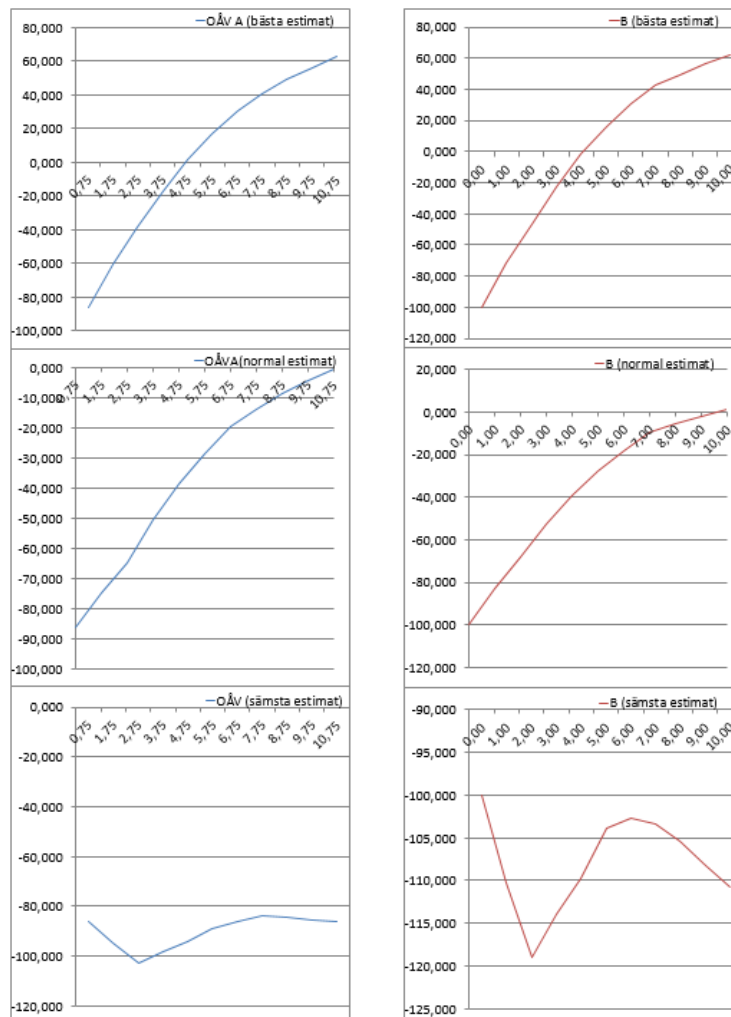
I Tabell 12 presenteras projekt A:s och B:s nominella och riskjusterade kassaflöden med tre scenarion varifrån NNV har kalkylerats. I Figur 5 visualiseras projekt A:s och B:s NNV med tre scenarion och suddiga återbetalningsvärde. I Figur 6 visualiseras projekt A:s och B:s återbetalningstider i det bästa, det normala och det sämsta scenariot.

Tabell 12 Diskonterade (NV och NNV) nominella och riskjusterade kassaflöden med tre scenarion.

rr	17,00 %	rf	3 %											
Input kassaflöden inv. Alt. A utan realoptioner														
är	-	100,0	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00	195,00	
Diskonterade kassaflöden inv. Alt. A utan realoptioner														
t+75		0,75	1,75	2,75	3,75	4,75	5,75	6,75	7,75	8,75	9,75	10,75		
df		0,889	0,760	0,649	0,555	0,474	0,405	0,347	0,296	0,253	0,216	0,185		
Vt	-	88,89	15,20	12,99	13,88	11,86	10,14	8,66	7,40	3,80	3,25	2,77	1,05	
Input riskfria nominella triangulära kassaflöden inv. alt. A														
Bästa	är	-	96,74	33,75	33,75	38,75	38,75	38,75	38,75	33,75	33,75	33,75	33,75	260,76
Normala	är	-	96,74	15,21	15,21	25,21	25,21	25,21	25,00	20,00	20,00	20,00	20,00	114,30
Sämsta	är	-	96,74	- 11,83	- 11,83	8,17	8,17	13,17	8,17	8,17	- 1,83	- 6,83	- 1,83	- 85,08
Diskonterade triangulära kassaflöden inv. alt. A														
t+75		0,75	1,75	2,75	3,75	4,75	5,75	6,75	7,75	8,75	9,75	10,75		
df		0,889	0,760	0,649	0,555	0,474	0,405	0,347	0,296	0,253	0,216	0,185		
Bästa	Vt	-	85,99	25,64	21,92	21,51	18,38	15,71	13,43	10,00	8,54	7,30	6,24	62,68
Normala	Vt	-	85,99	11,55	9,88	13,99	11,96	10,22	8,66	5,92	5,06	4,33	3,70	- 0,72
Sämsta	Vt	-	85,99	- 8,99	- 7,68	4,53	3,87	5,34	2,83	2,42	- 0,46	- 1,48	- 0,34	- 85,96
Riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. A														
Koefficient		0,909	0,800	0,704	0,620	0,546	0,481	0,423	0,372	0,328	0,289	0,254		
Bästa	Vt	-	87,92	27,00	23,77	24,03	21,15	18,62	16,39	12,57	11,07	9,74	8,58	85,00
Normala	Vt	-	87,92	12,17	10,71	15,63	13,76	12,11	10,58	7,45	6,56	5,77	5,08	11,90
Sämsta	Vt	-	87,92	- 9,47	- 8,34	5,06	4,46	6,33	3,45	3,04	- 0,60	- 1,97	- 0,47	- 86,42
Diskonterade riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. A														
df		0,978	0,950	0,922	0,895	0,869	0,844	0,819	0,795	0,772	0,750	0,728		
Bästa	Vt	-	85,99	25,64	21,92	21,51	18,38	15,71	13,43	10,00	8,54	7,30	6,24	62,68
Normala	Vt	-	85,99	11,55	9,88	13,99	11,96	10,22	8,66	5,92	5,06	4,33	3,70	- 0,72
Sämsta	Vt	-	85,99	- 8,99	- 7,68	4,53	3,87	5,34	2,83	2,42	- 0,46	- 1,48	- 0,34	- 85,96
Cumul. Norm		-	85,99	- 74,44	- 64,56	- 50,57	- 38,61	- 28,39	- 19,73	- 13,81	- 8,74	- 4,42	- 0,72	
Input kassaflöden inv. Alt. B utan realoptioner														
är	-	100,0	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00	195,00	
Diskonterade kassaflöden inv. Alt. B utan realoptioner														
t+0,0		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
df		1,000	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456	0,390	0,333	0,285	0,243	0,208		
Vt	-	100,00	17,09	14,61	15,61	13,34	11,40	9,75	8,33	4,27	3,65	3,12	1,18	
Input riskfria nominella triangulära kassaflöden inv. alt. B														
Bästa	är	-	100,00	33,75	33,75	38,75	38,75	38,75	38,75	33,75	23,75	28,75	28,75	237,50
Normala	är	-	100,00	20,00	20,00	25,00	25,00	25,00	25,00	15,00	15,00	15,00	15,00	110,00
Sämsta	är	-	100,00	- 12,00	- 12,00	8,00	8,00	13,00	3,00	- 2,00	- 7,00	- 12,00	- 12,00	-125,00
Diskonterade triangulära kassaflöden inv. alt. B														
t+0,0		0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00		
df		1,000	0,855	0,731	0,624	0,534	0,456	0,390	0,333	0,285	0,243	0,208		
Bästa	Vt	-	100,00	28,85	24,65	24,19	20,68	17,67	15,11	11,25	6,76	7,00	5,98	62,14
Normala	Vt	-	100,00	17,09	14,61	15,61	13,34	11,40	9,75	8,33	4,27	3,65	3,12	1,18
Sämsta	Vt	-	100,00	- 10,26	- 8,77	4,99	4,27	5,93	1,17	- 0,67	- 1,99	- 2,92	- 2,50	-110,74
Riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. B														
Koefficient		1,0000	0,8803	0,7750	0,6823	0,6006	0,5288	0,4655	0,4098	0,3608	0,3176	0,2796		
Bästa	Vt	-	100,00	29,71	26,16	26,44	23,27	20,49	18,04	13,83	8,57	9,13	8,04	83,67
Normala	Vt	-	100,00	17,61	15,50	17,06	15,02	13,22	11,64	10,24	5,41	4,76	4,19	14,65
Sämsta	Vt	-	100,00	- 10,56	- 9,30	5,46	4,81	6,87	1,40	- 0,82	- 2,53	- 3,81	- 3,36	-111,84
Diskonterade riskjusterade triangulära kassaflöden inv. alt. B														
df		1,000	0,971	0,943	0,915	0,888	0,863	0,837	0,813	0,789	0,766	0,744		
Bästa	Vt	-	100,00	28,85	24,65	24,19	20,68	17,67	15,11	11,25	6,76	7,00	5,98	62,14
Normala	Vt	-	100,00	17,09	14,61	15,61	13,34	11,40	9,75	8,33	4,27	3,65	3,12	1,18
Sämsta	Vt	-	100,00	- 10,26	- 8,77	4,99	4,27	5,93	1,17	- 0,67	- 1,99	- 2,92	- 2,50	-110,74
Cumul. Norm		-	100,00	- 82,91	- 68,30	- 52,69	- 39,35	- 27,94	- 18,20	- 9,87	- 5,59	- 1,94	1,18	



Figur 5 Triangulär SAM var projekt A:s suddiga realoptionsvärde med tre scenarion.



Figur 6 Projekt A:s och B:s återbetalningstider i det bästa, det normala och det sämsta scenariot.

6.4 Analys angående resultaten

Jag har specificerat följande frågor angående exempelfallets resultat:

1. Vilka datorprogram har tillämpats i värderingen?
 - a. Hur ser modellernas och metodernas källkod ut?
2. Finns det metoder eller modeller som ger ett högre värde än de traditionella kapitalinvesterings teknikerna?
3. Vilka metoder eller modeller ger liknande värden?
 - a. Vilka metoder eller modeller lämpar sig för realoptionsvärdering?
4. Hurudana skillnader blir det i resultaten när realoptioner värderas med olika typer av realoptionsmetoder och modeller?
5. Hurudana framkommer flexibilitet i materialet och resultaten?
6. Hurudana begränsningar har kapitalinvesterings tekniker och optionsprissättningsmodeller?

Nedan försöker jag kort besvara frågorna angående empirin (exempelfallet):

1) Vilka datorprogram har tillämpats i värderingen?

Jag har använt datorprogrammen Microsoft® Office Excel® 2013 och MATLAB® R2017b när jag har konstruerat exempelfallet och genererat resultaten.

1 a) Hur ser modellernas och metodernas källkod ut?

För källkod som jag har tillämpat se bilagorna 1–6.

2) Finns det metoder eller modeller som ger ett högre värde än de traditionella kapitalinvesterings teknikerna?

Om exempelfallets projekt A i det normala scenariot skulle ha betalat sig tillbaka före ekonomiska livslängden slutar och NNV skulle ha varit negativ skulle kassaflödena i det bästa scenariot ha lett till att NNV skulle ha varit överoptimistisk för att kostnaderna skulle ha blivit så låga. Ur exempelfallet framgår det att fast det antas att det sker

marknadsfluktueringar och gömda kostnader realiserar vilka medför att projektets kostnader ökar vilket leder till att NNV blir negativt, kan ändå BSM- och CRR -modellernas samt SÅM resultat leda till ett positivt realoptionsvärde.

3) *Vilka metoder eller modeller ger liknande värden?*

NNV -kalkylen tillfredsställer lagen om ett pris. Genom att använda riskfri ränta och riskjusterade kassaflöden (enligt Ekvation [27]) i kalkylerna kan man jämföra realoptionsvärdet som fås av SÅM med BSM- och CRR- modellernas resultat. När tidssteg i CRR-modellen ökas minskar variationen kring BSM- modellens värde och närmar sig värdet som fås av BSM- modellen. Bör noteras att de traditionella kapitalinvesterings teknikerna ger ett lägre värde i jämförelse med finansiella optionsteorins modeller för att de inte beaktar flexibilitet.

3 a) *Vilka metoder eller modeller lämpar sig för realoptionsvärdering?*

Man kan tillämpa finansiella optionsteorin och SÅM för realoptionsvärdering. SÅM har samma brister som kapitalinvesterings teknikerna, men den ger resultat som går i samma riktning med metoderna och modellerna i finansiella optionsteorin. I CRR- och BSM- modellerna används ofta standardavvikelsen av historiska kassaflödessvängningar (historisk prisdata) som mått på risk (osäkerhet) istället för enbart riskjusterade diskonteringsräntan (riskfria ränta + riskpremie) som tillämpas i kapitalinvesterings tekniker. För att realoptionsteorin beaktar flexibilitet, och för att den förutsätter en riskfri ränta i en riskneutral värld med riskjusterade kassaflöden, kan modellerna (och simulationerna som t.ex. Monte Carlo- metoden) som tillämpar dem, vara mer lämpliga för realoptionsvärdering än de traditionella kapitalinvesterings teknikerna.

4) *Hurudana skillnader blir det i resultaten när realoptioner värderas med olika typer av realoptionsmetoder och modeller?*

Projekt A:s bästa scenario verkar vara realistiskt enligt existerande data. Ur exempelfallets kalkyler kan konstateras att om för jämförelsens skull i NNV kalkylerna, grundinvesteringarna samt räntan är samma, och om tiden (t) ökas blir projektets NNV

undervärderad (se Tabell 5 och 6 för diskontering utan realoptioner med samma kassaflöden, projekt A:s NNV $\approx 1,05$ och projekt B:s NNV $\approx 1,18$). Med andra ord när realoptionerna är inkluderade i projekt A och $t = +0,75$ samt räntan är samma, undervärderar NNV -metoden realoptionerna. Det bör dock noteras att om det sker en minskning i tiden (t) och minskning i kalkylräntan kan det leda till att nettonuvärdet övervärderar tillväxtpotentialen. Man kan också på detta sätt försöka neutralisera nuvärdets underskattning. Dessutom minskar negativa kassaflöden när diskontering görs, vilket kan leda till övervärdering. Således leder skillnaderna i värden mellan traditionella kapitalinvesteringsmetoder och optionsprissättningsmodellerna till att optionsprissättningsmodellerna ofta ger ett högre värde än de traditionella kapitalinvesteringsmetoderna.

5) Hur framkommer flexibilitet i materialet och resultaten?

I exempelfallet BSM, CRR och SÅM överskrider realoptionsvärdena projekt A:s NNV och det framkommer en positiv flexibilitet som i sin tur överskrider alternativa projektets (projekt B:s) NNV och på så sätt tyder på att den är realistisk och strategiskt lönsammare än vad dess NNV visar, alltså får man reda på om realoptionen ger tilläggsvärde utöver NNV.

6) Hurudana begränsningar har kapitalinvesteringsmetoder och optionsprissättningsmodeller?

Begränsningar i traditionella investeringsmetoder är att de inte tar i beaktande flexibilitet, vilket optionsprissättningsmodellerna gör. Vidare begränsningar i nuvärdesmetoden och BSM- och CRR- modellerna är att de inte tar i beaktande flera scenarier. För att kunna ta i beaktande flera scenarier kräver det ytterligare modellering. Vidare som begränsningar bör noteras att då det är fråga om ekonomiska kalkyler är de beroende av inputen och man försöker vanligtvis förutspå framtiden med historisk data vilket gör kalkylen till estimat. Man borde inte underskatta erfarenhetsbaserade beslut för att de kan spegla verkligheten bättre än kalkylen. Som nyttor kan nämnas att det är lätt att presentera och visualisera flera scenarier med SÅM med triangulära suddiga kassaflödenas spridning i det sämsta, det normala och det bästa scenariot.

7 DISKUSSION

Först förs diskussion om forskningsfrågor och efter det förs diskussion om allmänna frågor och till sist diskuteras forskningsförslagen.

7.1 Diskussion angående forskningsfrågorna

Jag har specificerat beskrivande forskningsfrågor angående litteraturöversikten nedan:

1. Hurudana fördelar kan företagsledarna få om de tillämpar realoptionsmetoder och modeller?
 - a. Vilka är de operativa fördelarna i praktiskt beslutsfattande?
 - b. Vilka är de strategiska fördelarna?
2. Hur värderar man realoptioner i praktiken?
3. Vilka typer av datorprogram lämpar sig för realoptionsanalys?

Nedan försöker jag utöver annat material kort besvara forskningsfrågorna:

- 1) Hurudana fördelar kan företagsledarna få om de tillämpar realoptionsmetoder och modeller?*

Företagsledarna får fördelar av att tillämpa realoptionsmetoder och modeller för att vissa av dem beaktar underliggande faktorer som man vet att står i förhållande till optionsvärdet (Reuer & Tong 2007:149–150). Företagsledarna får reda på värdet på t.ex. strategiska faktorer vilka bestämmer det ekonomiska värdet på realoptionerna (Li et al. 2007:54–55). Företagsledarna får en möjlighet att bättre värdera alternativa strategiska handlingar i framtiden (Li et al. 2007:50). Sådana handlingar är t.ex. att skjuta upp investeringen, investera sekventiellt i tillväxtoptioner samt avyttra investeringen eller byta investering (Li et al. 2007:50–51).

- 1 a) Vilka är de operativa fördelarna i praktiskt beslutsfattande?*

Enligt Leslie och Michaels (1997:13–14) ger realoptionsstrategin två fördelar: 1) företag utnyttjar flexibilitet för att göra mera informerade investeringsbeslut som baseras på ny

information som fås när företaget driver ekonomisk verksamhet i ett konkurrensläge på marknaden; 2) företag får möjligheten att använda sig av skapad flexibilitet för att säkerställa priser från kunderna. Se vidare underrubrik 4.13.

1 b) Vilka är de strategiska fördelarna?

Enligt Amram och Kulatilaka (1999:7) kan strategiska fördelar som fås av realoptionsanalys vara att identifiera och värdera optionerna i en strategisk investering, att omforma investeringen för att bättre dra nytta av optionerna och att leda proaktivt igenom investeringsprocessen på basis av uppkommande optioner. Som en strategisk fördel kan ses möjligheten att tillämpa optionsprissättningsmodeller för realoptionsanalys. Med en realoptionsanalys kan man försöka förutspå framkommande risker, osäkerhet, alternativa optioner och förändringar i organisationen (och dess processer), vilka kan leda till strategiska fördelar.

2) Hur värderar man realoptioner i praktiken?

Optionsprissättningsmodeller kan intuitivt och praktiskt tillämpas för att värdera projekt, verksamhet eller företag (Li et al. 2007:54). Beroende på användaren kan man t.ex. på basis av ekvationerna producera algoritmer ur källkod och tillämpa denna källkod i programomgivningen eller man kan använda sig av kalkylprogram.

3) Vilka typer av datorprogram lämpar sig för realoptionsanalys?

Programmeringsspråken delas till lågnivå och högnivå språk (Kahanwal 2013:2–11). Lågnivåprogrammeringsspråken är mindre abstrakta än högnivåprogrammeringsspråken (Kahanwal 2013:2). Gällande interpreterande språk kompileras inte källkoden till maskinkod (Kahanwal 2013:2). Båda datorprogrammen Microsoft® Office Excel® 2013 och MATLAB® R2017b använder sig av interpreterande högnivåspråk. Dessutom tillämpar sig dessa datorprogram av en interaktiv programomgivning. Båda programmen använder sig av ett grafiskt användargränssnitt. Den största skillnaden i dessa omgivningar är att den första tillämpar sig mera av skript (MATLAB® R2017b) medan den andra (Microsoft® Office Excel® 2013) ägnar sig åt kalkylblad var skript kan tillämpas. Andra skillnader har att göra med minnesanvändningen och därmed

snabbheten. Den första (MATLAB® R2017b) allokerar mera minne under interpreteringen än den andra (Microsoft® Office Excel® 2013) och kan därför vara snabbare i t.ex. simulationer vilka kräver mycket av datorns processor och minnesanvändning. Jag har i simulationerna använt MATLAB® R2017b för att den genererar snabbare resultat, på basis av en prestandajämförelse (riktmärkning) som jag gjort, där MATLAB® R2017b presterade bättre än Microsoft® Office Excel® 2013. Ofta kräver det tid att lära sig flera programmeringsspråk eller skript, vilket kan vara en negativ aspekt i inläringen, MATLAB® kräver att man ägnar sig åt skriptprogrammering. Om en realoptionsanalys ska göras kan det vara lämpligt att använda de program som är mest intuitiva för användaren. Datorprogram som använder sig av interpreterande högnivåspråk kan lämpa sig bra för att genomföra realoptionsanalyser för att man inte behöver programmera själva omgivningen.

7.2 Forskningsförslag

I vissa fall är litteraturen rätt så gammal t.ex. Olson (2004:23) och Mabert et al. (2000, 2001) som har forskat i affärssystemens grundinvesteringar m.m. samt Olhager och Selledin (2003) som har forskat i affärssystemens implementeringstider, kostnadsfördelning, ekonomiska livslängden och organisationen m.m. Utifrån det tidigare nämnda kunde ny forskning göras gällande implementeringstiderna, summan av grundinvesteringarna och hurdana moduler som har tillämpats och inom hurdana organisationsstrukturer.

Enligt Li et al. (2007:33) kunde forskning göras angående realoptioner inom områden som t.ex. värdering och prestation. Närmare värdering och prestationsföljder. Prestationsföljderna har att göra med kostnader som formas då optionen skapas och inlöses (Li et al. 2007:33). Värdering har att göra med hur realoptioner implementeras i praktiken och forskning kunde ske med t.ex. empiriska studier, s.k. fält- och fallstudier (Li et al. 2007:33). I vissa fall har forskning gjorts för en tid sedan och denna kunde förnyas.

KÄLLFÖRTECKNING

- Alchian, A. (1955). The rate of interest, fisher's rate of return over costs and Keynes' internal rate of return. *The American Economic Review*, 45(5), 938–943.
- Amram, M., & Kulatilaka, N. (1999). *Real options: Managing strategic investment in an uncertain world*. Harvard business school press.
- Black, F., & Scholes, M. S. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81: 637–654.
- Boyle, P., Broadie, M., & Glasserman, P. (1997). Monte Carlo methods for security pricing. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21(8-9): 1267–1321.
- Bowman, E. H., & Hurry D. D. (1993). Strategy through the option lens: an integrated view of resource investments and incremental choice process. *Academy of Management Review*, 18: 760–782.
- Carmichael, D. (2020). Real options. I *Future-proofing—valuing adaptability, flexibility, convertibility and options*: 31–51. Springer.
- Chen, B. (2020). *Lattice methods for option pricing*. Hämtad 18 oktober från: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/50177-lattice-methods-for-option-pricing>.
- Collan, M. (2012). *The pay-off method: Re-inventing investment analysis*. CreateSpace.
- Collan, M., Fullér, R., & Mezei, J. (2012). Credibilistic approach to the fuzzy pay-off method for real option analysis. *Journal of Applied Operational Research*, 4(4): 174–182.
- Cox, J. C., Ross, S. A., & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*, 7(3): 229–263.
- García, F. A. A., & Heikkilä, M. (2003). Improving investment decision-making by expanding key knowledge with real option tools. *Journal of Decision Systems*, (January): 345–368.
- Glasserman, P. (2004). *Monte Carlo methods in financial engineering*. Springer science + Business media, inc.
- Hayes, R. H., & Garvin, D. A. (1982). Managing as if tomorrow mattered. *Harvard Business Review*, 60(May–June): 70–79.
- Hull, J. C. (2018). *Options, futures, and other derivative securities* (9th. ed.). Pearson education.

-
- Hägström, O. (2004). *Slumpens skördar: Strövtåg i sannolikheteorin*. Studentlitteratur.
- Kahanwal, B. (2013). Abstraction level taxonomy of programming language frameworks. *International Journal of Programming Languages and Applications*, 3(4): 1–12.
- Laux, S. E. (1985). Techniques for small-signal analysis of semiconductor devices. *IEEE Transactions on Computer-Aided Design*, 4(4): 472–481.
- Leclercq, V. (2020). *Monte Carlo simulations using MATLAB*. Hämtad 26 februari 2020 från: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/17964-monte-carlo-simulations-using-matlab>.
- Leslie, K. J., & Michaels, M. P. (1997). The real power of real options. *The McKinsey Quarterly*, (3): 4–22.
- Li, Y., James, B. E., Madhavan, R., & Mahoney, J. T. (2007). Real options: Taking stock and looking ahead. I J.J. Reuer & T. W. Tong (Red.), *Real options theory*: 31–66. Elsevier: JAI.
- Luehrman T. A. (1998). Investment opportunities as real options: Getting Started on the numbers. *Harvard Business Review*, (July–August): 51–67.
- Mabert, V. M., Soni, A., & Venkataramanan, M. A. (2000). Enterprise resource planning survey of U.S. manufacturing firms. *Production and Inventory Management Journal*, 41(20): 52–58.
- Mabert, V. A., Soni, A., & Venkataramanan, M. A. (2001). Enterprise resource planning: Common myths versus evolving reality. *Business Horizons*, (May–June): 69–76.
- Mabert, V. A., Soni, A., & Venkataramanan, M. A. (2003). Enterprise resource planning: Managing the implementation process. *European Journal of Operational Research*, 146: 302–314.
- Mauboussin, M. J. (1999). Get real. Using real options in security analysis. *Equity Research nÆ 10*, Crédit Suisse First Boston Corporation.
- Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 4: 141–183.
- Merton, R. C. (1998). Applications of option-pricing theory: Twenty-five years later. *American Economic Review*, 88(3): 323–349.
- Moore, G. (1965). The experts look ahead: Cramming more components onto integrated circuits. *Electronics*, 38(8).
- Olhager, J., & Selledin, E. (2003). Enterprise resource planning survey of Swedish manufacturing firms. *European Journal of Operational Research*, 146: 365–373.
- Olson, D. (2004). *Managerial issues of enterprise resource planning systems*. McGraw Hill.

-
- Patterson, D., & Hennessy, J. (2007). *Computer architecture, a quantitative approach* (4th. ed.). Morgan Kaufman publishers.
- Patterson, D., & Hennessy, J. (2012). *Computer organization and design* (4th. ed.). Morgan Kaufman publishers.
- Reuer, J. J. , & Tong, T. W. (2007). How do real options matter? Empirical research on strategic investments and firm performance. I J. J. Reuer & T. W. Tong (Red.), *Real options theory*: 145–173. Elsevier: JAI.
- Ross, S. M. (2013). *Simulation* (5th. ed.). Academic press.
- Serway, R. A., & Jewett, Jr. J. W. (2014). *Physics for scientists and engineers with modern physics* (9th. ed.). Brooks/Cole, Cengage learning.
- Tong, T. W., & Reuer, J. J. (2007). Real options in strategic management. I J. J. Reuer & T. W. Tong (Red.), *Real options theory*: 3–28. Elsevier: JAI.
- Trigeorgis, L. G., & Reuer, J. J. (2017). Real options theory in strategic management. *Strategic Management Journal*, 38: 42–63.
- Weste, N. H. E., & Harris, D. M. (2011). *CMOS VLSI design: A circuits and systems perspective* (4th. ed.). Addison–Wesley.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8: 338–353.

BILAGOR

BILAGA 1 SÄV VBA MACRO SKRIPT

' Author: Markku Heikkilä

Option Explicit

```
Function FPOV(ByVal b_beta, a_, a_alpha As Variant) As Variant
Dim alpha, beta As Variant
Dim area, area_plus As Variant
Dim e_value_plus As Variant
Dim positive_s As Integer

alpha = a_ - a_alpha
beta = b_beta - a_
positive_s = 0

' Testing area

Debug.Print alpha, a_, beta
If alpha = 0 And a_ = 0 And beta = 0 Then
    FPOV = 0
Else
    If a_alpha <= a_ And a_ <= b_beta Then
        If b_beta >= 0 Then positive_s = positive_s + 1
        If a_ >= 0 Then positive_s = positive_s + 1
        If a_alpha >= 0 Then positive_s = positive_s + 1
        Debug.Print positive_s
        area = a_ + (alpha + beta) / 2
        Debug.Print area
        area_plus = area_plus_value(beta, a_, alpha, positive_s)
        Debug.Print "Positive area:", area_plus
        e_value_plus = e_value_plus_calc(beta, a_, alpha, positive_s)
        Debug.Print "Positive EV:", e_value_plus
        FPOV = area_plus / area * e_value_plus
    Else
        MsgBox "The range does not give a valid fuzzy number. The correct
order in range is: b + beta, a, a - alpha"
    End If
End If
End Function

Function area_plus_value(ByVal beta, a_, alpha, case_ As Variant)
Select Case case_
Case 0
    area_plus_value = 0
Case 1
    area_plus_value = (beta + a_) / beta * beta / 2
Case 2
    area_plus_value = a_ + (alpha + beta) / 2 + -(a_ - alpha) / alpha *
(a_ - alpha) / 2
    Debug.Print area_plus_value
Case 3
    area_plus_value = a_ + (beta + alpha) / 2
End Select
End Function

Function e_value_plus_calc(ByVal beta, a_, alpha, case_ As Variant)
Select Case case_
Case 0
    e_value_plus_calc = 0
Case 1
    e_value_plus_calc = (beta + a_) / 6
Case 2
```

```

        e_value_plus_calc = a_ / 2 + (beta - alpha) / 6 - (5 / 6) * ((a_ -
alpha) ^ 3 / (alpha ^ 2))

    Case 3
        e_value_plus_calc = a_ / 2 + (beta + alpha) / 6

    End Select
End Function
Function success_rate(ByVal b_beta, b_, a_, a_alpha As Variant) As Variant
    Dim alpha, beta As Variant
    Dim positive_s As Integer
    alpha = a_ - a_alpha
    beta = b_beta - b_
    positive_s = 0
    If alpha = 0 And a_ = 0 And b_ = 0 And beta = 0 Then
        success_rate = 0
    Else
        If a_alpha <= a_ And a_ <= b_ And b_ <= b_beta Then
            If b_beta >= 0 Then positive_s = positive_s + 1
            If b_ >= 0 Then positive_s = positive_s + 1
            If a_ >= 0 Then positive_s = positive_s + 1
            If a_alpha >= 0 Then positive_s = positive_s + 1
            success_rate = area_plus_value(beta, b_, a_, alpha,
positive_s) / (b_ - a_ + (alpha + beta) / 2)
        Else
            End If
        End If
    End If
End Function

Sub FPOV_testing()
    Dim a_, alpha_a, beta_b As Variant
    Dim result As Variant
    Dim r_range As Range
    a_ = 0
    alpha_a = -20
    beta_b = 0
    result = FPOV(beta_b, a_, alpha_a)
End Sub

```

BILAGA 2 BSM-MC OCH CCR MATLAB SKRIPT

```
%Author: Vincent Leclercq
%Edited: Arthur Kauko

clear all;
close all;

NbSimu = 10: 10: 1000;

NbPointsA = numel(NbSimu);
NbPointsB = numel(NbSimu);

BLpriceA = blsprice(85274318.7791435,85993710.1499550,0.03,0.75,0.20);
BLpriceB = blsprice(101176783.7076180,100000000.0000000,0.03,0.0,0.20);

CRRpriceA =
BinCRR(85274318.7791435,85993710.1499550,0.03,(0.75/100),0.20,100,'CALL',false
);
CRRpriceB =
BinCRR(101176783.7076180,100000000.0000000,0.03,(0.0000000000000001/100),0.20,
100,'CALL',false);

%Run

for i = 1 :numel(NbSimu)

    disp(['AB Computing Iteration N°' num2str(i) ' with ' num2str(NbSimu(i)) '
Simulated Paths']);

    [ResMCCVA(i),CIMCCVA(i,:) ] =
BlsMCCV(85274318.7791435,85993710.1499550,0.03,0.75,0.20,NbSimu(i),1000);
    [ResHaltonA(i),CIHaltonA(i,:)] =
BlsHalton(85274318.7791435,85993710.1499550,0.03,0.75,0.20,NbSimu(i));
    [ResMCCVB(i),CIMCCVB(i,:)] =
BlsMCCV(101176783.7076180,100000000.0000000,0.03,0.0,0.20,NbSimu(i),1000);
    [ResHaltonB(i),CIHaltonB(i,:)] =
BlsHalton(101176783.7076180,100000000.0000000,0.03,0.0,0.20,NbSimu(i));

end

%Display results

h= figure;

hold on;
plot(NbSimu,[ repmat(BLpriceA,NbPointsA,1)
ResHaltonA'],'LineWidth',0.5,'Color','b');
plot(NbSimu,[ repmat(BLpriceB,NbPointsB,1)
ResHaltonB'],'LineWidth',0.5,'Color','r');

%plot(NbSimu, ResHaltonA,'LineWidth',0.5,'Color','b');
%plot(NbSimu, ResHaltonB,'LineWidth',0.5,'Color','r');

set(h,'WindowStyle','Docked');
grid on;
xlabel('Antal simulationer');
ylabel('ROV');
xlim([NbSimu(1) NbSimu(end)]);
ylim([-2.0000e+06 8.4600e+06])

%
```

```
h= figure;

Fill(NbSimu',CIMCCVA(:,1),CIMCCVA(:,2),'c',0.3);
hold on;
Fill(NbSimu',CIMCCVB(:,1),CIMCCVB(:,2),'m',0.3);
hold on;

plot(NbSimu,ResMCCVA,'LineWidth',1,'Color','g');
plot(NbSimu,ResMCCVB,'LineWidth',1,'Color','y');

plot(NbSimu, repmat(BLpriceA,NbPointsA,1),'LineWidth',1,'Color','b');
plot(NbSimu, repmat(BLpriceB,NbPointsB,1),'LineWidth',1,'Color','r');

xlim([NbSimu(1) NbSimu(end)])
ylim([-2.0000e+06 8.4600e+06])
set(h,'WindowStyle','Docked');
title('');
xlabel('Antal simulationer');
ylabel('ROV');
grid on;
```

BILAGA 3 BSM-MC FYLLNAD MATLAB FUNKTION

```
function Fill(Xdata, YLower, YUpper, AreaColor, Alpha)

%Author: Vincent Leclercq

if size(Xdata) == size(YLower)
    fill([vertcat(Xdata, Xdata(end:-1:1))], [vertcat(YLower, YUpper(end:-1:1))], AreaColor, 'FaceAlpha', Alpha);
else
    warning('MATLAB:InvlaidArgumentSize', 'The size of the input is not consistent');
end
```

BILAGA 4 BSM-MC KONTROLLVARIABEL MATLAB FUNKTION

```
function [Price, CI] = BlsMCCV(S0,X,r,T,sigma,NRepl,NPilot)

%Author: Vincent Leclercq

%Price a vanilla call using the stock price as a control variable

nuT = (r - 0.5*sigma^2)*T;
siT = sigma * sqrt(T);

%Compute parameters first

StockVals = S0*exp(nuT+siT*randn(NPilot,1));
OptionVals = exp(-r*T) * max( 0 , StockVals - X);
MatCov = cov(StockVals, OptionVals);

%Compute Expected value and Variacne of our control Variable

VarY = S0^2 * exp(2*r*T) * (exp(T * sigma^2) - 1);
ExpY = S0 * exp(r*T);

%compute the optimal control parameter

c = - MatCov(1,2) / VarY;

%Compute the MC expected value

NewStockVals = S0*exp(nuT+siT*randn(NRepl,1));
NewOptionVals = exp(-r*T) * max( 0 , NewStockVals - X);

%Use the control parameter

ControlVars = NewOptionVals + c * (NewStockVals - ExpY);
[Price, VarPrice, CI] = normfit(ControlVars);
```

BILAGA 5 BSM HALTON MATLAB FUNKTION

```
function [Price , CI]= BlsHalton(S0,X,r,T,sigma,NPoints)

%Author: Vincent Leclercq

nuT = (r - 0.5*sigma^2)*T;
siT = sigma * sqrt(T);

H = haltonset(1);
HaltonRandomNumbers = net(H,NPoints);

Norm = norminv(HaltonRandomNumbers);
DiscPayoff = exp(-r*T) * max( 0 , S0*exp(nuT+siT*Norm) - X);
[Price, VarPrice, CI] = normfit(DiscPayoff);
```

BILAGA 6 CCR MATLAB FUNKTION

```
function oPrice = binPriceCRR(S0,X,r,dt,sig,steps,oType,earlyExercise)

%Author: Phil Goddard
%Edited: Arthur Kauko

%Calculate the Cox Ross Rubinstein model parameters

a = exp(r*dt);
u = exp(sig*sqrt(dt));
d = 1/u;
p = (a-d)/(u-d);

%Loop over each node and calculate the Cox Ross Rubinstein underlying price
%tree

priceTree = nan(steps+1,steps+1);
priceTree(1,1) = S0;
for idx = 2:steps+1
    priceTree(1:idx-1,idx) = priceTree(1:idx-1,idx-1)*u;
    priceTree(idx,idx) = priceTree(idx-1,idx-1)*d;
end

%Calculate the value at expiry

valueTree = nan(size(priceTree));
switch oType
    case 'PUT'
        valueTree(:,end) = max(X-priceTree(:,end),0);
    case 'CALL'
        valueTree(:,end) = max(priceTree(:,end)-X,0);
end

%Loop backwards to get values at the earlier times

steps = size(priceTree,2)-1;
for idx = steps:-1:1
    valueTree(1:idx,idx) = ...
        exp(-r*dt)*(p*valueTree(1:idx,idx+1) ...
        + (1-p)*valueTree(2:idx+1,idx+1));
    if earlyExercise
        switch oType
            case 'PUT'
                valueTree(1:idx,idx) = ...
                    max(X-priceTree(1:idx,idx),valueTree(1:idx,idx));
            case 'CALL'
                valueTree(1:idx,idx) = ...
                    max(priceTree(1:idx,idx)-X,valueTree(1:idx,idx));
        end
    end
end

%Output the option price

oPrice = valueTree(1);
```