



EKONOMIHÖGSKOLAN  
Lunds universitet

# Reala optioner och bioteknik

-

Betydelsen av flexibilitet vid  
värdering av bioteknikbolag

*En fallstudie på BioInvent International AB*

*Författare:*

David Berneheim, Fredrik Nielsen, Jakob Uddenäs

*Handledare:*

Göran Anderson

*Kandidatuppsats*

2008-01-07

# Sammanfattning

**Titel:**

Reala optioner och bioteknik – Betydelsen av flexibilitet vid värdering av bioteknikbolag

**Författare:**

David Berneheim, Fredrik Nielsen, Jakob Uddenäs.

**Handledare:**

Göran Anderson

**Nyckelord:**

Värdering, flexibilitet, reala optioner, kassaflödesanalys, bioteknik, biologiska läkemedel, antikroppar.

**Syfte:**

Denna uppsats ämnar värdera bioteknikbolaget BioInvent International AB ur ett externt perspektiv med en realoptionsansats och undersöka hur detta värde förhåller sig till traditionell kassaflödesanalys och aktuell aktiekurs.

**Sammanfattning:**

Många bioteknikbolag är små forskningsbolag och har ännu inte kommersialiserat några produkter. Bolagens verksamhet är behäftad med hög risk. Dessa bolag är beroende av att inhämta kapital från investerare. Ett krav för att investerare skall tillföra pengar är att företagets tillgångar och potential kan värderas. Värderingen av ett bioteknikbolag bygger i stor utsträckning på företagets immateriella tillgångar och förväntningar på tillväxt- och lönsamhetspotentialen. Den diskonterade kassaflödesanalysen är den dominerande värderingsmetoden i dagsläget. Omfattande kritik har framförts mot kassaflödesanalysen för att den inte fångar flexibiliteten som erbjuds vid aktiv ledning och sålunda undervärderar bioteknikbolag. För att fånga flexibiliteten anslås en realoptionsansats. Realoptioner förmår att fånga värdet på flexibiliteten i bolag som agerar i en volatil miljö. Genom att inkorporera reala optioner för bioteknikbolagens värdeskapande tillgångar i värderingen är förhoppningen att erhålla ett mer rättvisande värde för bolaget.

Värderingen av BioInvent International AB fokuserar på bolagets värdeskapande tillgångar. Bolagets kontraktstillverkning av antikroppar och läkemedelskandidater i klinisk fas identifieras som värdedeterminanter. En grundläggande kassaflödesanalys görs för bolaget. Flexibilitetsvärdet adderas i form av reala optioner. Tre reala optioner, förknippade med bolagets läkemedelskandidater i klinisk fas, identifieras. Värdet på de reala optionerna och flexibiliteten i bolaget bestäms med den binomiala optionsvärderingsmodellen. För att estimerar framtida intäkter utvecklas en livscykelmodell för biologiska läkemedel. Kostnader, utvecklingstider och sannolikheter för framgångsrik läkemedelsutveckling hämtas ifrån publicerade undersökningar.

Värdet på BioInvent International AB bestäms till 870 miljoner SEK (128,5 miljoner USD) eller 15,65 SEK per aktie. Värdet på flexibiliteten uppgår till 22% av det totala bolagsvärdet. Erhållet resultat visar på att bolaget skulle vara övervärderat.

# Abstract

**Title:**

Real options and biotech – The importance of flexibility in valuation of biotech companies

**Authors:**

David Berneheim, Fredrik Nielsen, Jakob Uddenäs

**Supervisor:**

Göran Anderson

**Keywords:**

Valuation, flexibility, real options, discounted cashflow analysis, biotechnology, biological entities, antibodies.

**Purpose:**

The thesis aims to value the biotech company BioInvent International AB from an external perspective with a real options approach and relate it to conventional discounted cashflow analysis and current share price.

**Summary:**

Most biotech companies are small research companies that have not yet commercialized any products. They are operating in a highly volatile context. These companies are depending on attracting equity from investors in order to operate. A prerequisite for investors to supply equity is that a reliable valuation of a company's assets and business potential can be performed. Valuation of biotech companies are based on the companies immaterial assets, growth- and profitability potential. Today, discounted cashflow analysis is the predominant methodology for valuation. Discounted cashflow analysis is being criticized for not being able to capture the flexibility associated with active management and hence the value of biotech companies is underestimated. A real options approach is applied in order to capture the flexibility within the company. Real options have the unique feature that they are able to capture flexibility present within companies that operate in a volatile context. Through incorporating real options in the valuation of the company's value determining assets a more accurate value of the company is obtained.

The valuation of BioInvent International AB focuses on the company's value creating factors. The contract manufacturing of antibodies and the drug candidates in clinical phase are identified as value determinants. A fundamental discounted cashflow analysis is performed. Real options add the value of flexibility to the discounted cashflow analysis. Three real options linked to the drug candidates are identified. The value of identified real options is determined through applying a binomial option valuation methodology. A life cycle model for biological entities is developed in order to estimate future cashflows. Development costs, development times and transition rates are obtained from published studies.

The value of BioInvent International AB is determined to be 128,5 million USD (870 million SEK) or the equivalent of 15,65 SEK per share. The value of flexibility constitutes 22% of the total company value. Obtained results indicate that the company is overestimated.

# Innehåll

1	Inledning .....	1
2	Metod .....	3
2.1	Studiens utformning.....	3
2.2	Val av fallföretag.....	4
2.3	Reliabilitet och validitet .....	4
3	Kassaflödesanalys .....	5
3.1	Konventionell kassaflödesanalys.....	5
3.2	Stagegate baserad kassaflödesanalys .....	6
3.3	Riskjusterad kassaflödesanalys.....	6
3.4	Diskonteringsränta .....	8
4	Reala optioner .....	10
4.1	Värdeskapande parametrar.....	10
4.2	Taxonomi.....	11
4.3	Värderingsgrunder.....	13
4.4	Binomiala optionsvärderingsmodellen.....	14
4.4.1	Binomialmodellen över en tidsperiod .....	15
4.4.2	Binomialmodellen över flera tidsperioder .....	17
4.4.3	Binomialmodellen på kontinuerlig form.....	19
4.5	Black-Scholes optionsvärderingsmodell .....	19
5	Volatilitet.....	21
5.1	Historisk volatilitet .....	22
5.2	Implicit volatilitet.....	22
5.3	Monte Carlo-simulering.....	23
6	Läkemedelsutveckling.....	24
6.1	Reglering .....	24
6.2	Forskningsfaser.....	24
6.3	Tid.....	26
6.4	Sannolikheter.....	27
6.5	Kostnader .....	29
6.6	Framtida intäkter .....	30
7	BioInvent International AB.....	33
7.1	Verksamhet och teknologisk plattform.....	33
7.2	Strategiska allianser och licensiering .....	34
7.3	Forskningsportfölj.....	35
7.4	Finanser och aktieinformation.....	36

8	Estimeringsverktyg .....	37
8.1	Livscykelmodell.....	37
8.2	Estimering av volatilitet.....	38
8.3	CAPM.....	39
9	Värderingsmodellen .....	40
9.1	Övergripande ansats.....	40
9.2	Kassaflödesanalys .....	40
9.3	Realloptionsanalys .....	42
9.3.1	Identifikation av reala optioner .....	42
9.3.2	De ingående parametrarna .....	43
9.3.3	Uteslutande av reala optioner .....	45
9.4	Känslighetsanalys.....	46
10	Resultat.....	47
10.1	Värdering .....	47
10.2	Känslighetsanalys.....	50
11	Diskussion .....	52
11.1	Resultat.....	52
11.2	Kassaflödesanalys .....	53
11.3	Diskonteringsränta .....	55
11.4	Realloptionsanalys .....	55
11.5	Valuta problematiken.....	57
11.6	Ingående data .....	57
12	Slutsats.....	58
13	Referenser .....	59
Bilaga I	- Ordlista	
Bilaga II	- Programkod för kassaflödesanalysen	
Bilaga III	- Valutaterminer	
Bilaga IV	- Bestämning av $\beta$ -koefficienten	

# 1 Inledning

Den vetenskapliga och teknologiska utvecklingen inom molekylärbiologi och bioteknik under andra halvan på 1900-talet har möjliggjort en helt ny ansats till medicinsk terapi: Biologiska läkemedel. Biologiska läkemedel uppvisar en högre biokompatibilitet än traditionella läkemedel, vilket skapar möjligheter till effektivare samspel med fysiologiska processer och mindre biverkningar. Detta har gett upphov till en kraftig nyetablering av kunskapsintensiva bioteknikbolag som utnyttjar och manipulerar biologiska processer för att skapa nya produkter. Branschen befinner sig i kraftig expansion i Sverige, både med avseende på omsättning och på nyetablering (SwedenBIO, 2005). Långt från alla nyetablerade bolag attraherar tillräckligt med kapital för att bedriva verksamheten, följaktligen förekommer en omfattande likvidering av bioteknikbolag i Sverige (SwedenBIO, 2005). McConomy och Xu (2004) framför att majoriteten av bioteknikbolagen är relativt små och i många fall har de nära relationer till forskningsintensiva institutioner. De mindre bioteknikbolagen skiljer sig i dagsläget på en viktig punkt från typiska läkemedelsbolag: de har generellt sett inte några produkter på konsumentmarknaden. De saknar sålunda försäljningsintäkter. Det typiska bioteknikbolaget är i dagsläget ett rent forskningsbolag med endast ett par läkemedelskandidater med kommersiell potential i pipeline.

Läkemedelsutveckling och produktion är en kraftigt reglerad verksamhet. Ett läkemedel som kommersialiseras måste valideras i prekliniska och kliniska studier och registreras hos berörd myndighet innan det kan lanseras på en marknad (DiMasi och Grabowski, 2007). Tidsspannet för utveckling, validering och registrering uppgår ofta till över tio år. Det långa tidsperspektivet gör att marknadsförutsättningarna kan förändras radikalt. Vid lansering möter produkten sålunda en annan marknadssituation än den ämnades för. I varje stadie finns även risken att forskningen visar sig missriktad och därmed kommersiellt värdelös. DiMasi och Grabowski (2007) estimerar att endast 30,2% av läkemedel som påbörjar klinisk prövning kommersialiseras. Innan läkemedlet kommersialiserats innebär ett forskningsprojekt nästan uteslutande kostnader. Ofta uppgår dessa kostnader till mycket höga belopp. DiMasi, Hansen och Grabowski (2003) estimerade att ett genomsnittligt läkemedel kostar i storleksordningen 800 MUSD att utveckla. Multipla osäkerhetsfaktorer och höga utvecklingskostnader resulterar i höga krav på företagets förmåga att attrahera externt kapital och formera strategiska allianser (McConomy och Xu, 2004). Dessa omständigheter till trots betraktas bioteknikbranschen dock som en framtidsbransch bland investerare, pga. hög tillväxt- och lönsamhetspotential. Värderingen av företagen bygger i stor utsträckning på företagets immateriella tillgångar och förväntningar på tillväxt- och lönsamhetspotentialen.

Ett krav för att investerare skall tillföra pengar till bioteknikbolagen är att deras tillgångar och potential kan värderas. Den dominerande tekniken är idag traditionell kassaflödesanalys i olika former (Hartmann och Hassan, 2006). Denna ansats använder höga avkastningskrav för att kompensera för risk. För bioteknikbolag som initialt förknippas med avsevärd risk, långa utvecklingstider och som under lanseringsfasen uppvisar konstant negativa verksamhetsresultat leder detta till att bioteknikbolagen blir förfördelade och eventuellt undervärderade. Svårigheten att finna den diskonteringsränta som rätt speglar risken och ger ett rättvisande värde är uppenbar. Få projekt kommer att erhålla positiva nuvärden, till följd av höga diskonteringsräntor,

även om de inte förstör värde för aktieägarna. Anledningen till detta är att diskonterade kassaflödesanalyser har en utpräglad binär natur. Antingen är en investering lönsam eller så är den det inte. Diskonterade kassaflödesanalyser tar inte hänsyn till den inneboende flexibilitet som finns för företagsledningarna att t.ex. skjuta upp investeringar, avbryta olönsamma projekt, utnyttja expansionsmöjligheter som föds ur investeringar, utan antar att förutsättningarna är givna och ledningen passiv (Villiger och Bogdan, 2006).

En annan möjlig ansats till problemet är att relatera värdet till existerande ekvivalenta tillgångar med känt marknadsvärde, s.k. *benchmarking*. För bioteknikbolag medför detta vissa svårigheter. Bioteknikbolagens verksamhet rör sig ofta i framkanten av den teknologiska utveckling, vilket gör att det svårt att finna ekvivalenta eller liknande tillgångar att relatera den aktuella tillgången till. Osäkerheten i värderingen blir även signifikant om det inte finns ett tillräckligt stort urval av liknande tillgångar att benchmarka mot. En annan negativ aspekt är att värderingen inte grundas på tillgångens fundamentala värde utan på hur tillgången förhåller sig till jämförbara tillgångar (Damodaran, 2002a)

Som ett alternativ till benchmarking och traditionella diskonterade kassaflödesanalyser framhålls reala optioner (Copeland och Antikarov, 2003, och Damodaran, 2002b). Reala optioner tillhandahåller ett ramverk för hur flexibiliteten att revidera investeringsplaner efterhand skall värderas. Den utgår ifrån att företaget har rättigheten, men inte skyldigheten, att under en given tidsperiod agera på ett visst sätt till en viss förutbestämd kostnad. För bioteknikbolagen kan detta exemplifieras t.ex. med ett patent. Patentet innebär ingen skyldighet att exploatera en upptäckt, men bevarar rättigheten till det under en given tidsperiod. Denna rättighet har ett värde. Reala optioner kan spegla det värde ett patent har, om företagsledningen skulle välja att exploatera det. Förhoppningen är att genom att kombinera värdet på flexibiliteten med värdet från kassaflödesanalysen ge en mer rättvisande bild av värdet på tillgångar som präglas av hög osäkerhet (Trigeorgis, 1996).

Att värdera bioteknikbolag är förknippat med uppenbara svårigheter. Jägge (1999) påpekar att kassaflödena är svåra att förutsäga i bolag med hög tillväxtpotential och ofta inte tar hänsyn till risk och flexibilitet. Konsekvensen av detta blir att värdering av teknologintensiva bolag baseras på erfarenhet och intuition, sålunda blir värderingen subjektiv till sin natur. När det rör sig om stora risker under lång tid blir värderingen avsevärt mer komplex och risken för felvärdering större. Genom att inkorporera reala optioner för bioteknikbolagens värdeskapande tillgångar i värderingen är förhoppningen att erhålla ett mer rättvisande värde på bolaget.

Denna uppsats ämnar värdera bioteknikbolaget BioInvent International AB med en realoptions ansats och undersöka hur detta värde förhåller sig till konventionell kassaflödesanalys och aktuell aktiekurs. Uppsatsen tar ett externt perspektiv och betraktar sålunda företaget utifrån publikt tillgänglig information.

## 2 Metod

### 2.1 Studiens utformning

Tillämpning av realoptionsanalys används för värdering av ett bioteknikbolag. För att kunna utveckla en värderingsmodell inhämtas grundläggande teori för tillämpning av reala optioner. Den teoretiska basen inhämtas från både akademiskt granskade publikationer och opublicerade akademiska verk. Vidare inhämtas mer specifik information för applicerande av reala optioner från publicerade vetenskapliga artiklar. Värderingsmodellen som ämnas användas baseras på en kassaflödesanalys. För att belysa ledningens möjligheter att kontinuerligt anpassa beslut efter rådande situation läggs flexibilitetsvärdet i form av reala optioner till kassaflödesanalysen. Genom att använda denna metodologi på företaget ger dess verksamhet upphov till en rad olika optioner. Med denna ansats tas bättre hänsyn till den flexibilitet som företaget har under längre utvecklingsprojekt. De reala optioner som kommer nyttjas är de som representerar värdeskapande tillgångar i företaget. För att en tillgång skall betraktas som värdeskapande krävs att den bidrar med ett signifikant värde. För att värdera de reala optionerna används en binomial optionsvärderingsmodell. Ingående parametrar, så som volatilitet, diskonteringsränta och framtida kassaflöden, ämnas estimeras med benchmarking av volatilitet, CAPM och livscykelmodeller. En känslighetsanalys genomförs för att identifiera variabler och parametrar med stort genomslag i värderingsmodellen och för att kvantifiera deras påverkan.

Ingående data till värderingsmodellen hämtas uteslutande från publikt tillgängliga källor. Data rörande läkemedelsindustrin med ett vidare fokus på bioteknik och monoklonala antikroppar inhämtas från akademisk granskade publikationer. Data för kostnader, tider och risker i kliniska tester inhämtas från publicerade statistiska undersökningar och till dessa relaterade artiklar (se avsnitt 6). Publikt tillgänglig information har även hämtats direkt från fallföretaget. I det senare fallet rör det sig om rapporter och pressmeddelanden, men även annan information som företaget har kommunicerat direkt till allmänheten och investerare. Inhämtad data appliceras i största möjliga utsträckning. När data saknas görs approximationer och antaganden baserade på tillgänglig litteratur och finansiella data.

Efter inhämtande av materialet anpassas värderingsmetoderna för att spegla fallföretaget (se avsnitt 9). De värdeskapande parametrarna estimeras utifrån empiri med utvecklade estimeringsverktyg och metoder inhämtade från litteraturen. Beräkningar och modellering ämnas utföras med *Excel* (Microsoft) och *Matlab 2006b* (Mathworks). Metodologi för databearbetningen kommer att diskuteras utförligt i kapitel 7 och 8.



## 2.2 Val av fallföretag

Valet av fallföretag baserades på karaktäristiska för bioteknikbranschen. Valet av fallföretaget har träffats utifrån följande kriterier: Resultat, produkter, teknologi och börsnotering.

Det första kriteriet är att företaget inte skall ha genererat någon vinst. Läkemedelsföretag som genererar stadiga kassaflöden och vinst kan i större utsträckning värderas utifrån traditionella värderingsmodeller. För att vara representativt för bioteknikbranschen är det även önskvärt att företaget ännu inte har kommersialiserat några produkter, men har produkter i klinisk fas under utveckling. Det typiska bioteknikföretaget har endast ett fåtal produkter i pipeline (McConomy, 2004). Företaget skall även vara högteknologiskt och ligga i den tekniska utvecklingens framkant. Detta kriterium gör att benchmarking inte kan användas på ett trovärdigt sätt i samma utsträckning.

En avgörande punkt för studien är notering. Notering gör att bolaget har ett observerbart marknadsvärde att relatera värderingsmodeller till. Det medför även en skyldighet och ett egenintresse för företaget att distribuera publikt tillgänglig information. Tillgången till extern kommunicerad information möjliggör extern värdering. Notering ger även upphov till ett större allmänintresse i en korrekt värderingsmodell.

BioInvent International AB (hädanefter denoterat BioInvent) är representativt för bioteknikbranschen och dess kontext. BioInvent utvecklar läkemedel baserade på monoklonala humana antikroppar. Läkemedelskandidaterna selekteras ifrån ett vektorbaserat antikroppsbibliotek för att identifiera särskilda strukturer på sjuka celler. Den egenutvecklade teknologin som företaget förfogar över ligger i framkant av den teknologiska utvecklingen inom området och har avsevärda komparativa fördelar jämfört mot hybridomateknologi. Den nya teknologin ger företaget en stor tillväxtpotential. Bristen på ekvivalenta produkter omöjliggör trovärdig benchmarking. Bolaget är noterat på Stockholmsbörsen small-cap lista och har sålunda ett observerbart marknadsvärde. BioInvent har ännu inte genererat positiva resultat, utan är fortsatt finansierat av riskkapital och strategiska allianser. BioInvent har inga kommersialiserade produkter och tre kandidater i klinisk fas.

## 2.3 Reliabilitet och validitet

För att erhålla en trovärdig värdering av BioInvent krävs att omfattande hänsyn tas till att inkorporera validitet och reliabilitet i såväl värderingsmodellen som i de ingående variabler. Reliabilitet och validitet diskuteras utförligt i avsnitt 11 och testas i avsnitt 10.2.

## 3 Kassaflödesanalys

Kassaflödesanalys är idag den dominerande metoden för analys av bioteknikbolag (Hartmann och Hassan, 2006). Denna kompletteras med benchmarking både för bedömning av bolagets totala värde och för skattning av de ingående parametrarna i kassaflödesanalysen. Flertalet av de nuvarande värderingsmetoder som tillämpas i dagsläget är baserade på det konceptuella ramverket som skapades av Rappaport (1986, refererad av Jäggle, 1999). Rappaport begagnade sig av diskonterade kassaflöden för att värdera aktiebolag.

### 3.1 Konventionell kassaflödesanalys

Den grundläggande idén med kassaflödesanalys är att samtliga predikterade framtida kassaflöden diskonteras med en diskonteringsränta för att spegla vilket värde de samlade kassaflödena har idag (se ekvation 3.1). Detta förfarande speglar väl förloppet inom den tidsperiod som Rappaport denoterar *competitive advantage period* (CAP), den period där befintlig karaktäristika styr utvecklingen. Bortom denna tidsperiod blir kassaflödena dock svårare att förutsäga på grund av marknadsförändringar. Genom att kombinera den traditionella kassaflödesmodellen med ett derivat av Gordons modell (se ekvation 3.2) kan en mer generell modell som speglar dessa två faser upprättas (se ekvation 3.3). Denna modell bygger på att kassaflöden inom CAP kan förutsås, men bortom dess horisont antas ett konstant bidrag med kontinuerlig tillväxt, baserad på historisk data eller förväntningar. Samtliga kassaflöden diskonteras till dagens värde. Denna modell kan indelas i betydligt fler element som speglar t.ex. skillnader i riskexponering under olika faser, se avsnitt 3.2 (Jäggle, 1999).

$$V = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad \text{ekv. 3.1}$$

$$V = \frac{CF_t}{r-g} \quad \text{ekv. 3.2}$$

$$V = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} + \frac{CF_{n+1}/(r-g)}{(1+r)^n} \quad \text{ekv. 3.3}$$

När empirisk data inhämtas från bokföringsdata måste denna modell modifieras. Kassaflödet är inte direkt applicerbart i modellen utan måste justeras. Copeland, Koller och Murrin (2000) benämner denna justerade term som *free cash flow* (FCF). Rörelseresultatet (RR) ett givet år måste korrigeras för skatt ( $T$ ), avskrivningar ( $A$ ), investeringar ( $I$ ) och förändringar i operativt kapital ( $\Delta O$ ), se ekvation 3.4. En modell anpassad för bokföringsbaserad empiri kan nu anpassas genom substitution (se ekvation 3.5).

$$FCF = RR(1 - T) + A - I - \Delta O \quad \text{ekv. 3.4}$$

$$V = \sum_{t=0}^n \frac{FCF_t}{(1+r)^t} + \frac{FCF_{n+1}/(r-g)}{(1+r)^n} \quad \text{ekv. 3.5}$$

Omfattande kritik har framförts mot den konventionella kassaflödesanalysen i dess grundutförande och många modifikationer har lanserats för att förbättra metoden och anpassa den till olika branscher. Jäggle (1999) framhåller att metoden lider av att den har svårt att förutbestämma framtida kassaflöden för tillväxtbolag, och att den ofta misslyckas med att ta hänsyn till risk och flexibilitet. Detta resulterar i att värderingen blir erfarenhetsbaserad. En annan kritik som framhålls är att kassaflödesanalysen motverkar återinvestering. Hayes & Garwin (1982, refererat av Jäggle, 1999) pekar på att de värden som kassaflödesanalysen baseras på beräknas felaktigt. Detta leder till en kortsiktig syn på investeringar. Hodder and Riggs (1982, refererat av Jäggle, 1999) argumenterar mot detta och hävdar att kassaflödesanalysen ofta implementeras felaktigt vid investeringsbeslut vilket leder till att investeringar uteblir. När ett projekt närmar sig slutfasen minskar risken kontinuerligt, något som kassaflödesanalysen inte tar hänsyn till. Istället kompenseras risken med konstanta höga diskonteringsräntor som speglar projektets genomsnittliga risk. Vidare tar kassaflödesanalysen endast hänsyn till det mest sannolika utfallet av projektet och ignorerar eventuella alternativa utfall. Detta leder till att projektets undervärderas genom att ledningens möjlighet att aktivt fatta beslut inte beaktas.

För att komma till rätta med problematiken kring konventionell kassaflödesanalys har en rad alternativa metodologier lanserats, så som *risk adjusted net present value* (rNPV), *expected net present value* (eNPV) och en *stagegate*-ansats.

## 3.2 Stagegate baserad kassaflödesanalys

*Stagegate*-baserad kassaflödesanalys grundas på att kassaflödena delas upp i olika faser. Denna ansats är konstruerad för att värdera ett projekts värde i olika stadier av utvecklingen, som definieras vid projektets början. Detta möjliggör att skillnader i osäkerheten under projektets livscykel kan beaktas. Genom att partitionera projektet beaktas ledningens möjlighet att hantera risk och övergångssannolikheter. Värdeutvecklingen för investerare kan åskådliggöras över tiden. Inom branscher där verksamheten är sekventiell och risken skiljer sig mellan olika faser är detta särskilt lämpligt. Modellen är i sig inte ett beräkningsförfarande, utan en strukturell ansats till hur olika kassaflödesmodeller kan tillämpas (Jäggle, 1999).

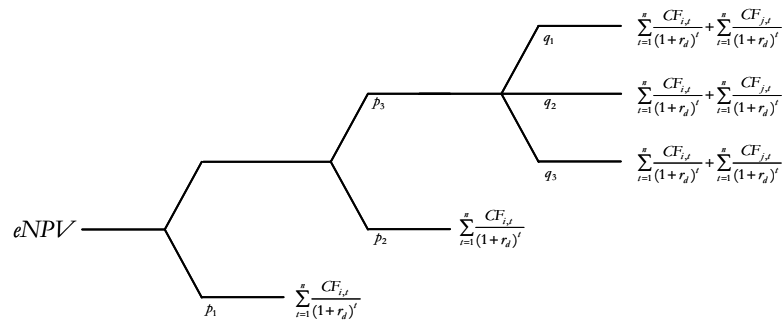
## 3.3 Riskjusterad kassaflödesanalys

Riskjusterad kassaflödesanalys är en ansats som tar hänsyn till att framtida kassaflöden är behäftade med osäkerhet. Osäkerheten inkorporeras i analysen genom användning av

sannolikhetslära. Expected net present value (eNPV) är ett förfarande för att åstadkomma detta. Genom att modellera kassaflödena i ett beslutsträd kan olika beslutsvägar beaktas (se Figur 1). Varje potentiellt utfall är behäftat med en sannolikhet för att inträffa. Genom att beakta denna kommer även risken för ett projekt att beaktas. Modellen är tillämpningsbar på sekventiella processer med diskreta fasövergångar, vars sannolikhet kan estimeras. Kellog, Charnes och Demirer (1999) och Bellalah (2002) använder sig av ekvation 3.9 för att beskriva eNPV i läkemedels relaterade sammanhang (se Figur 1).

$$eNPV = \sum_{i=1}^n p_i \sum_{t=1}^t \frac{CF_{i,t}}{(1+r_d)^t} + p_n \sum_{j=1}^m q_j \sum_{s=1}^s \frac{CF_{j,s}}{(1+r_c)^s} \quad \text{ekv. 3.6}$$

I ekvation 3.9 representerar  $p_i$  sannolikheten för ett utfall vid en fasövergång,  $CF_{i,t}$  är kassaflödena i utvecklingsfasen vid tiden  $t$  och  $r_d$  är den applicerbara diskonteringsräntan under utvecklingsfasen. De följande intäkterna i kommersialiseringsfasen sedan med sannolikheten för att uppnå slutstadiet i utvecklingsfasen,  $p_n$ , och sannolikheten att en viss försäljningsnivå uppnås,  $q_j$ . Kassaflödena som genereras i kommersialiseringsfasen,  $CF_{j,s}$ , diskonteras med en applicerbar diskonteringsränta som speglar projektets mognad,  $r_c$  (Kellog *et al*, 1999).



**Figur 1.** Grafisk representation på beslutsträd för bestämning av eNPV.

Risk adjusted net present value (rNPV) är en annan ansats till riskjusterad kassaflödesanalys. rNPV, så som den föreslås av Stewart, Allison och Johnson (2001), inkorporerar osäkerheten genom att applicera sannolikhetslära för att kompensera för risken. rNPV skiljer sig ifrån eNPV genom att modellen tar sin utgångspunkt i nuvärdena från konventionell kassaflödesanalys, där intäkter,  $P$ , och kostnader,  $C$ , separerats i analysen. Risken,  $R$ , beaktas sedan som en extern variabel för att justerar kassaflödesanalysen, se ekvation 3.10. Vid justering av kassaflödena motsvarar  $R_0$  den nuvarande sannolikheten att slutstadiet uppnås och  $R_t$  sannolikheten vid tiden  $t$  att slutstadiet uppnås. Modellen är analog med eNPV och teoretiskt skall resultaten konvergera.

$$rNPV = P_{NPV} \cdot R_0 - \sum_{t=0}^n \frac{C_{NPV,t}}{(1+r)^t} \cdot R_t \quad \text{ekv. 3.7}$$

### 3.4 Diskonteringsränta

Den diskonteringsränta,  $r$ , som nyttjas i grundläggande kassaflödesanalys har en avgörande betydelse för nuvärdet på en tillgång. Diskonteringsräntan är den avkastning som krävs på operativt kapital för att tillgodose kreditgivares och investerares krav på avkastning. Diskonteringsräntan skall sålunda spegla den risk, både teknologisk och ekonomisk, som är förknippad med företagets verksamhet. En statisk diskonteringsränta skall vara tillämplig under hela den analyserade tidsperioden. Finnes ingen rimlig sådan krävs sekvensering av analysen (se avsnitt 3.2). Bestämningen av en korrekt diskonteringsränta är avgörande vid värdering. Flera olika ansatser till bestämning av diskonteringsränta har föreslagits. En övergripande ansats är *weighted average cost of capital*, WACC (se ekvation 3.6). WACC tar hänsyn till både krediter,  $D$ , och eget kapital,  $E$ . Vid beräkning av WACC bör det beaktas att räntekostnaden är avdragsgill, vilket leder till att avkastningskravet på skuldkapital justeras med aktuell skattesats (Damodaran, 2002a).

$$WACC = r_D \cdot (1 - T) \cdot \frac{D}{D + E} + r_E \cdot \frac{E}{D + E} \quad \text{ekv. 3.8}$$

Kostnaden för krediter,  $r_D$ , är observerbara på marknaden, medan kostnaden för eget kapital,  $r_E$ , är mer svårobserverad. Den förväntade avkastningen på eget kapital skall ta hänsyn till ovan nämnda risker och ta hänsyn till den historiska prestationen. För majoriteten bioteknikbolag är skuldsättningsgraden låg eller obefintlig enligt DiMasi och Grabowski (2007). Detta gör att WACC endast utgörs av kostnad för eget kapital. Copeland *et al* (2000) lyfter fram *capital asset pricing model*, CAPM, som lämplig teoretisk konstruktion för att estimeras kostnaden för eget kapital.

CAPM utgår ifrån marknaden och dess avkastning för bestämning av kostnaden för eget kapital. Modellen grundas på en rad antaganden om perfekt marknad, full konkurrens och jämvikt (se Trigeorgis, 1996). Den kostnad som företaget har för eget kapital,  $r_i$ , styrs av den riskfria räntan,  $r_f$ , och den marknadspremie,  $r_m - r_f$ , som krävs för att kompensera för marknadens systematiska risk ( $\beta=1$ ). Företag vars riskexponering skiljer sig ifrån marknadens kommer att kräva riskpremier som är skilda från marknadspremien ( $\beta \neq 1$ ). Riskpremiens storlek styrs av bolagets risk i förhållande till marknadens risk. I sin enklaste form kan kostnaden för eget kapital bestämmas med ekvation 3.7. (Trigeorgis, 1996)

$$r_i = r_f + \beta_i \cdot (r_m - r_f) \quad \text{ekv. 3.9}$$

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_m)}{\text{var}(r_m)} \quad \text{ekv. 3.10}$$

Omfattande kritik har framförts mot CAPM. Roll (1977, refererat av Roll och Ross, 1994) ifrågasätter kraftigt teorins giltighet, då det inte är möjligt att verifiera den. Enligt Roll är det endast marknadens effektivitet som går att testa, andra slutsatser är godtyckliga då de beror på om CAPMs fundamentala antaganden godtas eller ej. Främst kritiserar han godtyckligheten i val av marknadsportfölj och därmed marknadsavkastningen. Kritik har även framförts mot att

CAPM inte tar hänsyn till marknadsimperfectioner, så som skatt och transaktionskostnader, och andra marknadsdeterminanter. Det föreligger därför en svårighet att erhålla entydiga slutsatser.

Ross (1977, refererat av Roll och Ross, 1994) och Ross och Roll (1980, refererat av Roll och Ross, 1994) lanserade ett alternativ till CAPM, nämligen *arbitrage pricing theory* (APT). APT utvecklar och generaliserar CAPM. En tillgångs pris bestäms här av en samvariation av flera faktorer,  $I_i$ , som är linjärt korrelerade till avkastningen,  $r_i$ .

$$r_i - r_f = b_{i,1}(I_{i,1} - r_f) + b_{i,2}(I_{i,2} - r_f) + \dots + b_{i,n}(I_{i,n} - r_f) \quad \text{ekv. 3.11}$$

APT har kritiserats för svårigheten att fastställa hur många och vilka förklaringsvariabler som är determinanter för avkastningen för en specifik tillgång. Shanken (1992) kritiserar även APT för att modellen, liksom CAPM, är omöjlig att validera.

## 4 Reala optioner

Inom kassaflödesanalysen används högre avkastningskrav, sålunda högre diskonteringsräntor, för att kompensera för den risk som investeraren löper när han investerar i projekt med hög volatilitet. Detta leder till att nuvärdet på en investering tenderar att bli lägre än den initiala investeringen. Sålunda kommer få projekt i en volatil miljö att accepteras på basis av en kassaflödesanalys (Villiger och Bogdan, 2005b). För företag inom bioteknikbranschen leder detta till begränsningar i deras möjligheter att inhämta kapital på den finansiella marknaden. Trigeorgis (1996) pekar på kassaflödesmetodernas statiska karaktär inte reflekterar flexibilitetens värde som finns i aktiv ledning, t.ex. genom att lägga om planer vid inhämtande av aktuell information. Istället för kassaflödesanalys föreslås användandet av reala optioner.

Reala optioner erbjuder ett alternativt sätt att värdera företag och projekt. Copeland och Antikarov (2003, s. 5) definierar en real option som ”rätten, men inte skyldigheten, att agera till en förutbestämd kostnad kallad lösenpris, under en förutbestämd tidsperiod – optionens livslängd” (författarnas översättning). Reala optioner är sålunda analoga med finansiella optioner. De fundamentala skillnaderna mellan finansiella och reala optioner är att den underliggande tillgången för en finansiell option ofta är standardiserad och likvid, vilket inte är fallet för reala optioner i samma utsträckning, och att ledningen kan påverka värdet på den underliggande tillgången för reala optioner. Ägaren till en finansiell option kan dock sällan påverka den underliggande tillgången (t.ex. en aktie). Trigeorgis (1996) och Copeland *et al* (2000) visar på att majoriteten av investeringar kan beskrivas som en köp- eller säljoption av europeisk eller amerikansk karaktär. Ett företag kan sålunda betraktas som en samling köp- och säljoptioner och värderas därefter.

Nytan av en realoptionsansats grundas på att marknaden präglas av osäkerhet, särskilt med avseende på händelser belägna i framtiden. I takt med att ny relevant information inhämtas kan ledningen ändra sina beslut för att begränsa kostnaderna eller amplifiera vinsterna. En realoptionsansats för värdering av projekt och företag under dessa förutsättningar återspeglar den flexibilitet som finns till följd av aktiv ledning. En realoptionsansats tillhandahåller ett alternativt sätt att se på operativ verksamhet och ett ramverk för värdering av flexibiliteten. Copeland *et al* (2000) betonar realoptionsanalysens överlägsenhet på marknader där flexibiliteten och osäkerheten är hög. De framhåller dock en reservation för att det finns fall där en realoptionsansats inte kan tillämpas i dagsläget.

### 4.1 Värdeskapande parametrar

Värdet på reala optioner påverkas av en rad parametrar. Copeland och Antikarov (2003) identifierar sex parametrar som bestämmer optionsvärdet: Värdet på den underliggande tillgången, lösenpriset, tid till optionens lösendatum, volatiliteten på den underliggande tillgången, den riskfria räntan och utdelning från den underliggande tillgången.

*Värdet på den underliggande tillgången* är för reala optioner ett projekt, en investering eller ett övertagande. Detta är en oflexibel parameter som samlar nuvärdena för kassaflödena och som har en direkt inverkan på värdet på optionen. Ökar värdet på den underliggande tillgången ökar även värdet på optionen.

*Lösenpriset* är den investering som är förknippad med införskaffandet av en tillgång. Lösenpriset är en oflexibel parameter som direkt påverkar nuvärdet. För analogen till en finansiell köption innebär detta att lösenpriset motsvarar investeringskostnaden, medan lösenpriset för analogen till en säljoption motsvarar det erhållna kapitalet vid avyttrande av tillgången. Om lösenpriset ökar minskar värdet på en köption, medan värdet på en säljoption ökar.

*Tid till optionens lösendatum* speglar föränderligheten i optionsvärdet över tiden. Med ökad tid till lösen ökar även optionsvärdet. En längre tid till lösendagen ger större utrymme för att inhämta information för att minska osäkerheten och därmed ökar följaktligen avkastningen och optionsvärdet. Givetvis gäller även det omvända förhållandet.

*Volatiliteten för den underliggande tillgången* beskriver osäkerheten för både den underliggande tillgången och dess kontext. Om beslutsflexibilitet är tillgängligt för ledningen kommer en ökad volatilitet bidra till ett ökat värde på flexibiliteten och följaktligen ökat optionsvärde. Ökningen ligger i att den positiva spridningen ökar medan den negativa spridningen är begränsad av optionens underliggande egenskaper (se avsnitt 4.3). Villiger och Bogdan (2006) betonar att volatiliteten med svårighet låter sig bestämmas och följaktligen kan leda till substantiell övervärdering.

*Den riskfria räntan* avser den riskfria ränta som är tillämplig över optionens livslängd. Den riskfria räntan kommer att påverka optionsvärdet genom att påverka tidsvärdet på alternativkostnaden när t.ex. en investering skjuts upp. En ökning av den riskfria räntan kommer sålunda att ge en positiv förändring i tidsvärdet och sålunda även optionsvärdet. Värt att observera är dock att en höjning av den riskfria räntan har en större destruktiv verkan på den underliggande tillgångens framtida värde än dess positiva inverkan för optionens värde (Fernández, 2002).

*Utdelning från den underliggande tillgången* samlar kassainflöden och kassautflöden under tillgångens livslängd. Denna parameter innefattar bl.a. kassaflöde som förloras till konkurrenter som har bundit upp sig till motsvarande investering. Parametern har, i det specifika fallet, vid en positiv förändring en uppenbar negativ inverkan på optionsvärdet.

## 4.2 Taxonomi

Trigeorgis (1996), Copeland och Antikarov (2003) och Copeland *et al* (2000) förmedlar en taxonomi över reala optioner för att identifiera och etablera de vanligaste typerna av reala optioner. Real optioner är huvudsakligen grupperade efter vilken typ av flexibilitet de erbjuder och dess strukturella karaktär.



Följande typer av reala optioner lyfts fram:

- o Optionen att överge
- o Optionen att avvakta med investering
- o Optionen att expandera eller skala ner
- o Optionen att förlänga
- o Bytesoptioner
- o *Compound-option*
- o *Rainbow-option*
- o *Learning-option*
- o Tillväxtoption

De identifierade typerna är inte på något sätt uttömmande eller exklusiva. Nedan redogörs för arketyper för de olika options typerna.

*Optionen att överge* är typiskt en amerikansk säljoption. Optionen ger möjligheten att vid valfritt tillfälle inom optionens löptid avyttra tillgången till ett på förhand fastställt, om än föränderligt, pris. Optionen ger möjligheten för innehavaren att undvika kostnader förknippade med den underliggande tillgången och istället tillgodogöra sig tillgångens restvärde. Detta givet ges att optionen att överge är en amerikansk säljoption med likvidationsvärdet som lösenpris.

*Optionen att avvakta med en investering* är typiskt analogt med en amerikansk köpoption. Denna typ av realoption återfinns i de flesta projekt där möjligheten att uppskjuta projektstarten är tillgänglig. Värdet skapas av möjligheten att avvakta för att se hur osäkerhetsvariabler utvecklar sig. Lösenpriset är den investeringskostnad som krävs för att starta projektet.

*Optionen att expandera eller skala ner* innebär att ägaren har en option på att förändra verksamhetens omfattning. Värde genereras vid förändringar av marknadsförutsättningar. Optionen att expandera är typiskt en amerikansk köpoption, som möjliggör exploatering av förbättrade marknadsförutsättningar. Om ursprungsinvesteringen gjordes med uppföljningsinvesteringar i åtanke kan lösenpriset bli lågt. Om hänsyn inte tagits till uppföljningsinvesteringar minskar möjligheterna att kapitalisera på optionen drastiskt. Optionen att skala ned är en amerikansk säljoption. Denna option öppnar möjligheten att minska omfattningen av verksamheten och därmed även kostnaderna vid marknadsförutsättningar som är sämre än förväntat.

*Optionen att förlänga* erbjuder ägaren möjligheten att för en fast summa förlänga livstiden för ett objekt för att fortsatt kapitalisera på den. Optionen att förlänga är en amerikansk köpoption.

*Bytesoptioner* är portföljer med amerikanska köp- och säljoptioner som tillåter innehavaren att till en fastställd kostnad byta mellan olika lokaliseringar eller operationella verksamhetsområden. Bytesoptioner tillåter t.ex. flexibilitet för produktion av olika produkter med samma fasta anläggningstillgångar, lämna och återinträda på marknader och stänga ner och återstarta en specifik verksamhet.

En *compound-option* är en strukturell option som grundas på en annan option. Denna typ av optioner är vanligt förekommande i fasseparerade projekt. En grupp av compound-optioner är

simultana optioner. Dessa optioner har karaktären att båda optionerna är tillgängliga att utövas simultant, de är således inte skiljda ifrån varandra i tiden. En compound-option kan även vara sekventiell. Den nya optionen blir tillgänglig först när den underliggande optionen utövas. I denna typ av compound-option är optionerna skilda ifrån varandra i tiden. Med flera sekventiella optioner ökar komplexitetsgraden i compound-optionen.

*Rainbow-optioner* är optioner som drivs av flera osäkerhetskällor. I praktiska sammanhang uppvisar de flesta realoptioner beroende på mer än en osäkerhetskälla. Copeland och Antikarov (2003) visar på att om en realistisk syn på verkligheten skall användas så är alla optioner rainbow optioner. Eftersom många optioner även beror på tidigare val hävdar de att all forskning och utveckling är *compound-rainbow*-optioner.

*Learning-optioner* är en sekventiell option med flera osäkerhetskällor. I linje med tidigare taxonomi klassas den som en compound-rainbow option. Särskiljande för en learning option är att osäkerheten fördelas inom två kategorier, marknads- och teknisk risk. Marknadsrisk antas diffundera över tiden, medan teknisk risk antas minska stegvis i takt med att kunskande rörande den underliggande tillgången inhämtas. Learning options används oftast i samband med forskningsprojekt eller vid undersökandet av råvarufyndigheter.

*Tillväxtoptioner* tar hänsyn till framtida möjligheter som kan komma att uppkomma. En investering kan få ett avsevärt ökat värde av att den möjliggör framtida affärsmöjligheter som ökar avkastningen. Tillväxtoptionen är en compound-option, då den möjliggörs av en annan investering som kan likställas med en option. I läkemedelssammanhang skulle tillväxtoptionen vara en europeisk köpoption, då den inte kan utövas förrän utvecklingen av den inledande investeringen slutförs. Det existerar ett lösendatum. Kostnaden för köpoptionen kan likställas med kostnaden för det initiala projektet och lösenpriset som de ackumulerade investeringskostnaderna för de framtida projekt som är resultatet av det initiala projektet. Tillväxtoptioner är vanligt förekommande i forskningsintensiva branscher så som bland annat läkemedelsbranschen.

### 4.3 Värderingsgrunder

Trigeorgis (1996) lyfter fram att reala optioner är analoga med finansiella optioner och kan värderas enligt samma principer. Skillnaden mellan de båda typerna ligger i den underliggande tillgången. Finansiella optioner har ofta standardiserade likvida tillgångar medan realoptionerna har reala tillgångar eller kapitalprojekt. Värderingen av en option utgår ifrån en rad karaktäristika hos optionen. Trigeorgis (1996) identifierar karaktäristika hos optioner som måste beaktas vid värdering av optioner och som representerar restriktioner och randvärden vid bestämning av en options värde.

- Option får inte anta ett negativt värde, då optionen inte har något krav på att lösas in. ( $V \geq 0$ )

- Optionsvärdet är begränsat uppåt av den underliggande tillgångens värde för köpoptioner och av lösenpriset för säljoptioner.  $(C(S,0;E)=\max(S-E,0), S>E)$   
 $(P(S,0;E)=\max(E-S,0), E>S)$ .
- Enligt lagen om ett pris måste priset på en amerikansk option motsvara minst sitt lösenvärde för att inte en arbitrage situation skall föreligga.  $(C(S, \tau;E)\geq\max(S-E,0), P(S, \tau;E)\geq\max(E-S,0))$
- En amerikansk option med lång löptid är värd minst lika mycket som en annars identisk option med kortare löptid  $(V(S,\tau_1;E) \geq V(S,\tau_2;E)$  om  $\tau_1 > \tau_2$ )
- En amerikansk option är värd minst lika mycket som en annars identisk europeisk option, eftersom den ger samma rättigheter som en europeisk option men även rätten till tidigare inlösen.  $(V(S,\tau;E) \geq v(S,\tau;E))$
- En köpoption med ett lägre lösenpris är värd minst lika mycket annars identisk option med högre lösenpris.  $(C(S,\tau;E_1) \geq C(S,\tau;E_2)$  om  $E_1 < E_2$ )
- En köpoption kan aldrig vara mer värd än sin underliggande tillgång.  $(C(S,\tau;E) \geq S)$
- En köpoption som inte betalar utdelning är värd minst värdet på den underliggande tillgången minus nuvärdet på lösenpriset  $(C(S,\tau;E) \geq \max(S-B(\tau)E,0), B(\tau)\equiv e^{-rt})$ .
- En evig option som inte betalar utdelning är värd lika mycket som den underliggande tillgången  $(C(S,\infty;E)=S)$
- Put-Call pariteten gäller för köp och sälj optioner av europeisk typ med identiska lösenpriser och löptider.  $p(S,\tau;E)= c(S,\tau;E)-S+B(\tau)E, B(\tau)\equiv e^{-rt}$

Trigeorgis (1996) lyfter fram att optionsvärdering grundar sig på en rad antaganden för att ge lösbara ekvationssystem för optionens värde. För det första antas en friktionsfri marknad utan transaktionskostnader, tillgången är fullständigt delbar, tillgången kan avyttras i förtid och inlåning och utlåning till samma kostnad är obegränsad. Det antas även att den riskfria räntan är konstant över optionens livstid, att den underliggande tillgången inte betalar utdelning under optionens livstid och att förändringen i den underliggande tillgången är stokastisk.

I teoretiska sammanhang används stokastiska differentialekvationer för att beskriva värdförändringar för optioner över tiden. Copeland och Antikarov (2003) hänvisar till att detta har bidragit till att realoptioner inte assimilerats som värderingsverktyg, då detta gör metoden otillgänglig för företagsledning. Enklare lösningar som konvergerar med differentialanalysen baserade på algebra har utvecklats för att göra verktyget mer tillgängligt i praktiska sammanhang. Optionsvärderingen är med dessa metoder möjlig att genomföra både kontinuerligt och diskret. De framstående metoderna är Black-Scholes optionsvärderingsmodell och den binomiala optionsvärderingsmodellen.

## 4.4 Binomiala optionsvärderingsmodellen

Cox, Ross och Rubinstein (1979) presenterar hur en binomialmodell kan användas för att prissätta optioner där den underliggande tillgången är av finansiell natur. Copeland & Antikarov

(2003) visar hur samma teoribildning även är tillämpbar när den underliggande tillgången är av real natur. Cox *et al* (1979) använder sig av en diskret modell för att värdera optioner genom antagande beträffande arbitragefri vinst. De gör ytterligare antaganden för den binomiala optionsvärderingsmodellen. Den underliggande tillgången,  $S$ , följer en multiplikativ binomial process över en diskret tidsperiod. Om dagens aktiepris motsvarar den underliggande tillgången,  $S$ , kan den därmed anta värden  $uS$  ( $u=upstate$ ) och  $dS$  ( $d=downstate$ ) vid tidsperiodens slut. Vidare antas att räntan är konstant över tiden. Detta ger  $u>r>d$ .

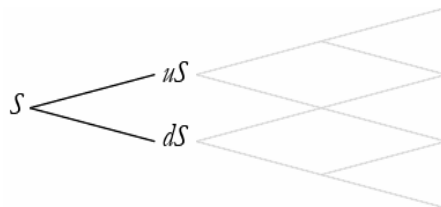
#### 4.4.1 Binomialmodellen över en tidsperiod

Grunden för binomialmodellen är att underliggande tillgången är av stokastisk karaktär och vid varje ny punkt i tiden kan anta två nya värden. Det finns en uppåtgående rörelse (se ekvation 4.1) och en neråtgående rörelse (se ekvation 4.2). Dessa rörelser bestäms av osäkerheten eller osäkerheterna,  $\sigma$ , som påverkar den underliggande tillgången och storleken på de differentiella tidselementen,  $\Delta t$ , i varje steg.

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \quad \text{ekv. 4.1}$$

$$d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} = \frac{1}{u} \quad \text{ekv. 4.2}$$

Utifrån dessa rörelser går det att beräkna värdet för den underliggande tillgången vid den första tidsperiodens slut. Den underliggande tillgången kan nu anta två värden. Ett vid den uppåtgående rörelsen och ett vid den neråtgående rörelsen, se figur 2. När värdet ökar multipliceras den underliggande tillgången vid tiden noll ( $t=0$ ) med konstanten  $u$ . Vid en nedgång multipliceras den underliggande tillgångens värde vid tiden noll ( $t=0$ ) med konstanten  $d$ .



**Figur 2.** Den underliggande tillgångens rörelse med en binomialvärderingsmodell över en tidsperiod.

Utifrån den underliggande tillgångens värde vid periodens slut, d.v.s. vid  $t=1$ , kan även värdet på en option med lösendag vid periodens slut beräknas, se ekvation 4.3 och ekvation 4.4. Innehavaren av optionen har då rättigheten, men ej skyldigheten, att förvärva en den underliggande tillgången för lösenpriset,  $K$ . Vid en uppåtgående rörelse finns det en möjlighet att den underliggande tillgången har ett högre värde än lösenpriset. Om värdet på den underliggande tillgången befinner sig över lösenpriset är köptionen,  $C_u$ , *in the money* och innehavaren kan göra en vinst. Vid en nedåtgående rörelse kommer den underliggande tillgången att vara värd mindre än lösenpriset, och köptionen,  $C_d$ , kommer därför att sakna värde.

$$C_u = \max(uS_0 - K, 0) \quad \text{ekv. 4.3}$$

$$C_d = \max(dS_0 - K, 0) \quad \text{ekv. 4.4}$$

Genom att köpa den underliggande tillgången och samtidigt låna pengar är det möjligt att få samma utfall som vid innehavet av en köpoption. Detta kallas för en replikerande portfölj. Genom att beräkna värdet för den replikerande portföljen vid  $t=0$  erhålles även värdet av en köpoption. Ifall köpoptionen inte är värderad till värdet för den replikerande portföljen går det att göra en riskfri vinst, med andra ord, det förekommer en arbitragesituation.

Ifall värdet på den underliggande tillgången ökar kommer köpoptionen att öka i värde, när den underliggande tillgången sjunker i värde kommer köpoptionen att minska i värde. Den replikerande portföljen skall ha samma värde som köpoptionen vid en uppgång som en nedgång för den underliggande tillgången. Detta ges genom ekvation 4.5 och ekvation 4.6., där delta ( $\Delta$ ) är andelen underliggande tillgång,  $B$  är antal valutaenheter i den replikerande portföljen och  $r$  är den riskfria räntan.

$$\Delta uS + rB = C_u \quad \text{ekv. 4.5}$$

$$\Delta dS + rB = C_d \quad \text{ekv. 4.6}$$

För att lösa ut  $\Delta$  och  $B$  kan ekvation 4.5 och 4.6 skrivas om till ekvation 4.7 och 4.8.

$$\Delta = \frac{C_u - C_d}{(u - d)S} \quad \text{ekv. 4.7}$$

$$B = \frac{uC_u - dC_d}{(u - d)r} \quad \text{ekv. 4.8}$$

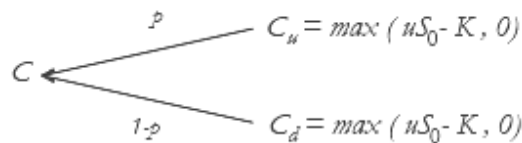
De parametrar som är värdeskapande för en option vid användandet av binomialansatsen är således  $K$ ,  $S$ ,  $d$  och  $u$ . Det spelar därför ingen roll med vilken sannolikhet den underliggande tillgången antas variera, d.v.s. sannolikhetsfördelningen mellan en uppgående, alternativ nedåtgående rörelse. Detta leder till att det inte spelar någon roll i vilken utsträckning en investerare är riskavers eller ej vid värderingen av en option, då det alltid går att *hedga* risken med en replikerande portfölj. Detta innebär att investeringen är riskfri och därmed går att diskontera med den riskfria ränta.

Genom att utgå från antaganden beträffande den replikerande portföljen kan riskfria sannolikheter,  $P$ , skapas för att beräkna nuvärdet av optionen. De riskneutrala sannolikheterna beräknas enligt ekvation 4.9. Detta är en av förutsättningarna för att kunna beräkna värdet av en option som omfattar flera tidssegment.

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d} \quad \text{ekv. 4.9}$$

Genom att använda riskneutral sannolikheter går det att diskontera medelvärdet av optionen vid uppgång och nedgång med den riskfria räntan. Beräkning av värdet för en option användande riskneutrala sannolikheter görs enligt ekvation 4.10, detta illustreras även i Figur 3.

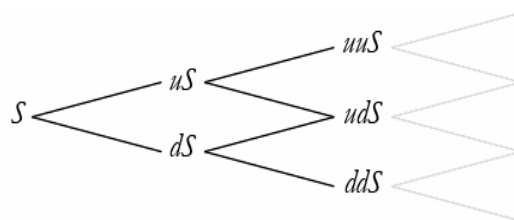
$$C = e^{-r\Delta t} (pC_u + (1-p)C_d) \quad \text{ekv. 4.10}$$



**Figur 3.** Värdering av en köpoption med binomialvärderingsmodellen över en tidsperiod.

#### 4.4.2 Binomialmodellen över flera tidsperioder

Används binomialmodellen över två perioder beräknas först värdet för den underliggande tillgången över två tidsperioder, se Figur 4. Denna kan nu anta tre värden. Detta förklaras genom att den underliggande tillgången från nod  $uS$  kan röra sig ned till  $udS$ , men kan även få detta utfall vid en uppgång vid  $dS$  upp till  $udS$ . Den underliggande tillgången har därmed dubbelt så stor sannolikhet att anta värdet  $udS$  än  $uuS$  eller  $ddS$ . Vid flera tidsperioder kommer den underliggande tillgången ha en logbinomialfördelning till följd av den multiplikativa ansatsen som antas.



**Figur 4.** Den underliggande tillgångens rörelse med en binomialvärderingsmodell över två tidsperioder.

För att beräkna nuvärdet för optionen används samma principer som för beräkningarna vid den enkla modellen. Först beräknas värdena för  $C_u$  och  $C_d$  genom användandet av de riskneutrala sannolikheterna. Värdet för optionen vid period  $t=1$  för en option vid två tidsperioder givet ökning för den underliggande tillgången under tidsperiod ett beskrivs enligt ekvation 4.11.

$$C_u = e^{-r\Delta t} (p^2 C_{uu} + p(1-p) C_{ud}) \quad \text{ekv. 4.11}$$

Värdet för optionen vid period  $T=1$  för en option vid två tidsperioder givet minskning för den underliggande tillgången under tidsperiod ett beskrivs av ekvation 4.12. För att beräkna nuvärdet diskonteras den med den riskfria räntan för en tidsperiod.

$$C_d = e^{-r\Delta t} (p^2 C_{dd} + p(1-p)C_{dd}) \quad \text{ekv. 4.12}$$

Därefter nuvärdesberäknas optionen i sin helhet enligt ekvation 4.10. Vidare kan detta göras genom att ta hänsyn till det vägsda medelvärdet för samtliga tre utfallen vid  $t=2$  diskonterat med den riskfria räntan. Nuvärdet för köptionen vid två tidsperioder beräknas enligt ekvation 4.13.

$$C = e^{-2r\Delta t} (p^2 C_{uu} + 2p(1-p)C_{ud} + (1-p)^2 C_{dd}) \quad \text{ekv. 4.13}$$

Beräkning av binomialmodellen över flera tidsperioder utgår från samma principer som vid beräkningar vid två perioder.

Först beräknas värdet för den underliggande tillgången vid periodens slut. Detta görs enligt ekvation 4.14, där  $T$  är antalet tidsperioder som den underliggande tillgången har haft möjlighet att öka eller minska i värde,  $n$  är antal tillfällen som den har ökat i värde.

$$V_T(n) = u^n d^{T-n} V_0, n \leq T \quad \text{ekv. 4.14}$$

Därefter kan optionens värde vid tidpunkten  $T$  beräknas enligt ekvation 4.15.

$$C_T(n) = \max(0, u^n d^{T-n} V_0 - x), n \leq T \quad \text{ekv. 4.15}$$

Genom att använda sig av kombinatorik går det vidare att beräkna sannolikheten för ett visst utfall. Sannolikhet för att den underliggande tillgången ökar i värde  $n$  antal gånger av  $T$  antal tidsperioder enligt ekvation 4.16. För teoribildning runt kombinatorik, se Körner och Wahlgren (2006).

$$B(nT, p) = \frac{T!}{(T-n)!n!} p^n (1-p) \quad \text{ekv. 4.16}$$

För att beräkna nuvärdet av optionen multipliceras värdet för optionen med sannolikheten för detta utfall i enlighet med ekvation 4.17.

$$C_0 = e^{-rT} \cdot \sum_{n=0}^T \frac{T!}{(T-n)!n!} p^n (1-p)^{T-n} \cdot \max[0, u^n d^{T-n} V_0 - x] \quad \text{ekv. 4.17}$$

Det går även att beräkna optionsvärdet stegvis enligt samma principer som beräkningen vid två tidsperioder.

### 4.4.3 Binomialmodellen på kontinuerlig form

Binomialmodellen är i grunden en diskret modell men kan appliceras för kontinuerliga förlopp genom att låta antalet tidselement gå mot oändligheten (se ekv. 4.17). Tidselementen kommer då att gå mot noll och modellen kommer att konvergera med kontinuerliga modeller.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{T}{n} \rightarrow 0 \quad \text{ekv. 4.18}$$

## 4.5 Black-Scholes optionsvärderingsmodell

Black-Scholes optionsvärderingsmodell är ett framträdande verktyg för analys av finansiella optioner. Black och Scholes (1973, refererat i Trigeorgis, 1996) visade att med de antaganden som redogjordes för i avsnitt 4.3 kunde optioner värderas mot en replikerande portfölj. Utifrån dessa antaganden härledde de Black-Scholes partiella differentialekvation och löste denna. Black-Scholes optionsvärderingsmodell (se ekvation 4.18) är den analytiska lösningen på differentialekvationen. För härledning hänvisas till Trigeorgis (1996).

$$C(S, \tau; E) = S \cdot N(d_1) - Ee^{-r\tau} \cdot N(d_2) \quad \text{ekv. 4.19}$$

där

$$d_1 = \left( \ln(S/E) + \tau \cdot \left( r + \frac{1}{2} \cdot \sigma^2 \right) \right) / \sigma \sqrt{\tau}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{\tau}$$

$N(\cdot)$  Är den kumulativa standardnormalfördelningsfunktionen. Black-Scholes modell i sitt ursprungliga utförande beskriver värdet på en köpoption. Ett uttryck för värdet på en säljoption kan ställas upp utifrån från *put-call* pariteten (se avsnitt 4.3) och Black-Scholes modell (se ekvation 4.18). Följande uttryck för en säljoption erhålls.

$$p(S, \tau; E) = -S \cdot N(-d_1) + Ee^{-r\tau} \cdot N(-d_2) \quad \text{ekv. 4.20}$$

Copeland och Antikarov (2003) betonar begränsningarna med Black-Scholes optionsvärderingsmodell för värdering av reala optioner. Modellen antar att optionen bara går att lösa in på lösendagen, följaktligen är tillämpningen på amerikanska optioner begränsad. Modellen uppvisar även beroende på endast en underliggande tillgång och en källa till osäkerhet, vilket inte möjliggör applicering på compound- och rainbow-optioner. Den förutsätter även att marknadspriset och den stokastiska fördelningen för den underliggande tillgången är observerbar. Särskilt med avseende på marknadspriset för den underliggande tillgången kan detta bli problematiskt. Modellen bygger även på antagandet att variansen och lösenpriset är konstant över tiden. Ett i sig orimligt antagande för dynamiska reala optioner. De flesta reala optioner



kräver att en eller flera av de grundläggande antagandena i Black-Scholes modell bortses ifrån om de skall kunna värderas med denna modell.

Villiger och Bogdan (2006) för även fram bristerna i att tillämpa Black-Scholes optionsmodell för att värdera reala optioner. De pekar på skillnaderna mellan finansiella- och reala optioner. I finansiella sammanhang kan risken hedgas genom att konstruera en replikerande portfölj. Detta är sällan möjligt för reala optioner, då den underliggande tillgången sällan är likvid. Som en konsekvens används tillväxtfaktorn och den viktade kapitalkostnaden, WACC, som diskonteringsränta. För finansiella optioner skulle dessa enheter ersättas med den riskfria räntan. För det andra sker forskningsprojekt stegvis och uttrycker sig som en compound-option. Black-Scholes modell förmår endast behandla enkla optioner. Modellen fångar inte heller den osäkerhet som förknippas med kliniska tester. De matematiska sambanden går att modifiera, genom att lätta på restriktionerna kring de grundläggande antagandena, så att modellen blir tillämpningsbar, men på bekostnad av att överskådligheten går förlorad och de matematiska funktionerna blir betydligt komplexare. Fernández (2002) lyfter fram att replikerbarhet är ett prerekvisit för att tillämpa Black-Scholes ursprungliga modell vid värdering av reala optioner. Om optionen inte är replikerbar bör en modifierad Black-Scholesmodell eller alternativa värderingssätt tillämpas.

## 5 Volatilitet

Volatiliteten är den enda variabeln som inte är direkt observerbar vid beräkandet av en option med en underliggande tillgång av finansiell natur. Även vid realoptioner är det den variabel som är svårast att härleda från empirisk data (Davis, 1998, Cobb och Charnes, 2004, och Hartmann och Hassan, 2006). Fernandez (2002) och Amram och Kulatilaka (2002) hävdar att volatiliteten är omöjlig att bestämma för reala tillgångar. Damodaran (2002b) föreslår tre sätt att estimeras volatiliteten för projekt som avses värderas med en realoptions ansats.

- Variansen beräknas från tidigare projekt med en liknande profil.
- Framtida kassaflöden ges olika sannolikheter och därefter testas dessa under olika scenarier och variansen beräknas med utgångspunkt i spridningen vid dessa scenarier. Alternativt tillmäts olika källor för osäkerhet till kassaflödet olika sannolikheter.
- Variansen beräknas med utgångspunkt från företag vars verksamhet överensstämmer med projektets.

Volatiliteten ger stora utslag i värderingen av realoptionen (Trigerogis, 1996). Eftersom det finns stora svårigheter att på ett tillfredställande sätt beräkna volatiliteten för ett givet projekt ifrågasätts möjligheten att nyttja benchmarking vid bestämningen (Amram och Kulatilaka, 2002). Istället hävdar Amram och Kulatilaka (2002) och Fernandez (2002) att volatiliteten endast kan estimeras för tillgångar där det sker handel med den underliggande tillgångens risk<sup>1</sup>. Med denna definition kan realoptionsanalysen enbart användas för projekt som är råvarunära, då det enbart är här det finns *tradable securities*. Dessa författare menar således att reala optioner ej är lämpliga för exempelvis värdering av bioteknikbolag. Copeland och Antikarov (2003) menar att det alltid är omöjligt att hitta *tradable securities*. Volatiliteten beräknas istället genom en simulera ett framtida kassaflöde som tar hänsyn till ett flertal olika osäkerhetskällor som antas påverka den underliggande tillgången. Det är här av vikt att de stokastiska variabelerna som identifieras och används i simuleringsmodellen uppvisar en hög korrelation med den underliggande tillgångens osäkerhet. Davis (1998) menar på att volatiliteten kan beräknas genom användning av den historiska standardavvikelsen, men då denna ofta saknas kan detta bli problematiskt. Detta kan delvis lösas genom att använda standardavvikelsen för företag vars verksamhet överensstämmer med projektets, ifall det handlas med optioner för dessa företag kan även den implicita volatiliteten användas.

Vid simulering av volatiliteten krävs en kvantifiering av de värdeskapande parametrarna och en uppskattning av dess stokastiska egenskaper (Copeland och Antikarov, 2003). Vid värdering av en läkemedelskandidat är det primärt en uppskattning av framtida försäljningsvolym och framtida priser som är aktuell. Dessa variabler är svåra att på ett korrekt sätt kvantifiera utan insyn i företaget.

---

<sup>1</sup> Exempel på detta är optioner för framtida oljepris.

Hartmann och Hassan (2006) visar att en majoritet av finansiella bedömare använder sig av historisk aktiedata för att beräkna volatiliteten medan bioteknik- och läkemedelsbolagen själva använder sig av experthjälp samt egna beräkningsverktyg, så som känslighetsanalys och scenarioanalys. Vidare spekuleras i att förklaringen till skillnaderna ligger i tillgången på data. Data som bolag besitter internt ger dem en fördel i värderingen av interna projekt i förhållande till externa bedömare. Vid bedömning av volatiliteten för värdering av bioteknikbolag i helhet är trenden att använda sig av branschens historiska aktievolatilitet ännu tydligare.

## 5.1 Historisk volatilitet

Den historiska volatiliteten beräknas genom att ta hänsyn till den historiska standardavvikelsen,  $\sigma$ , för den underliggande tillgången (Davis, 1998). Detta görs genom att undersöka hur stora de procentuella förändringarna är i den historiska aktiekursen (Fritzman, 1991). Estimeringen görs medelst ekvation 5.1, där  $u$  är den procentuella förändringen vid mättillfälle  $i$ ,  $\bar{u}$  är den genomsnittliga förändringen och  $n$  är antalet mättillfällen. För att estimeras standardavvikelsen på ett korrekt sätt krävs att  $u$  beräknas genom ekvation 5.2 där  $V_i$  är värdet på den underliggande tillgången vid mättillfälle  $i$ .

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad \text{ekv. 5.1}$$

$$u_i = \ln(V_i / V_{i-1}), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \text{ekv. 5.2}$$

Genom att använda ekvation 5.1 erhålles ett värde för den dagliga standardavvikelsen. Vid finansiell analys används den årliga standardavvikelsen. För att korrigera detta nyttjas ekvation 5.3, där  $t$  är antalet mättdagar på ett år.

$$\sigma = \sqrt{t} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \quad \text{ekv. 5.3}$$

## 5.2 Implicit volatilitet

Nackdelen med den historiska volatiliteten är att den inte tar hänsyn till förändringar i framtiden. Den implicita volatiliteten kan härledas genom Black-Scholesmodell under förutsättning att de andra parametrarna är kända, se avsnitt 4.5. Därigenom erhålles en mått på marknadens förväntningar beträffande ett visst bolags, eller en viss bransch, volatilitet.

### 5.3 Monte Carlo-simulering

Monte Carlo-simulering är en ansats till att kombinera flera olika osäkerhetskällor till en drivande volatilitet. Modellen bygger på upprepad stokastisk sampling från definierade fördelningar för att simulera osäkerhetens fortplantning i en verklig process (Trigeorgis, 1996). Samuelson (1973) hävdar att förväntade kassaflöden approximativt fluktuerar slumpmässigt och kommer röra sig med browniska rörelser. Detta möjliggör applicering av Monte Carlo-simulering på finansiella processer.

Genom att identifiera de drivande osäkerhetskällorna och deras autokorrelation och stokastiskt applicera dessa på det diskonterade kassaflödet över tiden kan utvecklingen modelleras. En distribution med den sökta volatiliteten som varians erhålls. Den erhållna distributionen är en produkt av ingående distributionerna.

För att kunna applicera Monte Carlo-simulering krävs data för distributionen på de ingående osäkerhetskällorna. Data kan vara av två typer: Historisk och subjektivt prognostiserande (Copeland och Antikarov, 2003). Historisk data kan användas under antagandet av att den speglar framtida utveckling. Copeland och Antikarov (2003) betonar att historisk data tillämpas bäst på optioner för återinvesteringar, t.ex. bytesoptioner. Det andra alternativet är att tillämpa subjektiva prognostiseringar. Dessa beaktar framtida förändringsfaktorer, men subjektiviteten påverkar reliabiliteten i simuleringen.

I sin enklaste form görs Monte Carlo-simuleringen med oberoende variabler. Detta är dock en föga realistisk syn på verkligheten. Ett visst mått av autokorrelation förekommer mellan olika ingående variabler. Avancerade simuleringsalgoritmer förmår ta hänsyn till de ingående parametrarnas autokorrelation. Om hänsyn tas till den historiska autokorrelationen förbättras approximationen av värde drivarnas verkliga uppträdande (Cobb och Charnes, 2004).

Applikationen av Monte Carlo-simulering är lämplig då individuella osäkerheter går att kvantifiera och inga deterministiska verktyg finns tillgängliga för att bestämma volatiliteten (Copeland och Antikarov, 2003).

## 6 Läkemedelsutveckling

Läkemedelsutveckling uppvisar en rad karaktäristika som är specifika för branschen. Politiska initiativ har resulterat i en helt annan grad av reglering av läkemedelsbranschen, än av många andra högteknologiska branscher. Regleringen leder till omvälvande effekter för läkemedelsutvecklingen med avseende på uppfattat värde, utvecklingstid och kostnader.

### 6.1 Reglering

Läkemedelsutveckling och produktion är kraftigt reglerad av både stat, institutioner och branschorganisationer. Regleringen syftar till att garantera att en produkt är säker och att forskningen bedrivs under kulturellt accepterade former, en etisk dimension. På statlig nivå finns omfattande lagstiftning rörande läkemedel som utvecklingsbolagen måste förhålla sig till. Regleringen omfattar alla faser av utveckling och produktion och även en rapporterings-skyldighet om biverkningar och effekter efter det att läkemedlet lanserats. En stor del av lagrummet är dock endast vägledande och riktlinjerna utformas av läkemedelsverk, internationella samarbetsorgan, institutioner och av branschen själv. Mest framträdande i lagrummet är registreringskravet som i stort sett alla stater med reglerad läkemedelshandling har. För att få lansera ett läkemedel på en marknad måste detta registreras av berörd myndighet. För att erhålla registrering måste en rad krav på effekt, biverkningar, säkerhet m.m. uppfyllas. Regleringen skiljer sig åt mellan stater, men p.g.a. läkemedelsmarknadens internationella karaktär har en homogenisering skett. Homogeniseringen beror främst på att USA, som är den största marknaden, har gått i bräschen för säkra läkemedel. En rad institutioner utfärdar riktlinjer för hur utveckling och produktion skall bedrivas, så som *Good manufacturing Practice* (GMP). Dessa riktlinjer är inte rättsligt bindande, men har en avgörande betydelse vid bedömningen av läkemedel av registrerande myndigheter. Framträdande organisationer som utfärdar riktlinjer är världshälsoorganisationen (WHO), *Food and Drug Administration* (FDA), Europeiska unionen (EU) och *Pharmaceutical Inspection Convention* (PIC) (Hultberg, 2003).

### 6.2 Forskningsfaser

McConomy och Xu (2004) beskriver läkemedelsutveckling som en sekventiell process. En framträdande orsak till sekvenseringen är den reglering som finns på marknaden. Varje utvecklingssteg måste bygga på positiva resultat ifrån tidigare faser för att myndighetstillstånd skall erhållas för att gå vidare i processen. Teknologisk risk är förknippad med varje fas. Risker för att en kandidat inte lever upp till förväntningar och måste läggas ner är ständigt närvarande (se avsnitt 6.4). Fasindelningen är öppen för diskussion, men i denna uppsats tillåts myndighetsregleringen styra indelningen. Schematiskt kan dessa faser beskrivas som: upptäckt, prekliniska studier, IND-fas, kliniska studier fas I-III och registrering. En kort översikt över läkemedelsutvecklingens faser ges i Tabell 1.

**Tabell 1.** Läkemedelsutvecklingens olika faser. Källa: Hultberg (2003) och McConomy och Xu (2004).

<b>Fas</b>	<b>Beskrivning</b>
<i>Upptäckt</i>	Identifikation av en potentiell aktivsubstans.
<i>Prekliniska studier</i>	Screening av farmakologiska egenskaper, formulering och toxikologistudier på djur.
<i>IND-fas</i>	<i>Investigational new drug application.</i> Ansökan om kliniskprövning av preparat på människor.
<i>Fas I kliniskprövning</i>	Test på liten population friska individer för att erhålla toxikologisk data och doseringsmängder.
<i>Fas II kliniskprövning</i>	Test på en större population av sjukdomsbärande individer för att erhålla signifikant data på säkerhet och effektivitet.
<i>Fas III kliniskprövning</i>	Utökade studier på stor population sjukdomsbärande individer för att erhålla ytterligare data om säkerhet och verkan.
<i>Registrering</i>	Ansökan till FDA eller berörd myndighet om att få lansera produkten.

*Upptäcktsfasen* är en teknologiskt motiverad fas. Utifrån existerande epistemisk bas identifieras potentiella aktiva substanser med farmakologiska egenskaper. Många nya läkemedel härstammar ifrån den grundforskning som bedrivs på universitet, statliga institut och på läkemedelsbolag. Existerande preparat är även en stor källa till nya läkemedel, t.ex. utvecklas förbättringar av existerande preparat eller biverkningar i befintliga preparat utnyttjas inom ett annat terapiområde (Hultberg, 2003).

*Prekliniska studier* syftar till att etablera en bred epistemisk bas för den specifika kandidaten. Studierna etablerar grundläggande kemisk- och fysikaliskdata för kandidaten. En av de prekliniska studiernas viktigaste element är att identifiera den mekanism som den aktiva substansen påverkar och under vilka fysiologiska förhållande det sker. Farmakologiska- och toxikologiska studier bedrivs på djur för att sluta sig till graden av biokompatibilitet hos kandidaten.

*IND-fasen* är det första steget mot att kommersialisera en produkt. Prekliniska studier etablerar att kandidaten har terapeutisk potential i djurförsök, men för att etablera om effekterna låter sig extrapoleras över artgränserna krävs att produkten testas på humana individer. För att få testa produktkandidater på människor krävs myndighetsgodkännande. För att erhålla detta skall prekliniska resultat sammanställas och bedömas av myndighet med avseende på säkerhet och etiska betänkligheter.

De kliniska studierna syftar till att etablera kunskap om en läkemedelskandidats lämplighet för terapeutiskt bruk. Kliniska studier omfattas av tre tydligt identifierbara och separerbara faser: Fas I-III. *Kliniska försök fas I* omfattar tester på en liten population friska individer för att utvärdera produktens säkerhet. Toxikologiska tester görs och doseringsmängder fastställs. Efter att ha etablerat relativ säkerhet i fas I studier inleds *kliniska försök fas II*. Studierna i fas II fokuserar på de farmakologiska effekterna i den sjukdomsbärande populationen. Försöken omfattar tester på

en större väldefinierad och kontrollerad population av friska och sjukdomsbärande individer för att erhålla signifikant data på säkerhet och effektivitet. *Kliniska försök fas III* omfattar utökade studier på en stor diversifierad population av sjukdomsbärande individer för att erhålla ytterligare data om säkerhet och verkan. Fas III ämnar skapa statistisk säkerhet kring egenskaperna för den slutgiltiga produkten. McConomy och Xu (2004) framhåller att resultat ifrån kliniska studier fas III är avgörande vid bedömningen av ett bolags framtidsutsikter.

Vid *registrering* sammanställs forskningsresultat från de kliniska studierna, för att bedömas och utvärderas av berörd myndighet. Både framtagandet av en heltäckande registreringsansökan och bedömning av denna är processer som tar lång tid. Myndighetsregistrering är den sista determinanten för realiseringen av förväntningarna som finns på en produkt. Registrering av en ny produkt signalerar framtida intäkter och har oftast en positiv effekt på bolagets marknadsvärde (McConomy och Xu, 2004). Hultberg (2003) framhåller att för att ett läkemedel skall godkännas skall en rad kriterier uppfyllas. Tillverkaren skall visa att läkemedlet har avsedd farmakologisk verkan, att de toxikologiska effekterna är begränsade i förhållande till hur allvarlig sjukdomen är, att övriga biverkningar är begränsade, att produktionen är reproducerbar och säker.

Betydelsen av reglering och indelning i forskningsfaser går bortom den operativa dimensionen. Inledande av kliniska studier fas I-III, framgångsrika och negativa resultat i olika faser samt myndighetsgodkännande mellan och efter faser fungerar som starka komplement till finansiell data vid bedömning av bolagen. McConomy och Xu (2004) pekar på att marknaden ofta reagerar starkare på icke-finansielldata än på inkomstaviseringsdata vid bedömning av bolagen. Detta uttrycker att de icke-finansiella data innehåller information om framtiden som finansiell data inte förmår förmedla. Denna information kommer även mer jämnt spridd över året. På grund av denna effekt blir myndighetsgodkännande längst processen en värdeskapande faktor för bolagen.

## 6.3 Tid

Nuvärdet av en läkemedelskandidat påverkas av hur lång tid det befinner sig under utveckling. Även investeringskostnaderna påverkas då dess uppkommer ojämnt under projektets gång, dessa kan med fördel hänföras till olika forskningsfaser, se avsnitt 6.5. Det är därför av vikt att kunna estimerar den totala utvecklingstiden, men även hur lång tid ett projekt befinner sig i en viss forskningsfas. DiMasi och Grabowski (2007) beräknar att den genomsnittliga utvecklingstiden för ett nytt biologiskt läkemedel 2007 var 12,5 år. Tretton år tidigare var utvecklingstiden 11,9 år (Struck, 1994). DiMasi och Grabowski (2007) drar slutsatsen att ökad reglering har lett till längre utvecklingstider. För information om hur utvecklingstiden fördelas mellan de olika faserna se Tabell 2. Här uppkommer problematiken med att många av forskningsfaserna överlappar varandra och att det emellan preklinisk- och klinisk fas förekommer ett visst gap. DiMasi och Grabowski (2007) och Struck (1994) har anpassat de genomsnittliga faslängderna, så att summan av alla forskningsfaser överensstämmer med totallängden för ett genomsnittligt projekt. För närmare information hänvisas till DiMasi och Grabowski (2007).

**Tabell 2.** Genomsnittlig tid i månader för olika faser för biologiska läkemedel. Källa: DiMasi och Grabowski (2007) och Struck (1994)

	Genomsnittlig tid i fas (t/månader)	
	1983-1991	1990-2003
Preklinisk prövning	27,6	52,0
Klinisk prövning		
Fas I	21,6	19,5
Fas II	26,4	29,3
Fas III	24	32,9
Registrering	43,2	16,0
Totalt	142,8	149,7

## 6.4 Sannolikheter

Sannolikheten för att ett läkemedel klarar sig från upptäckt till marknads lansering är liten. Enbart under de kliniska studierna gallras 69,2 % av läkemedelskandidaterna bort (DiMasi och Grabowski, 2007). Kostnaden för färdiga produkter kommer därför att belastas av kostnader för forskning och utveckling som aldrig kommersialiserats. Vidare kommer sannolikheten för att en läkemedelskandidat lyckas eller misslyckas att påverka nuvärdet av ett forskningsprojekt (se kapitel 3). Det är därför viktigt att på ett korrekt sätt kunna bedöma sannolikheten för att ett projekt färdigställs, men även under vilka tidpunkt som riskerna är högst.

Sannolikheten för att kemiska läkemedel skall klara sig genom kliniska försök har de senaste tjugo åren uppvisat en tydligt nedåtgående trend. DiMasi *et al* (1991, 2001 och 2003) visar att mellan 1981-86 klarade sig 24,2 % och 1987-92 klarade 22,6 %. I senare studier av Kola och Landis (2004) har frekvensen minskat ytterliggare, 1991-2000 lanserades enbart 11 % av forskningsprojekten som påbörjat klinisk fas. Dessa studier har i sin utformning haft en tyngdpunkt mot större företag.<sup>2</sup> Benjamin och Lumley (2003, refererad av Kola och Landis, 2004) visar att 18 % av läkemedelskandidaterna i läkemedelsbolag med en forskningsbudget på mindre än 400 MUSD klarar den kliniska prövningen.

Det finns varierande skäl till varför forskningsprojekten läggs ner. En kartläggning av dessa är viktig, då det beskriver olika former av osäkerhet som ett projekt är utsatt för. DiMasi (2001) lyfter fram de vanligaste anledningarna till att projekt läggs ner (se Tabell 3). Att 30 % av projekten läggs ner till följd av ogynnsamma ekonomiska prognoser ligger i linje med Kola och Landis (2004).

<sup>2</sup> Kola och Landis (2004) studie omfattade enbart företag med en omsättning på mer än 10 miljarder USD. DiMasi *et al* (2003) omfattar data för tio olika bolag, varav 8 är bland de 20 största läkemedelsbolagen.



**Tabell 3.** Anledningar till att utvecklingen av läkemedelskandidater läggs ner. Källa: DiMasi (2001).

	1981-1986 (%)	1987-1992 (%)
<i>Ekonomi</i>	29,8	33,8
<i>Terapeutisk verkan</i>	33,0	37,6
<i>Säkerhet</i>	21,4	19,6
<i>Övrigt</i>	15,8	9,0

Många bioteknikföretag framhåller idag som sin styrka i att de inte är utsatt för samma risker som traditionella läkemedelsbolag. Biologiska läkemedelsprojekt har visat sig framgångsrikare under den kliniska prövningen. DiMasi och Grabowski (2007) visar på en sannolikhet på 30,2 % för att forskningsprojekt för biologiska läkemedel skall klara den kliniska prövningen. DiMasis resultat stöds av tidigare forskning av som påvisar större sannolikhet för att biologiska läkemedel klarar den kliniska prövningen (Bienz-Tadmor, DiCerbo, Tadmor och Lassagna, 1992, och Struck, 1994). Utav de projekt som klarar den kliniska prövningen har samtliga projekt klarat registreringsfasen och senare lanserats (Reichert, Rosenweig, Faden och Dewitz, 2005). Jämförs resultat från DiMasis forskning beträffande kemiska och biologiska läkemedel syns att biologiska har dryg 50 % större sannolikhet att klara sig igenom klinisk testning. Problemet med statistisk testning av sannolikheter för att biologiska läkemedel är att denna bransch är yngre än den för kemiska läkemedel och att det finns idag inte lika mycket grunddata att basera statistiska studier på. Fram till 2004 hade enbart 18 läkemedel baserade på antikroppar godkänts för kommersialisering av FDA (Reichert *et al*, 2005). Flertalet av dessa blev godkända först vid sekelskiftet. Utöver problematiken med mindre urval finns det heller ingen möjlighet att ta fram trenddata.

**Tabell 4.** Transition probabilities för biologiska läkemedel. Källa: DiMasi och Grabowski (2007), Reichert *et al* (2005) och Struck (1994)

	Transition probabilities (%)	
	1983-1991	1990-2003
<i>Preklinisk prövning</i>	53,7	-
<i>Klinisk prövning</i>		
<i>Fas I</i>	87,3	83,7
<i>Fas II</i>	83,3	56,7
<i>Fas III</i>	92,3	64,2
<i>Registrering</i>	100	100
<i>Totalt</i>	67,1	30,2

## 6.5 Kostnader

DiMasi *et al* (2003) beräknar kostnaden för ett läkemedel till 803 MUSD. Dessa estimeringar fick kritik för att en stor del av dessa är för teoretiska, då mer än hälften kostnaden är ett resultat av nuvärdesberäkningen (Public Citizen, 2002). DiMasi *et al* (2003) använder sig av en diskonteringsränta på 11 % och till följd av den långa utvecklingskostnaden för läkemedel blir alternativkostnaden för kapitalet betydande. DiMasis metodologi och resultat har dock fått stöd av det vetenskapliga samfundet (Adams och Branter, 2003, och Frank, 2003). Trenden för kostnaderna för läkemedelsutveckling är att det blir dyrare (DiMasi *et al*, 1991, 2003). En av förklaringarna till att sannolikheten för lyckade kliniska studier har minskat är ökade krav på läkemedelskandidaterna.

Kostnader för utveckling av kemiska och biologiska läkemedel antas variera (DiMasi och Grabowski 2007). Den genomsnittliga kostnaden för utveckling av ett biologiskt läkemedel är 198 MUSD för preklinisk och 361 MUSD för klinisk fas (DiMasi och Grabowski 2007). Efter nuvärdesberäkning av de löpande kostnaderna blir utvecklingskostnaden för ett framgångsrikt biologiskt läkemedel 1214 MUSD år 2007. Genom att använda trenddata beräknas resultatet från DiMasis undersökning 2003 till att ett kemiskt läkemedel år 2007 kostade 1318 MUSD att utveckla (DiMasi och Grabowski 2007). Hur dess kostnader fördelar sig under olika forskningsfaser redovisas i Tabell 5. Kostnaderna i tabellen är inte nuvärdesjusterade och de belastas inte utav kostnader från projekt som har misslyckats i tidigare fas.

**Tabell 5.** Data rörande kostnader för kemiska läkemedelsutveckling. Källa: DiMasi *et al* (2003) och DiMasi och Grabowski (2007)

	Genomsnittlig kostnad (MUSD)	
	Kemiska läkemedel 1980-1999	Biologiska läkemedel 1990-2003
Preklinisk prövning	-	59,88
Klinisk prövning		
Fas I	15,2	32,28
Fas II	23,5	37,69
Fas III	86,3	96,09
Registrering	-	-
Långtidsdjurförsök	5,2	-
<b>Totalt</b>	<b>130,2</b>	<b>225,9</b>

## 6.6 Framtida intäkter

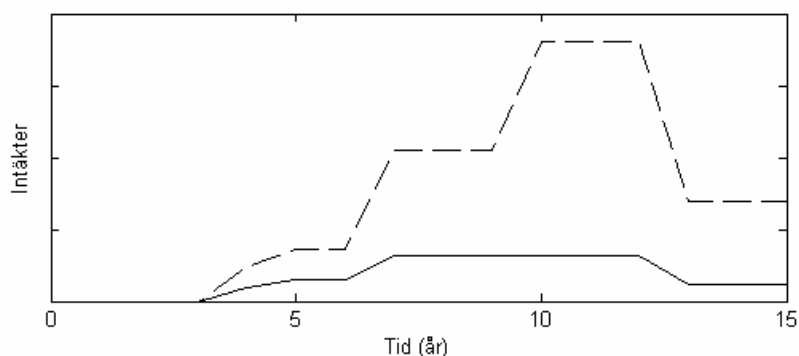
De framtida intäkter som en läkemedelskandidat genererar är specifika för varje produkt. Ett läkemedels genererade kassaflöden beror på produktmarknadens värde och läkemedlets förmåga att erövra marknadsandelar. Marknadsföringsåtgärder, erövrande av marknadsandelar och patenttiden kommer att styra variationerna i kassaflödena under produktlivscykel.

Healy, Myers och Howe (2002) och Myers och Howe (1996) föreslår en modell för en läkemedelslivscykel. Deras modell har utvecklats med stöd av data ifrån Grabowski och Vernon (1990), Myers och Howe (1996) och U.S. Congress, Office of technology assessment (OTA) (1993). Produktlivscykeln inleds med två år då produktionen byggs upp, denna fas överlappar registreringsfasen. Utifrån OTA antar de att efter registrering är det tio år tills patentet löper ut. De antar även att produkten avvecklas tre år efter patentet löpt ut. De anpassar kostnader för marknadsföring, investeringar, produktion, administration och förändring i operativt kapital som andelar av försäljning och maxförsäljning baserat på Grabowski och Vernon (1990) och DiMasi *et al* (1991) (se Tabell 6 och Figur 5).

**Tabell 6.** Livscykelmodell föreslagen av Healy, Myers och Howe (2002). Källa: Healy *et al* (2002)

	År	%
<i>Intäkter</i> <sup>1</sup>		
<i>Block-buster</i>	1	3,3
	2-4	21
	5-7	58
	8-10	100
	11-13	33
<i>Genomsnitt</i>	1	1,6
	2-4	50
	5-10	100
	11-13	33
<i>Marknadsföringskostnad</i> <sup>2</sup>	1	100
	2	50
	3- 4	25
	5 – 7	20
	8 - 10	20
	11 – 13	6,5
<i>Produktionskostnad</i> <sup>2</sup>	1-13	10
<i>Administrationskostnad</i> <sup>2</sup>	1-13	5
<i>Investeringar</i> <sup>1</sup>	-1 - 0	25
	1 – 13	5
<i>Working Capital</i> <sup>2</sup>	1 - 13	28,85

<sup>1</sup> Beskrivs som % av maxförsäljning, <sup>2</sup> Beskrivs som % av försäljning



**Figur 5.** Grafisk representation över intäkter under en produkts livscykel enligt Healy *et al* (2002) och Myers och Howe (1996) för ett blockbuster läkemedel (--) och ett genomsnittligt läkemedel (—).

Healy *et al* (2002) antar fem olika marknadsutfall denoterade block-buster, över medel, medel, under medel och mycket under medel. Utfallen block-buster och över medel har intäkter fördelade efter typen block-buster, medan övriga följer fördelningen för ett genomsnittligt läkemedel (se Tabell 6). De olika utfallen skiljer sig åt i graden av marknadspenetrering.

OTA (1993) presenterar en annan modell för intäkterna och kostnaderna för en produkt under dess livscykel. OTA utgår ifrån en tio års period tills patentet löper ut och att produkten sedan har ytterligare 10 år på marknaden. Efter 20 år anses produkten obsolet pga lansering av nya och effektivare läkemedel. OTA antar en kontinuerlig tillväxt i försäljningsvolym under patentets livstid. Inga slutsatser dras dock kring storleken på denna, då utvecklingen skiljer sig markant mellan olika produktsegment och produkter inom samma segment. Istället fokuserar OTA på kostnaderna (se Tabell 7) och försäljningsförändringar efter patentet löpt ut. OTA (1993) påpekar att för biologiska läkemedel är det betydligt lättare att byta mellan produktion av olika produkter. Dedikerade anläggningar behöver sålunda inte byggas vilket minskar investeringskostnaderna. FDA regleringen fördelade av processlinjer är inte heller lika strikt som för kemiska enheter.

**Tabell 7.** Livscykelmodell föreslagen av U.S. Congress, Office of Technology Assessment. Källa: OTA (1993)

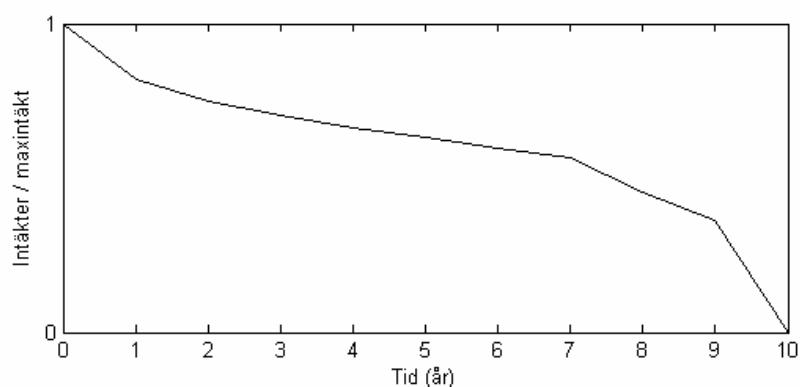
	År	%
<i>Marknadsföringskostnad</i> <sup>2</sup>	1	100
	2	50
	3 - 10	40,9
	11 - 20	6,5
<i>Produktions- och distributionskostnad</i> <sup>2</sup>	1 - 20	25,5
<i>Administrationskostnad</i> <sup>2</sup>	1 - 20	11,1
<i>Inventory</i>	1-20	12,7
<i>Working Capital</i> <sup>2</sup>	1 - 20	17

<sup>1</sup> Beskrivs som % av maxförsäljning, <sup>2</sup> Beskrivs som % av försäljning

OTA (1993) presenterar data för utvecklingen efter att patentet upphört baserat på undersökningar under tidsperioden 1982-90 (se Tabell 8). Modellen antar en livslängd på 10 år efter att patentet löpt ut. Den utvecklade modellen är inte direkt tillämpningsbar av ett antal skäl. Produkter med hög försäljning tenderar att ha en längre livstid, då bolagen aktivt engagerar sig i att förhindra etablering av konkurrenter. Reichert *et al* (2005) pekar även på att biologiska läkemedel är svårare att kopiera än kemiska läkemedel. Följaktligen kan konkurrensen ifrån generiska läkemedel efter patentet utgång antas vara mindre. Konkurrensen kommer istället löpande ifrån konkurrerande läkemedel baserade samma eller modernare teknologi. Följden är att biologiska läkemedel har en längre livslängd.

**Tabell 8.** Förändring i försäljning efter patentets upphörande. Källa: OTA (1993)

År efter patentets utgång	Försäljningsförändring (- / %)
1	-18
2	-8,5
3-4	-6
5-7	-5
8-9	-20
10	-100



**Figur 6.** Grafisk representation över intäkternas utveckling efter patentet löpt ut, i enlighet med OTA (1993).

## 7 BioInvent International AB

BioInvent grundades 1996 för att kommersialisera forskning från institutionen för immunteknologi vid Lunds tekniska högskola. Bolaget har idag 96 anställda och är beläget i forskningsparken Ideon i Lund. Bolaget är ett forskningsbaserat läkemedelsbolag, som utvecklar terapeutiska preparat baserade på antikroppar inom terapiområdena åderförkalkning, trombos, cancer och ögonsjukdomar. Antikroppsbaseade läkemedel har en expansiv marknad, men i dagsläget finns endast ett fåtal godkända preparat (Reichert *et al*, 2005). För att facilitera tillströmningen av riskkapital noterades bolaget på den Stockholmsbörsen 2001. (BioInvent, 2007a)

### 7.1 Verksamhet och teknologisk plattform

Bolaget ägnar sig åt forskning och utveckling av monoklonala antikroppar för terapeutisk behandling. Antikroppar är en naturlig del av det humana immunförsvaret. Det är kroppsspecifika biologiska molekyler som känner igen och faciliterar eliminationen av ämnen som är skadliga och/eller kroppsfrämmande. Identifiering sker genom att antikropparna är specifika för särskilda strukturer, som inte förekommer naturligt i människokroppen. Antikropparnas verkningsmekanism harmoniserar med immunförsvarets egna, vilket ger mer förutsägbara effekter och risken för biverkningar minskar drastiskt. Detta gör dem lämpliga för terapeutiska syften. För att få reproducerbara resultat vid behandling krävs att antikropparna är monoklonala, d.v.s. identiska kopior (BioInvent, 2007a och Janeway, 2005). Parallellt med forskningen och utvecklingen bedriver bolaget kontraktstillverkning av monoklonala antikroppar. Kontraktstillverkningen är GMP-certifierad och bedrivs i liten skala för att inhämta kunskap om produktion och förbereda för produktionen av de egna läkemedelsprodukter (BioInvent, 2007a).

BioInvents teknikplattform är baserat på det egna antikroppsbiblioteket n-CoDeR®, den automatiserade screeningteknologin Robo-CoDeR® och inlicensierad expressionsteknologi. Antikroppsbiblioteket är baserat på *phage display* teknologi, som innebär att antikropparna lagras, selekteras och uttrycks ifrån vektorer, i det aktuella fallet virus. Detta ger stor flexibilitet att via slumpmässiga mutationer modifiera antikropparnas affinitet för olika strukturer på sjuka celler. Tekniken möjliggör selektion och produktion av monoklonala humana antikroppar vilket minimerar risken för att det egna immunförsvaret skall ge en immunologiskreaktion mot preparatet. En stor fördel erbjuds här gentemot kimeror och humaniserade antikroppar och problem med *Human anti mouse antibodies*, HAMA, undviks. Eftersom preparatet tillverkas av biologiska enheter blir även produkten svårare att kopiera. Detta förväntas minska konkurrensen ifrån generiska läkemedel efter att patentet gått ut och förlänga produkternas livscykel. För ytterligare läsning om phage display, antikroppar och HAMA hänvisas till Janeway (2005) och Reichert *et al* (2005). (Janeway, 2005, och BioInvent, 2007a)

## 7.2 Strategiska allianser och licensiering

För att tillförskansa sig nödvändig basteknologi och kunna föra produkter genom senare testfaser och kommersialisering formeras strategiska allianser med utvecklingsbolag och större läkemedelsbolag. Samarbetena väljs på basis av kostnader för projekt, risk, kompetens och hur mycket värde som kan skapas för bolaget genom att behålla projektet i egen regi under ytterligare en fas. Det strategiska syftet är att säkerställa resurser till projekt samtidigt som BioInvent inte binder en allt för stor del av sitt kapital i ett enskilt projekt. Strategiska allianser tillför ett kassaflöde i form av milstolpsersättningar, licensavgifter på teknologi, royaltyn från framtida försäljning av samarbetsprodukter. Detta sker på bekostnad av att BioInvent måste avstå en andel av försäljningen av gemensamma produkterna till samarbetspartners inom de strategiska allianserna. Möjligheterna att formera meningsfulla allianser och licensavtal är dagsläget goda, då flera stora läkemedelsbolag har problem med för låg tillväxttakt av produkter i pipeline. Som en konsekvens av detta har priserna på läkemedelskandidater, även i tidig fas, skjutit i höjden. (BioInvent, 2007a, och McConomy och Xu, 2004)

Det strategiskt viktigaste avtalet är det som ingicks i januari 2007 med Genentech Inc. för utveckling och kommersialisering av BioInvents produktkandidat BI-204. Detta avtal berättigar BioInvent till milstolpsersättningar upp till 175 MUSD från dagens datum, samt 7% royaltyn från försäljning på den amerikanska marknaden, som utgör 45% av världsmarknaden (VFA, 2007). BioInvent behåller fullständiga rättigheter förresteren av världen. (BioInvent, 2007a)

År 2003 ingicks ett strategiskt viktigt korslicensavtal med XOMA. Avtalet gav BioInvent rätten att nyttja XOMAs expressionsteknologi i sin utveckling och produktion av terapeutiska antikroppspreparat, medan XOMA fick tillgång till BioInvents antikroppsbibliotek för utveckling och produktion av diagnostiska produkter. Screeningmetoden effektiviserar screening processen genom att automatisera denna. Tillgången till effektiv screening av antikroppsbiblioteket är en förutsättning för att kostnadseffektivt kunna ta fram en antikroppsbasead produkt. Denna strategiska allians bygger på goda förutsättningar för företagets forskning och utveckling.

Ett långsiktigt samarbetsavtal tecknades med ThromboGenics 2004 för att dra nytta av synergieffekter i forskning och utveckling utifrån de båda bolagens skilda kompetenser. Bolagen delar på de immateriala rättigheterna, kostnader och intäkter för de gemensamma projekten. I dagsläget omfattar samarbetet två projekt: TB-402 och TB-403. Avtalet berättigar BioInvent till 40% av vinsterna och 50% av kostnaderna för projekten TB-402 och TB-403.

Sedan 2002 har BioInvent ett samarbete med Oxford GlycoSciences (OGS), som nu förvärvats av belgiska UCB. Inom ramen för samarbetet svarar UCB för djurförsök, klinisk prövning och kommersialisering. Vid lyckad produktutveckling erhålls milstolpsersättningar och royaltyn från försäljning. (BioInvent, 2007a)

### 7.3 Forskningsportfölj

BioInvent har idag två läkemedelskandidater som befinner sig i klinisk prövning och en som kommer att påbörja kliniska studier inom kort. Utöver dessa finns en rad produkter som nyligen påbörjar tidig preklinisk fas. Följande projekt befinner sig i klinisk fas eller förväntas påbörja klinisk fas innan årsskiftet 2007/2008: TB-402, TB-403 och BI-204. BioInvent kommunicerar stor ekonomisk potential för de tre kandidaterna (BioInvent, 2007a).

*TB-402* är utveckling av en läkemedelskandidat mot trombos. Marknaden förväntas omsätta 10 BUSD och ha en fortsatt tillväxt på 6% under de närmaste tio åren till följd av fortsatt ökning av välfärdssjukdomar, så som fetma, och längre livslängd i den industriella världen. Tillväxten är i linje med den som kommuniceras av *Verband Forschender Arzneimittelhersteller* (VFA) (2007). Läkemedlet skall minska risken för trombos samt förebygga stroke hos patienter med förmaksflimmer. Nyligen avslutades klinisk fas I framgångsrikt och fas II förväntas inledas under det fjärde kvartalet 2007 (BioInvent, 2007b).

*TB-403* drivs tillsammans med Thrombogenics. TB-403 har visats sig strypa tillförseln av blod till tumörer, vilket leder tillväxten avstannar och utvecklingen av metastaser förhindras. Läkemedlet har konkurrensfördelar genom minskade biverkningar, samt minskade problem med resistens. Produktsegmentet för TB-403 hade ett marknadsvärde på 24 BUSD 2004 och ett estimerat värde på 55 BUSD 2009 (IMS Health, 2004, refererat av Smith, 2005). Avastin vilket är ett liknande preparat för bekämpning av ändtarmscancer omsatte förra året 1746 MUSD (Genentech, 2007). Toxikologiska studier har avslutats framgångsrikt och en ansökan om kliniska studier lämnades in i oktober. (BioInvent, 2007d)

*BI-204* utvecklas tillsammans med Genentech. Antikroppspreparatet skall förhindra ytterligare hjärtinfarkter hos patienter med akut kranskärlsjukdom, och har varit lyckosamt vid försök på djur. Projektet skall påbörja klinisk fas I under sista kvartalet 2007. BioInvent bedömer att preparatet kan ha en konkurrensfördel då deras läkemedelskandidat har ett större omfång. (BioInvent, 2007a). Det totala marknadsvärdet på detta segment var 26 BUSD år 2004 och förväntas växa till 38 BUSD 2009 (IMS Health, 2004, refererat av Smith, 2005, och BioInvent, 2007a). En ansökan om kliniska studier förväntas inlämnas under november månad. (BioInvent, 2007b)

Utöver samarbetsprojekt i klinisk fas har BioInvent en egen forskningsportfölj där företaget utvecklar läkemedel mot Cancer, ögonsjukdomar och infektionssjukdomar. Samtliga befinner sig i tidig preklinisk fas. Vid årsskiftet 2006/07 hade inga läkemedelskandidater valts ut (BioInvent, 2007a).



## 7.4 Finanser och aktieinformation

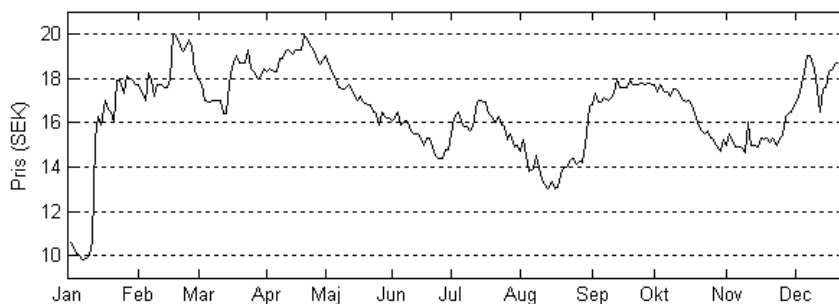
BioInvent har hittills haft negativa rörelseresultat. De senaste åren har de negativa resultaten uppgått till ca 100 MSEK årligen. Detta har lett till att bolaget vid årsskiftet 2006/07 visade upp en ansamlad förlust på 603 MSEK (BioInvent, 2007a). En riktad nyemission på 125 MSEK har under 2007 genomförts mot finansiella institutioner (BioInvent, 2007c). Detta har i samverkan med målstolpsersättningar från Genentech lett till att BioInvent i början på september redovisar likvida medel på 230 MSEK (BioInvent 2007b).

**Tabell 9.** Finansiella data för 2002-2007 Källa: BioInvent (2007a och 2007b).

	<i>Rörelseresultat (MSEK)</i>	<i>Soliditet (%)</i>	<i>Kassa och bank (MSEK)</i>
2002	-62,4	88,3	343,6
2003	-100,7	88,9	286,5
2004	-98	89,2	175,0
2005	-142,3	82,2	195,3
2006	-111,7	74,3	88,0
2007*	21,9	n/a	230

\* Delårsrapport: kvartal I-III.

Antalet utestående aktier i BioInvent uppgick efter nyemissionen i juli 2007 till 55 660 889 stycken. Den 4 januari 2008 handlades aktien i 18,30 SEK, vilket ger bolaget ett marknadsvärde på drygt 1019 MSEK



**Figur 7.** Börsutveckling under för BioInvent aktien under 2007. Källa: OMX (2007a)

Vid årets början handlades aktien i drygt tio kronor. McConomy och Xu (2004) visar hur forskningsbolagens värde bestäms efter hur deras projekt går och vilka samarbetsavtal som sluts. Detta har även gett avtryck på BioInvents aktiekurs. Efter att avtalet med Genentech och den utbetalningen av en första målstolpsersättningen den 12 januari steg aktien upp till nästan 20 kronor (BioInvent, 2007e). I början av september tillkännagav BioInvent att projekt TB402 fått godkännande för att påbörja klinisk II vilket fick aktien att åter stiga. (BioInvent, 2007f). Under året har även en nyemission skett vilken påverkat kursen positivt.

## 8 Estimeringsverktyg

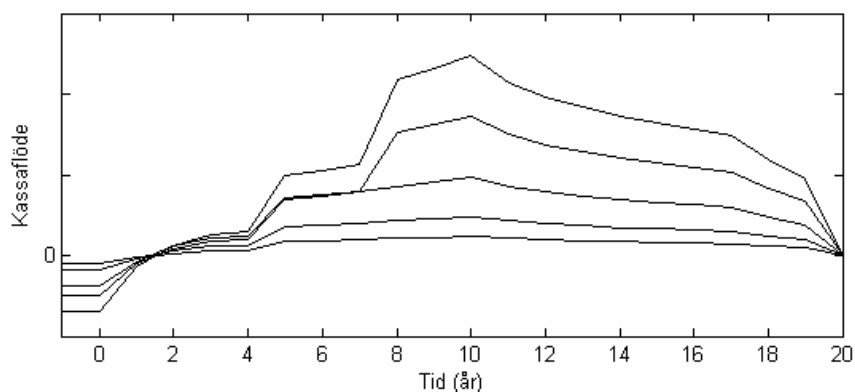
### 8.1 Livscykelmodell

Baserat på Healy *et al* (2002), Myers och Howe (1996), OTA (1993) och Kellog *et al* (1999) utvecklas ett verktyg för att estimera fördelningen och storleken på kassaflöden efter lansering och lanseringskostnad. Fördelningen och kassaflödena modelleras för fem utfall baserat på marknadsandel: *Block-buster* (10%), över medel (7%), medel (4%), under medel (2%) och mycket under medel (1%). Två olika fördelningar används för genomsnittliga läkemedel och läkemedel som säljer bättre än genomsnittet. Intäkterna följer de fördelningar för block-busters och genomsnittliga läkemedel som föreslogs av Healy *et al* (2002) fram till patentet löper ut 10 år efter lansering (se Tabell 6). Då deras antagande om tre års livstid efter att patentet löpt ut kan betraktas som orimligt för biologiska läkemedel (Reichert *et al*, 2005) modelleras livstiden efter patentet löpt ut efter OTA (1993). Sälunda antas produkten ha en avtagande utveckling under resterande tio år (se Tabell 8). Vidare modelleras intäkterna så att de kan ta hänsyn till den förväntade försäljningstillväxten i branschen (se Tabell 10).

De rörliga kostnaderna modelleras tidsberoende som en funktion av försäljningen. Kvoter hämtas ifrån Healy *et al* (2002) och OTA (1993). Använda kvoter redovisas i Tabell 10. De fasta kostnaderna som förknippas med lansering approximeras baserat på Healy *et al* (2002) till 40% av toppförsäljningen för produkter som följer utvecklingen för genomsnittliga läkemedel. En modifikation införs för läkemedel som säljer bättre än genomsnittet. De fasta kostnaderna approximeras till 30% av maxförsäljningen. Detta tar hänsyn till att försäljningen följer det genomsnittliga läkemedlet under de första sju åren innan försäljningsskillnaderna realiserar. Fördelningen av de fasta kostnaderna över tiden gör i enlighet med Healy *et al* (2002) (se Tabell 6).

**Tabell 10.** Applicerade kostnader och kapitalbindning i livscykelmodellen. Källa: Healy *et al* (2002), OTA (1993) och VFA (2007).

	År	%
<i>Marknadsföring</i>	1	100
	2	50
	3- 4	25
	5 – 10	20
	11 – 20	6,5
<i>Produktion och distribution</i>	1-20	25,5
<i>Administration</i>	1-20	11,0
<i>Försäljningstillväxt</i>	1-20	6,7
<i>Rörelsekapital</i>	1-20	28,5



**Figur 8.** Grafisk representation över möjliga marknadsutfall förknippade med marknads lansering.

## 8.2 Estimering av volatilitet

För estimering av volatilitet används den historiska standardavvikelsen (se avsnitt 5.1). Problematiken med den historiska standardavvikelsen är att den inte speglar företags verksamhet över de kommande åren. För att prognostisera BioInvents volatilitet används ett aritmetiskt medelvärde på standardavvikelsen för olika bolag med verksamhet som motsvarar BioInvents förväntade verksamhet.

Beräkning av standardavvikelsen har gjorts för sju bolag. För beräkning används ekvation 5.3. Aktiedata för bolagen är inhämtade från börserna där bolagen är registrerade och sträcker sig 3 år tillbaka i tiden.<sup>3</sup> Detta ger en standardavvikelse på 0,49. För att se hur resultatet fördelar sig mellan de olika bolagen se Tabell 11.

**Tabell 11.** Volatilitet för sju bioteknikföretag. Källa: Nasdaq (2007a, -b, -c, -d, -e och -f), OMX (2007a).

	Volatilitet (%)
<i>Genentech</i>	0,3023
<i>Genzyme</i>	0,2425
<i>Biogen Idec.</i>	0,4416
<i>Genmab</i>	0,4100
<i>Dyax</i>	0,6464
<i>GPC Biotech</i>	0,8466
<i>BioInvent</i>	0,5574
<i>Snitt</i>	0,4924

<sup>3</sup> Tidserier för beräkning av volatilitet omfattar aktiedata under perioden 2004-12-10 till 2007-12-10.

## 8.3 CAPM

Publikt tillgängliga resurser används för att approximera diskonteringsräntan med CAPM (se ekvation 3.7). Riksbankens notering för svenska statsobligationer med tio års löptid på 4,207 % används som riskfri ränta (Sveriges Riksbank, 2007a). Den systematiska risken,  $\beta$ , förknippad med BioInvent bestäms enligt ekvation 3.8 till ca 1,1 baserat på utvecklingen för OMX och BioInvent under de senaste 48 månaderna, se bilaga IV (OMX, 2007a, och OMX, 2007b). Copeland *et al* (2000) förmedlar att riskpremien bör utgöra det geometriska medelvärdet av en marknadsportfölj, utöver den riskfria räntan, under en mycket lång löptid. Som riskpremie används den historiska riskpremien som bestämts av Dimson, Marsch och Staunton (2003) för tidsperioden 1900 till 2000 på 7,7 % för den svenska marknaden. Welch (2000) påpekar att prognoser som sträcker sig över lång tid har en tendens att konvergera med den historiska premien. Detta resulterar i en approximativ diskonteringsränta på 13%. Detta faller inom det intervall (12-15%) som föreslås som lämplig diskonteringsränta för bioteknikbolag av DiMasi och Grabowski (2007).

**Tabell 12.** Statistisk data för  $\beta$ -koefficienten samplad i tidsintervall från 1 till 10 noteringar.

	<i>Medel</i>	<i>Median</i>	<i>Min-Max</i>	<i>Standardavvikelse</i>
<i><math>\beta</math>-koefficient</i>	1.0864	1.1320	0.6966 – 1.3003	0.1606

## 9 Värderingsmodellen

### 9.1 Övergripande ansats

För att värdera företaget krävs en för företaget specifik värderingsmodell, som speglar företagets tillgångar och styrkor. Företagets samlade värde kan beskrivas med ett utökat nuvärde. Det utökade nuvärdet samlar värdet från statisk kassaflödesanalys, optionspremierna på flexibiliteten och kassa/bank enligt ekvation 9.1. Kassaflödesanalysen omfattar projekten i klinisk fas och kontraktstillverkning. Elementet reala optioner byggs upp av summan av värdena för de ingående optionerna (*se nedan*).

$$V = \sum_{i=1}^n V_{NPV,i} + \sum_{j=1}^m V_{option,j} + V_{Kassa/Bank} \quad \text{ekv. 9.1}$$

### 9.2 Kassaflödesanalys

Det övergripande angreppssättet som föreslås av Trigeorgis (1996) förutsätter att en kassaflödesanalys används som fundament vid värderingen (*se avsnitt 3*). Kassaflödesanalysen tar hänsyn till de tre projekten och företagets övriga forsknings- och produktionsverksamhet, då dessa är de element i bolaget som driver värdeskapandet. En eNPV-modell med statisk diskonteringsränta används för värdering av de tre projekten och en traditionell kassaflödesanalys för kontraktstillverkning och underliggande basforskning. Hänsyn till balanserad förlust tas vid korrigering av kassaflöden för beskattning. Ett växelkursproblem föreligger i att kostnader och vinster ges omväxlingsvis i antingen SEK eller USD. Växelkursjustering görs av kontraktstillverkningen från SEK till USD med terminspriser som sedan extrapoleras i hela intervallet (*se bilaga II och III*). Valet av att justera kontraktstillverkningen avser att minimera det lokala felet som valutaproblematiken ger upphov till.

Utvecklingstider, sannolikheter och kostnader för utvecklingsfasen hämtas ifrån DiMasi *et al* (2003, 2007) och Reichert *et al* (2005) (*se avsnitt 0*). Framtida intäkter som genereras av projekten approximeras ifrån livscykelmodellen (*se avsnitt 8.1*). Diskonteringsräntan bestäms med CAPM till 13% (*se avsnitt 8.3 och bilaga IV*). Detta faller inom det intervall (12-15%) som föreslås som lämplig diskonteringsränta för bioteknikbolag av DiMasi och Grabowski (2007). Vinsterna beskattas med effektivskattesats enligt schablonen 28%.

BioInvent har i avtalet med Genentech om BI-204 överlåtitt ensamrätten till den amerikanska marknaden till Genentech. Marknadsvärdet på segmentet estimeras av IMS Health (2004, refererat av Smith, 2005) till 38 BUSD år 2009 (*se avsnitt 7.3*). Efter 2009 antas segmentet växa i takt med läkemedelsbranschen med 6,7% årligen fram till lansering (VFA, 2007). Efter lansering

antas statistiska förhållanden. Statiska förhållanden antas pga det långa tidsperspektivet och den exponentiella tillväxten riskerar att kraftig blåsa upp marknadsvärdet för produkten. BioInvents andel av försäljningen uppgår till 58,15% (se avsnitt 7.2). Milstolpsersättningen, som erhålls ifrån Genentech, uppgår till 175 MUSD och fördelas mellan faserna i förhållande till kostnaderna som dessa är förknippade med. Milstolpsersättningarna erhålls vid tidpunkten för fasens avklarande. Konkurrenssituationen som kommuniceras för produkten anses vara normal (BioInvent, 2007a). Följande sannolikheter för de olika marknadsutfallen antas: Block-buster 10%, över medel 15%, medel 50%, under medel 15% och mycket under medel 10%.

TB-402 och TB-403 utvecklas i samarbete med Thrombogenics. Avtalet berättigar BioInvent till 40% av vinsterna, medan kostnaderna delas solidariskt (50/50). Marknadsvärdet för produktsegmentet för TB-402 var 10 BUSD år 2004 (se avsnitt 7.3) och antas växa i takt med läkemedelsbranschen med 6,7% årligen fram till lansering (VFA, 2007). Konkurrenssituationen som kommuniceras för produkten anses vara låg konkurrens (BioInvent, 2007a). Följande sannolikheter för de olika marknadsutfallen antas: Block-buster 15%, över medel 30%, medel 40%, under medel 10% och mycket under medel 5%.

IMS Health (2004, refererat av Smith, 2005) estimerar marknadsvärdet på produktsegmentet för onkologi till 55 BUSD år 2009 (se avsnitt 7.3). Efter 2009 antas marknadsvärdet växa i takt med läkemedelsbranschen fram till lansering, då statistiska förhållanden infinner sig. En stor del av marknadsvärdet för onkologisegmentet upptas av cytostatika. Att bedöma marknadsandelen för angioneshämmare, och därmed TB-403, är förknippat med svårigheter pga kontroversiell och skiftande prissättning på både cytostatika och angioneshämmare. Marknadsandelen för angioneshämmare uppskattas till 40% av marknaden, då de används i kombinationsbehandlingar som är den dominerande behandlingsformen. Marknadsandelen ger resultat som överrensstämmer med 2006 års försäljningen på 1,75 BUSD för Genentechs angioneshämmare Avastin (Genentech, 2007). Konkurrenssituationen som kommuniceras för produkten anses vara normal (BioInvent, 2007a). Följande sannolikheter för de olika marknadsutfallen antas: Block-buster 10%, över medel 15%, medel 50%, under medel 15% och mycket under medel 10%.

Kontraktstillverkningen omsätter idag ca 50 MSEK (BioInvent, 2007a, och BioInvent, 2007b). Denna antas växa i takt med läkemedelsbranschen med 6,7% (VFA, 2007) årligen tills första produkten är redo att lanseras. Vid lansering av första produkten antas kunnande överföras från kontraktstillverkningen till produktionen och följaktligen minskar omfattningen av kontraktstillverkningen till 50% år 1, 25% år 2 och avvecklas år 3 efter lansering av den första produkten (se avsnitt 7.1). Intäkterna ifrån kontraktstillverkningen justeras till USD medelst terminer (se bilaga III).

Approximerade utfall för intäkterna justeras inte för skatt initialt, då hänsyn måste tas för den ansamlade förlust som genererats (se avsnitt 7.4). En extern skattekorrigerings görs där den ansamlade förlusten räknas av mot beskattningsbart kassaflöde. Då den ansamlade förlusten är eliminerad beskattas kassaflödena löpande (se bilaga II).

## 9.3 Realloptionsanalys

I enlighet med realloptionsteorin (se avsnitt 4) kan alla företag betraktas som en samling optioner och därefter värderas med gängse optionsteori. För att en värdering skall kunna göras krävs att optionerna som representerar företaget identifieras. Därefter identifieras de värdeskapande parametrarna för dessa optioner och kopplas till empiri.

Genom en realloptionsanalys tar värderingsmodellen hänsyn till värdet av den flexibilitet som uppkommer i samband med aktiv ledning. Företaget tar aktivt beslut om projekt skall fortskrida i samband med extern granskning av dessa (se avsnitt 6.1). Då livslängden för projekten är lång och volatiliteten hög antas värdet för flexibiliteten bli högt och det är därför av vikt för studiens reliabilitet att värderingsmodellen innehar en realloptionsanalys.

### 9.3.1 Identifikation av reala optioner

Läkemedelsutveckling simuleras med fördel genom en learning-option (se avsnitt 4.2). För att ett läkemedelsprojekt skall kunna betraktas som en learning option krävs att optionen är sekventiell (compound-option) samt att osäkerhetskällorna kan fördelas mellan produkt/marknads- och teknisk risk (rainbow-option).

BioInvent har i samband med fasövergångar möjlighet eller tvång att överge utvecklingen, således en option att överge. Då läkemedelsprojektet under utvecklingen är fasseparerat kommer företaget vid flera tillfällen att upprepa detta förfarande vilket gör att optionen att överge projektet kommer att finnas sekventiellt under hela projektets livslängd. Första kravet för en learning-optionen är därmed uppfyllt.

Vid läkemedelsutveckling finns dels osäkerhet beträffande produktens potential, del beträffande produktens värde vid lansering. Vid projektets initiering råder osäkerhet om läkemedelskandidaten har de förväntade egenskaper, d.v.s. om läkemedlet uppfyller kraven för terapeutisk effekt och saknar toxiska effekter. Denna risk kommer att minska när kunskande om läkemedelskandidaten ökar och kan identifieras som den tekniska risken i en learning-option. Det råder även osäkerhet om värdet för den underliggande tillgången vid tiden för lansering. Vid tidpunkten 0 går det att uppskatta värdet för läkemedlet genom en livcykelmodell (se avsnitt 8.1). Under utvecklingstiden kommer förutsättningar för läkemedlets värde att påverkas av variationer i storleken på marknaden och konkurrenssituationen vid tidpunkten för lansering. Detta leder till att försäljningsvolym och prisnivå för det framtida läkemedlet kan antas variera. Denna osäkerhet kan identifieras som produkt/marknadsrisken i en learning-option och den antas diffundera över tiden till lansering.

BioInvents forskningsportfölj kan därför betraktas som tre learning-optioner och dessa beräknas genom realloptionsanalys (se avsnitt 4). Värdet som erhålles genom en realloptionsanalys speglar värdet på hela projektet, inkluderat värdet för en aktiv ledning. Värdet vid en kassaflödesanalys speglar värdet utan aktiv ledning. För att erhålla flexibilitetens värde subtraheras värdet erhållet vid realloptionsanalysen med det erhållet från kassaflödesanalysen.

Binomialträdet skapas genom att slutvärden beräknas med ekvation 4.1, 4.2 och 4.14. För att erhålla ett nuvärde för optionen beräknas värdena i binomialträdet tillbaka till tidpunkten 0 med ekvation 4.9, 4.11 och 4.12.

### 9.3.2 De ingående parametrarna

De värdeskapande parametrarna vid en realoption är den riskfria räntan, lösentiden, lösenpriset, värdet på den underliggande tillgången (se avsnitt 4.1) samt den underliggande tillgångens volatilitet (se avsnitt 5). Vid beräkning av en learning-option lyfts den tekniska risken för de olika faserna ut ur optionen och måste därför behandlas som en värdeskapande parameter som är specifik för just denna klass av realoption. Utöver de värdeskapande parametrarna krävs även att hänsyn tas till hur tiden diskretiseras vid beräkningen av realoptionens värde när binomialmodellen används.

Som *riskfrireänta* väljs den som bäst speglar optionens livslängd (Damodaran, 2002). Löptiden för de respektive projekten är 8 år för två av projekten och 7 år för ett projekt, detta anses därför bäst överensstämma med en 10-årig statsobligation. Här ämnas därför en svensk statsobligation med 10 års löptid användas, vilken har en ränta på 4,207 % (Sveriges riksbank, 2007a). För de ingående värdena för de respektive projekten se Tabell 13.

*Lösentiden* bestäms av hur lång tid optionen har kvar tills den kan lösas in (Damodaran, 2002). Eftersom projekten kan ses som compound-options omfattar realoptionsanalysen i sin helhet ses som olika sekventiella optioner som ger rätten till följande option. För de ingående värdena för de respektive projekten se Tabell 13.

*Den underliggande tillgången* är läkemedlet under utveckling. Värdet beräknas genom en livscykelmodell, se avsnitt 8.1. Värdet nuvärdesjusteras därefter med en riskjusterad diskonteringsränta, 13% (se avsnitt 3.4), till tidpunkten 0. Binomialansatsen behandlar osäkerheten i den framtida marknaden fram till tiden för lansering. För de ingående värdena för de respektive projekten se Tabell 13.

*Lösenpriset* är det pris som innehavare av optionen får betala för att förvärva den underliggande tillgången. Då detta är en compound-option kommer innehavaren ha rätten att förvärva en option på en option till den underliggande tillgången. Vid de projekt som BioInvent bedriver är det tre olika läkemedel som i de respektive projekten är att betrakta som de underliggande tillgångarna. Investeringarna som är kopplade till de respektive faserna kan ses som lösenpriset. Genom att påbörja fas I, erhålls möjligheten att senare påbörja fas II. Den slutgiltiga kostnaden är den som uppkommer i samband med lansering av produkten. Lanseringskostnaden är att betrakta som lösenpris för den sista av de sekventiella optionerna. För de ingående parametrarna för de respektive projekten se Tabell 13. För att investerings- och lanseringskostnaderna skall överensstämma med den passiva kassaflödesanalysen är dessa diskonterade tillbaka till tiden 0 med en riskjusterad diskonteringsränta, 13%. Därefter är de diskonterade med den riskfria räntan, 4,207%, fram till tidpunkten för dess uppkomst och därefter applicerade i binomialmodellen.



*Volatiliteten* bestäms genom benchmarkning, med ett beräknat snitt från olika bioteknikbolags aktier (Damodaran, 2002). Genom ett urval av sju företag beräknas volatiliteten till 0,4924 (se avsnitt 8.2). För de ingående värdena för de respektive projekten se Tabell 13.

*Den tekniska risken* är risken för att projekten misslyckas till följd av att de inte uppfyller de tekniska kraven på ett läkemedel. Denna risk är helt skild från marknadsrisken och skall därför hanteras som en extern risk i förhållande till den risk som behandlas av binomialmodellen (Copeland & Antikarov, 2003). Risken behandlas genom att modellen anpassas för den tekniska risken i slutet av varje fas. För de ingående parametrarna för den tekniska risken se tabell 14 till 16.

*Antal tidssegment* är beroende av hur lång löptid optionen har, samt av hur många element tiden diskretiseras i. I den binomiala värderingsmodellen kommer varje år att diskretiseras i 12 tidsperioder. För de ingående värdena för de olika projekten se Tabell 13.

*Milstolpsersättning* uppkommer enbart i projekt BI-204. Denna behandlas i modellen som en intäkt som uppkommer i samband med att en fas slutförs, värdet för den underliggande tillgången justeras därför med detta belopp. Även milstolpsersättningen är diskonterade tillbaka till tidpunkten 0 med en riskjusterad diskonteringsränta, 13 %. Därefter justeras den framåt i tiden till dess uppkomst med den riskfria räntan.

**Tabell 13.** Ingående parametrar för binomialvärderingsmodellen BI-204, TB-402 och TB-403.

	<i>BI-204</i>	<i>TB-402</i>	<i>TB-403</i>
<i>Volatilitet</i>	0,4924	0,4924	0,4924
<i>Tidssegmentens storlek</i>	1/12 år	1/12 år	1/12 år
<i>Antal tidssegment</i>	98	78	98
<i>Underliggande tillgången</i>	606 MUSD	188,89	241,13
<i>Risikfri ränta</i>	4,207 %	4,207 %	4,207 %
<i>Diskonteringsränta</i>	13 %	13 %	13 %

**Tabell 14.** Ingående parametrar för den tekniska risken, projekt BI-402

	<i>Teknisk risk</i>	<i>Kumulativ risk</i>	<i>Tid</i>	<i>Kumulativ tid</i>	<i>Kostnad</i>	<i>Milstolpsersättning</i>
<i>Klinisk prövning</i>						
<i>Fas I</i>	0,837	1	20	0	32,28	33,72
<i>Fas II</i>	0,567	0,837	29	20	37,69	39,37
<i>Fas III</i>	0,642	0,4746	33	49	96,09	100,38
<i>Registrering</i>	1	0,3047	16	82	1,47	1,53
<i>Marknads lansering (USD)</i>	1	0,3047	n/a	98	416,61	0

**Tabell 15.** Ingående parametrar för den tekniska risken, TB-402

	<i>Teknisk risk</i>	<i>Kumulativ risk</i>	<i>Tid</i>	<i>Kumulativ tid</i>	<i>Kostnad</i>
<i>Klinisk prövning</i>					
<i>Fas II</i>	0,567	1	29	0	18,845
<i>Fas III</i>	0,642	0,567	33	29	48,045
<i>Registrering</i>	1	0,364	16	62	0,735
<i>Marknads lansering (USD)</i>	1	0,364	n/a	78	139,91

**Tabell 16.** Ingående parametrar för den tekniska risken, TB-403.

	<i>Teknisk risk</i>	<i>Kumulativ risk</i>	<i>Tid</i>	<i>Kumulativ tid</i>	<i>Kostnad</i>
<i>Klinisk prövning</i>					
<i>Fas I</i>	0,837	1	20	0	16,14
<i>Fas II</i>	0,567	0,837	29	20	18,845
<i>Fas III</i>	0,642	0,475	33	49	48,045
<i>Registrering</i>	1	0,305	16	82	0,735
<i>Marknads lansering (USD)</i>	1	0,305	n/a	98	219,27

### 9.3.3 Uteslutande av reala optioner

Optionen att avvakta med en investering existerar i flertalet uppsättningar i bolaget. Grunderna för att avvakta med en investering är i dagsläget svaga. BioInvent lever på riskkapital och utfärdade en riktad nyemission senast 2007 för att säkerställa fortsatt verksamhet. Bolaget är för sin överlevnad beroende av att projekten fortgår.

Optionen att överge verksamheten föreligger i viss utsträckning, även om den lämpar sig bäst för produktionsbolag där lager och inventarier står för större delen av tillgångarna. Dessa tillgångar är realiserbara. I bioteknikbolag är tillgångarna huvudsakligen av immateriell karaktär och sålunda svårrealiserade. Restvärdet i bolaget uppgår till vad en budgivare är villig att betala för forskning, patent och humankapital. Långtgående samarbetsavtal och licensiering applicerar externa krav på att bolagets verksamhet skall fortskrida. På dessa grunder utesluts optionen.

En uppenbar tillgång för BioInvent är en omfattande mängd kandidater i forskningsportföljen. Dessa kandidater befinner sig tidigt i den prekliniska fasen. Var och en av kandidaterna är förknippade med en compound-option. Optionerna på kandidaterna i forskningsportföljen har dock uteslutits ur värderingen. Dessa befinner sig i en så pass tidig fas att det är näst intill omöjligt att identifiera vilken framtida teknisk- och ekonomiskpotential de har. När eventuella produkter kan lanseras, vilka investeringar som kommer att krävas och vilka inkomster de kommer att generera blir rent spekulativt. Den tekniska- och ekonomiska osäkerheten är även omfattande. Detta leder till en omfattande risk för kraftig övervärdering samtidigt som värdet är begränsat. Med utgångspunkt ifrån McConomy och Xu (2004) utesluts sålunda alla kandidater som inte nått klinisk fas I, då dessa kandidaters potential inte betraktas som värdeskapande förrän de granskats externt.

Inom läkemedelsutveckling för både traditionella kemiska preparat och biologiska preparat är det vanligt med spinn-off projekt och förbättringar av existerande läkemedel. Detta resulterar i en tillväxtoption för företaget. Tillväxtoptioner för existerande projekt BI-204 och TB-402 har dock uteslutits. Ur tekniskt perspektiv gäller främst att antikroppars absoluta fördel, hög specificitet för specifika strukturer, begränsar även deras användning på relaterade områden. Framtida kassaflöden och investeringskostnader antar även en synnerligen spekulativ karaktär. Liksom för kandidaterna i forskningsportföljen så är projektet även förknippat med avsevärd osäkerhet, vilket markant ökar risken för kraftig övervärdering.

Projektet TB-403 har naturliga närliggande tillämpningar för behandling av andra cancerformer än den ursprungligen ämnades för, men den farmakologiska effektiviteten för relaterade områden och marknadsvärdet på de olika segmenten är svårbedömda. Att skatta teknisk- och ekonomiskpotential under dessa förutsättningar görs svårigen. På dessa grunder utesluts en tillväxtoption på TB-403. Istället kompenseras detta med en generellt bredare tillämpning för preparatet i kassaflödesanalysen och den compound-option som är förknippad med projektet.

## 9.4 Känslighetsanalys

En känslighetsanalys genomförs för att utvärdera modellens robusthet, identifiera variabler och parametrar med stort genomslag i modellen och kvantifiera deras påverkan. Analysresultaten bidrar med underlag för att estimeras modellens reliabilitet. Känslighetsanalysen ämnar inte visa på alternativa utfall, då ett omfattande korskorrelation kan antagas föreligga.

Känslighetsanalysen görs genom variation av ingående parametrar kring de i värderingen tillämpade värdet. Det relativa måttet på utfallet visar på vilket genomslag avvikelser kommer att ge i modellen och indikerar på felmarginalen i värderingen. De undersökta parametrarna är: Diskonteringsräntan, rörliga kostnader, investeringskostnader, utvecklingskostnader, marknads-penetrering, skatt, volatilitet och valutakurs.

## 10 Resultat

### 10.1 Värdering

Resultatet från kassaflödesanalysen ger projekten BI-204, TB-402, TB-403 och kontraktstillverkningen ett samlat nuvärde på 119.9 MUSD, innan hänsyn till beskattning och flexibilitet tagits. Med genomsnittlig växelkurs för 2007 (Sveriges Riksbank, 2007b) skulle detta ge ett nuvärdesvärde på 813.0 MSEK. En översikt över nuvärdesberäkningarna ges i tabell 17 till 20.

**Tabell 17.** Nuvärdesanalys av projekt BI-204 utan skatt. Nuvärden i MUSD.

	<i>Fas I</i>	<i>Fas II</i>	<i>Fas III</i>	<i>Registrering</i>	<i>Marknad</i>	
<i>Investering</i>	32,28	37,69	96,09	1,47	416,61	
<i>Förväntat kassaflöde</i>	0,00	33,72	39,37	100,38	1639,45	
<i>Sannolikhet att klara fas</i>	0,84	0,57	0,64	1,00	1,00	
<i>Sannolikhet att nå fas</i>	1,00	0,84	0,47	0,30	0,30	
<i>År</i>	0,00	1,63	4,07	6,81	8,14	
<i>Diskonteringsfaktor</i>	1,00	0,82	0,61	0,44	0,37	
<i>Nuvärde</i>	-32,28	-2,72	-16,37	13,11	137,73	<b>Σ 99,46</b>

**Tabell 18.** Nuvärdesanalys av projekt TB-402 utan skatt. Nuvärden i MUSD.

	<i>Fas I</i>	<i>Fas II</i>	<i>Fas III</i>	<i>Registrering</i>	<i>Marknad</i>	
<i>Investering</i>	-	18,85	48,05	0,73	139,91	
<i>Förväntat kassaflöde</i>	-	0	0	0	418,92	
<i>Sannolikhet att klara fas</i>	-	0,57	0,64	1,00	1,00	
<i>Sannolikhet att nå fas</i>	-	1,00	0,57	0,36	0,36	
<i>År</i>	-	0	2,44	5,18	6,52	
<i>Diskonteringsfaktor</i>	-	1,00	0,74	0,53	0,45	
<i>Nuvärde</i>	-	-18,85	-20,21	-0,14	45,79	<b>Σ 6,60</b>

**Tabell 19.** Nuvärdesanalys av projekt TB-403 utan skatt. Nuvärden i MUSD.

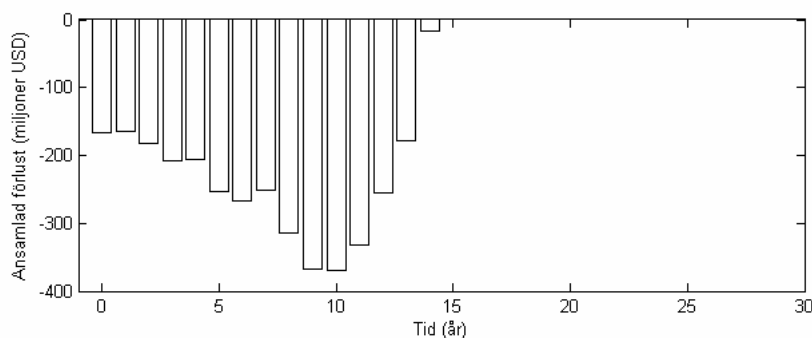
	<i>Fas I</i>	<i>Fas II</i>	<i>Fas III</i>	<i>Registrering</i>	<i>Marknad</i>	
<i>Investering</i>	16,14	18,85	48,05	0,73	219,27	
<i>Förväntat kassaflöde</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	652,29	
<i>Sannolikhet att klara fas</i>	0,84	0,57	0,64	1,00	1,00	
<i>Sannolikhet att nå fas</i>	1,00	0,84	0,47	0,30	0,30	
<i>År</i>	0,00	1,63	4,07	6,81	8,14	
<i>Diskonteringsfaktor</i>	1,00	0,82	0,61	0,44	0,37	
<i>Nuvärde</i>	-16,14	-12,93	-13,87	-0,10	48,77	<b>Σ 5,73</b>

**Tabell 20.** Nuvärdesanalys av kontraktstillverkning. Nuvärden i MUSD.

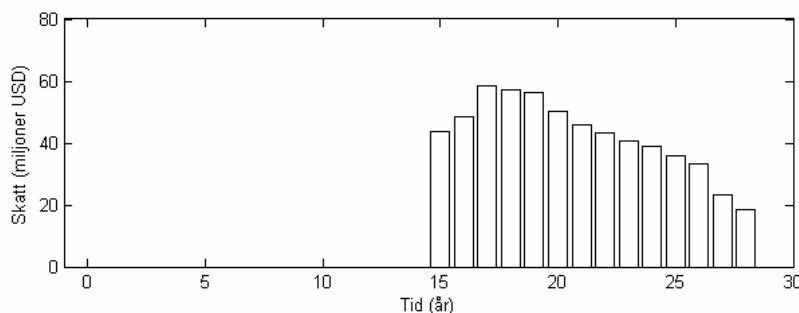
År	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Försäljning	7,93	8,47	9,04	9,64	10,37	11,07	5,91	3,15	0	
Kostnader	6,35	6,78	7,23	7,71	8,30	8,86	4,72	2,52	0	
Nuvärde	1,40	1,33	1,25	1,18	1,13	1,06	0,50	0,24	0	$\Sigma$ 8,09

Det samlade nuvärdet måste korrigeras för skatt. Den ansamlade förlusten växer från 94,2 MUSD (639 MSEK, *se* avsnitt 7.4) år 0 till 369,9 MUSD år 11 (*se* Figur 9). Vid skatteberäkning måste denna beaktas. Den ansamlade förlusten är eliminerad först år 15 varpå löpande beskattning av intäkter tar vid (*se* Figur 10). Nuvärdet av beskattningen uppgår till -53.2 MUSD (*se* bilaga II).

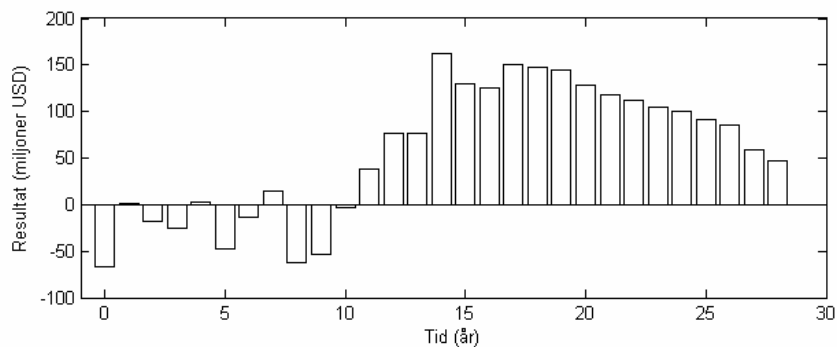
Positiva kassaflöden utgår från verksamheten först år 11 (*se* Figur 11). Den ojämna kostnadsfördelning som uppvisas under tidsperioden år 0 till år 10 och de positiva kassaflöden som detekteras år 1, 4 och 7 uppkommer pga allokeringen av kostnader och milstolpsersättningar. Det samlade nuvärdet utan flexibilitet för verksamheten efter skatt uppgår till 66,7 MUSD (452 MSEK).



**Figur 9.** Förväntad utveckling för den ansamlade förlusten under tidsperioden 2007 ( $t=0$ ) till 2037 ( $t=30$ ).



**Figur 10.** Förväntad utveckling för skattekostnader under tidsperioden 2007 ( $t=0$ ) till 2037 ( $t=30$ ).



**Figur 11.** Förväntad fördelning av skattejusterat kostnader och intäkter under tidsperioden 2007 ( $t=0$ ) till 2037 ( $t=30$ ).

Beslutsflexibiliteten värderas med reala optioner. Dessa optioner adderar ett flexibilitetsvärde till projekten som uppgår till 27,94 MUSD (se Tabell 21). Värdet på flexibiliteten uppgår till 189,5 MSEK med 2007 års genomsnittliga växelkurs (Sveriges Riksbank, 2007b).

**Tabell 21.** Realoptionsanalys av projekten BI-204, TB-402 och TB-403. Nuvärden i MUSD.

Projekt	BI-204	TB-402	TB-403	
Flexibilitetens värde	10,34	7,68	9,92	
Nuvärde	10,34	7,68	9,92	$\Sigma$ 27,94

För att erhålla bolagets samlade värde summeras nuvärdet på skattejusterad verksamhet, flexibilitet och tillgänglig kassa/bank. Tillgänglig kassa/bank 2007-09-30 var 230 MSEK. Med 2007 års genomsnittliga växelkurs uppgår värdet på BioInvent International AB till 128,5 MUSD eller 871 MSEK (se Tabell 22). Detta ger ett värde per aktie på 15,65 SEK.

**Tabell 22.** Sammanställning av nuvärden för värdebärande tillgångar i BioInvent. Nuvärden i MUSD.

	Kassaflödesanalys	Flexibilitetens värde	Kassa/bank	Totalt
BI-204	99.5	10.3	-	109.8
TB-402	6.6	7.7	-	14.3
TB-403	5.7	9.9	-	15.6
Kontraktstillverkning	8.1	-	-	8.1
Skatt	-53.2	-	-	-53.2
Kassa och bank	-	-	33.9	33.9
Totalt	66.7	27.9	33.9	$\Sigma$ 128,5

## 10.2 Känslighetsanalys

Känslighetsanalysen redovisar den procentuella förändringen i utfall från kassaflödesanalysen, realoptionsanalysen och effekten på värdet för bolaget i sin helhet, inklusive kassa/bank, vid variation av ingående variabler.

Mindre förändringar i diskonteringsräntan förväntas ge kraftigt avtryck i erhållet resultat. Vid variation av diskonteringsräntan  $\pm 2$  och  $\pm 4$  procentenheter erhålls kraftigt utslag i resultatet, se Tabell 23. En ökning av diskonteringsräntan minskar värdet från kassaflödesanalysen och sänker det totala värdet. När värdet på tillgången minskar vid ökning av diskonteringsräntan, ökar värdet på flexibiliteten. Modellen är känslig för variationer i diskonteringsräntan och en korrekt diskonteringsränta måste appliceras för att erhålla ett rättvisande värde.

**Tabell 23.** Procentuell förändring av resultat vid applicerade av diskonteringsräntorna 9, 11, 15 och 17%

9%	11%	Diskonteringsränta	15%	17%
265%	110%	Kassaflöde	-77,3%	-132%
-2,76%	-2,54%	Flexibilitet	4,01%	28,2%
133%	54,8%	Totalt värde	-38,2%	-60,5%

De rörliga kostnaderna får störst genomslag i resultatet vid variation, se Tabell 24. Dessa modelleras som en andel av försäljningen och förändrar sålunda rörelsemarginalen. Modellen är känslig för förändringar i rörliga kostnader, med avseende på både kassaflödes- och realoptionsanalysen, och det är av stor betydelse att erhålla rimliga approximationer på kostnaderna för att erhålla ett rättvisande resultat. Modellen uppvisar en relativ okänslighet för fluktuationer i investeringskostnaderna då flexibiliteten och kassaflödet har motsatta riktningar. Kassaflödesanalysen är även känslig för förändringar i utvecklingskostnader. Anledningen till att utvecklingskostnaderna får en kraftig effekt är deras relativa närhet i tiden.

**Tabell 24.** Procentuell förändring av resultat vid procentuell förändring av kostnader.

-10 %	-1 %	Rörliga Kostnader	+1 %	+10 %
77,7 %	8,36 %	Kassaflöde	-8,41 %	-81,8 %
-21,4 %	-2,40 %	Flexibilitet	2,32 %	30,2 %
34,59 %	3,69 %	Totalt värde	-3,73 %	-34,6 %
-10%	-1%	Investeringskostnader	+1%	+10%
12,6 %	1,27 %	Kassaflöde	-1,27 %	-12,7 %
-14,1 %	-1,50 %	Flexibilitet	1,50 %	15,3 %
3,23 %	0,31 %	Totalt värde	-0,31 %	-3,00 %
-10%	-1%	Utvecklingskostnader	+1 %	+10 %
24,9 %	2,39 %	Kassaflöde	-2,61 %	-25,2 %
-6,69 %	-0,72 %	Flexibilitet	0,68 %	7,26 %
11,1%	1,05%	Totalt värde	-1,17	-11,1

Marknadspenetreringen är den variabel som styr hur storleken på genererade försäljningsintäkter. Modellen är relativt känslig för variationer i marknadspenetreringen (se Tabell 25). Approximationen av marknadspenetreringen är avgörande för en korrekt prognos av framtida intäkter.

**Tabell 25.** Procentuell förändring av resultat vid procentuell förändring av marknadspenetrering.

-10%	-1%	Marknadspenetrering	+1 %	+10 %
-26,0 %	-2,60 %	Kassaflöde	2,60 %	26,0 %
-3,58 %	-0,43 %	Flexibilitet	0,39 %	4,11 %
-14,0%	-1,41 %	Totalt värde	1,40 %	14,1 %

Beskattningen har skett enligt schablon på 28%. Den effektiva skattesatsen för ett bolag kan dock ändras genom bokslutsdispositioner. Nedan kvantifieras ändringen av bolagsvärde vid olika effektiva skattesatser (se Tabell 26).

**Tabell 26.** Bolagets värde som funktion av skattesats, indexerat mot bolagsvärde vid skattesats 28%.

Skattesats	0 %	20 %	25 %	28 %	30 %
Värde	184 %	124 %	109 %	100 %	94,0 %

Växelkursjusteringen av kontraktstillverkningen ger endast en liten effekt på resultatet. Resultatet uppvisar en direkt proportionalitet mot växelkursen. Valet av växelkurs har en direkt inverkan på felmarginalen för värderingen.

**Tabell 27.** Procentuell förändring av resultat vid procentuell förändring av växelkurs.

-10%	-1%	Växelkursförändring	+1%	+10%
-9,25 %	-0,925 %	Kassaflöde	0,925 %	9,25 %
-10,0 %	-1,00 %	Flexibilitet	1,00 %	10,0 %
-9,66 %	-0,966 %	Totalt värde	0,966 %	9,66 %

Vid variation av volatiliteten förändras inte kassaflödet pga att volatiliteten inte är en direkt variabel i kassaflödesmodellen. Förändringarna i volatilitet skulle leda till en förändring av diskonteringsräntan enligt den kassaflödesmodell som tillämpas. Däremot kommer volatiliteten leda till förändringar i värdet på flexibiliteten som erhålles genom realoptions ansatsen. Känslighetsanalysen visar på små procentuella förändringar av volatiliteten leder till stora förändringar i värdet för flexibiliteten, vilket i sin tur påverkar det totala värdet.

**Tabell 28.** Procentuella förändringar av flexibiliteten och totala resultat vid procentuella förändringar av volatiliteten.

-10 %	- 1 %	Volatilitet	1 %	10 %
*	*	Kassaflöde	*	*
-22,6 %	-2,38 %	Flexibilitet	2,38 %	24,4 %
-4,67%	-0,49%	Totalt värde	0,49%	5,02%



# 11 Diskussion

## 11.1 Resultat

Kassaflödesanalysen ger ett värde på 66,7 MUSD (450 MSEK). Större delen av bolagsvärdet som ges av kassaflödesanalysen kan härledas till BI-204. Orsaken till detta är avtalet med Genentech som ingicks i början av 2007, som berättigar BioInvent till milstolpsersättningar för projekt BI-204. Milstolpsersättningarna höjer värdet på projektet kraftigt, då de ligger närmare i tiden än försäljningsintäkterna och har en större sannolikhet för att komma företaget tillgodo. Marknaden erkänner betydelsen av det ingångna samarbetsavtalet, vilket kan ses i den kraftiga uppgång av aktiekursen som skedde i början av 2007 (se Figur 7). Trots omfattande positiva kassaflöden från försäljning har TB-402 och TB-403 låga nuvärden. Detta beror på den långa utvecklingstiden och omfattande utvecklingskostnader. På grund av den ansamlade förlusten föreligger en svårighet att allokera skatt till de enskilda projekten. Med tanke på de låga nuvärdena för TB-402 och TB-403 är det möjligt att dessa investeringar inte är lönsamma då skatt allokaterats. Utifrån detta kan man sluta sig till att milstolpsersättningar har en avgörande betydelse för det uppfattade värdet på ett projekt.

Flexibiliteten ger ett ytterliggare värde på 27,9 MUSD (190 MSEK) vilket motsvarar ca. en fjärdedel av bolagets värde. Samtliga projekt uppvisar ett värde för flexibilitet på ca 10 MUSD. Detta är främst ett resultat av den höga volatiliteten inom branschen i kombination långa utvecklingstider. Procentuellt har dock TB-402 och TB-403 högre värden för flexibiliteten än BI-204. Detta förklaras av att projekten vid en ogynnsam utveckling för den underliggande tillgången inte kommer att betraktas som lönsamt vid fasövergångarna. BI-204 uppvisar på en god lönsamhet vid kassaflödesanalysen och borde därför uppvisa ett lägre värde för flexibiliteten. Anledningen till att den inte gör detta är för att lanseringskostnaden antas variera med intäkterna, detta gör att projekten har en liknande sannolikhet för att anses vara lönsamma vid tiden för lansering.

Total värdering på BioInvent uppgår till 128,5 MUSD (870 MSEK). Likvida tillgångar i form av kassa/bank uppgår till 230 MSEK av det totala bolagsvärdet. Värderingen ger ett värde per aktie på 15,65 SEK. Marknadsvärdet för bolaget är idag 1019 MSEK vilket indikerar på att bolaget är övervärderat.

För att erhålla en trovärdig värdering av BioInvent krävs att omfattande hänsyn tas till att inkorporera validitet och reliabilitet i såväl värderingsmodellen som ingående variabler. Först kommer modellen att behandlas, därefter estimeringsverktygen och sist den ingående data.

## 11.2 Kassaflödesanalys

Modellen är känslig för mindre avvikelser i ingående värden. Avvikelserna har en kumulativ effekt som kan leda till stor felvärdering. Samtliga approximationer måste vara väl grundade för att reliabilitet skall erhållas i studien. Den mest övergripande svårigheten är att erhålla trovärdig data för prognostisering av framtida intäkter och kostnader.

Prognostiserade framtida intäkter baseras på marknadssegmentets storlek och graden av marknadspenetration. Båda är behäftade med stor osäkerhet. Utvecklingen för olika berörda segment baseras till stor del på att trenden för välfärdssjukdomar upprätthålls. En del av risken för övervärdering elimineras genom att frysa tillväxten vid marknads lansering 6-8 år fram i tiden. Detta är en konservativ hållning, som riskerar undervärdera bolaget om utvecklingen följer den nuvarande tillväxten. Segmenten är även fraktionerade i flertalet terapeutiska nischer och det är högst osäkert i vilken utsträckning en produkt kan tillämpas inom olika nischer. Detta leder till att bedömningen av marknadens storlek är behäftad med stor osäkerhet. Marknadspenetrationen är också svårbedömd. Feluppskattning av marknadspenetrationen och behovet av produkten kan leda till substantiell felvärdering. Tillgängliga substitut och expansion av konkurrerande preparat måste beaktas. Detta låter sig inte göra i dagsläget, då flertalet av de tänkbara konkurrenterna befinner sig i utvecklingsfas. En rimlighetsbedömning gjordes för erhållna försäljningsintäkter mot de förväntningar som kommunicerats och mot bla Genentechs produkter (Genentech, 2007). Försäljningsintäkterna fanns vara av rimlig storlek.

Andra faktorer som gör intäkterna svåra att prognostisera är teknologisk utveckling och statlig reglering. Den teknologiska utvecklingen kan göra produkten obsolet och statlig reglering kan kraftigt öka kraven på en produkt eller öppna för konkurrens från generiska läkemedel. Den omfattande reglering av läkemedelstillverkning och de långa utvecklingstider som föreligger begränsar dock effekterna på försäljningen som beror på hastiga teknologiförändringar.

En av de dominanta felkällorna i värderingen är kvoterna för de rörliga kostnaderna. Som känslighetsanalysen visar kan en förändring av rörelsekostnaderna med 10% kraftigt ändra bolagets värde i dagsläget. Kostnaderna bör ställas i relation till konkurrenter inom samma bransch på den svenska marknaden. Detta låter sig svårigen göras utifrån externt tillgänglig information. Olika redovisningsprinciper och bokföringsmässiga allokeringar av kostnader gör detta till en svårtillgänglig resurs. De antagna värdena är baserade på antaganden och kvantitativa undersökningar, som presenteras i publicerade verk, för att spegla typiska verksamhetsmönster för bioteknikbolag. Det typiska verksamhetsmönstret förefaller vara en minsta gemensam nämnare för de den grupp bioteknikbolag som undersökts. Få bolag uppvisar det typiska operativa mönstret, vilket gör underlaget generellt och inte specifikt för fallföretaget. Osäkerheten är stor vilket påverkar reliabiliteten i resultatet

Andra faktorer som måste beaktas är tillväxttakten och prisutveckling. Mindre avvikelser i dessa faktorer leder till mindre lokala fel. De bidrar dock till ett signifikant globalt fel. Det gjorda antagandet om att ingen tillväxt förekommer på marknaden efter marknads lansering är ett orealistiskt antagande, då marknaden är en dynamisk företeelse. Detta antagande är grundat på en konservativ hållning för att inte blåsa upp marknadsvärdet på bolaget. Tillväxten för biologiska läkemedel är även svår att prognostisera. Tillväxten för biologiska läkemedel har varit betydligt högre än den för läkemedelsindustrin i sin helhet de senaste åren och skillnaderna i

tillväxtökning har ökat (VFA, 2007). Biologiska läkemedel tar marknadsandelar från kemiska läkemedel. Denna utveckling kommer troligen att stagnera, då den begränsas uppåt av marknads totala värde. Tillväxten blir under dessa omständigheter en stor osäkerhetsfaktor. Prisutvecklingen är även den svår att prognostisera. Statliga och privata sjukvårdsförsäkringar är den i särklass största gruppen läkemedelskonsumenter (Angell, 2004). Dessa har stort inflytande på prisutvecklingen, genom bl.a. regleringar och rabattavtal. Tillgängligheten för generiska preparat påverkar även prisutvecklingen. Regleringen av läkemedelsmarknaden styr prissättningen och vilka politiska initiativ som kommer att tas för att reglera prisutvecklingen omfattas inte av denna uppsats. Att dessa båda faktorer inte beaktas fullt ut får en negativ konsekvens för validiteten, men påverkan på reliabiliteten är öppen för diskussion.

Verksamheten är betydligt mer mångfasetterad än vad modellen antyder. Flera övriga kostnader och intäkter har uteslutits, då fokus satts på bolagets kärnverksamhet. Den dominanta drivande kraften för bolagets värde är idag dess läkemedelsprojekt. En av huvudanledningarna till att övriga kostnader och intäkter uteslutits är att dispositionen för kostnader i årsredovisningar gör det svårt att sluta sig till vilka kostnader som är knutna till vilken verksamhet. Det föreligger även en svårighet att bedöma hur stor andel av overheadkostnaden som allokerats på en viss verksamhet. Övriga kostnader och intäkter är dessutom mycket små i förhållande till de som redogörs för.

Investeringsperioden är en annan faktor till osäkerhet. Kassaflödesanalysen skall prognostisera ett realistiskt och relevant tidsintervall. När prognosen sträcker sig bortom den överskådliga horisonten ökar osäkerheten och risken för felaktiga bedömningar ökar. De tidsintervall som förmedlas av DiMasi *et al* (2003, 2007) är medelvärden. Fallföretagets eventuella avvikelser ifrån medelvärdet beaktas inte. Att tillämpa en annan tidsrymd är inte heller aktuellt, då den tidsrymd som kommuniceras av fallföretaget är obestämd. Svårigheter föreligger också i approximationen av läkemedlets livslängd. Då ännu inga biologiska läkemedel har slutfört en hel obruten cykel så innebär detta att det inte finns någon statistisk data tillgänglig. Livscykeln baseras sålunda på kemiska läkemedel. På grund av långa utvecklingstider är data för dessa produkter baserade på gammal teknologi. Regleringen har även förändrats, sålunda råder inte längre samma marknadsförutsättningar. Under dessa förutsättningar är tveksamt om livslängdsapproximationen är giltig i dagsläget. Reichert *et al* (2005) påpekar även att biologiska läkemedel förväntas ha en längre livslängd och mindre konkurrens av generiska läkemedel, då de är svårare att kopiera. Nuvarande reglering av generiska biologiska läkemedel stödjer detta antagande (Alpert, 2007).

Värderingen är gjord på enkla värderingsmodeller. Den teoretiska konstruktionen kan göras betydligt mer komplex och vikta fler parametrar. En mer komplex modell skulle antagligen inte ge bättre reliabilitet, då den kumulativa effekten från multipla osäkerhetskällor skulle inverka på resultat. Validiteten skulle kunna ökas genom att fånga fler värdedeterminanter. Med ökad komplexitets-grad skulle svårigheten att finna trovärdig indata öka och autokorrelation mellan olika variabler skulle bli ett ökat problem.

## 11.3 Diskonteringsränta

Valet av diskonteringsränta är av avgörande karaktär för erhållet resultat. Små avvikelser från applicerad diskonteringsränta ger en stor kumulativ effekt (se avsnitt 10.2). I den använda modellen krävs att diskonteringsräntan är tillämpbar under hela den analyserade perioden, 29 år. Det analyserade bolagets riskexponering kommer under denna tidsperiod förändras, vilket medför stor osäkerhet kring reliabiliteten för diskonteringsräntan.

Modell valet för att approximera diskonteringsräntan är en annan källa till osäkerhet. Användandet av CAPM för att approximera diskonteringsräntan ger inget entydigt resultat. Welch (2000) påpekar att prognoser för långa tidsintervall för marknadspremien tenderar att konvergera med den historiska premien och Copeland, Koller och Murrin (2000) förespråkar användning av historisk data för att prognostisera riskpremien. En svårighet som uppkommer är att bestämma vilken historisk riskpremie som skall användas, då olika studier har begagnat olika metoder för bestämning och behandlat olika tidsintervall. Stora variationer förekommer beroende på val av tidsintervall. Detta leder till ett mått av godtycklighet i riskpremien. Rolls kritik (se avsnitt 3.4) bidrar även till om godtyckligheten i riskpremien.

Bestämningen av  $\beta$ -koefficienten är även behäftad med ett stort mått osäkerhet. Bestämningen av koefficienten sker utifrån historisk data för att bestämma koefficientens storlek idag och det kan ifrågasättas huruvida detta är en rimlig prognos för hur bolaget kommer att samvariera med marknadsportföljen. Vid bestämningen av  $\beta$ -koefficienten (se bilaga IV) erhålls inget entydigt resultat, utan stor spridning beroende på samplingsintervall. Detta adderar till osäkerheten i diskonteringsräntan.

Diskonteringsräntan är den enskilt största källan till osäkerhet i den uppställda modellen. Känslighetsanalysen är en förutsättning för att bedöma genomslaget för parametern och vilken trovärdighet som kan förknippas med det erhållna resultatet.

## 11.4 Realloptionsanalys

Realoptioner ger ett värde för aktiv ledning genom att subtrahera resultatet från realoptionsanalysen med det från kassaflödesanalysen. Då realoptionsanalysen grundas på en kassaflödesanalys är den även behäftad med en del av problematiken för kassaflödesanalysen. Den värdeskapande parametern, som är unik och bestämmer värdet för flexibiliteten i förhållande till kassaflödesanalysen, är volatiliteten.

Skillnaden mellan reala och finansiella optioner är främst beskaffenheten för den underliggande tillgången. För finansiella optioner är den underliggande tillgången likvid och det går oftast att erhålla ett marknadsvärde vid beaktandet av den implicita volatiliteten. Till följd av dess likvida natur sker en kontinuerlig justering av marknadspris på marknaden. När den underliggande tillgången är av en real, saknas oftast ett marknadsvärde för den underliggande tillgången och dess volatilitet. Då dessa värden är svåra att observera föreligger svårigheter att på ett korrekt sätt värdera den reala optionen. Värdering av reala optioner har därmed en högre komplexitets grad än värdering av finansiella optioner.

Amram och Kulatilaka (2002) anser att enbart reala tillgångar där den underliggande tillgången samt dess osäkerhet har ett marknadsvärde, exempelvis råvarunära projekt som olje- och kopparfyndigheter, är lämpliga för en realoptionsanalys. Copeland och Antikarov (2003) anser att det aldrig går att erhålla ett marknadsvärde för den underliggande tillgång eller dess volatilitet. De hävdar istället att estimering av projektets volatilitet med en Monte Carlo-analys, gör det möjligt att använda en realoptionsanalys. Således kan realoptionsanalys användas vid värderingen av råvarunära projekt och andra projekt om volatiliteten kan estimeras på ett tillförlitligt tillvägagångssätt. Problematiken med Copeland och Antikarovs (2003) synsätt är att volatiliteten är svår att uppskatta med en Monte Carlo-simulering utan tillgång till intern data. Därav torde inte realoptionsanalys vara lämplig att använda för investerare som har ett externt perspektiv på verksamheten. Problemet för externa investeringar kvarstår därmed eftersom ingen hänsyn till företagets möjlighet att aktivt leda sina projekt görs. Som värderingsverktyg förefaller realoptionsansatsen lämpligare att använda som ett strategiskt ledningsverktyg, än som värderingsinstrument vid extern värdering.

Damodaran (2002) hävdar att volatiliteten kan estimeras genom att använda volatilitet för företag som har en liknande verksamhet som projekten som bedrivs i projektet. Genom att använda en historisk eller implicit volatilitet för närliggande projekt kommer denna att anta värden som skiljer sig från projektet faktiska volatilitet och en felvärdering kommer därigenom att ske. Hartmann och Hassan (2006) ger belägg för att institutionella sparare använder sig av reala optioner för att värdera företag. Genom värderingen av BioInvent visar uppsatsen att flexibilitet hos ett bioteknikbolag är en stor del av företaget värde. Genom att inte ta hänsyn till dess värde, till följd av att värderingsmodellens brister vid estimering av volatiliteten, skulle därigenom en stor del av företaget värde att falla bort. En realoptionsansats är därmed nödvändig för värderingens reliabilitet även om ett externt perspektiv begränsar möjligheten till korrekt indata för estimering av volatiliteten.

Bedömning av övriga värdeskapande parametrar försvåras av att befintlig teoribildning främst tar hänsyn till hur de värdeskapande parametrarna påverkar värderingen av optionen. Då flexibiliteten definieras som skillnaden mellan realoptionsanalys och kassaflödesanalysen kommer förändringar av de värdeskapande parametrarna påverka resultatet från realoptionsanalysen i en riktning och resultatet från kassaflödesanalysen i en annan riktning.

Exempelvis kommer en förändring av räntan påverka värdet för flexibiliteten i motsatt riktning för värdet av den underliggande tillgången. En räntehöjning kommer leda till att värdet för flexibiliteten, dvs. optionens värde, stiger medan värdet för den underliggande tillgången sjunker. Eftersom värdet för den underliggande tillgången kommer att påverkas i negativt i högre utsträckning även värdeökningen för flexibiliteten kommer det totala värdet för objektet att minska. I den befintliga teoribildningen råder dock villfarelsen att en ränteökning kommer att leda till ett ökat värde för objektet som värderas.

Svårigheterna med att använda binomialmodellen för värderingen av flexibiliteten ligger delvis i att på ett korrekt sätt kunna placera intäkter och kostnader i tiden. Kostnaderna hänförs till det tidselement som ligger närmast i tiden i förhållande till när kostnaden uppkommer. Detta leder till mindre avvikelser för vilken tidpunkt kostnaderna tas upp mellan kassaflödesanalysen och realoptionsanalysen. Detta leder till mindre avvikelser mellan de två analyserna.

## 11.5 Valuta problematiken

Valutakorrigeringen leder till ytterligare en felkälla i värderingen. Känslighetsanalysen visar att valutajusteringen med terminer endast har ett litet genomslag och sambandet är i stort sett helt linjärt. Detta gör att varje värdering har en uppenbar felmarginal direkt korrelerad till växelkursfluktuationer under analysperioden.

Valutaproblematiken uppenbarar sig även i prognostiseringen av framtida intäkter. Läkemedel har en internationell marknad. De största marknaderna är i dagsläget denoterade i USD, Euro och yen (VFA, 2007). För ett svenskt bolag med kostnader denoterade i SEK medför detta en stor valutakänslighet och valutarisk. Valutakursförändringar kan sålunda spela en stor roll för det predikterade kassaflödet. Modellen tar inte hänsyn till eller justerar intäkterna efter valutakursförändringar. Detta medför en ytterligare osäkerhet i prediktionen av de förväntade framtida intäkterna.

## 11.6 Ingående data

Villiger och Bogdan (2006) påpekar att statistiken för framgångsrika kliniska prövningar inte tar hänsyn till vilka skäl som projekten misslyckas. DiMasi et al (2001), Kola och Landis (2004) visar att ca 30 % av projekten läggs ner till följd av att produkten saknar kommersiell potential. Realoptionsanalysen mäter värdet av flexibiliteten av aktiv som är förknippad med möjligheten att lägga ner projekts som saknar ekonomisk potential. Analysen tar därför hänsyn till marknadsmisslyckaden i två instanser, dels genom binomialansatsen, men även genom sannolikheterna för att ett projekt skall klara sig till nästa fas. En justering av sannolikheterna borde därför göras. Problematiken med att justera sannolikheterna är att de saknas statistisk data för i vilka faser nedläggning sker av ekonomiska orsaker, samt att en minskad marknadspotential kan uppkomma till följd av att läkemedlet saknar vissa egenskaper. I det sistnämnda fallet läggs projektet ned till följd av ekonomiska skäl till följd av ett teknisk fel.

Vidare har DiMasi (1991, 2001, 2003, 2007) fått kritik för att han medvetet övervärderar läkemedelsutvecklingen (Public Citizen, 2002). Även detta är ett hot mot uppsatsens validitet då förändringar i kostnader för forskning och utveckling påverkar värdet på företaget. Som känslighetsanalysen visar ger dock förändringar i utvecklingskostnader relativt små förändringar i värdet för företaget.

Skillnaderna i sannolikheter att lyckas vid en klinisk prövning samt kostnader, och utvecklingens längd kommer få utslag dels i den passiva kassaflödesanalysen, men även vid värderingen av flexibiliteten. Att denna data är korrekt insamlad kommer därför att påverka uppsatsens realabilitet.

## 12 Slutsats

Uppsatsen har genomfört en omfattande analys av externt tillgänglig information och skapat en värderingsmodell för värdering av bioteknikbolag. Realoptionsansatsen ger ett ramverk för värdering av dolda värden. Metoden förmedlar ett synsätt på bolag som erkänner värdet på den flexibilitet som finns i företagets verksamhet. För en extern bedömare ger detta synsätt fördelar vid värdering av flexibilitet jämfört med tidigare värderingsmetoder. Begränsad tillgång till företagsspecifik information, till följd av det externa perspektivet, gör att värderingsmodellen blir generell.

BioInvent International ABs totala värde bestäms till 128,5 MUSD (870 MSEK). Detta ska jämföras med beräkningarna från kassaflödesanalysen och kassa/bank som ger ett nuvärde på 100,6 MUSD (682 MSEK). Värdet av flexibiliteten uppgår sålunda till ca. 22 % av bolagets totala värde eller 27,94 MUSD (189,5 MSEK). Modellen bestämmer värdet på en aktie till ca. 15,65 SEK. Relateras erhållna resultat till den aktuella aktiekursen 2008-01-04, 18,30 SEK, skulle BioInvent vara övervärderat. Den aktuella modellen är dock kraftigt förenklad och behäftad med multipla osäkerhetskällor. Skillnaden mellan utfallet och den aktuella aktiekursen ligger väl inom den tänkbara felmarginalen.

Värdet på ett bolag bestäms av marknaden uteslutande. Inget är värt mer än vad någon är beredd att betala för det. Värderingsmetodologin är bara ett verktyg för att approximera ett företagsvärde för att kunna kapitalisera på undervärderade företag.

## 13 Referenser

### Tryckta verk

- Copeland, T., Antikarov, V. (2003). *Real options: A practitioner's guide*. New York, NY: Texere.
- Copeland, T., Koller, T., Murrin, J. (2000). *Valuation: Measuring and managing the value of companies* (3. uppl.). New York, NY: John Wiley & sons.
- Damodaran, A. (2002a). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (2 uppl.). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Hultberg, L. (2003). *Industriell hygien och produktsäkerhet: GMP, GLP och läkemedel*. Lund: Lunds tekniska högskola, Inst. Teknisk mikrobiologi.
- Janeway, C.A. (2005). *Immunobiology: The immune system in health and disease* (6 uppl.). New York, NY: Garland.
- Körner, S., Wahlgren, L. (2006). *Statistisk dataanalys* (4 uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Trigeorgis, L. (1996). *Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation*. Cambridge, MA: MIT Press.

### Tidskriftsartiklar

- Adams C. P., Brantner V. V., (2006) Estimating the cost of new drug development: Is it really worth \$ 802 millions?, *Health affairs*, 25 – (2), 420-428
- Angell, M. (2004). The Truth About the Drug Companies, *The New York review of books*, 51-(12).
- Alpert, B. (2007). For Biotech, Here Come the Clones. *Barron's*, 87-(8), 35.
- Amram, M., Kulatilaka, N. (2002). Strategy and shareholder value creation: the real option frontier, *Journal of applied corporate finance*, 17 – (2), 15-28.
- Bellalah, M. (2002). Extended DCF analysis and real options analysis within information uncertainty : applications for project valuation and R&D, THEMA, University of Cergy Paper.
- Bienz-Tadmor B., DiCerbo PA., Tadmor G., Lassagna L. (1992) Biopharmaceuticals and conventional drugs: clinical success rates, *Nature biotechnology*, 10 – (5), 521-525.



- Cobb, B., Charnes, J. (2004). Real options volatility estimations with correlated inputs, *The engineering economist*, 49, 119-137.
- Cox, J., Ross, S., Rubinstein, M. (1979). Option pricing: a simplified approach, *Journal of financial economics*, 12, 229-263.
- Damodaran, A. (2002b). The promise of real options, *Journal of applied corporate finance*, 17 – (2), 29-44.
- Davis, G. (1998). Estimating volatility and dividend yield when valuing real options to invest or abandon. *Quarterly review of economics and finance*, 38, 725-754.
- DiMasi J.A., Hansen R.W., Grabowski H.G., Lasagna L. (1991) Cost of innovation in the pharmaceutical industry, *Journal of health economics*, 10 – (2), 107-142
- DiMasi J.A., (2001). Risks in new drug development: Approval success rates for investigational drugs. *Clinical pharmacology & therapeutics*, 297-307.
- DiMasi J.A., Hansen R.W., Grabowski, H.G. (2003). The price of innovation: new estimates of drug development costs, *Journal of health economics*, 22, 151-185.
- DiMasi J.A., Grabowski H.G., (2007). The Cost of biopharmaceutical R&D: Is biotech different?, *Managerial and decision economics*, 470-479.
- Fernández, P. (2002). Valuing real options: frequently made errors. Research paper nr. 455, IESE, University of Navarra..
- Frank, R. M. (2003). New estimates of drug development costs. *Journal of health economics*, 22-(2), 325-330.
- Fritzman, M. (1991). What practitioners need to know... about estimating the volatility: part 1. *Financial analyst journal*, 47- (4), 22-25.
- Grabowski, H., Vernon, J. (1990), A New Look at the returns and risks to pharmaceutical R&D. *Management science*, 36-(7), 804-821.
- Hartmann, M., Hassan, A. (2006). Application of real options analysis for pharmaceutical R&D project valuation – Empirical results from a survey. *Research policy*, 35, 343-354
- Healy, P.M., Myers, S.C., Howe, C.D. (2002). R&D accounting and the tradeoff between relevance and objectivity. *Journal of accounting research*, 40-(3), 677-710.
- Jägle, A.J. (1999). Shareholder value, real options, and innovation in technology-intensive companies. *R&D Management*, 29-(3), 271–288.

- Kellogg, D., Charnes, J. M., Demirer, R., (1999). Valuation of a biotechnology firm: An application of real options methodologies, Research paper, 3rd Annual Real Options Conference, June, The Netherlands.
- Kola I., Landis J., (2004). Can the pharmaceutical industry reduce attrition rates?, *Nature review drug discovery*, 3 - (8), 711-715.
- Myer, S.C., Howe, C.D. (1996). A life-cycle financial model of pharmaceutical R&D, Working paper, Program on the pharmaceutical industry, MIT.
- McConomy B., Xu, B. (2004), Value creation in the biotechnology industry, *CMA Management*, 78-(2), 28-31.
- Reichert J.M., Rosenweig C.J., Faden L.B., Dewitz M.C. (2005). Monoclonal antibody successes in the clinic, *Nature biotechnology*, 23 – (9), 1073-1078.
- Roll, R., Ross, S.A. (1994). On the cross-sectional relation between expected returns and betas. *Journal of finance*, 49-(1), 101-121.
- Samuelson, P.A. (1973). Proof that properly discounted present values of assets vibrate randomly. *The Bell journal of economics and management science*, 4-(2), 369-374.
- Shanken, J. (1992). On the estimation of beta-pricing models. *Review of financial studies*, 5, 1-33.
- Smith, A. (2005). Cancer drug boom projected: Sector said to more than double by 2009, surpassing cholesterol-reducing drugs, says IMS. *CNNmoney*, 19 september 2005. <http://money.cnn.com>, 2007-12-01
- Stewart, J.J., Allison, P.N., Johnson, R.S. (2001). Putting a price on biotechnology. *Nature biotechnology*, 19, 813 – 817.
- Struck M.M. (1994). Biopharmaceutical R&D success: rates and development times, *Nature biotechnology*, 12 – (7), 674-677.
- Villiger, R., Bogdan, B. (2005a). Getting real about valuations in biotech. *Nature biotechnology*, 23-(4), 423-428.
- Villiger R., Bogdan, B. (2005b). Valuing pharma R&D: The catch 22 of DCF, *Journal of applied corporate finance*, 17 – (2), 113-116.
- Villiger, R., Bogdan, B. (2006). Pitfalls of valuation in biotech. *Journal of commercial biotechnology*, 12-(3), 175-181.
- Welch, I. (2000). Views of financial economists on the equity premium and on financial Controversies, *Journal of Business*, 73-(4), 501-537.

## Rapporter

Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V. (2007). *Statistics 2007: The pharmaceutical industry in Germany*. Berlin: Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V.

BioInvent International AB. (2007a). *BioInvent årsredovisning 2006*. Lund: BioInvent International AB.

Dimson, E., Marsh, P.R., Staunton, M. (2003). *Global investment returns yearbook 2003*. ABN AMRO & London Business School.

Genentech Inc. (2007). *Genentech 2006 annual report: Where science meets life*. San Fransisco, CA: Genentech Inc.

Public Citizen. (2002). *America's other drug problem: A briefing book on the rx drug debate*. Washington, DC: Public Citizen.

Sweden BIO. 2005. *The financial temperature of the Swedish life science industry*. Stockholm: SwedenBIO

U.S. Congress, Office of Technology Assessment.(1993) *Pharmaceutical R&D: Costs, risks and rewards*, OTA-H-522 .Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

## Pressmeddelanden

BioInvent International AB. (2007b). *BioInvent Delårsrapport: 1 Januari- 30 September*. Lund: BioInvent International AB.

BioInvent International AB. (2007c). *Pressmeddelande: 2007-06-19*. Lund: BioInvent International AB.

BioInvent International AB. (2007d). *Pressmeddelande: 2007-11-02*. Lund: BioInvent International AB.

BioInvent International AB. (2007e). *Pressmeddelande: 2007-01-12*. Lund: BioInvent International AB.

BioInvent International AB. (2007f). *Pressmeddelande: 2007-09-07*. Lund: BioInvent International AB.

## Webresurser

NASDAQ (2007a). *Stock quotes – DNA (Genentech): 2004-12-07- 2007-12-07*. New York: the Nasdaq stock market. <http://www.nasdaq.com>, 2007-12-07

NASDAQ (2007b). *Stock quotes – GENZ (Genzyme corp.): 2004-12-07- 2007-12-07*. New York: the Nasdaq stock market. <http://www.nasdaq.com>, 2007-12-07

NASDAQ (2007c). *Stock quotes – BIIB (Biogen Idec. ): 2004-12-07- 2007-12-07*. New York: the Nasdaq stock market. <http://www.nasdaq.com>, 2007-12-07

NASDAQ (2007d). *Stock quotes – DYAX (Dyax Corp.): 2004-12-07- 2007-12-07*. New York: the Nasdaq stock market. <http://www.nasdaq.com>, 2007-12-07

NASDAQ (2007e). *Stock quotes – GNMSF (Genmab A/S): 2004-12-07- 2007-12-07*. New York: the Nasdaq stock market. <http://www.nasdaq.com>, 2007-12-07

NASDAQ (2007f). *Stock quotes – GPCB (GPC Biotech): 2004-12-07- 2007-12-07*. New York: the Nasdaq stock market. <http://www.nasdaq.com>, 2007-12-07

OMX AB (2007a). *Historiska kurser - BINV: 2003-01-01- 2007-12-25*. Stockholm: OMX AB. <http://www.omxgroup.com/omxcorp/>, 2007-12-25

OMX AB (2007b). *Historiska kurser – OMXS\_PI: 2003-01-01- 2007-12-25*. Stockholm: OMX AB. <http://www.omxgroup.com/omxcorp/>, 2007-12-25

Sveriges Riksbank (2007a). *Statsobligationer Enkelt resultat: 2007-01-01- 2007-12-25*. Stockholm: Sveriges Riksbank. <http://www.riksbank.se>, 2007-12-25

Sveriges Riksbank (2007). *Årsgenomsnitt på valutakurser\_USD: 2007-01-01 - 2007-11-30*. Stockholm: Sveriges Riksbank. <http://www.riksbank.se>, 2007-12-25

## Bilaga I: Ordlista

---

<i>Angioneshämmare</i>	Ett ämne som hämmar bildandet av kapillärer i tumörvävnad.
<i>Antikroppar</i>	I människokroppen naturligt förekommande molekyler som identifiera främmande och skadliga ämnen och strukturer åt det humana immunförsvaret
<i>Antikroppsbibliotek</i>	Samling av genetiskt material som kodar olika antikroppar lagrat i vektorer. Passiva bärare av DNA, som är lätta att klonas, är ett alternativ till hybridomateknologi för att immortalisera en cellinje.
<i>Biologiska läkemedel</i>	Organiska makromolekyler, t.ex. protein, med terapeutisk effekt.
<i>Bioteknik</i>	Teknisk applikation av biologiska processer <i>in vitro</i> .
<i>Block-buster</i>	Term för läkemedel som säljer för över 1 miljard USD årligen.
<i>Cytostatika</i>	Preparat som har en celltoxisk effekt på humanvävnad, t.ex. cellgifter. Används vid behandling av cancer pga tumörcellers relativa känslighet.
<i>Expressionsteknologi</i>	Teknik för att få vektorerna att uttrycka sitt genetiska material som en struktur.
<i>Farmakologiska studier</i>	Studier som syftar till att fastställa vilken terapeutisk effekt ett preparat har på människokroppen.
<i>Generiska läkemedel</i>	Kopior av original läkemedel, som lanseras då patentet på originalet löpt ut.
<i>Hybridomateknologi</i>	Fusionering av cancerceller med antikroppsbyggande celler för att immortalisera cellinjen.
<i>Kemiska läkemedel</i>	Små organiska eller oorganiska molekyler med terapeutisk effekt.
<i>Medicinsk terapi</i>	Behandling av sjukdomar och dess symptom.
<i>Monoklonala antikroppar</i>	Identiska kopior, med en specifik specificitet, av antikroppar. Skiljer sig ifrån polyklonala antikroppar, som är olika antikroppar med samma specificitet.
<i>Onkologi</i>	Den disciplin av vetenskapen som behandlar cancersjukdomar
<i>Pipeline</i>	Samling utpekade läkemedelskandidater under utveckling i olika utvecklingsfaser.
<i>Toxikologiska studier</i>	Studier som utvärderar vilken skadeverkan ett ämne har på kroppens vävnad, tex. giftighet.
<i>Vektor</i>	Bärare av genetiskt material, med förmåga att överföra det till celler, tex. plasmider och virus.

## Bilaga II. Programkod för kassaflödesanalysen

```
market.share=[.01 .02 0.04 .07 .1 ];
market.growth.general=.00;
market.price=.00;
market.decline=[.18 .085,.06*ones(1,2) .05*ones(1,3) .2*ones(1,2) 1];
market.growth.typeA=[.016 .45 .45 .45 ones(1,16)];
market.growth.typeB=[.033 .25*ones(1,3) .58*ones(1,3) ones(1,13)];
market.value.BI204=38e3*1.067^7;
market.value.TB402=10e3*1.067^10;
market.value.TB403=55e3*1.067^7*.4;
market.value.contracting=0.2*50;

cost.marketing=[1, .5, .25.*ones(1,2), .2.*ones(1,6), .065.*ones(1,10)];
cost.production=0.255;
cost.admin=0.11;
cost.workingcapital=0.285;
cost.development=-1.*[32.28 37.69 96.09 1.47];

rate.dollar=6.782;
rate.future=[6.7246 6.7212*ones(1,3) 6.6654*ones(1,5) 6.4510];
rate.tax=0.28;
rate.discount=0.13;

product.value.BI204=market.value.BI204.*market.share;
product.value.TB402=market.value.TB402.*market.share;
product.value.TB403=market.value.TB403.*market.share;

share.profit.BI204=0.5815;
share.profit.TB402=0.4;
share.profit.TB403=0.4;
share.cost.BI204=0.55;
share.cost.TB402=0.5;
share.cost.TB403=0.5;

probability.normalcompetition=[.1 .15 .5 .15 .1];
probability.lowcompetition=[.05 .1 .4 .3 .15];
probability.development.cumulative.BI204nTB403=[1.00 0.84 0.47 0.30 0.30];
probability.development.cumulative.TB402=[1.00 0.57 0.36 0.36];

milestone.BI204=[33.72 39.37 100.38 1.53209];
accumulatedbalance=[-639/rate.dollar zeros(1,29)];

for i=1:3
    calc.rev.total.BI204(i,1:length(market.growth.typeA))=product.value.BI204(i).*market.growth.typeA;
    calc.rev.total.TB402(i,1:length(market.growth.typeA))=product.value.TB402(i).*market.growth.typeA;
    calc.rev.total.TB403(i,1:length(market.growth.typeA))=product.value.TB403(i).*market.growth.typeA;
end
for i=4:5
    calc.rev.total.BI204(i,1:length(market.growth.typeB))=product.value.BI204(i).*market.growth.typeB;
    calc.rev.total.TB402(i,1:length(market.growth.typeB))=product.value.TB402(i).*market.growth.typeB;
    calc.rev.total.TB403(i,1:length(market.growth.typeB))=product.value.TB403(i).*market.growth.typeB;
end

for i=1:5
    for j=1:20
        calc.rev.BINV.BI204(i,j)=calc.rev.total.BI204(i,j)*share.profit.BI204*((1+market.growth.general) ^j / (1+market.price))^j*(1-cost.production-cost.admin-cost.workingcapital)*(1-cost.marketing(j));
        calc.rev.BINV.TB402(i,j)=calc.rev.total.TB402(i,j)*share.profit.TB402*((1+market.growth.general) ^j / (1+market.price))^j*(1-cost.production-cost.admin-cost.workingcapital)*(1-cost.marketing(j));
        calc.rev.BINV.TB403(i,j)=calc.rev.total.TB403(i,j)*share.profit.TB403*((1+market.growth.general) ^j / (1+market.price))^j*(1-cost.production-cost.admin-cost.workingcapital)*(1-cost.marketing(j));
    end
    for k=11:20
        calc.rev.BINV.BI204(i,k)=calc.rev.BINV.BI204(i,k-1).*(1-market.decline(k-10));
        calc.rev.BINV.TB402(i,k)=calc.rev.BINV.TB402(i,k-1).*(1-market.decline(k-10));
        calc.rev.BINV.TB403(i,k)=calc.rev.BINV.TB403(i,k-1).*(1-market.decline(k-10));
    end
end
calc.rev.BINV.BI204=probability.development.cumulative.BI204nTB403(5).* [zeros(1,10) (probability.normalcompetition*calc.rev.BINV.BI204)];
calc.rev.BINV.TB402=probability.development.cumulative.TB402(4).* [zeros(1,8) (probability.lowcompetition*calc.rev.BINV.TB402) zeros(1,2)];
calc.rev.BINV.TB403=probability.development.cumulative.BI204nTB403(5).* [zeros(1,10) (probability.normalcompetition*calc.rev.BINV.TB403)];
```

```

for i=1:3
    calc.inv.BINV.BI204(i)=-product.value.BI204(i)*0.4;
    calc.inv.BINV.TB402(i)=-product.value.TB402(i)*0.4;
    calc.inv.BINV.TB403(i)=-product.value.TB403(i)*0.4;
end
for j=4:5
    calc.inv.BINV.BI204(j)=-product.value.BI204(j)*0.4*0.75;
    calc.inv.BINV.TB402(j)=-product.value.TB402(j)*0.4*0.75;
    calc.inv.BINV.TB403(j)=-product.value.TB403(j)*0.4*0.75;
end

for j=1:5
for i=1:2
    calc.inv.BINV.distr.BI204(j,i)=calc.inv.BINV.BI204(j)*0.25*share.cost.BI204;
    calc.inv.BINV.distr.TB402(j,i)=calc.inv.BINV.TB402(j)*0.25*share.cost.TB402;
    calc.inv.BINV.distr.TB403(j,i)=calc.inv.BINV.TB403(j)*0.25*share.cost.TB403;
end
for i=3:12
    calc.inv.BINV.distr.BI204(j,i)=calc.inv.BINV.BI204(j)*0.05*share.cost.BI204;
    calc.inv.BINV.distr.TB402(j,i)=calc.inv.BINV.TB402(j)*0.05*share.cost.TB402;
    calc.inv.BINV.distr.TB403(j,i)=calc.inv.BINV.TB403(j)*0.05*share.cost.TB403;
end
end
calc.inv.BINV.distr.BI204=probability.development.cumulative.BI204nTB403(5).*J
[zeros(1,8) (probability.normalcompetition*calc.inv.BINV.distr.BI204) zeros(1,10)];
calc.inv.BINV.distr.TB402=probability.development.cumulative.TB402(4).*J
[zeros(1,6) (probability.lowcompetition*calc.inv.BINV.distr.TB402) zeros(1,12)];
calc.inv.BINV.distr.TB403=probability.development.cumulative.BI204nTB403(5).*J
[zeros(1,8) (probability.normalcompetition*calc.inv.BINV.distr.TB403) zeros(1,10)];

for i=1:8
    calc.market.value.contracting(i)=market.value.contracting*1.067^i./rate.future(i);
end
calc.market.value.contracting(7)=calc.market.value.contracting(7)*.5;
calc.market.value.contracting(8)=calc.market.value.contracting(8)*.25;
calc.market.value.contracting=[0 calc.market.value.contracting zeros(1,21)];

calc.development.BI204=[cost.development(1) 0 probability.development.cumulative.BI204nTB403(2)*J
(cost.development(2)+milestone.BI204(1)) 0 0 probability.development.cumulative.BI204nTB403(3)*J
(cost.development(3)+milestone.BI204(2)) 0 probability.development.cumulative.BI204nTB403(4)*J
(cost.development(4)+milestone.BI204(3)) 0 probability.development.cumulative.BI204nTB403(5)*J
milestone.BI204(4) zeros(1,20)];
calc.development.TB402=share.cost.TB402.*[cost.development(2) 0 0 J
(probability.development.cumulative.TB402(2)*cost.development(3)) 0 J
(probability.development.cumulative.TB402(3)*cost.development(4)) zeros(1,24)];
calc.development.TB403=share.cost.TB403.*[cost.development(1) 0 J
(probability.development.cumulative.BI204nTB403(2)*cost.development(2)) 0 0 J
(probability.development.cumulative.BI204nTB403(3)*cost.development(3)) 0 J
(probability.development.cumulative.BI204nTB403(4)*cost.development(4)) zeros(1,22)];

for i=1:30
calc.BINV.result.rev(i)=calc.rev.BINV.BI204(i)+calc.rev.BINV.TB402(i)+calc.rev.BINV.TB403(i)+J
calc.market.value.contracting(i);
calc.BINV.result.cost(i)=calc.development.BI204(i)+calc.development.TB402(i)+J
calc.development.TB403(i)+calc.inv.BINV.distr.BI204(i)+calc.inv.BINV.distr.TB402(i)+J
calc.inv.BINV.distr.TB403(i);
calc.BINV.result.balance(i)=calc.BINV.result.cost(i)+calc.BINV.result.rev(i)+accumulatedbalance(i);
calc.BINV.result.cumulative(i)=sum(calc.BINV.result.balance(i));
end
calc.tax=-1.*[zeros(1,15) rate.tax*calc.BINV.result.cumulative(16)
rate.tax*calc.BINV.result.balance(17:30)];

for i=0:29
discount.calc.market.value.contracting(i+1)=calc.market.value.contracting(i+1)/(1+rate.discount)^i;
discount.calc.tax(i+1)=calc.tax(i+1)/((1+rate.discount)^i);
discount.calc.BI204(i+1)=(calc.rev.BINV.BI204(i+1)+calc.inv.BINV.distr.BI204(i+1))/(1+rate.discount)^i;
discount.calc.TB402(i+1)=(calc.rev.BINV.TB402(i+1)+calc.inv.BINV.distr.TB402(i+1))/(1+rate.discount)^i;
discount.calc.TB403(i+1)=(calc.rev.BINV.TB403(i+1)+calc.inv.BINV.distr.TB403(i+1))/(1+rate.discount)^i;
discount.calc.development.BI204(i+1)=calc.development.BI204(i+1)/(1+rate.discount)^i;
discount.calc.development.TB402(i+1)=calc.development.TB402(i+1)/(1+rate.discount)^i;
discount.calc.development.TB403(i+1)=calc.development.TB403(i+1)/(1+rate.discount)^i;
end

NPV.calc.contracting=sum(discount.calc.market.value.contracting);
NPV.calc.tax=sum(discount.calc.tax);
NPV.calc.BI204=sum(discount.calc.BI204)+sum(discount.calc.development.BI204);
NPV.calc.TB402=sum(discount.calc.TB402)+sum(discount.calc.development.TB402);
NPV.calc.TB403=sum(discount.calc.TB403)+sum(discount.calc.development.TB403);
NPV.calc.DCF=NPV.calc.TB403+NPV.calc.TB402+NPV.calc.BI204+NPV.calc.contracting+NPV.calc.tax;

```

## Bilaga III. Valutaterminer

För approximation av dollarkursens utveckling under en 10-års period avses valutaterminer användas. Valutaterminerna approximeras utifrån marknadräntorna för statsskuldsväxlar och statsobligationer utgivna i USA och Sverige med löptiden 1, 2, 5 och 10 år (se tabell III-1).

**Tabell III-1.** Årsgenomsnitt för räntesatsen på statsobligationer och statsskuldsväxlar 2007 för USA och Sverige. Källa: Reuters (2007, refererat av Sveriges Riksbank, 2007a och 2007b) och Federal Reserve Board (2007).

	Statsskuldsväxlar		Statsobligationer	
	1 år	2 år	5 år	10 år
USA	4,64	4,47	4,51	4,68
Sverige	3,75	4,00	4,15	4,15

Det ackumulerade genomsnittet av spotpriserna uppgår till 6,782 SEK/USD under tidsperioden Januari t.o.m November 2007 (Sveriges Riksbank, 2007). Terminspriserna approximeras med ekvation III-1 (se nedan), där  $T$  är terminspriset per valuta enhet,  $S$  är spotpriset,  $r$  den svenska räntan för avsedd tidsperiod,  $r^*$  den amerikanska räntan för avsedd tidsperiod och  $t$  tiden. Beräkningarna utförs i Matlab (se figur III-1) och resultaten redovisas i tabell III-2.

$$T_{0,i} = \frac{S_{0,i} \cdot (1 + r_{t,i})^t}{(1 + r_{t,i}^*)^t} \quad \text{ekv. III-1}$$

**Tabell III-2.** Approximerade terminspriser för USD för tidsperioderna 1, 2, 5 och 10 år.

Löptid (år)	1	2	5	10
Terminspris (SEK/USD)	6,7246	6,7212	6,6654	6,4510

```
ranta.USA=[0.04636 0.0447 0.0451 0.046772];
ranta.Sverige=[0.0375 0.040009 0.041482 0.041547];
Loptid=[1 2 5 10];
Spotpris=6.782;
for i=1:4
T(i)=Spotpris*((1+ranta.Sverige(i))/(1+ranta.USA(i)))^Loptid(i);
end
```

**Figur III-1.** Programkod för beräkning av terminspriser.

### Referenser:

Sveriges Riksbank (2007a). *Statsobligationer Enkelt resultat: 2007-01-01- 2007-12-25*. Stockholm: Sveriges Riksbank. <http://www.riksbank.se>, 2007-12-25

Sveriges Riksbank (2007b). *Statsskuldsväxlar Enkelt resultat: 2007-01-01- 2007-12-25*. Stockholm: Sveriges Riksbank. <http://www.riksbank.se>, 2007-12-25

The Federal Reserve Board (2007). *Market yield on U.S. Treasury securities, quoted on investment basis*. Washington, DC: The Federal Reserve Board. <http://www.federalreserve.gov>, 2007-12-25

Sveriges Riksbank (2007). *Årsgenomsnitt på valutakurser\_USD: 2007-01-01 - 2007-11-30*. Stockholm: Sveriges Riksbank. <http://www.riksbank.se>, 2007-12-25



## Bilaga IV: Bestämning av $\beta$ -koefficienten

Anpassningen av  $\beta$ -koefficienten sker utifrån data för tidsperioden 2003-01-01 till 2007-12-25 inhämtat från OMX (2007a, 2007b). Data för BioInvent korrigeras för nyemissioner och utdelning utifrån BioInvent (2007). Samtliga data indexerar mot kurs 2003-01-01, se ekvation IV-1.

$$I_t = \frac{(P_t - P_{t-1}) + D_t}{P_{t-1}} \cdot P_0^{-1} \quad \text{ekv. IV-1}$$

Anpassning till ekvation IV-2 sker utifrån minsta kvadrat metoden. Riktningkoefficienten motsvarar  $\beta$ -koefficienten. En bestämning av  $\beta$ -koefficient sker även utifrån ekvation 3.8. Bestämningen sker för samplingsintervall mellan 1 och 10 börsdagar.

$$r_i = \alpha + \beta \cdot r_m + \varepsilon_i \quad \text{ekv. IV-2}$$

Erhållna resultat uppvisar en kraftigt variation beroende på intervall för datasampling, se tabell IV-1. Konvergerande värden erhålls för de båda  $\beta$ -koefficient bestämningarna.

**Tabell IV-1.** Statistisk data för  $\beta$ -koefficienten sampled i tidsintervall från 1 till 10 noteringar.

	Medel	Median	Min-Max	Standardavvikelse
$\beta$ -koefficient	1.0864	1.1320	0.6966 – 1.3003	0.1606

```
load index.m
for j=1:25;
for i=1:length(index.a)/j
index.bioinvent(i)=index.a(1+((i-1)*j)); index.omx(i)=index.b(1+((i-1)*j));
end
for i=1:length(index.bioinvent)-1
index.target(i)=(index.bioinvent(i+1)-index.bioinvent(i))/index.bioinvent(i);
index.market(i)=(index.omx(i+1)-index.omx(i))/index.omx(i);
end
for i=1:length(index.bioinvent)-1
res.target(i)=index.target(i)-mean(index.target); res.market(i)=index.market(i)-mean(index.market);
end
beta.sample(j)=sum(res.target.*res.market)/sum(res.market.*res.market);
beta.polynom(j,:)=polyfit(index.market,index.target,1);
end
beta.mean=mean(beta.sample); beta.meanp=mean(beta.polynom(:,1)); beta.std=std(beta.sample);
beta.median=median(beta.sample); beta.minmax=[min(beta.sample) max(beta.sample)];
```

**Figur IV-1.** Beräkningskod för bestämning av  $\beta$ -koefficient

### Referenser:

BioInvent International AB. (2007a). *BioInvent Årsredovisning 2006*. Lund: BioInvent International AB.

OMX AB (2007a). *Historiska kurser - BINV: 2003-01-01- 2007-12-25*. Stockholm: OMX AB. <http://www.omxgroup.com/omxcorp/>, 2007-12-25

OMX AB (2007b). *Historiska kurser - OMXS\_PI: 2003-01-01- 2007-12-25*. Stockholm: OMX AB. <http://www.omxgroup.com/omxcorp/>, 2007-12-25