

KRISTINA ENEROTH  
BJÖRN HANSSON

## Optionsteori för företagsvärdering\*

*Optionsteorin har hittills främst använts för att fastställa det teoretiska värdet på optioner. Kristina Eneroth och Björn Hansson visar i denna artikel att teorin kan få betydligt bredare tillämpning genom att utnyttjas vid aktievärdering och investeringsanalys.*

Utvecklandet av optionsteorin i allmänhet och "Black-Scholes" värderingsformel [1973] i synnerhet har påverkat ämnesområdet finansiell ekonomi på två sätt. För det första, Black-Scholes-formelns publicering sammanföll med att den första organiserade marknaden för optioner (Chicago Board of Options Exchange) öppnades 1973. Detta gav formeln stor genomslagskraft hos marknadens aktörer. För det andra, optionsteorin ger möjlighet att se företagets tillgångar och skulder som kombinationer av enkla optionskontrakt, så som syntetiska optioner, och de kan därigenom värderas inom en enhetlig ram. Denna sida av optionsteorin, vilken är intressant både från akademisk och praktisk synpunkt, kan i framtiden visa sig vara viktigare än Black-Scholes kvantitativa värderingsformel.

Sedan den svenska marknaden med standardiserade aktieoptioner startade i juni 1985, har optionsteorins huvudsakliga användningsområde varit att teoretiskt värdera marknadsbaserade köpoptioner. Syftet med denna artikel är emellertid

att visa att optionsteorin har betydligt bredare tillämpning, till exempel för värdering av företagets skulder och tillgångar. Det är en viktig insikt att optionsteorin kan användas för teoretisk prisbestämning såväl för papper som direkt handlas på en marknad, till exempel aktier och obligationer, som för tillgångar och skulder där inga direkta marknader existerar, till exempel investeringsmöjligheter. En sådan prisbestämning är nämligen möjlig när det kan visas att företagets skulder kan ses som kombinationer av enkla optionskontrakt. Denna analys kallas "Contingent Claims Analysis" (CCA), och är en teknik för att bestämma priset på ett värdepapper vars utfall (payoff) beror på ett eller flera underliggande värdepapper.

Optionen är ett typexempel på ett eventuellt tillgodohavande (contingent claim) för dess värde beror på den underliggande aktiens värde. Alla instrument som kan konstrueras som kombinationer av enkla köp- och säljoptioner betraktas också som eventuella tillgodohavanden och CCA kan därför tillämpas även i dessa fall. I många fall är det också möjligt att göra en kvantitativ uppskattning och den vanligaste metoden är att utnyttja Black-Scholes formel. Denna artikel av-

*Civilekonom KRISTINA ENEROTH studerar vid University of California, Los Angeles. BJÖRN HANSSON är universitetslektor i nationalekonomi vid Lunds universitet.*

\* Vi tackar Peter Hogfeldt för vardefulla synpunkter på tidigare utkast.

ser emellertid att i första hand peka på de kvalitativa och intuitiva möjligheter som optionsteorin kan ge i jämförelse med t ex användningen av diskonterat nuvärde för att vägleda investeringsvalet.

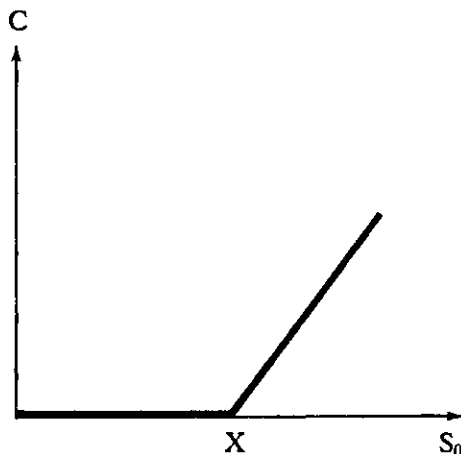
Artikeln inleds med en enkel genomgång av de principer bakom köp-optioner och sälj-optioner som är nödvändiga för den fortsatta framställningen. Dessa principer användes sedan dels för att analysera företagets skulder, dels för att analysera företagets tillgångar och investeringsmöjligheter.

### Principer för optionsvärdering

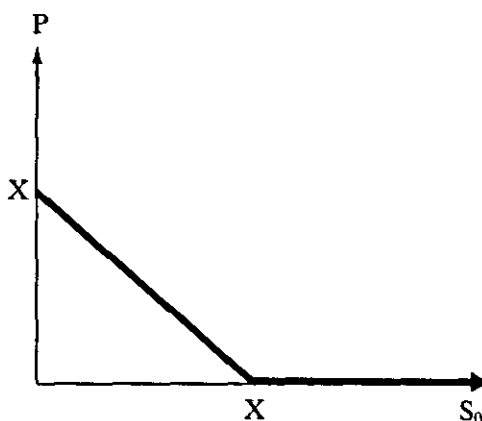
En *köp-option* ger innehavaren/köparen rätten att vid en viss tidpunkt,  $T$  månader framåt i tiden, köpa en aktie till ett i förväg bestämt lösenpris ( $X$ ). För denna möjlighet betalas ett pris ( $C$ ) som erlägges vid köpet. Utfärdaren/säljaren säljer chansen att aktien om  $T$  månader har ett högre marknadspris än  $X$  och erhåller för detta priset  $C$ , vilket är marknadens värdering av chansen. Optionens pris betecknas  $C(S,T,X)$  och beror således på de tre faktorerna  $S$ ,  $T$  och  $X$ , där  $S$  är aktiens marknadspris vid köpet av optionen. Analysen gäller så kallade europeiska optioner, som endast kan inlösas vid löptidens slut. Vi bortser därmed helt från skillnaden mellan denna typ av optioner och så kallade amerikanska optioner, som kan inlösas när som helst under löptiden. Detta påverkar emellertid inte våra resultat på ett avgörande sätt.

På lösendagen ( $T=0$ ) är optionens pris följande: om den aktuella börskursen ( $S_0$ ) är mindre än lösenpriset ( $S_0 < X$ ), så är optionen värdelös ( $C=0$ ); om däremot  $S_0 > X$ , så är optionens värde skillnaden mellan aktiepriset och lösenpriset ( $C=S_0 - X$ ). De tänkbara fallen avbildas i *Figur 1*, som visar att den centrala variabeln är aktiens marknadspris, eftersom lösenpriset  $X$  redan bestämdes vid köpet av optionen.

*Figur 1* Priset på en köp-option



*Figur 2* Priset på en sälj-option



En *sälj-option* ger innehavaren/köparen, som äger den underliggande aktien, rätten att sälja en aktie till lösenpriset  $X$  efter  $T$  månader. För denna möjlighet betalas ett pris  $P$ , som kan liknas vid en försäkringspremie, vilken sammanfaller med marknadens värdering av risken för en kursförlust. Utfärdaren/säljaren får således betalt för att ta på sig risken att inlösa aktien om  $T$  månader till priset  $X$ . Säljoptionens pris betecknas  $P(S,T,X)$  och dess värde vid löptidens slut ( $T=0$ ) beror av aktiens aktuella börskurs: om aktiens pris är högre än lösenpriset ( $S_0 > X$ ), så kommer inte optionen att lösas in, för det

är mera lönsamt att sälja aktien direkt på marknaden och optionen är därmed värdelös ( $P=0$ ); om däremot  $S_0 < X$  så kommer optionen att lösas in och dess värde är  $X - S_0$ . Detta förhållande avbildas i *Figur 2*.

### Värderingen av företagets skulder

Ett företag antas ha enbart två typer av skulder: aktier (E) och riskbärande obligationer (D) emitterade av företaget. Aktierna tänkes inte ge någon utdelning. Obligationerna, som alla har samma återstående löptid (T), ger ingen kupongränta och företaget kommer inte att ta upp nya obligationslån under de utestående obligationernas löptid. Företagets balansräkning ser ut på följande sätt:

Tillgångar	Skulder
V	D E
V	V

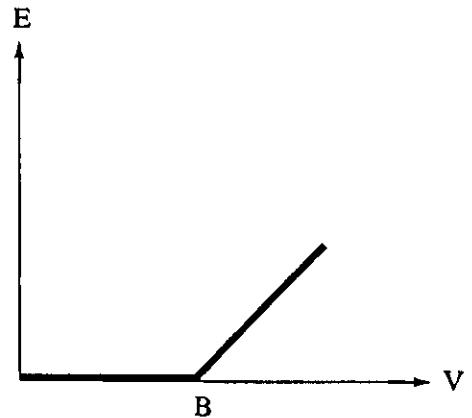
Vänstra sidan visar marknadsvärdet av företagets tillgångar (V), medan högra sidan ger värdet av företagets skulder. Det är givetvis ett problem om värdet av företagets tillgångar inte är observerbara, vilket betyder att V inte existerar som ett direkt marknadspris. För att värdera V räcker det emellertid att företaget har ett instrument på skuldsidan vars pris är bestämt på en marknad (Mason & Merton [1985], s 31). Det är alltså inte nödvändigt att förutsätta en marknadsbestämning av företagets tillgångar.

Värdet av E och D vid lösen av obligationerna beror på företagets värde vid denna tidpunkt ( $T=0$ ). Om värdet av företagets tillgångar är större än obligationernas nominella värde ( $V_0 > B$ ), vilket är identiskt med lösenkursen och betecknas med B, så kommer hela skulden att betalas tillbaka ( $D=B$ ), och aktiernas värde sammanfaller med den residuala vinsten ( $V_0 - B$ ). I det motsatta fallet ( $V_0 < B$ ), är

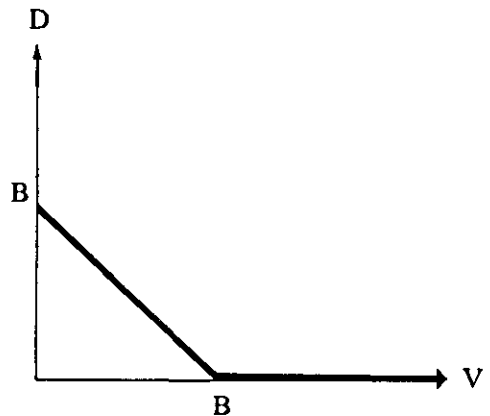
aktierna värdelösa ( $E=0$ ), emedan det är förmånligare att gå i konkurs och betala så stor del av skulden som är möjligt ( $D=V_0$ ). Detta illustrerar aktiens egenkap av ett begränsat ansvar (limited liability). Aktieägaren kan aldrig förlora mer än värdet på de inköpta aktierna. Samtidigt ger aktierna enbart rätt till existerande värden efter det att alla andra skulder har betalats. Denna möjlighet värderas av marknaden med aktiens pris. Det framgår också att en obligation inte är riskfri, eftersom det inte är säkert att hela det nominella beloppet (B) kommer att betalas tillbaka.

Aktiernas och obligationernas värde som en funktion av företagets värde visas i *Figur 3* och *Figur 4*.

*Figur 3* Värdet av aktier



*Figur 4* Värdet av obligationer



Både aktier och obligationer är eventuella tillgodohavanden (contingent claims) eftersom deras värde beror av företags värdet ( $V$ ), som i detta fall är ett underliggande "papper". Detta är helt analogt med optioner där aktien är ett underliggande papper.

Av figurerna 1 och 3 framgår att aktien, vid existensen av obligationer utan utdelning, värderas på samma sätt som en köpoption. Aktien är utställd på företags värdet ( $V$ ) med ett lösenpris lika med obligationernas nominella värde ( $B$ ) samt en löptid som överensstämmer med obligationernas. Aktien kan således betraktas som en köpoption med rätt att köpa företaget för lösenpriset  $B$  om  $T$  månader:

$$E(V,T,B) = C(V,T,B)$$

Aktien ( $E$ ) eller köpoptionen ( $C$ ) är värdelösa, om företags värdet ( $V_0$ ) är mindre än lösenpriset ( $B$ ) på obligationernas förfallodag.

Även obligationernas värde beror av  $V$ ,  $T$  och  $B$  och betecknas  $D(V,T,B)$ . En riskbärande obligation ( $D$ ) skall nu omvandlas till en riskfri obligation, vilket betyder att  $B$  återfås med säkerhet vid löptidens slut ( $T=0$ ). En riskfri obligations marknadsvärde vid periodens början är nuvärdet av  $B$ :  $B/(1+r)^T$  där  $r$  är räntan på en säker obligation (jfr statsskuldsväxlar). Omvandlingen sker genom att innehavaren av de utestående obligationerna köper en försäkring, som garanterar att vid löptidens slut och oberoende av företags marknadsvärde ( $V_0$ ) får innehavaren tillbaka det nominella värdet ( $B$ ). För detta betalas en försäkringspremie ( $P$ ), som är den riskpremie som skiljer en riskbärande obligation från en riskfri obligation. Försäkringen är egentligen en säljoption och betecknas  $P(V,T,B)$  där  $T$  är löptiden medan  $B$  är lösenpriset. Detta innebär att vid löptidens början har en riskbärande obligation plus en säljoption, med samma löptid och nominella

värdet lika med lösenpriset, samma värde som en riskfri obligation:

$$D(V,T,B) + P(V,T,B) = B/(1+r)^T$$

Om företags värdet på obligationens lösendag ( $T=0$ ) är större än nominella beloppet ( $V_0 > B$ ), så är säljoptionen värdefull. I det motsatta fallet ( $V_0 < B$ ), så kommer optionen att lösas och det nominella beloppet ( $B$ ) måste betalas ut av säljoptionens utställare.

Analogin mellan optioner och värdepapper utställda på ett företag beror inte på någon speciell formel för att värdera optioner t ex Black-Scholes, utan gäller oberoende av värderingsmodell. Men en värderingsmodell som kan användas för att kvantitativt bestämma en options teoretiska värde, kan givetvis också utnyttjas för att kvantitativt bestämma det teoretiska värdet för aktier och obligationer.

Av analysen ovan framgår att aktier och obligationer utan kupong kan beskrivas som en kombination av enkla optioner: en aktie är som innehavet av en köpoption på företaget; en riskbärande obligation plus ett innehav av en säljoption är samma som ett innehav av en riskfri obligation på företaget. Det centrala är att både aktier och obligationer kan analyseras som eventuella tillgodohavanden, dvs värdepapper vars värdering beror på andra underliggande instrument. Detta gör det möjligt att använda CCA (Contingent Claims Analysis), som har utvecklats just för att kunna bestämma priset på ett värdepapper vars tänkbara utfall beror på ett eller flera andra underliggande värdepappers utfall. Detta betyder att varje del av företags skuldsida bestäms i ett enda sammanhang och med en enda modell, dvs det behövs inte längre en modell för aktier, en för obligationer etc. Det går dessutom att visa att en mängd mer komplicerade värdepapper kan beskrivas som kombinationer av enkla optioner (Mason & Merton [1985]).

## Investeringsbedömning

CCA kan användas för en diskussion av företagets investeringsbedömning. Detta bygger på det ovan presenterade resonemanget att aktiekapitalet hos ett företag, som delvis skuldfinansierar sin verksamhet, kan ses som en köp-option skriven på företagets tillgångar. Vi vill främst peka på att CCA möjliggör en mer korrekt och konsistent hantering av risken i investeringsprojekt. Detta gäller speciellt när det finns ett samband över tiden mellan investeringarna och vid värdering av företag med stora tillväxtpotentialer.

Vilken kritik har då riktats mot den traditionella metoden att vid bedömning av investeringarna diskontera betalningsströmmarna till nuvärde och på vilket sätt skiljer sig CCA från denna metod?

Den standardiserade diskonteringsmetoden antar antingen att risken är konstant eller att den ökar i takt med investeringens livslängd. Den senare varianten är troligen den vanligaste förekommande i industrin vid investeringsbedömningar. Hayes och Garvin [1982], som är de mest välkända kritikerna av denna metod, menar att diskonterade betalningsströmmar leder till en systematisk undervärdering av alla projekt eftersom det eventuella långsiktiga (=strategiska) värde som kan tillföras företaget, t ex kompetens, inte inberäknas i kalkylen. Företagets kalkylränta sätts med andra ord för högt och detta leder i sin tur till att det ställs orimligt höga avkastningskrav på nyinvesteringar, vilket kan hindra att absolut nödvändiga investeringar aldrig genomförs. Deras slutsats blir att större och betydelsefulla investeringar borde genomföras helt utan "förvrängning" av kvantitativa metoder.

De använda kvantitativa metoderna, i synnerhet den enkla diskonteringsmetoden, leder alltså till en undervärdering av strategiska projekt, men det innebär inte att det är något fel i sig på ett kvantitativt angreppssätt. CCA kan ge en bättre bild

av problematiken vid strategiska investeringar genom att de successiva valmöjligheter, som uppstår vid genomförandet av ett investeringsprojekt, inte faller bort ur bedömningen. Dessa valmöjligheter (optioner) brukar i litteraturen benämnas projektets flexibilitet. Normalt behandlas de inte på "kalkyleringsnivå", dvs företagets operativa nivå, utan de tas, i den mån de överhuvudtaget värderas, med i den kvalitativa marknadsstrategiska bedömningen av projektet. Med CCA kan man i vissa fall t o m göra en kvantitativ uppskattning av valmöjligheternas värde.

### Flexibilitet

För en del investeringar är det framtida utfallet beroende på vilka följdinvesteringar som genomförs, vilket innebär att det finns ett samband över tiden mellan investeringarna (Baldwin, Mason & Ruback [1983]). CCA kan redan på kalkyleringsnivå ta hänsyn till denna typ av flexibilitet. Nyttan av att använda optionsteori växer med graden av osäkerhet om de framtida utfallen, eftersom en options värde ökar i takt med att risken på det underliggande instrumentet ökar, dvs möjligheten för positiva och negativa extremvärden ökar.

Ett bra exempel på flexibilitet är en marknadsinvestering där företaget investerar i ett projekt med negativt nuvärde bara för att "få in en fot på marknaden"; investeringen i fas ett. Påföljande investering, i fas två, görs då för att följa upp den första investeringen, men företaget måste *inte* genomföra den andra fasen om t ex marknaden inte visar sig vara attraktiv. I fas 1 skaffar sig företaget i realiteten en köp-option på fas 2 och lösenpriset är den framtida investeringskostnaden för fas 2. Om köp-optionens värde överstiger det negativa värdet av fas 1 så är investeringen i den första fasen försvarlig. Genom att investeringen i fas 1 genomförs skapas således optioner för nästa led. Värdet av sådana optioner går lätt förlo-

rat vid diskontering av nuvärde, eftersom varje delfas beräknas separat och/eller de senaste investeringar betraktas som om de vore tvingande.

Möjligheten att kunna avbryta ett projekt är också viktig för nya produkter då investeraren är osäker på hur marknaden kommer att reagera. Genom att introducera produkten i mindre skala fås samtidigt en lägre investeringskostnad och en köp-option. Köp-optionen gör det möjligt att i ett senare skede utvidga produktionen eller avstå från att utnyttja köp-optionen. Vilket alternativ som väljs beror på om nuvärdet överstiger respektive understiger lösenpriset, dvs investeringskostnaden för att gå vidare. Denna typ av option kan också visa sig mycket värdefull om projektet är kapitalintensivt och om konstruktionsfasen är lång. Investeringsprojekt skall i sådana fall uppdelas i de möjliga investeringsfaserna, vilka sedan betraktas som en serie av köp-optioner med olika löptid och lösenpris (Myers & Majd [1983]).

Ovanstående exempel visar den strategiska fördelen med att investeringarna i ett projekt genomförs i en sekvens över tiden istället för alla på en gång (Kester [1984]). Om företaget väljer att samtidigt genomföra hela sekvensen i ett investeringsprogram, så förloras värdet av optionen att vid en senare tidpunkt kunna välja mellan att fortsätta eller avbryta produktionen beroende på det aktuella förhållandet mellan marknadspris och lösenpris.

Liksom det är värdefullt att kunna överge ett projekt i rätt tid, så är det viktigt att själv kunna välja den exakta initieringen av ett projekt. Ett exempel på denna sorts optioner är utforskningen av naturresurser. Om företagen skulle vara tvungna att omedelbart exploatera hela fyndigheten, så skulle de inte bry sig om att utforska områden där totala kostnaden för utvinningen överstiger de intäkter som resurserna förväntas kunna generera i framtiden. Kan företagen emellertid

själva välja i vilken takt de vill utvinna resurserna så erhåller de en köp-option, som gör det möjligt att utvinna resurserna precis i en sådan takt att priset alltid överstiger de rörliga kostnaderna. Det kan i vissa fall vara lönsamt att låta utvinningen ligga helt nere för att det rådande priset är för lågt. Värdet av denna köp-option skall givetvis läggas till de förväntade intäkterna. Det är ju bekant att en köp-options värde stiger med löptidens längd, eftersom sannolikheten för gynnsamma prisvariationer ökar.

Möjligheten att se projekt som en sekvens av investeringar, vilken kan avbrytas i varje steg, får ytterligare en dimension om det finns en andrahandsmarknad för det existerande kapitalet. En aktiv andrahandsmarknad ökar en tillgångs värde eftersom marknaden ger ägaren tillgång till en sälj-option. Värdet av sälj-optionen skall läggas till investeringens förväntade intäkter. Ett projekt som både kan genomföras i faser och där investeringsobjekten har en andrahandsmarknad innehåller således både köp- och säljoptioner.

### *Tillväxtmöjligheter*

Optioner uppkommer alltid vid investeringar som i framtiden eventuellt kan leda till billigare produktionsteknik eller bättre produkter (FoU), t ex projekt som ännu inte givit upphov till att några produkter lanserats på marknaden. Detta leder över till hur CCA kan användas för att värdera företagets tillväxtmöjligheter. Många av företagets tillgångar, speciellt möjligheterna för tillväxt, kan ses som köp-optioner på reala tillgångar, och optionens lösenpris är företagets investeringskostnad för att erhålla tillgången. Optionen har ett positivt värde på lösendagen endast om tillgångens nuvärde överstiger lösenpriset och endast i detta fall väljer företaget att lösa optionen, dvs att investera. Vid standardmetoden med diskonterat nuvärde försvinner värdet av

företagets option, dvs möjligheten att inte gå vidare med investeringarna (lösa optionen), emedan det implicit förutsätts att alla planerade investeringar skall genomföras. Dessa optioner har alltså uppkommit för att företag har icke tvingande investeringar.

Optionernas faktiska flexibilitet, som beskrivs ovan, har också en finansiell dimension. För företaget existerar även en finansiell flexibilitet genom valet av kapitalstruktur (Myers [1977]). Det kan visas att om ett företag med stora tillväxtmöjligheter använder sig av obligationsfinansiering, så kommer detta att sänka företagets värde. Den fixa obligationskulden gör det nämligen fördelaktigare att gå i konkurs än att lösa in köp-optionen, dvs göra investeringen, trots att investeringen har ett positivt nuvärde. Denna analys är analog med det ovan diskuterade fallet där den riskbärande obligationen,  $D(V,T,B)$ , har ett lägre marknadspris än en riskfri obligation. Den fixa nominella skulden ökar nämligen risken för att företaget väljer att gå i konkurs om företagets marknadsvärde vid löptidens slut är mindre än obligationens nominella värde ( $V_0 < B$ ). Denna interaktion mellan optioner och finansiell flexibilitet är intressant vid långsiktiga investeringar som sker under stor osäkerhet.

Om denna finansiella dimension beaktas skulle företagets strategiska planering kunna ses som förvaltning av en portfölj av optioner (Myers [1984]). Planeringen karakteriseras i så fall av:

1) Anskaffa optioner genom att direkt investera i FoU eller som en biprodukt av en direkt kapitalinvestering med sekventiella karakteristika.

2) Överge optioner vars lösenvärde ligger alltför långt över det diskonterade nuvärdet för att vara värda att behålla.

3) Lösa in värdefulla optioner i rätt ögonblick.

## Avslutning

Optionsteorin kan direkt användas för en analytisk och kvantitativ värdering av företagets skulder. För tillgångssidan gäller att om det finns länkar över tiden mellan investeringarna i ett projekt så uppstår ett implicit optionsvärde som bör tas med vid investeringsbedömningen. CCA ger då en mer korrekt värdering av investeringens lönsamhet än metoden att använda diskonterade nuvärden eller s k "intuitiva" metoder, eftersom standardmetoderna tenderar att ignorera det implicita optionsvärdet. Optionsteorin kan således vidareutveckla investeringsteorin och teorin för strategisk planering genom dess möjlighet att värdera flexibiliteten och tillväxtmöjligheterna i ett projekt.

## Referenser

- Baldwin, C Y, Mason, S P, & Ruback, R S, [1983], "Evaluation of Government Subsidies to Large Scale Energy Projects : A Contingent Claims Approach". Harvard Business School Working Paper.
- Black, F & Scholes, M, [1973], "The Pricing of Options and Corporate Liabilities". *Journal of Political Economy*, Vol 81.
- Hayes, R H & Garvin, D A, [1982], "Managing as if Tomorrow Mattered". *Harvard Business Review* 50, No 3.
- Kester, C, [1984], "Growth Options and Investment: Reducing the Guesswork in Strategic Capital Budgeting". *Harvard Business Review*, (March/April).
- Mason, S P, & Merton, R C, i Altman, E I, & Subrahmanyam, M G, (utg), [1985], "Recent Advances in Corporate Finance". Irwin, Homewood, Illinois.
- Myers, S C, [1977], "Determinants of Corporate Borrowing". *Journal of Financial Economics*, Vol 5, No 2.
- Myers, S C & Majd, S, [1983], "Calculating Abandonment Value Using Option Pricing Theory". Working Paper, Alfred P Sloan School of Management.
- Myers, S C, [1984], "Finance Theory and Finance Strategy". *Interfaces*, Vol 14, No 1.
- Paddock, J L, Siegel, D, & Smith, J L, [1983], "Option Valuation of Claims on Physical Assets: the Case of Offshore Petroleum Leases". Working Paper, MIT Energy Laboratory.