

mw Dr. A.G.Z. Kemna

Financiële en reële opties gewaardeerd

Inleiding

Hoewel de wereldwijde ineenstorting van de financiële markten een stagnatie in de handel van opties hebben veroorzaakt, vormen de optiemarkten nog steeds een aanzienlijk bestanddeel van de financiële markten. De start van gestandaardiseerde opties op aandelen in de Chicago Board of Options Exchange (CBOE) in 1973 was dusdanig succesvol, dat een enorme stijging van het aantal markten, waarop opties worden verhandeld, plaatsvond. Voorbeelden hiervan zijn de AMEX, NYSE en PHLX in de Verenigde Staten en de European Options Exchange (EOE) in Amsterdam.

Tegelijkertijd werd in de academische wereld baanbrekend werk verricht door Black en Scholes (1973) en Merton (1973), die de basis hebben gelegd voor de moderne theorie van de optiewaardering. Nog steeds, 15 jaar later, worden aangepaste versies van de Black-Scholes optieprijsformule gehanteerd bij de handel in opties. Daarnaast is al door Black en Scholes gesuggereerd dat de optietheorie van meer algemeen nut is, dan uitsluitend voor gestandaardiseerde ter beurse verhandelde opties. Zij stelden dat de theorie van de waardering van opties een raamwerk kan vormen voor de waardering van verscheidene activa en passiva van een onderneming, die als voorwaardelijke aanspraken op de onderneming kunnen worden gezien. De meeste toepassingen tot nu toe hebben zich afgespeeld binnen de financiële markten: optiewaardering wordt gebruikt om optionele karakteristieken van allerlei financiële instrumenten te waarderen. De meer recente toepassingen bevinden zich op het gebied van de investeringsbeslissing en de waardering van de activa van de onderneming.

In mijn dissertatie (1988) wordt aandacht besteed aan de theoretische en empirische aspecten van de waardering van opties in reële en financiële markten. Met name de empirische studies vormen een illustratie van de reikwijdte van het gebruik van opties binnen de financiering. De eerste studie betreft een toets van het optiemodel uitgevoerd met behulp van transactiegegevens van op de Europese Optiebeurs (EOE) verhandelde Amerikaanse call opties. De tweede studie betreft de waardering van de financiële opties in een olie-geïndexeerde obligatie geëmitteerd door Oranje Nassau in 1985. Tot slot worden reële opties in een drietal investeringsprojecten bij Shell International Petroleum Company geëvalueerd. De werkwijze en de resultaten

van deze studies zullen in dit artikel worden uiteengezet. Voor de theoretische achtergrond verwijs ik naar mijn dissertatie.

Een empirische toets van het OPM gebaseerd op EOE data

In Galai (1983) is een uitstekende samenvatting gegeven van de belangrijkste empirische resultaten ten aanzien van het toetsen van verschillende optieprijs modellen (OPM). Een toets op de modelvaliditeit op basis van marktgegevens houdt in dat eigenlijk een gezamenlijke toets wordt opgezet om zowel de modelvaliditeit als de markefficiëntie in de optie- en aandelenmarkt te toetsen. Immers, systematische afwijkingen van het theoretische model ten opzichte van de marktprijzen kan worden veroorzaakt door misspecificatie van het model, maar ook door inefficiënties in aandelen- en/of optiemarkt. Tevens wordt verondersteld dat optie- en aandelenkoersnoteringen synchroon plaatsvinden. Met name dit laatste kan een serieus probleem zijn indien gebruik wordt gemaakt van slotnoteringen. Aan dit laatste probleem is tegemoet gekomen door in dit onderzoek gebruik te maken van transactiegegevens van de veertien verschillende aandelenopties, die werden verhandeld op de EOE gedurende de laatste vier maanden van 1984 (zie tabel 1).

Tabel 1: Gemiddelde ISD per fonds

<i>Fondsnaam</i>	<i>Symbol</i>	<i>Aantal transacties</i>	<i>Gemiddelde ISD/jaar</i>	<i>Standaarddeviatie</i>
Algemene Bank Nederland	ABN	3.667	0,2393	0,0432
AEGON	AGN	2.638	0,2211	0,0408
Albert Heijn	AH	1.124	0,2245	0,0284
AKZO	AKZ	19.347	0,3203	0,0378
Amsterdam Rotterdam Bank	ARB	2.955	0,2878	0,0491
Gist Brocades	GIS	2.868	0,2247	0,0396
Heineken	HEI	2.936	0,2125	0,0429
Hoogovens	HO	7.403	0,3514	0,0412
Koninklijke Luchtvaart Mij	KLM	9.619	0,3742	0,0743
NedLloyd Groep	NED	2.509	0,2658	0,0446
Nationale Nederlanden	NN	1.018	0,1327	0,0369
Philips	PHI	16.188	0,2678	0,0386
Koninklijke Olie	RD	13.654	0,2014	0,0393
Unilever	UNI	2.143	0,1498	0,0368
TOTAAL		88.069		

Voor de veertien fondsen zijn de model- en marktprijzen van de opties vergeleken door middel van bestudering van het gedrag van de impliciete standaarddeviatie (ISD) van het aandeel over de tijd en voor verschillende looptijden en uitoefenprijzen. De ISD kan worden berekend door model- en marktprijzen aan elkaar gelijk te stellen, waardoor de ISD de enige nog onbekende variabele is. Als het, voor voortijdig uitoefenen aangepaste, Black-Scholes model en de bijbehorende veronderstellingen correct zijn, en de opties en aandelenmarkt zijn synchroon en efficiënt, dan moet de ISD van elke optietransactie gelijk zijn. Het betreft immers de standaarddeviatie van

het onderliggende aandeel. Dit impliceert dat gemiddeld genomen de ISD constant moet zijn voor de verschillende looptijden en uitoefenprijzen. Tevens wordt verondersteld dat de ISD gemiddeld genomen constant is over de tijd. Uit de standaarddeviatie rond de ISD (tabel 1) blijkt echter dat de gemiddelde ISD verre van constant is.

Een deel van de spreiding kan worden veroorzaakt door het feit dat de ene optie transactie dichter bij de bied- en de andere transactie dichter bij de laatprijs ligt. Voor een drietal weken is onderzocht hoe groot de gemiddelde bied-laatspreiding is en in hoeverre deze spreiding een deel van de schommeling van de ISD kan verklaren. De gemiddelde bied-laatspreiding voor de hele markt was gelijk aan 8,83% (tabel 2), hetgeen boven de spreiding van de CBOE ligt met 4,51%, maar duidelijk onder die van de Londense optiemarkt met 12,48%. Met de name de meer liquide fondsen, zoals AKZ, KLM, PHI en RD, hebben een lagere bied-laatspreiding. AH, ARB en GIS vormen de uitschieters naar boven toe. Uit deze tabel blijkt eveneens dat slechts een deel van de schommeling in de ISD kan worden verklaard. Bij HO, NED en NN loopt dit op tot meer dan 60%, terwijl dit wederom voor de meer liquide fondsen maar in de 30% bedraagt.

Tabel 2: Gemiddelde bied-laatspreiding per fonds

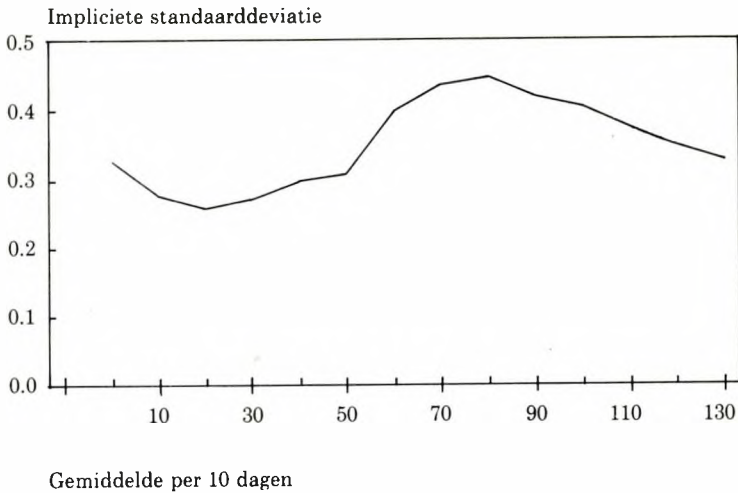
<i>Fonds</i>	<i>Aantal quotes</i>	<i>Spreiding in %*</i>	<i>%bied-laats van ISD**</i>
ABN	1.054	9,72	37%
AGN	837	10,35	59%
AH	396	14,94	53%
AKZ	3.399	5,85	32%
ARB	687	13,98	55%
GIS	660	13,20	51%
HEI	734	10,79	40%
HO	1.477	10,77	63%
KLM	2.477	7,40	35%
NED	1.417	12,18	65%
NN	660	9,59	65%
PHI	2.497	7,45	36%
RD	2.308	6,68	33%
UNI	610	11,41	46%
Totaal	19.213	8,83	

* Gemiddelde laat-bied/ $\frac{1}{2}$ (laat+bied)

** (Gem. $\frac{1}{2}(ISD_{\text{laat}} - ISD_{\text{bied}})$ /standaarddeviatie ISD) x100%

Andere mogelijke verklaringen kunnen worden gevormd door verschillen in looptijd en uitoefenprijs. Bovendien, zoals door middel van figuur 1 wordt geïllustreerd, is de ISD zeker niet voor alle fondsen constant over de tijd. En, last but not least, het al dan niet bestaan van dividendbetalingen gedurende de looptijd van de optie kan ook leiden tot systematische afwijkingen van model- en marktprijzen.

Figuur 1: Gemiddelde ISD van KLM



Om dit te onderzoeken is een classificatie van transacties gemaakt naar looptijd en uitoefenprijs. Kortlopende opties zijn opties met een resterende looptijd van minder dan drie maanden. Middellang lopende opties zijn die tussen drie en zes maanden en langlopende opties meer dan zes maanden.

Out-of-the-money opties zijn opties waarvoor geldt dat de verhouding tussen de aandeelkoers en de uitoefenprijs kleiner is dan 0,95. Bij at-the-money opties ligt de verhouding tussen de 0,95 en 1,05 en bij in-the-money is dat hoger dan 1,05. Bovendien is onderscheid gemaakt tussen wel of geen dividend gedurende de looptijd van het optiecontract. Ter illustratie is de gemiddelde ISD voor deze classificatie in tabel 3 voor vier fondsen gepresenteerd.

Uit deze resultaten, die nader zijn geverifieerd door middel van regressies, blijkt dat de looptijd voor de meeste fondsen een significant negatieve invloed heeft. Dit impliceert dat naarmate de looptijd van de optie langer is, de optie wordt ondergewaardeerd relatief ten opzichte van korter lopende opties. Daarnaast zorgt ook de mate waarin de optie in- of out-of-the-money is voor een systematische afwijking. Nadere bestudering van tabel 3 levert op dat de dividendbetaling daar invloed op had. Met name voor AKZ en RD waren de kortlopende in-the-money opties overgewaardeerd ten opzichte van de andere opties.

Tabel 3: Classificatie van de gemiddelde ISD

S/K	Geen dividend			Een dividend		
	Looptijd			Looptijd		
	kort	middel	lang	kort	middel	lang
<i>AKZ</i>						
out	0,3428	0,3098	--	0,3363	0,3180	0,3106
at	0,3115	0,3085	--	0,3343	0,3186	0,3050
in	0,2883	0,3110	--	0,3534	0,3228	0,3142
<i>HEI</i>						
out	0,2148	0,2122	0,1793	0,2692	0,2187	0,1900
at	0,1938	0,1900	0,1613	0,2598	0,2070	0,1925
in	0,2216	0,1845	0,1799	0,2692	0,1985	0,1653
<i>PHI</i>						
out	--	0,2323	--	0,3118	0,2818	0,2686
at	0,2295	0,2222	--	0,2828	0,2693	0,2638
in	0,2230	0,2432	--	0,2918	0,2653	0,2757
<i>RD</i>						
out	0,2206	0,2093	0,2091	0,2309	0,2013	0,2062
at	0,1961	0,1948	0,1771	0,2111	0,1900	0,1834
in	0,2070	0,1430	0,1670	0,3135	0,2095	0,1887

De conclusie van dit onderzoek is dat de gezamenlijke toets op modelvaliditeit en marktefficiëntie moet worden verworpen. Er worden systematische afwijkingen met betrekking tot de looptijd en de uitoefenprijs gevonden en de ISD is zeker niet constant over de tijd. Deze afwijkingen kunnen niet geheel verklaard worden door de spreiding veroorzaakt door de bied-laattoersen van de opties. De afwijkingen zijn echter niet even groot voor elk fonds. Voor de looptijd geldt hoe langer de looptijd van de optie hoe lager de prijs van de optie ten opzichte van korter lopende opties. Het blijkt tevens dat in-the-money en out-of-the-money opties anders worden gewaardeerd dan at-the-money opties. Er is echter geen duidelijk beeld met betrekking tot deze uitoefenprijs afwijking. Wat echter wel blijkt is dat een deel kan worden verklaard door een systematische afwijking veroorzaakt door dividendbetalingen gedurende de looptijd van het optiecontract.

Financiële opties in een index-obligatie

In dit onderzoek wordt de waardering van een olie-geïndexeerde obligatie, die in mei 1985 is geëmitteerd door de Venture Capital onderneming Oranje Nassau, bestudeerd. In dit instrument zijn veel van de theoretische en empirische problemen van optiewaardering gebundeld en het is dientengevolge een uitstekend voorbeeld voor de toepassing van optiewaardering. Andere, meer bekende, voorbeelden die in mijn dissertatie de revue passeren zijn: eigen vermogen in aanwezigheid van schuld, achtergestelde schuld, converteerbare (vervroegd aflosbare) obligaties en warrants.

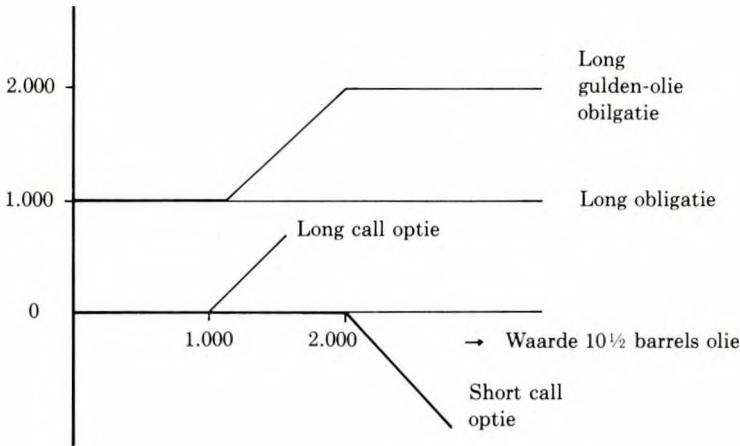
De belangrijkste voorwaarden van dit contract waren:

- een 6½% coupon en een maximale looptijd van acht jaar.
- na vier jaar wordt elk jaar een kwart van de lening afgelost.
- aflossing geschiedt tegen een verrekenprijs, die gedefinieerd is als het maximum van f 1000,- en de waarde in guldens van 10½ barrels Brent Blend olie.
- vervroegde aflossing is mogelijk indien de waarde van de olie meer is dan f 2000,-.
- de waarde van de olie wordt berekend als een jaargemiddelde van dagcijfers van olie in dollars en de wisselkoers in guldens.

Deze voorwaarden zijn redelijk standaard voor zogenaamde 'commodity-linked' obligaties. In Budd (1983) wordt een overzicht gegeven van de tot dan toe geëmitteerde goederen-geïndexeerde contracten. De voorwaarden van het contract impliceren dat de obligatiehouder een standaard vervroegd aflosbare obligatie in zijn bezit krijgt plus een call optie op de olie met een uitoefenprijs van f 1000,-. De emitterende onderneming heeft door de vervroegd aflosbaarstelling het bezit van een call optie op de olie met een uitoefenprijs van f 2000,-. Indien de obligatie niet vervroegd wordt afgelost, dan kan de totale waarde van deze obligatie op aflooptdatum worden weergegeven in figuur 2.

Figuur 2: Uitbetaling van de gulden obligatie op aflooptdatum

Uitbetaling



In de analyse wordt ervan uitgegaan dat de waarde van beide opties alleen afhankelijk is van de olieprijs. Rente- en faillissementsrisico worden achterwege gelaten. Wel wordt rekening gehouden met het feit dat de prijs waartegen wordt afgerekend, is gebaseerd op een gemiddelde olieprijs over het laatste jaar. Dit is een tijds-index optie, die kan worden gebruikt om prijsmanipulatie tegen het eind van de looptijd van een optie tegen te gaan.

Theoretische problemen om dit instrument te waarderen met behulp van optietheorie zijn er nauwelijks. Numerieke methoden zijn in staat om zelfs vrij ingewikkelde modellen op te lossen. Empirisch zijn er echter wel problemen met betrekking tot schattingen van de standaarddeviatie van de olie en

het rendement van in voorraad houden van de olie (dit is te vergelijken met het dividendrendement van een aandeel). Dit laatste is nodig als gegeven, omdat een optiehouder geen recht heeft op dit rendement. Voor gestandaardiseerde opties moet de waarderingsformule aangepast worden voor het gemiste dividendrendement. In dit geval moet de obligatie waarderingsformule worden aangepast voor het gemiste rendement op olie.

Een essentieel probleem is dat de olieprijs zich in het algemeen niet zo gedraagt als aandeelprijzen en zeker niet over een langere termijn. De olieprijsstijgingen en zeker de recente olieprijsval staan nog vers in het geheugen. Alleen over een periode van drie à vier jaar kan worden gesteld dat de standaarddeviatie schommelt tussen de 18 en 25% op jaarbasis. Met betrekking tot het rendement van in voorraad houden dient te worden opgemerkt dat het slechts onder stringente aannames mogelijk is om op basis van marktgegevens hiervoor een schatting te verkrijgen. Uit marktgegevens bleek namelijk dat beleggers bij het stellen van termijnprijzen voor olie in de emissieperiode al rekening hielden met de mogelijke prijsval in 1986. Dit leidde tot een veel lagere termijnprijs ten opzichte van de spotprijs dan op basis van een arbitragemodel te verwachten was. Maar arbitrage was op dat moment niet mogelijk, omdat niemand bereid was aan die kant van de markt te gaan zitten. Dit leidde helaas tot onaannemelijke schattingen voor het rendement van in voorraad houden. Op basis van een onderzoek naar het rendement van olie-exploitatie vonden Paddock, Siegel en Smith (1979) een schatting van 4,1% op jaarbasis, hetgeen misschien nog wel de beste indicatie kon zijn. Een conclusie uit dit onderzoek is dan ook dat voor een zo belangrijk goed als olie (en ook voor andere energie-afhankelijke goederen) meer aandacht besteed moet worden aan de modellering en de schatting van het onderliggende stochastische proces.

Voor verschillende waarden van de standaarddeviatie van de olieprijs, σ , en van het rendement van in voorraad houden, δ , is met behulp van een op optietheorie gebaseerd waarderingsmodel de theoretische waarde van de obligatie berekend. De marktwaarde van de obligatie was op dat moment van uitgifte gelijk aan 99,5 en de rente op vergelijkbare staatsleningen was 7½% (hierdoor zou een 6½%-obligatie 95,2 noteren). Met de aflossingsclausule is rekening gehouden door de waarde van leningen met een looptijd van resp. vijf, zes, zeven en acht jaar te middelen. Bovendien is rekening gehouden met de middeling van de verrekenprijs over een jaar. Dit reduceert de waarde van de optie voor de obligatiehouder aanzienlijk. De optie voor de onderneming was toch al ver out-of-the-money, zodat het daar nauwelijks invloed op heeft. De resultaten staan weergegeven in tabel 4.

Tabel 4: Theoretische waarden van de gulden-olie obligatie

δ	0%	5%	7,5%	10%
σ				
5%	129,5	103,9	97,1	95,3
10%	127,4	106,2	99,9	96,7
20%	122,8	109,4	104,2	100,6
30%	119,1	109,8	106,1	103,0
50%	112,9	107,8	105,6	103,7

Indien wordt uitgegaan van een netto voorraadrendement van 0%, dan neemt bij een toenemende standaarddeviatie de waarde van de obligatie af. De reden is dat de optie op vervroegd aflossen steeds meer waard wordt, hetgeen een verlagende invloed heeft op de waarde van de obligatie. Indien het netto voorraadrendement toeneemt, daalt de waarde van de obligatie, omdat het gemiste rendement een verlagende werking heeft op een call optie. Dit heeft de meeste gevolgen voor de conversie-optie van de obligatiehouder. De conclusie is dat bij een lage standaarddeviatie van de olie en een hoog marginaal voorraadrendement de theoretische prijs overeenkomt met de marktprijs.

Reële opties in investeringsprojecten in de olie-industrie

Tot slot zijn een drietal studies over reële opties in investeringsprojecten, zoals die ontwikkeld zijn in samenwerking met Shell International Petroleum Company, geanalyseerd. Ook hier geldt heel duidelijk de zojuist gedane aanbeveling met betrekking tot het stochastische proces van de olieprijs. Vrijwel alle projecten in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op energiegoederen, die hetzelfde probleem kennen als de ruwe olieprijs. Tijdens de vruchtbare discussies met werknemers van Shell zijn een drietal projecten geselecteerd, die als voorbeeld konden dienen voor het gebruik van optiewaardering in investeringsbeslissingen. Het gebruik van deze techniek staat nog in de kinderschoenen en het is daarom van belang veel ervaring op te doen met de implementatie ervan in de praktijk.

De eerste case betreft de beslissing om de exploitatiefase van een momenteel onrendabel Offshore olieveld te verlengen met een periode van twee jaar. De licentie voor de exploitatie van een veld heeft meestal maar een beperkte geldigheidsduur. Daarna kan de oliemaatschappij het veld afstoten, onmiddellijk gaan investeren of de exploitatiefase verlengen en daarmee de investering uitstellen. Aan dit laatste alternatief zijn kosten verbonden in de vorm van licentiebetalen. Uitstel van investeren kan zin hebben aangezien de olieprijs momenteel onvoldoende is om de investering te rechtvaardigen. Door de mogelijkheid te wachten op betere tijden kan het totale project wel rendabel worden. Immers, de mogelijkheid tot uitstel kan worden gezien als het bezit van een call optie op de contante waarde van de opbrengsten van het project (zie o.a. McDonald en Siegel (1986)). De uitoefenprijs is gelijk aan de contante waarde van de investeringskosten. Naast de licen-

tiebetalingen wordt de prijs voor uitstel bepaald door de gemiste opbrengst, die verkregen zou worden bij onmiddellijke start van het project. Dit is weer vergelijkbaar met de dividendbetalingen die wel toevloeien aan aandeelhouders en niet aan optiehouders. Indien investeren uitsluitend mag plaatsvinden na twee jaar en niet eerder, dan is de totale waarde van het project gelijk aan een Europese call optie met een looptijd van twee jaar.

De mogelijkheid tot wachten met investeren is met behulp van een netto contante waarde methode aanzienlijk lastiger te waarderen. Dit wordt niet alleen veroorzaakt door het feit dat er kosten verbonden zijn aan de verlenging van de exploratiefase waar geen directe opbrengsten tegenover staan, maar ook vanwege het voorwaardelijke karakter van het investeringsproject. Net zoals bij een gewone call optie zal het management na twee jaar slechts dan met het project doorgaan als op dat moment de netto contante waarde wel positief is. In het andere geval wordt het project afgestoten of wederom uitgesteld.

Om inzicht te krijgen in de invloed van de optiewaarde veronderstellen we dat een onmiddellijke start van het project een negatieve netto contante waarde zou opleveren. Dat betekent dat zonder de mogelijkheid tot uitstel het project zou worden afgestoten. Stel bijvoorbeeld dat de contante waarde van de netto cashinflows gelijk is aan f 90 mln. en de contante waarde van de investeringskosten gelijk is aan f 100 mln. Dit levert een negatieve netto contante waarde van f 10 mln op. Het is de vraag of de optie tot uitstel voldoende waard is om de licentiebetalingen van f 2 mln te rechtvaardigen. De risicovrije rentevoet wordt gelijk gesteld aan 5% op jaarbasis. De jaarlijkse standaarddeviatie van de onzekere cashinflows van het project, σ , en het jaarlijks gemiste opbrengstpercentage, δ , worden beide gevarieerd tussen respectievelijk 10 en 50% en 0 en 15%. In tabel 5 is de totale waarde van het project weergegeven na aftrek van de f 2 mln licentiebetalingen. Uit deze tabel blijkt dat alleen in geval de gemiste rendementen hoog zijn en de standaarddeviatie laag, het niet loont om te wachten.

Tabel 5: Totale projectwaarde in mln. gulden

	δ 0%	5%	10%	15%
σ				
10%	2,9	-0,4	-1,6	-1,9
20%	8,0	3,9	1,2	-0,4
30%	13,1	8,4	5,0	2,5
50%	22,9	17,6	13,3	9,7

De tweede case gaat over de beslissing een project met een nieuwe technologie te starten om daarmee de mogelijkheid te verkrijgen in toekomstige projecten te investeren. Dit is een typisch voorbeeld van de door Myers (1977) geïntroduceerde groei-opties. Het project in kwestie is een op zichzelf staand onrendabel project, waarin een nieuwe technologie wordt ontwikkeld. Bij een succesvolle implementatie ervan wordt de mogelijkheid verkregen ver-

gelijkbare grootschaliger projecten in diverse landen op te zetten, die mogelijkwijs wel rendabel zijn. Met de start van het proefproject wordt een groei-optie verkregen op toekomstige projecten. Het is in dit geval de vraag of de waarde van die optie opweegt tegen de negatieve contante waarde van het proefproject.

Gedurende de ontwikkeling van het proefproject bestaat na één jaar nog de mogelijkheid de investering stop te zetten en het project af te stoten. Dit betekent dat het management meer beslissingsmomenten heeft, hetgeen een grotere flexibiliteit met zich meebrengt. Het management hoeft op dit moment alleen te beslissen over het eerste jaar. Gaat zij door dan staat zij na het eerste jaar hernieuwd voor de beslissing om het proefproject te voltooien of af te stoten. Bij de beslissing om door te gaan wordt een dan nog zes-jarige optie verkregen op de netto contante waarde van het eerste grootschalige project. Dergelijke sequentiële investeringsbeslissingen kunnen worden gezien als samengestelde opties en als zodanig met behulp van optietheorie worden gewaardeerd.

Deze samengestelde opties bieden het management meer flexibiliteit dan enkelvoudige opties en zijn dientengevolge ook altijd minstens evenveel waard.

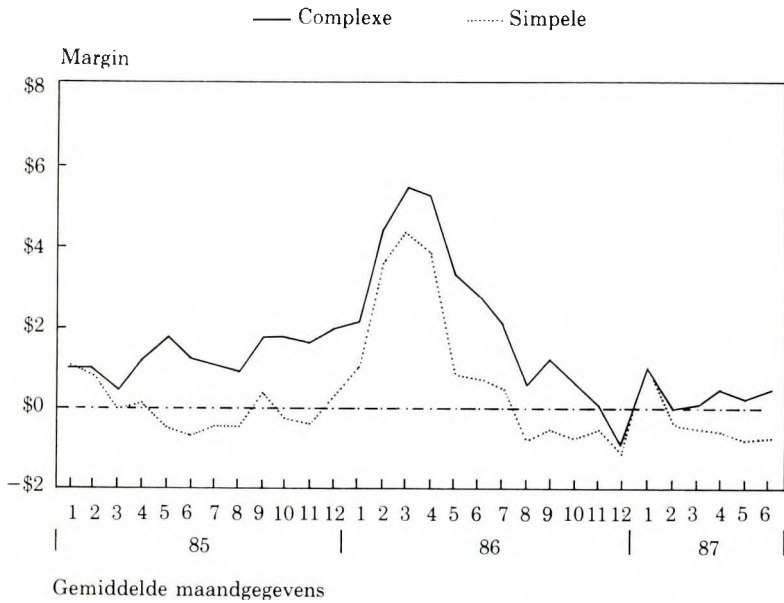
Tot slot wordt in de laatste case gekeken naar het afstoten van een productie-eenheid op een raffinaderij. Een van de redenen is dat de productie-eenheid verouderd is en de marginale winst laag. De productie-eenheid produceert zelf simpele destillaten, hetgeen resulteert in een winst ter hoogte van de simpele 'margin' (zie figuur 3). De capaciteit werd echter alleen nog maar gebruikt om de onderhoudsperiodes van andere destillatie-eenheden op te vangen. In dat geval werden er complexe destillaten gemaakt, hetgeen een complexe 'margin' opleverde.

Gezien de hoogte van de simpele margin en het feit dat de onderhoudsoverbrugging op een andere wijze kon worden opgevangen, leek het zinloos deze verouderde eenheid aan te houden. Te meer daar een aanzienlijke revisie plaats moest vinden om de eenheid nog betrouwbaar te laten functioneren.

Aangezien de 'margins' een fluctuatie onderhevig zijn kon het in sommige situaties toch zin hebben om de productie-eenheid niet af te stoten. In 1986 zou bijvoorbeeld ruim voldoende verdiend zijn aan deze reeds afgestoten eenheid. Het is, gegeven de onzekere cashinflows van het project, een kwestie van timing wanneer de eenheid moet worden afgestoten. In optietermen is deze beslissing te vergelijken met het optimale moment van uitoefenen van een Amerikaanse putoptie. Het management heeft immers het recht de eenheid te verkopen c.q. af te stoten. De opbrengst is gelijk aan de contante waarde van de kosten van in stand houden. Opgegeven worden de toekomstige cashinflows. Uit de berekeningen bleek dat de onzekerheid omtrent de simpele margin relatief laag was, zodat de optie om af te stoten niet opwoog tegen de hoge revisiekosten. Dat betekent dat het inderdaad optimaal was de productie-eenheid meteen af te stoten.

Op grond van dit onderzoek kan worden gesteld dat de bijdrage van optie-

Figuur 3: Complexe en simpele margin



theorie in investeringsbeslissingen tweërlei is. Ten eerste wordt het management geholpen om het probleem beter te structureren door zowel de opties als de onderliggende onzekere factoren expliciet te definiëren. Ten tweede kunnen sommige strategische overwegingen worden gewaardeerd, waardoor de waarde van die flexibiliteit in het investeringsproject is weergegeven.

In toenemende mate is de theorie gevorderd in het ontdekken en waarderen van allerlei opties in investeringsprojecten. Er is echter een gat ontstaan tussen de theorie en de praktijk. Niet voor niets is in maart 1988 in Boston een congres geheel aan dit onderwerp worden gewijd, waarin naast wetenschappers juist praktijkmensen aan het woord komen. Zij spreken dan over hun ervaringen met de introductie van deze techniek in de praktijk. Mijn ervaring is dat er in de praktijk oog is voor de techniek, omdat enerzijds de netto contante waarde methode onvoldoende functioneert en anderzijds de optiegedachte aansluiting vindt bij strategische overwegingen om een project te starten. Gezien de mathematische voetangels zal er echter nog wel enige tijd overheen gaan voordat deze nieuwe techniek volledig zal zijn ingeburgerd.

Literatuur

- Black, F. en M Scholes, The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economics* 81, 1973, 637-659.
Budd, N., The Future of Commodity-Index Financing, *Harvard Business Review*, July-August, 1983, 44-50.

- Galai, D., A Survey of Empirical Tests of Option Pricing Models, in M. Brenner, ed., *Option Pricing*, Lexington, Mass.: D.C. Heath, 1983, 45-80.
- Kemna, A.G.Z., *Options in Real and Financial Markets*, Dissertatie Erasmus Universiteit Rotterdam, februari 1988.
- McDonald, R.L. en D.R. Siegel, The Value of Waiting to Invest, *Quarterly Journal of Economics*, 1986, 707-727.
- Merton, R.C., Theory of Rational Option Pricing, *Bell Journal of Economics and Management Sciences* 4, 1973, 141-183.
- Myers, S.C., Determinants of Corporate Borrowing, *Journal of Financial Economics* 5, 1977, 147-175.
- Paddock, J.L., Siegel, D.R. en J.L. Smith, Option Valuation of Claims on Real Assets: The case of Offshore Petroleum Leases, *MIT Energy Lab Workingpaper* 83-005WP, 1984.