



En analyse av strukturerte produkter i det svenske markedet

av Henrik Laukvik og Anders Grytten

Veileder: Svein-Arne Persson

Masterutredning i fordypningsområdet: Finansiell økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Sammendrag

Strukturerte produkter består av en kombinasjon av flere finansielle instrumenter som kan skape unike investeringsobjekter. Produktene kan ha egenskaper som du ikke får ved direkte kjøp av aksjer, obligasjoner eller andre enkeltinvesteringer. Kompleksiteten er varierende og det kan være krevende for investorer både å forstå og verdsette produktene selv. I denne masterutredningen har vi vist hvordan vi verdsetter elleve ulike strukturerte produkter i det svenske markedet. Vi har videre analysert sannsynlighetsfordelingene til avkastningen og beregnet forventet avkastning for produktene.

Verdsettelsen vår viser at de fleste produkter har en nåverdi mellom 90-100% av totalt investert beløp, hvor noen av produktene gir kunden høyere verdi enn 100%. Produktene gir en forventet avkastning mellom 4-9%, som er høyere enn risikofrirente i denne perioden. Sannsynligheten for å få høyere avkastning enn risikofri rente varierer mellom 50-90%.

Forord

I denne masterutredningen viser vi hvordan vi kan verdsette opsjoner og strukturerte produkter. Oppgaven går grundig gjennom alle variabler og forutsetninger som er nødvendig for en slik verdsettelse. Vi anvender to prisingsmetoder som bygger på det samme teoretiske grunnlaget. Den ene metoden er basert på formler med utgangspunkt i Black & Scholes, og den andre er basert på simuleringer. Sistnevnte metode kalles Monte Carlo simulering, der vi benytter programmeringsspråket C++ for å regne ut opsjonspriser. Videre implementerer vi en risikopremie for å se hvordan de unike avkastningsfordelingene for produktene ser ut. Her beregner vi forventet avkastning og sannsynligheten for at produktene skal slå den risikofrie renten i markedet.

I vår oppgave ønsker vi å rette fokus på verdsettelsen av spesifikke produkter og analysen rundt disse. Vi ønsker ikke å legge vekt på omfattende teori, som forutsetter at leseren av oppgaven bør ha grunnleggende forståelse innenfor opsjonsteori.

Vi har under arbeidet med denne utredelsen opplevd flere høydepunkter - fra første Monte Carlo simulering til å finne verdien på et produkt basert på egne modeller og forutsetninger. Det største høydepunktet var å se den grafiske fremstillingen av produktenes avkastningsfordeling i kapittel 4. Her fikk vi se unike grafer, som representerte egenskapene i de respektive produktene.

Vi vil rette en stor takk til vår veileder Svein-Arne Persson som har kommet med konstruktive tilbakemeldinger og vært veldig hjelpsom under utredningen.

Norges Handelshøyskole,

Bergen, Juni 2013

Henrik Laukvik

Anders Grytten

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	I
FORORD	II
INNHOLDSFORTEGNELSE	III
1 INNLEDNING	1
1.1 INTRODUKSJON	1
1.2 PROBLEMSTILLING	1
1.3 OPPBYGNING AV OPPGAVEN.....	2
2 TEORI	3
2.1 HVA ER STRUKTURERTE PRODUKTER?	3
2.2 VERDSETTELSE AV STRUKTURERTE PRODUKTER	7
2.3 ANVENDTE OPSJONER OG TILNÆRMING MED FORMLER.....	9
2.4 PARAMETERE	12
2.5 AKSJEKURSENS BEVEGELSER	15
2.6 VERDSETTELSE MED MONTE CARLO SIMULERING	18
2.7 EKSEMPEL PÅ HVORDAN VI REPLIKERER	20
2.8 FORVENTET AVKASTNING	22
3 VERDSETTELSEN	25
3.1 MANGOLD FONDKOMMISSION AB – AKTIEINDEXOBLIGATION SVERIGE 9	26
3.2 HANDELSBANKEN – PREMIUMCERTIFIKAT SVERIGE	30
3.3 CARNEGIE – SVERIGE SPRINTER 2.....	34
3.4 HANDELSBANKEN – V-CERTIFIKAT SVERIGE	38
3.5 STRUKTURINVEST – SVERIGE TWINWIN 3 DEFENSIV	42
3.6 HANDELSBANKEN - KUPONGCERTIFIKAT SVERIGE	46
3.7 CARNEGIE – SVERIGE LOCK-IN.....	50
3.8 STRUKTURINVEST – INDEXBEVIS SVERIGE 20 TWINWIN.....	55
3.9 SEB - INDEXBEVIS SVERIGE STEGE	59
3.10 MANGOLD FONDKOMMISSION AB – TWIN-WIN SPRINTER SVERIGE 9	63
3.11 STRUKTURINVEST – MARKEDSWARRANT SVERIGE 7	68
3.12 DRØFTING AV VERDSETTELSEN.....	71

4	FORVENTET AVKASTNING OG SANNSYNLIGHETSFORDELING	74
4.1	MANGOLD FONDKOMMISSION AB – AIO SVERIGE 9	74
4.2	HANDELSBANKEN – PREMIUMCERTIFIKAT SVERIGE	74
4.3	CARNEGIE – SVERIGE SPRINTER 2	75
4.4	HANDELSBANKEN – V-CERTIFIKAT SVERIGE	76
4.5	STRUKTURINVEST – AIO SVERIGE TWINWIN 3 DEFENSIV	77
4.6	HANDELSBANKEN – KUPONGCERTIFIKAT SVERIGE	77
4.7	CARNEGIE – SVERIGE LOCK-IN	78
4.8	STRUKTURINVEST – IB SVERIGE 20 TWINWIN	79
4.9	SEB – IB SVERIGE STEGE	80
4.10	MANGOLD FONDKOMMISSION AB – TWINWIN SPRINTER SVERIGE 9	80
4.11	STRUKTURINVEST – MARKEDSWARRANT SVERIGE 7	81
4.12	DRØFTING AV FORVENTET AVKASTNING OG SANNSYNLIGHETSFORDELING	82
5	AVSLUTNING	84
5.1	OPPSUMMERING	84
5.2	DET SVENSKKE MARKEDET	84
5.3	FORSLAG TIL VIDERE UNDERSØKELSER	85
5.4	STYRKER OG SVAKHETER VED OPPGAVEN	85
	SYMBOLFORKLARING	87
	LITTERATURLISTE	88
	APPENDIKS	92

1 Innledning

1.1 Introduksjon

Strukturerte produkter er for mange et uforståelig konsept. Et strukturert produkt er en kombinasjon av to eller flere forskjellige finansielle instrumenter, som blir solgt videre som ett produkt. Investorene betaler for en ”pakke” med et gitt sett med egenskaper. Disse egenskapene kan være kapitalsikring av investert beløp, avkastning ved nedgang på underliggende, brattere avkastningskurver etc. Vi skal i denne oppgaven analysere forskjellige verdipapirer som går under betegnelsen strukturerte produkter.

Investeringsalternativet har fått stor kritikk i Norge, og ble regulert i 2007. Dette på grunn av manglende informasjon, slett markedsføring, generelt dårlige produkter og høye marginer til utsteder. Et begrenset marked i Norge gjorde at vi valgte å se nærmere på svenske produkter. I Sverige omsettes produktene for milliarder og her finnes det mange store tilbydere. Produktene varierer i kompleksitet, slik at det kan være vanskelig for ikke-profesjonelle investorer å vurdere om det er en god investeringsmulighet.

Ved å kombinere flere typer verdipapirer kan utsteder skreddersy produkter som er tilpasset investorenes risiko- og avkastningsprofil. Utstederne gir småsparere og andre kunder et helt nytt investeringsunivers og gir muligheter for en ny og ønsket eksponering, som tidligere var vanskelig å innta.

Spørsmålet er hvor mye er slike produkter faktisk er verdt, og hva kan investorene forvente i avkastning?

1.2 Problemstilling

Utredningen fokuserer på følgende problemstillinger:

1. Gjennomføre en verdsettelse og sensitivitetsanalyse av elleve ulike strukturerte produkter. Hva er verdien av produktene per 100 SEK investert? (Kapittel 3)
2. Hva er sannsynlighetsfordelingen til avkastning for produktene? (Kapittel 4)

1.3 Oppbygning av oppgaven

Utredningen er bygd opp av tre hoveddeler; teori, verdsettelse og analyse av avkastningen.

Kapittel 2 omhandler relevant teori for oppgaven. Her blir strukturerte produkter introdusert og vi viser hvordan vi kan verdsette disse. Vi forklarer inngående om opsjonene som blir brukt i verdsettelsen og drøfter estimeringen av parameterne. Videre gjennomgår vi aksjeprisens bevegelser og verdsettelse med Monte Carlo simulering. Til slutt går vi igjennom et eksempel på hvordan vi kan replikere produktene og forklarer forventet avkastning.

I kapittel 3 gjennomfører vi en verdsettelse og sensitivitetsanalyse for ti svenske strukturerte produkter og én warrant. Her beskriver vi hvordan vi kan replikere disse produktene og estimerer verdien per 100 SEK investert. Vi verdsetter med formler (Metode 1) og Monte Carlo simulering (Metode 2) og til slutt drøfter vi resultatene.

I kapittel 4 analyserer vi sannsynlighetsfordeling av avkastningen og forventet avkastning. Her fokuserer vi på å gi en grafisk fremstilling av fordelingen. Vi avslutter med å drøfte resultatene.

Kapittel 5 vil være den avsluttende delen. Her oppsummerer vi utredningen og ser på styrker og svakheter med oppgaven. Vi diskuterer også markedet og muligheter for videre utvidelse av oppgaven.

2 Teori

I dette kapitlet blir relevant teori gjennomgått. Vi vil først gjøre en rask utredning om hva strukturerte produkter og warranter er, og hvorfor vi har valgt det svenske markedet fremfor det norske. Videre forklarer vi hvordan vi kan verdsette strukturerte produkter og de anvendte opsjonene som blir brukt i utredningen. Vi drøfter også inngående hvordan vi har valgt å estimere parameterne. Deretter ser vi på aksjekursens bevegelser og verdsettelse med Monte Carlo simulering. Til slutt går vi igjennom et eksempel på hvordan vi kan replikere produktene og forklarer forventet avkastning.

2.1 Hva er strukturerte produkter?

Et strukturert produkt er et produkt som består av en portefølje av finansielle instrumenter. Den første og vanligste formen for strukturerte produkter er kapitalsikrede produkter. Disse består av en sikker og en usikker del. Den sikre delen er som regel en obligasjon¹ eller et bankinnskudd² som forrenter seg til det nominelle beløpet over levetiden. Den usikre delen skal gi investorene mulighet for avkastning ved bevegelser i underliggende aktiva. Denne delen består ofte av en kjøpsopsjon (call) der underliggende kan være en aksje-, eiendoms-, PE³-, kraft-, råvare- eller en valutaindeks. Produktene kan bygges opp på forskjellige måter, og man kan benytte en kurv av flere underliggende.

Strukturerte produkter *uten* kapitalsikring gir investeringsmuligheter med en høyere risiko i forhold til produkter *med* kapitalsikring, og dermed bør man forvente en høyere avkastning. Produktene tilbyr egenskaper du ikke kan få ved å direkte investere i enkelte aktiva. Eksempler på dette er delvis kapitalsikring, avkastning ved nedgang, brattere avkastning ved oppgang, varierende deltakergrad, ”bets”, innlåsningsnivåer etc. Produktene gjør det mulig for banker og andre institusjoner å skreddersy unike finansielle løsninger til sine kunder. Produktene gir muligheter for ny og ønsket eksponering, som ellers ville vært vanskelig å innta.

¹ Aksjeindeksobligasjon

² Bankinnskudd med aksjeavkastning

³ Private Equity

Produktene prises etter prinsippet om verdiadditivitet, slik at verdien av produktet settes lik summen av verdien til de instrumentene produktet er sammensatt av⁴.

2.1.1 Fra Norge til Sverige

Strukturerte produkter ble introdusert i Norge i 1992, og var først og fremst rettet mot institusjonelle investorer. I 1996 var DNB den første banken som tilbød ”bankinnskudd med aksjeavkastning” til sine privatkunder. Ti år senere holdt private investorer og husholdninger 90% av alle utestående strukturerte produkter i Norge. Omlag 75% av produktene var lånefinansiert. Flere norske eksperter gikk ut å kritiserte produktene, blant annet NHH professorene Thore Johnsen og Petter Bjerksund, som sammenlignet disse investeringene med å spille på hest.⁵

Produktene ga seg ut for å være bedre enn hva de faktisk var. Det var vanskelig for kunder uten inngående kunnskap å forstå seg på de komplekse produktene. Etter mye kritikk i media og flere rettsaker ble regelverket innstrammet av Finanstilsynet⁶ i 2006. Hovedformålet med forskriftene var å gi investorene bedre beskyttelse gjennom klassifisering av kunder⁷. De nye endringene førte til et markant fall i det norske markedet årene fremover⁸.

I Norge var det utfordrende å finne et tilstrekkelig antall, varierte og komplekse produkter til utredningen, grunnet de nye forskriftene. I vår oppgave vil vi fokusere på det svenske markedet som omfatter et større og mer spennende spekter av produkter. For at produktene skal være mest mulig sammenlignbare vil vi utelukkende analysere produkter med OMXS30 som underliggende indeks.

⁴ Axelsens. K. A og Rakkestad. K. J (2000)

⁵ <http://www.dinepenger.no/spare/kunne-like-godt-spilt-paa-hester/10089990>

⁶ <http://www.finanstilsynet.no/no/Artikkelarkiv/Rundskriv/2006/Informasjon-og-retningslinjer-ved-salg-av-sammensatte-produkter/>

⁷ <https://www.navigea.no/Om-Navigea-Securities/Trygghet-som-kunde-i-Navigea/Lovverk-og-regler/MiFID/>

⁸ Staavi, T., (2012) ”Slik ble bankens grådighet kundens tap: Historien om et massivt bedrag”. Penger til besvær 30.10.2012, Oslo

2.1.2 OMXS30

Indeksen består av de 30 mest likvide aksjene på Stockholmsbørsen. Indeksen blir revidert to ganger årlig og er en markedsvektet prisindeks. En prisindeks reinvesterer ikke dividenden, og avkastningen øker derfor ikke like mye som avkastningen til de underliggende aksjer.

2.1.3 Obligasjonelementet

Produktene består av to deler; et obligasjonelement og et opsjonelement. Obligasjoner er et verdipapir som er utstedt av en låntaker, som betaler bestemte beløp over en bestemt periode, enten ved hjelp av kupongbetalinger eller som en nullkupongsobligasjon. For å finne nåverdien av dette elementet må vi neddiskontere obligasjonen med en passende rente. Avkastningen til et produkt avhenger av verdien av obligasjonelementet +/- opsjonsutbetalingene på tidspunkt T.

Obligasjonelementet er ofte ”senior unsecured debt notes”⁹, og kan egentlig ikke betegnes som ”garantert”. Kredittrisikoen er gitt med sannsynligheten for konkurs (Probability of Default) og at selskapene ikke betaler tilbake det nominelle beløpet (Loss given Default). En tilnærming for å estimere renten til selskapsobligasjonene vil være den risikofrie renten¹⁰ pluss en kredittrisikopremie. Vi benytter den risikofrie renten i garantistens land sammen med en kredittrisikopremie spesifikk for selskapet og løpetiden. Kredittrisikopremien kan finnes med syntetisk rating. Vi har brukt kredittvurderinger fra Standard & Poor og Moody’s som er oppgitt i prospektene. Differansen mellom den nominelle investeringen og nåverdien av obligasjonen, er beløpet banken i teorien kan kjøpe opsjoner for.

2.1.4 Opsjonelementet

Sammen med obligasjonelementet, består produktene av opsjoner. En opsjon er en rett, men ikke en plikt, til å kjøpe eller selge et underliggende aktivum til avtalt pris på et fremtidig tidspunkt. En kjøpsopsjon (call) gir eieren rett til å kjøpe underliggende eiendel, hvor en salgsoptions (put) gir eieren rett til å selge underliggende eiendel. Den som kjøper vil holde en lang posisjon og den som selger vil holde en kort posisjon i underliggende. Vi vil i denne

⁹ Senior Unsecured debt blir prioritert høyere enn andre unsecured debt notes

¹⁰ Avsnitt 2.4.1

utredningen benytte notasjonene ”call” og ”put”, istedenfor kjøps- og salgsoption. Under verdsettelsen benytter vi følgende optioner for å replikere produktene:

- Europeiske optioner
- Asiatiske optioner
- Digitale optioner
- Barriereoptioner

En nærmere forklaring og en matematisk tilnærming vil vi komme tilbake til i avsnitt 2.3.

Warranter

Warranter som tilbys i markedet er eksotiske optioner tilsvarende optionsdelen i garanterte produkter. Den største forskjellen fra andre strukturerte produkter, er at en warrant ikke inneholder et obligasjonselement. Dette gir warranten en gearingeffekt¹¹, som gir muligheten for høyere avkastning, men også økt risiko. Slike investeringer kan kombineres med en obligasjon, og dermed lage en syntetisk aksjeindeksobligasjon. Investoren trenger mindre egenkapital for en slik plassering.

Deltakergrad (DG)

Deltakergrader kan sammenlignes med antall optioner eller i hvor stor grad investoren deltar i avkastningen på optionselementet. Vanligvis vil denne være 1,0, men den kan variere mellom 0,5 til 2,0. Matematisk sett vil vi finne verdien av én option og multiplisere med deltakergraden. Deltakergraden påvirker direkte verdien av optionen, og gir de en brattere ($DG > 1,0$) eller slakere payoffkurve ($DG < 1,0$). Deltakergrader blir brukt av utsteder for å gjøre produktet billigere eller mer attraktivt.

¹¹ Referer til avkastning på optioner i forhold til aksjer. For et relativt lite beløp kan en optionsinvestor få en avkastning som er langt større enn ved en tilsvarende aksjeinvestering

2.2 Verdsettelse av strukturerte produkter

Som vi tidligere har nevnt er en aksjeindeksobligasjon satt sammen av et sikkert fremtidig krav og en call. Bjerksund, Carlsen og Stensland (1999) viser i artikkelen "Aksjeindekserte obligasjoner – både i pose og sekk?" hvordan vi kan prisse en aksjeindeksobligasjon. Vår gjennomgang av hvordan vi priser strukturerte produkter vil være basert på denne artikkelen.

2.2.1 Aksjeindeksobligasjoner

Vi antar at S_0 og S_T er verdien på underliggende på henholdsvis tidspunkt 0 og T. En aksjeindeksobligasjon betaler ikke rente før forfall og utsteder garanterer det nominelle beløpet ved tidspunkt T. Verdien av en aksjeindeksobligasjon B_T kan derfor uttrykkes

$$B_T = B_0 \left[1 + \max \left(\frac{S_T - S_0}{S_0} \right) \right], \quad (2.1)$$

hvor B_0 det nominelle beløpet. Vi kan også skrive formelen (2.1) som

$$B_T = B_0 + \frac{B_0}{S_0} \max(S_T - S_0, 0). \quad (2.2)$$

I ligningen (2.2) representerer altså B_0 det garanterte beløpet. Det andre leddet fortolkes som $\frac{B_0}{S_0}$ europeiske call opsjoner med indeksen som underliggende. Denne opsjonen vil ha forfall på tidspunkt T og kontraktsprisen K lik S_0 . Det vil si hvis indeksen øker vil produktet ha samme resultat som indeksen, men dersom indeksen synker vil produktet holde det nominelle nivået. Verdien av dette produktet er derfor summen av komponentene. Vi kan derfor verdsette opsjonen og obligasjonselementet hver for seg når vi forutsetter verdiadditivitet

$$V_0(B_T) = V_0(B_0) + \frac{B_0}{S_0} V_0 \max(S_T - S_0, 0). \quad (2.3)$$

Her betegnes $V_0(\cdot)$ som dagens markedsverdi. Når vi legger verdiadditivitet til grunn, skal det ikke være arbitrasjemuligheter ved å lage en syntetisk aksjeindeksobligasjon. Vi kan finne nåverdien av obligasjonselementet ved å neddiskontere beløpet frem til forfall T,

$V_0(B_0) = e^{-r_f T} (B_0)$ ¹². Det andre leddet er verdien av $\frac{B_0}{S_0}$ call opsjoner med forfall T og dagens indeksverdi S_0 som kontraktspris.

2.2.2 Terminpris

Videre kan vi avtale prisen $F_0(S_T)$ i terminmarkedet med indeksen S_T , som underliggende på tidspunkt T. Verdien på indeksen vi bruker, S_T , inneholder kun prisstigningen – ikke dividendeutbetaling δ . I markedet vil dette bli hensyntatt i prisingen. Vi benytter r_f som risikofri rente, og uttrykket $(r_f - \delta)$ blir ofte omtalt som ”cost of carry”. Den fremtidige terminprisen er gitt med

$$F_0(S_T) = e^{(r_f - \delta)T} S_0 \quad (2.4)$$

Det kan være tilfeller hvor dividenderaten er 0 og det vil si at aksjeindeksen fullt ut reflekterer den underliggende aksjeporteføljen. Dette betyr at terminprisen gitt ved dagens indeksverdi er kontinuerlig forrentet med risikofri rente.

2.2.3 Black & Scholes (1973)

Den mest anvendte og best beskrivende formelen for teoretisk opsjonsprising er Black & Scholes¹³ opsjonsprisingsformel (B&S). Den ble presentert av Fischer Black og Myron Scholes for første gang i 1970, men ble avvist av ”Journal of Political Economy”. I 1973 publiserte Robert Merton¹⁴ en oppfølgerartikkel som generaliserte Black & Scholes-formelen og utledningen av modellen (McDonald, 2006).

Black & Scholes opsjonsprisingsformel for europeiske call og put opsjoner, under forutsetninger om at aksjen betaler kontinuerlig dividende, er henholdsvis

¹² Forutsetter ingen kredittrisiko

¹³ Black, F. & Scholes, M., 1973, The Pricing of Options and Corporate Liabilities, Journal of Political Economy 81 (3): side 637–654

¹⁴ Merton, R. C., 1973, Theory of Rational Option Pricing. Bell Journal of Economics and Management Science, 4 (1): 141–183

$$C_0 = S_0 e^{-\delta T} N(d_1) - K e^{-r_f T} N(d_2) \text{ og} \quad (2.5)$$

$$P_0 = K e^{-r_f T} N(-d_2) - S_0 e^{-\delta T} N(-d_1). \quad (2.6)$$

K er kontraktsprisen, σ er volatilitet og er $N(\cdot)$ en kumulativ sannsynlighetsfunksjon for en standard normalfordelt variabel og vi kan skrive uttrykkene for d_1 og d_2 som

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r_f - \delta + 0,5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (2.7) \text{ og} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}. \quad (2.8)$$

Markedsverdien på aksjeindeksobligasjonen kan dermed fremstilles som

$$V_0(B_T) = e^{-r_f T} B_0 + \left[S_0 e^{-\delta T} N(d_1) - K e^{-r_f T} N(d_2) \right]. \quad (2.9)$$

$V_0(B_T)$ er nåverdien av obligasjonen og opsjonselementet. Denne formelen er utgangspunktet for verdsettelsen av strukturerte produkter.

2.2.4 Forutsetninger for Black & Scholes

Forutsetninger som ligger til grunn for at B&S modellen skal holde:

1. Aksjen (terminprisen) følger en geometrisk Brownsk bevegelse

$$\text{a. } \frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz^{15} \quad (2.10)$$

2. Det er ingen transaksjonskostnader.
3. Både volatilitet, dividende og renten er konstante gjennom opsjonens levetid.
4. Handel i underliggende foregår i kontinuerlig tid
5. Den er ingen arbitrasjemuligheter i markedet.
6. Investorer har ingen begrensinger i forhold til short salg eller lånefinansiering.

2.3 Anvendte opsjoner og tilnærming med formler

I dette avsnittet skal vi studere forskjellige eksotiske opsjoner som blir brukt i verdsettelsen. Her forklarer vi hvordan vi matematisk kan tilnærme oss en pris ved hjelp av formler.

¹⁵ Aksjekursens bevegelser blir forklart i avsnitt 2.5

2.3.1 Asiatiske opsjoner

Asiatiske opsjoner, eller en opsjon med asiatisk hale, beregner S_T ved et gjennomsnitt av flere målinger. Sluttverdien som er basert på et gjennomsnitt av målinger vil redusere volatiliteten. Eventuelle toppunkter eller bunnpunkter vil bli nøytralisert av de andre målingene over opsjonens levetid. Dette er ugunstig for opsjonseieren, siden en eventuell oppside vil bli kraftig redusert. Sluttverdien til indeksen (2.11) beregnes som

$$S_{TA} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M S(\tau + k\Delta t), \quad (2.11)$$

hvor τ er tidspunktet vi starter målingene av den asiatiske halen og M er antall målinger.

Tiden mellom observasjonene er gitt ved $\Delta t = \frac{T - \tau}{M}$.

Kemna og Vorst (1990) påviste hvordan vi kan justere volatiliteten og dividenderaten som en tilnærming til et aritmetisk gjennomsnitt. Vi løser ligning (2.12) med hensyn på dividende

$$e^{(r_f - \delta)T} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M e^{(r_f - \delta)(\tau + k\Delta t)}, \quad (2.12)$$

og (2.13) med hensyn på volatilitet,

$$\sigma^2 T = \sigma_i^2 \left[\tau + \frac{1}{6} \frac{(T - \tau + \Delta t)(2(T - \tau) + \Delta t)}{T - \tau} \right]. \quad (2.13)$$

De justerte dividende- og volatilitetsatsene blir brukt direkte i B&S formelen, som approksimerer verdien av en opsjon med asiatisk hale.

Modifiserte asiatiske opsjoner

Når S_{TA} er et gjennomsnitt av indekscursen kan en asiatisk opsjon gi positiv verdi selv om $S_T < S_0$. I disse tilfellene vil en asiatisk opsjon være gunstig for investor. Flere utstedere skriver derfor i sine prospekter at gjennomsnittsberegninger kun blir benyttet ved en positiv indeksutvikling. Dette vil i vår oppgave bli omtalt som en modifisert asiatisk opsjon. For denne typen opsjoner har vi ikke formler som kan tilnærme seg den korrekte prisen. En

modifisert asiatisk opsjon gir en lavere verdi enn en vanlig asiatisk opsjon, siden den tar vekk utfall som gir positiv avkastning når $S_T < S_0$.

2.3.2 Digitale opsjoner

En digital opsjon har kun to ulike utfall, hvor en bestemt utbetaling skjer hvis en bestemt hendelse inntreffer (Hull, 2006). Risikonøytral verdsettelse gir sannsynligheten for at underliggende ligger over innløsningskursen ved forfall, $N(d_2)$. En form for digitale opsjoner er cash-or-nothing opsjoner. En cash-or-nothing *put* betaler et bestemt beløp X , dersom underliggende faller under kontraktsprisen K ved forfall og 0 dersom den ender over. Gjennomgående for produktene vi analyserer er at CON opsjonene selges deep-out-of-the-money slik at verdien av opsjonene ikke blir så høy. Ved prisingen av cash-or-nothing opsjoner kan vi anvende Reiner and Rubinstein (1991) sin formel

$$Call_{CON} = Xe^{-r_f T} N(d_2) \text{ og} \quad (2.14)$$

$$Put_{CON} = Xe^{-r_f T} N(-d_2), \quad (2.15)$$

der $N(d_2)$ kommer fra B&S formelen og X er innsatsen. Disse opsjonene gir markante hopp i payoffdiagrammet for produktene.

2.3.3 Barriere opsjoner

En barriereopsjon er på mange måter lik en vanlig europeisk opsjon. Barriereopsjoner er avhengig av om underliggende når et bestemt nivå, kalt barriere. Både call- og put opsjoner kan enten bli "slått inn" eller "slått ut". Blir den "slått ut" er opsjonen verdiløs. Barriereopsjonen er en sti-avhengig opsjon, siden vi hele tiden prøver å observere om barrieren er brutt/truffet. Det vil si at det er vanskelig å prise disse ved hjelp av vanlige formler siden vi ikke kan observere aksjekursens bevegelser. Barriereopsjoner er billigere enn standard call- og put opsjoner, noe som gjør de populære. At man betaler mindre for opsjonen, blir reflektert i en lavere gjennomsnittsutbetaling ved forfall (Hull, 2006). Inn- og ut paritet er barriereopsjonenes svar på put-call paritet. $P_{DO} + P_{DI}$ ¹⁶ er lik en standard europeisk put opsjon. For å prise en slik opsjon kan vi benytte Reiner og Rubinstein (1991) sin approksimeringsmetode (Haug, 2006). Denne fremstillingen er vist i appendiks B-1.

¹⁶ DO = Down-and-out, DI = Down-and-in

2.4 Parametere

Verdien av en opsjon er bestemt av et sett variabler. Under skal vi drøfte hvordan vi har estimert risikofri rente, kontinuerlige dividenderate og volatilitet. I verdsettelsen vil vi kun kort nevnte de estimerte parametrene, selv om alle er estimert ved hjelp av metodene beskrevet under. Resultatene er også presentert i appendiks C-2 til C-4.

2.4.1 Risikofri rente (r_f)

Den risikofrie renten vil øke (senke) verdien av en standard call (put). Dette gjelder når alle andre faktorer forblir upåvirket av renteendringen (Hull, 2012). For å finne den risikofrie renten benytter vi statsobligasjoner fra de respektive landene. Statsobligasjonene er brukt for å låne penger i sin egen valuta og vanligvis forutsetter vi at statsobligasjonene er risikofrie. Sannsynlighet for å misligholde et lån nominert i egen valuta er svært liten, hvor landet har mulighet til å trykke mer penger for å møte kravene. Derfor konkluderer vi med at statsobligasjoner er risikofrie (Hull, 2006). Den risikofrie renten i Sverige er hentet fra www.riksbanken.se, hvor man får tilgang til 2- og 5 års statsobligasjonsrenter. For produktene som har en løpetid mellom 2- og 5 år, har vi benyttet lineær interpolering for å tilpasse renten¹⁷.

For utenlandske risikofrie renter har vi brukt Datastream Advance og hentet statsobligasjonsrenter i de forskjellige landene.

2.4.2 Dividende (δ)

For å nyte av dividendeutbetaling må du eie aksjer eller eie en aksjeindeks der dividenden reinvesteres. Siden OMXS30 indeksen er en prisindeks, vil prisen falle etter dividendeutbetalinger "ex-dividende date". Det må vi ta hensyn til under verdsettingen av opsjoner. En standard call (put) vil synke (øke) i verdi når dividenderaten øker.

Vi ønsker å finne årlige kontinuerlig dividenderater som vi kan bruke i modellene våre. Dette er i utgangspunktet vanskelig, siden dividenden blir utbetalt på forskjellige diskrete tidspunkter. Det er også utfordrende å forutsi fremtidig dividenderate.

¹⁷ Appendiks C-2

I våre dividendeestimer har vi brukt historisk tallmaterialet fra Nasdaq-kontoret i Sverige. Vi fikk tilgang til OMXS30 sine totale dividendeutbetalinger de to siste årene (2011 og 2012). Selskapene på OMXS30 betaler som regel ut dividende i tidsrommet mars til tidlig juni. Etter 15.juni har det ikke blitt betalt ut dividende de siste to årene og vi bruker dette som utgangspunkt i estimeringen av dividenderaten. For å oppnå et best mulig historisk estimat burde vi benyttet oss av et større datagrunnlag. Flere av produktene vil, på grunn av lite data, basere seg på ett års dividendeutbetalinger. Produktene som er utstedt etter 15.06.2012 vil være estimert ved et gjennomsnitt. Vi har brukt dividendutbetalingen per 15.juni det respektive året og delt på verdien av OMXS30 den dagen produktet utstedes. Ved gjennomsnittsberegningen har vi vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger i forhold til dagens verdi av OMXS30¹⁸.

2.4.3 Volatilitet (σ)

Det kan sies at volatiliteten er et mål på usikkerheten til en eiendels avkastning. Ved prising av opsjoner vil økt volatilitet øke prisen både for en vanlig call og put opsjon. I formlene vi benytter blir volatiliteten behandlet som en konstant, som er hensiktsmessig i teoretiske fremstillinger. I virkeligheten er volatiliteten en variabel som varierer med tiden. Maheu og McCurdy (2000) hevdet at modeller som B&S, ikke gir en mer upresis verdi enn modeller som bruker tidsvarierende volatilitet.

Den forventede avkastningen og prisen på produktene vil være sterkt avhengig av volatiliteten til underliggende. Fremtidig volatilitet er ukjent og må estimeres. Metodene som blir brukt kan deles i to; den første baserer seg på historiske data og den andre er en metode for å finne implisitt volatilitet på opsjoner som allerede finnes i markedet. Studier viser at implisitt volatilitet gir bedre prediksjoner enn historisk volatilitet¹⁹. Studiene baserer seg på perioder som er kortere enn løpetiden på våre produkter. Det er dessverre vanskelig å overføre resultater fra en kort periode til en lengre periode. Ved estimering av historisk volatilitet har man flere valgmuligheter. Konstant volatilitet, EWMA-modellen og GARCH-modellen er kanskje de viktigste modellene.

¹⁸ Appendiks C-3

¹⁹ Løland Andreas og Aas Kjersti, 2008, *Volatilitet og avkastning*, notat nr: SAMBA 06/08, Norsk Regnesentral

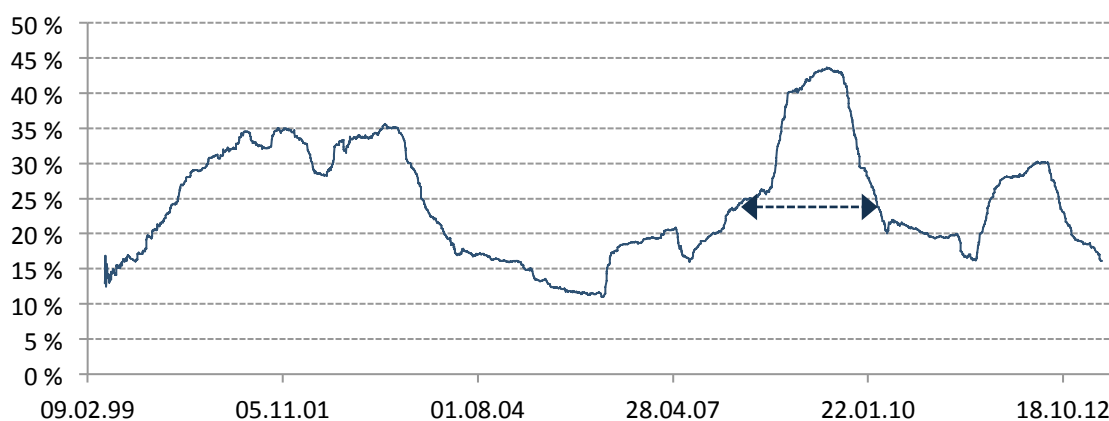
I denne utredningen har vi basert estimatene på logaritmiske daglig avkastninger gitt ved

$$u_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right), \quad (2.16)$$

der S_i er aksjeprisen ved slutten av et intervall ($i = 0,1,2,n$) og u_i er den daglige avkastningen. Dermed får man et estimat av volatiliteten σ til den daglige avkastningen u_i , som er

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n u_i^2 - \frac{1}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n u_i\right)^2}. \quad (2.17)$$

Figur 2-2-5-1 viser at den historiske volatiliteten var unormalt høy under finanskrisen.



Figur 2-2-5-1, Rullerende 1-årig volatilitet på OMXS30. Kilde: Datastream Advance

De siste årene har vist seg å være svært volatile og spørsmålet er om dette vil gjenta seg. Vi mener at de siste fem årene ikke kan danne grunnlaget for volatiliteten videre, og har valgt å ”klippe” bort deler av finanskrisen (Se pil i Figur 2-2-5-1). Perioden vi har valgt å se bort i fra, strekker seg fra 01.04.2008 til 03.03.2010. Samtidig har vi valgt å se på lengre horisonter enn produktenes levetid, nemlig 5-, 7- og 10 år²⁰.

Ettersom OMXS30 er en indeks som består av flere aksjer fra forskjellige sektorer bør porteføljen være relativt veldiversifisert. Elton & Gruber (1984) hevder at en portefølje bestående av 30 aksjer har et standardavvik på 20,870%.

²⁰ Appendiks C-4

2.5 Aksjekursens bevegelser

Aksjekursene beveger seg opp og ned på en tilfeldig og usystematisk måte. Dette gjør at vi modellerer aksjekursen ved hjelp av en stokastisk prosess. I finansiell litteratur forutsetter man at aksjekursen er en kontinuerlig variabel og kontinuerlig i tid. Dette er i realiteten feil. Aksjehandelen skjer ikke 365 dager i året og til alle døgnets tider. Det er kun mulig å kjøpe aksjer i børsens åpningstider, det vil si at handelen skjer i diskret tid. Aksjeprisene handles i intervaller, for eksempel i steg på 25 øre, og ikke som kontinuerlige variabler. På denne måten kan vi si at aksjekursene er en diskrete variabel.

Denne fremstillingen er basert på John C. Hull (2006) og Kerry Back (2005).

2.5.1 Markov-prosess

En Markov-prosess er en stokastisk prosess der kun variabelens nåverdi er relevant for å forutsi fremtiden. Det vil si at den historiske kursutviklingen *ikke* har påvirkningskraft på fremtidig verdi. Denne egenskapen er konsistent med svak form markedeffisiens, der dagens aksjepris inneholder all tilgjengelig informasjon. I et velutviklet finansmarked er det flere investorer som følger aksjeprisene tett, som fører til at aksjeprisen til en hver tid reflekterer informasjonen i markedet.

2.5.2 Wienerprosessen

En wienerprosess er en spesiell type Markov-prosess med en forventet avkastning lik 0 og et standardavvik på 1 per år. Dette er også kjent som en brownsk bevegelse. Vi kan si at variabelen z er en wienerprosess dersom følgende egenskaper er oppfylt:

1. Endringen Δz for en kort tidsperiode Δt er gitt ved $\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$, der ε er standard normalfordelt $N(1,0)$.
2. Verdien av Δz for to tilfeldige ulike tidsintervaller, Δt , er uavhengige.

Vi kan se for oss endringene i variabelen z over en lengre periode, T . Dette kan skrives som $z(T) - z(0)$. Summen av endringen i variabelen z i n korte tidsintervaller, hvor $n = \frac{T}{\Delta t}$, er

$$z(T) - z(0) = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \sqrt{\Delta t}, \quad (2.18)$$

og ε_i er ($i=1,2,\dots,n$) normalfordelt $N(1,0)$.

Den andre egenskapen sier at z følger en Markov-prosess og er uavhengig av hverandre. Fra ligning (2.18) kan vi se at $z(T) - z(0)$ er normalfordelt med

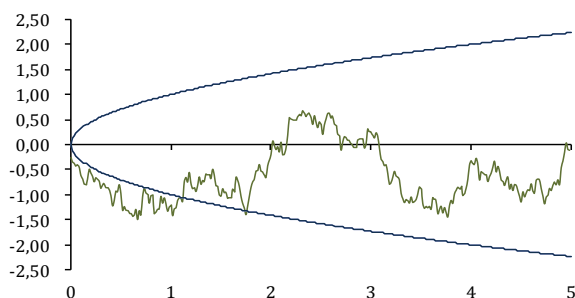
$$\text{gjennomsnitt} \quad [z(T) - z(0)] = 0, \quad (2.19)$$

$$\text{varians} \quad [z(T) - z(0)] = n\Delta t = T \text{ og} \quad (2.20)$$

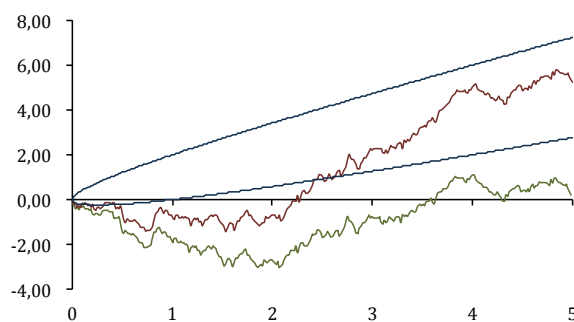
$$\text{standardavvik} \quad [z(T) - z(0)] = \sqrt{T}. \quad (2.21)$$

Når tidsintervallene går mot 0, $\Delta t \rightarrow 0$, benytter vi notasjonen dz som en wienerprosess. Størrelsen på endringen i z er proporsjonal med Δt , $\Delta z = \sqrt{\Delta t}$. Dette vil si at når Δt er korte, vil endringen i z være relativt mye høyere. Dette tilsier at den forventede lengden på prisbanen som følger z i et tilfeldig tidsintervall er uendelig. Intuitivt kan vi si at uansett hvor mye vi zoomer inn på en wienerprosess, vil du fortsatt se nye bevegelser – kursen blir aldri tilnærmet en rett linje.

Figur 2-3-3-1 viser en wienerprosess over fem år, med en startverdi på null og standardavvik på 1 per år. Driftraten er null, og kursen i vårt eksempel varierer her mellom -1,5 og 0,5. Av tilfeldigheter vil slike prosesser noen ganger drifte nedover eller oppover. Ved flere simuleringer vil avkastningen tilnærme seg null. Dette vil ikke gi insentiv til å investere, siden den forventede avkastning er 0%.



Figur 2-3-3-1 Aksjekurs uten drift.



Figur 2-3-3-2 Aksjekurs med (rød) og uten drift (grønn)

2.5.3 Prisprosess for ikke-dividendebetalende aksjer

For en stokastisk prosess er driftraten den gjennomsnittlige endringen per tidsenhet. En generell wienerprosess trenger ikke å ha forventning lik null eller et standardavvik på én. I Figur 2-3-3-2 ser vi wienerprosessen med drift (rød kurve) og uten drift (grønn kurve). Dette gir incentiver til å investere.

Vi kan se på den karakteristiske forskjellen på prosessene, hvor den ene klart drifter oppover. En mangel er at slike prosesser teoretisk sett kan bli negative. Aksjekursene følger ikke en standardisert wienerprosess med konstant drift og konstant varians. Grunnen er at modellen ikke tar hensyn til den forventede prosentvise avkastningen investorene krever. Dette er uavhengig av aksjekursen. Investoren vil kreve den samme avkastning selv om kursen er 10 eller 100. Det medfører at den konstante driftraten må byttes ut med en forventet avkastning som er konstant. Ligning (2.22) tar hensyn til både at forventningen μ og volatiliteten σ er proporsjonal med aksjekursen S ,

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz, \quad (2.22)$$

Dette kalles en geometrisk brownsk bevegelse. Vi kan videre dividere begge sidene på aksjekursen S , slik at vi får prosentvis avkastning i perioden dt ,

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz, \quad (2.23)$$

som er en forutsetninger for at B&S skal holde.

2.5.4 Den lognormale egenskapen

Ved å bruke Itô's lemma (K. Itô, 1951), som er et stokastisk analyseverktøy, kan vi utlede prosessen til $\ln S$. Her følger S en geometrisk brownsk bevegelse. Vi kan videre definere $G = \ln S$, som gjør at dG er den logaritmiske avkastningen til aksjen. Ifølge Back (2005) er ligning (2.23) ekvivalent med ligning (2.24),

$$dG = d \ln S = \left(\mu - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) dt + \sigma dz. \quad (2.24)$$

Vi forutsetter at aksjen utbetaler en kontinuerlig dividende. Formel (2.24) skrives da som

$$dG = d \ln S = \left((r_f - \delta) - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) dt + \sigma dz. \quad (2.25)$$

Sannsynlighetsmålet til prosessen er nå endret fra det subjektive sannsynlighetsmålet (den virkelige verdens sannsynlighetsmål) til det ekvivalente martingalmålet (den risikonøytrale verdens sannsynlighetsmål). Neste steget er å løse ligningen for S . Vi integrerer derfor $e^{\ln S} = S$. Vi kan nå finne aksjeprisen på et vilkårlig tidspunkt t ved hjelp av den geometriske brownske bevegelsen

$$S_t = S_0 e^{\left((r_f - \delta) - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) t + \sigma dz}. \quad (2.26)$$

Ligning (2.26) kan også skrives på diskret form. Aksjekursen på tidspunkt $t + \Delta t$ er gitt ved

$$S_{t+\Delta t} = S_t e^{\left((r_f - \delta) - \frac{1}{2} \sigma^2 \right) \Delta t + \sigma \epsilon \sqrt{\Delta t}}. \quad (2.27)$$

Vi benytter denne formelen (2.27) til å verdsette produktene med Monte Carlo simulering.

2.6 Verdsettelse med Monte Carlo simulering

I våre analyser benytter vi Monte Carlo simulering for å verdsette opsjonene (Metode 2). Monte Carlo simuleringer er basert på en teknikk kalt risikonøytral verdsettelse. Metoden simulerer aksjekursens utvikling og er svært utbredt i finansbransjen. Vi bruker C++ som er et programmeringsspråk som står til å være et ”state-of-the-art”-verktøy i finansiell litteratur.

Det er flere opsjoner som ikke har kjente ”closed form solutions”. I slike tilfeller kommer Monte Carlo simulering til sin nytte. Ved hjelp fra ligning (2.27) kan vi simulere prisbanen til underliggende over løpetiden og beregne opsjonens verdi ved forfall. Verdien neddiskonteres med risikofri rente til dagens verdi. Denne rutinen gjentas flere ganger og gjennomsnittet vil være opsjonens verdi.

Ved Monte Carlo simulering er det nødvendig å generere ensartede tall mellom 0 og 1 fra en uniform fordeling. Dette transformeres til standard normalfordelte tall. Deterministiske tilfeldige tallgeneratorer som er bygget av en data kompilator, klarer ikke å generere tilfeldige tall. Disse genererte tallene blir kalt for ”pseudo-random numbers” (J. London, 2005). En tilfeldig tallgenerator har i utgangspunktet to oppgaver; at den klarer å generere tallene hurtig, og at den er i stand til å generere tall som ikke klumper seg. Dersom den tilfeldige

tallgeneratoren klumper tallene, vil det kreve flere simuleringer før den konvergerer mot riktig verdi. Ved prising av opsjonselementene våre har vi brukt mellom 200 tusen og 100 millioner simuleringer. Antall simuleringer avhenger av opsjonens kompleksitet. Samtidig som man ønsker å oppnå en tilnærmet korrekt pris, er også tidsaspektet ved simuleringene en faktor som spiller inn. Ved prising av eksotiske opsjoner må man ofte simulere hele eller deler av prisbanen. Dette vil følgelig være mer tidkrevende.

2.6.1 Standardavvik

Når vi skal måle presisjonen av Monte Carlo simuleringene trenger vi standardavviket til estimatet. La $C(\tilde{S}_i)$ være en call pris generert fra et tilfeldig trekk. Om vi har n simuleringer, vil Monte Carlo estimatet bli

$$\bar{C}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C(\tilde{S}_i). \quad (2.28)$$

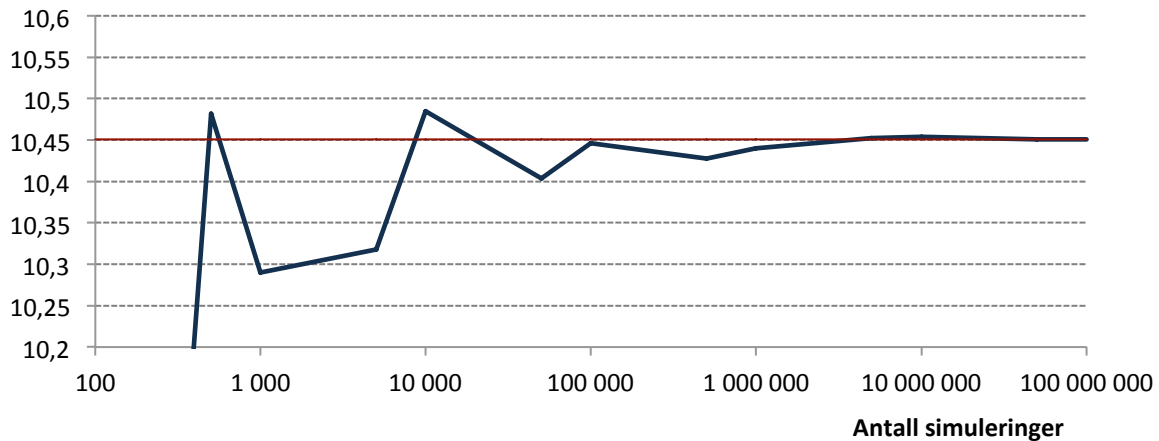
La oss si at σ_C er standardavviket av ett trekk og σ_n er standardavviket av n trekk (McDonald, 2006). Variansen til gjennomsnittet, gitt uavhengige og identisk fordelte \tilde{S}_i verdier, er

$$\sigma_n = \frac{1}{\sqrt{n}} \sigma_C. \quad (2.29)$$

Kvaliteten på estimatet øker med flere antall simuleringer å vil ved en firedobling halvere feilestimatet (Bøe, G.M., 2007).

2.6.2 Eksempel på opsjonsprising med Monte Carlo

For å demonstrere Monte Carlo simulering skal vi se nærmere på verdien av en europeisk call. Den vil utbetale $\max(S_T - K, 0)$ ved forfall. Vi setter kontraktspris; 100, aksjepris; 100, volatilitet; 20%, rente; 5% og tid 1 år. Dermed regner vi det ut med Black & Scholes-modellen som gir oss en opsjonsverdi på 10,4505836.



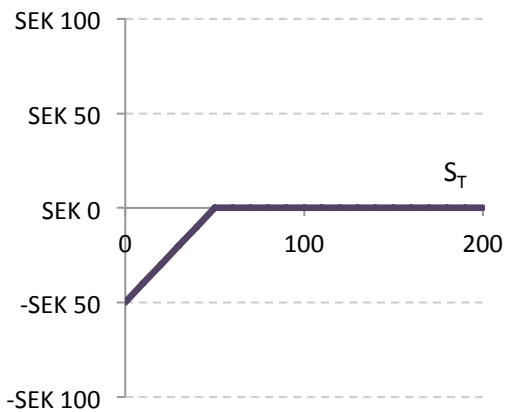
Figur 2-6-2-1, Eksempel Monte Carlo simulering. (Appendiks C-1)

Figuren viser hvordan Monte Carlo simuleringene konvergerer mot den korrekte prisen ved økt antall simuleringer. Den horisontale aksene er av logaritmisk skala. Simuleringene gir verdier som både er over og under korrekt pris. Prisen ved 100 simuleringer er 8,59681, som ligger nesten 18% unna Black & Scholes prisen. Få simuleringer kan gi betydelige avvik. Ved 100 millioner simuleringer er prisen 10,4506 og avviker fra B&S verdien med kun 0,00016%. Derfor er det viktig at modellene vi benytter er så "lean", rask og effektiv som mulig. Dette gjør at vi simulerer mange ganger for å tilnærme oss en korrekt pris.

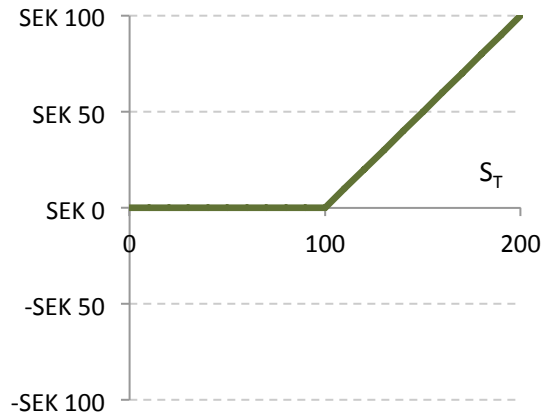
2.7 Eksempel på hvordan vi replikerer

Verdsettelsen baserer seg på verdiadditivitet, hvor vi lager syntetiske produkter bestående av flere finansielle instrumenter. Først finner vi nåverdien av obligasjonselementet, som skal forrente seg til nominell verdi ved produktets slutt, T. Så benytter vi opsjoner som sammen med obligasjonen lager et produkt med et gitt sett med spesielle egenskaper. Dagens verdi på produktet vil være verdien av opsjonene pluss nåverdien av obligasjonen. For å forklare intuitivt hvordan vi kan replikere, ser vi på et eksempel med to opsjoner og en obligasjon.

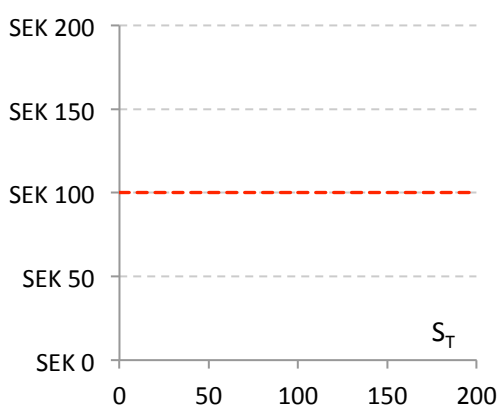
Vi har konstruert et produkt hvor $S_0=100$, som består av en kort put med kontraktspris 50 (Figur 2-7-1) og en lang call med kontraktspris 100 (Figur 2-7-2). I Figur 2-7-3 er obligasjonen på 100 SEK, som er verdien på tidspunkt T. Summen av instrumentene er oppsummert i Figur 2-7-4.



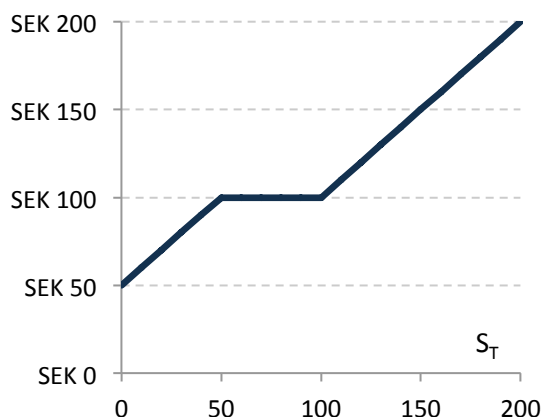
Figur 2-7-1 Put @ 50



Figur 2-7-2 Call @ 100



Figur 2-7-3 Obligasjon 100 SEK



Figur 2-7-4 Produkt

Dette produktet har 3 ulike scenarier: 1) Call opsjonen kan få verdi, 2) Begge opsjonene blir verdiløse og 3) Put opsjonen kan få verdi.

Obligasjonen skal sørge for at utsteder ved forfall skal være i stand til å utbetale 100 SEK. La oss si at nåverdien av obligasjonselementet er 90 SEK. Dette gir utsteder 10 kroner å kjøpe opsjoner for. Put opsjonen selges for 5 SEK og call opsjonen kjøpes for 10 SEK. Nåverdi = $90 - 5 + 10 = 95$ SEK. Bankens margin vil i dette tilfellet ha være 5 SEK per 100 SEK investert (eksklusiv kurtasje). Utbetaling på tidspunkt T er 100 SEK +/- verdi av opsjonselementet.

Hvordan vi beregner avkastningen til dette produktet diskuteres i neste avsnitt²¹.

²¹ Tabell 2-8-1

2.8 Forventet avkastning

Opsjonsprising bygger på en teknikk kalt risikonøytral verdsettelse. En risikonøytral investor vil være indifferent mellom en sikker og en usikker utbetaling, med lik forventet avkastning (McDonald, 2006). Vi antar ikke at *investorene* er risikonøytrale. Loven om én pris sikrer oss at det ikke finnes arbitrasjemuligheter. Driftsleddet er gitt ved risikofri rente minus dividende. Dette gjelder under det ekvivalente martingalmålet, vanligvis notert som Q.

Når man skal beregne avkastning og avkastningsfordeling til produktene kan vi ikke lenger benytte risikonøytral verdsettelse. Avkastningen til en opsjon avhenger av forventet avkastning på underliggende indeks. Siden vi tidligere har antatt at aksjeprisen følger en geometrisk brownsk bevegelse vil vi kunne anvende CAPM²² (Joshua D. Coval & Tyler Shumway, 2000).

CAPM beskriver sammenhengen mellom risiko og forventet avkastning. Den generelle idéen bak CAPM er at investorer må få kompensasjon på to måter. Tidsverdien av penger er representert ved den risikofrie renten r_f . Den andre delen representerer risiko og beregner hvor mye kompensasjon investor trenger for å ta på seg ekstra risiko. Forventet avkastning \bar{r}_A med CAPM er

$$\bar{r}_A = r_f + \beta_A (\bar{r}_M - r_f), \quad (2.30)$$

hvor β_A er beta og \bar{r}_M er forventet avkastning i markedet. Betaen måler den systematiske risikoen på underliggende. OMXS30 er en såpass diversifisert portefølje at denne representerer markedets avkastning og vi forutsetter β_A lik 1. Opsjoner betaler ikke dividende δ , det vil si at vi må justere formel (2.30) for dividendeutbetalinger,

$$\bar{r}_A = r_f + \bar{r}_p - \delta, \quad (2.31)$$

hvor \bar{r}_p er risikopremien. Dette estimatet vil vi bruke for å beregne indeksens forventede avkastning. Fra formel (2.31) er risikofri rente og dividende kjent, men risikopremien er ukjent. Den tekniske delen ved Monte Carlo simulering går ut på å endre driftsleddet fra

²² Capital Asset Pricing Model

$(r_f - \delta)$ til $(r_f - \delta + \bar{r}_p)$. Risikopremien er en grunnleggende og kritisk komponent i porteføljeforvaltning, foretakets finansiering og verdsettelse. Risikopremien er vanskelig å estimere og endres over tid. Det finnes flere metoder for å estimere risikopremien på. Damodoran²³ har estimert risikopremien i det svenske markedet til 5,80%. Denne risikopremien bygger på *landets* kredittrating, Credit Default Swaps, samt en risikopremie som er estimert fra den implisitte premien fra S&P500.

I en undersøkelse med flere professorer, firmaer og analytikere, blir den gjennomsnittlige premien i Sverige satt til 5,9%²⁴. De to estimatene er ganske like og de er estimert på to forskjellige måter. Flere andre kilder gir oss tilsvarende risikopremier, så vi velger å benytte oss av et estimat på 5,85%.

Avkastning uten kurtasje er gitt med

$$\pi_T = \frac{B_T - (S_0 + W)}{S_0 + W}, \quad (2.32)$$

og avkastning med kurtasje er

$$\pi_{TL} = \frac{B_T - (S_0 + W + L)}{S_0 + W + L}, \quad (2.33)$$

hvor L er kurtasje, B_T er verdien av produktet ved forfall og W er overkurs. Årlig avkastning med kurtasje er

$$\pi_L = \left[(\pi_{TL} + 1)^{\frac{1}{T}} \right] - 1. \quad (2.34)$$

La oss ta utgangspunkt i produktet vi replikerte i avsnitt 2.7, og forutsetter at det hadde en varighet på 3 år og kurtasje på 2%. Alternative utfall; 1) $S_T = 40$, 2) $S_T = 80$ og 3) $S_T = 130$, hvor 100 var den nominelle investeringen.

²³ http://people.stern.nyu.edu/ADAMODAR/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

²⁴ <http://www.iese.edu/research/pdfs/di-0920-e.pdf>

	$S_T = 40$	$S_T = 80$	$S_T = 130$
Avkastning	-10,0 %	0,0 %	30,0 %
Avkastning med kurtasje	-11,8 %	-2,0 %	27,5 %
Avkastning OMXS30	-60,0 %	-20,0 %	30,0 %
Årlig avkastning	-3,5 %	0,0 %	9,1 %
Årlig avkastning med kurtasje	-4,1 %	-0,7 %	8,4 %
Årlig avkastning OMXS30	-26,3 %	-7,2 %	9,1 %

Tabell 2-8-1 Avkastning

I Tabell 2-8-1 gir produktet en lik eller bedre avkastningen enn OMXS30 (eksklusiv kurtasje). For eksempel ved en nedgang i OMXS30 på 20% ($S_T=80$), vil produktet gi en total avkastning på 0%. Ved positiv utvikling vil produktet gi samme resultat som OMXS30 eksklusiv kurtasje.

3 Verdsettelsen

I dette kapitlet skal vi anvende teorien til å verdsette ti ulike strukturerte produkter og én warrant. Tallene baserer seg på en startkurs på 100 ($S_0 = 100$).

For å gjøre fremgangsmåten mest mulig oversiktlig, vil vi ta utgangspunkt i følgende fem hovedpunkter for alle produktene:

1. Beskrivelse av produktet
2. Replikeringsstrategi
3. Parametere
 - a. Risikofri rente
 - b. Volatilitet
 - c. Dividenderate
4. Verdsettelse
5. Sensitivitetsanalyse

Alle produktene og warranten har OMXS30 som underliggende (Se avsnitt 2.1.2). I prospektene er det vanlig å oppgi indikerende nivåer på barrierer og deltakergrader. De faktiske nivåene blir satt ved produktets start, og avhenger blant annet av emisjonsvolumet. I vår verdsettelse benytter vi nivåene som blir fastbestemt på startdagen. I ”Standard informasjon”-tabellene for de respektive produktene er det oppgitt indikerende deltakergrader og endelige deltakergrader i parentes.

Selve verdsettelsen deles opp i to deler, der vi verdsetter obligasjonselementet og opsjonselementene separat under forutsetningen om verdiadditivitet. Videre vil vi benytte to metoder når vi verdsetter opsjonselementet. Metode 1 er verdsettelse med formler og metode 2 er verdsettelse med Monte Carlo simulering. Begge disse metodene tar utgangspunkt i Black & Scholes. Kodene fra Monte Carlo simuleringene finnes i appendiks og vil bli henvist til når opsjonene blir brukt for første gang i verdsettelsen.

For alle de elleve verdsettelsene vil resultatene bli presentert i en respektiv tabell. Her ser vi også på avvik mellom prisingsmetodene. Flere av produktene benytter seg av en modifisert asiatisk call, dette er diskutert i avsnitt 2.3.1. Metode 1 benytter formler for å prise en vanlig

asiatisk call, som ikke tar hensyn til den modifiserte halen. Det vil derfor forekomme avvik i prisingen mellom metodene.

3.1 Mangold Fondkommission AB – Aktieindexobligation Sverige 9

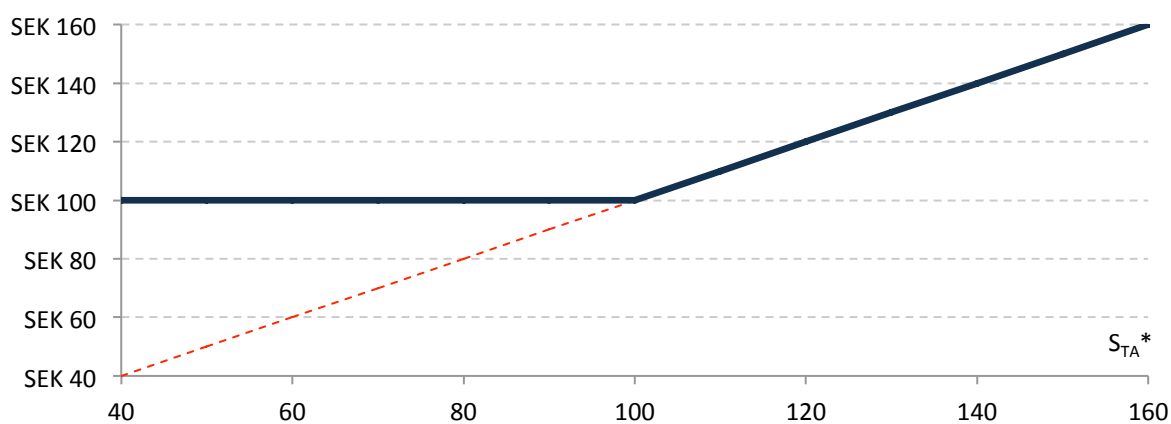
3.1.1 Beskrivelse av produktet

Mangold Fondkommission AB sin aksjeindeksobligasjon er et relativt enkelt produkt. Det består av et obligasjonselement og en lang call med en asiatisk hale. De gjennomsnittlige målingene starter ett år før produktets sluttdato, og avkastningen vil være basert på et aritmetisk gjennomsnitt av de 13 observerte kursnivåene. I prospektet tar de utgangspunkt i en deltakergrad på 1,0, men denne ble endret til 0,85 ved produktets start. Det vil si at kunden får ta mindre del av oppsiden, ved en eventuell børsoppgang. Investor har ingen valutarisiko siden produktet er nominert i SEK. Kurtasjen er 2% av nominelt beløp, altså innbetalingsbeløpet er 2% høyere enn den garanterte summen.

Løpetid	5 år (23.10.2012 – 13.11.2017)
Kapitalsikring	Ja
Asiatisk hale	Ja, 13 målinger
Deltakergrad	1,0 (0,85)
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-1-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-1-1, Aktieindexobligation Sverige 9.



* S_{TA}^* er underliggende indeks med 13 gjennomsnittlige målinger, se ligning (2.11).

3.1.2 Replikeringsstrategi

Det første vi gjør er å neddiskontere obligasjonselementet på 100 SEK, med en risikofri rente pluss en kredittrisikopremie. Dette vil sørge for at utsteder kan betale tilbake den garanterte summen ved produktets slutt. Så kjøper vi en call opsjon, med asiatiske hale og levetid på 5 år.

$$\text{Obligasjonselement} = 100e^{-(r_f+r_{kp})\times T}$$

$$\text{Opsjonselement} = DG \times \max[OMXS30^{\text{Slutt}^*} - 100, 0]$$

OMXS30^{Slutt*} tilsvarer et aritmetisk gjennomsnitt av 13 målinger, det siste året.

3.1.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten er hentet fra www.riksbanken.se. Vi har tatt utgangspunkt i startdagen 23.10.12 og estimerer en kontinuerlig rente på 1,070%.

Volatilitet: Den estimerte 7-års volatiliteten på 21,920%, ligger imellom 5 og 10-års estimatene våre. Vi legger denne til grunn for verdsettelsen av produktet.

Dividende: Den estimerte dividenden er 4,032% og gir en kontinuerlig dividende på 3,953%. Denne dividenden er vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger.

Verdsettelsen

AIO Sverige 9	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		89,079	89,079	
Call @ 100 (A)	100 000	9,296	9,298	-0,002
Verdi		98,374	98,376	-0,002
Verdi per 100 SEK		96,445	96,448	-0,002

Tabell 3-1-2 AIO Sverige 9

Obligasjonselement

Emittenten av produktet er Morgan Stanley og obligasjonen er en senior unsecured debt note. I prospektet får vi opplyst at kredittratingen Moody's har lagt til grunn er Baa1. En Baa1 rating tilsier en kredittrisikopremie på 1,57% (Knivsflå, 2012). 5-årige

statsobligasjoner fra USA hadde en yield på 0,77% ved produktets starttidspunkt. Den kontinuerlige neddiskonteringsrenten blir 2,313%. $100e^{-(0,023) \times 5}$ gir en nåverdi på 89,079 SEK.

Opsjonselement

Metode 1: Verdssettelse med formler

Den asiatiske halen gjør det vanskelig å estimere verdien direkte ved hjelp av B&S. Vi benytter derfor Kemna og Vorst (1990) sin approksimering for å justere dividenderaten og volatiliteten. Vi justerer dette ved hjelp av formler (2.12 og 2.13). Vi får justert dividende og volatilitet på henholdsvis 3,667% og 20,295%.

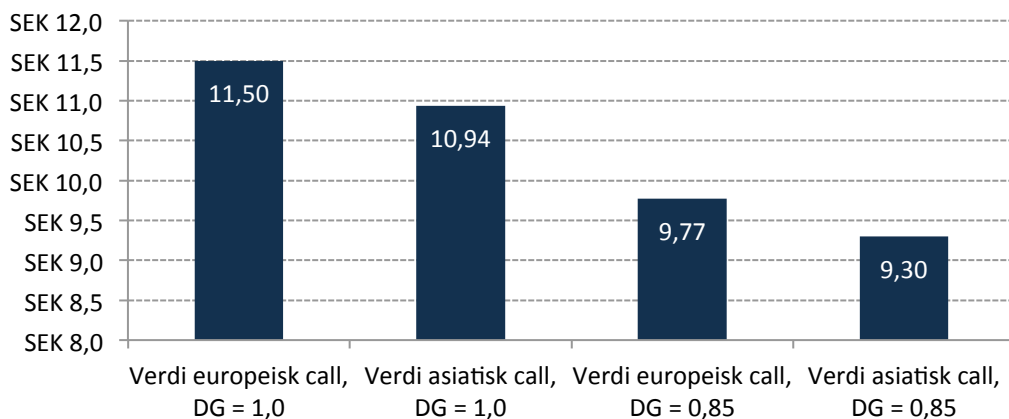
Videre benytter vi B&S formelen (2.5, 2.7 og 2.8) for å finne verdien av opsjonen. Verdien av call opsjonen blir 10,938 SEK, multiplisert med deltakergraden på 0,85 blir den verdt 9,298 SEK. Den samlede verdien på obligasjonselementet og den asiatiske call opsjonen blir 98,376 SEK, og verdien per 100 SEK investert er 96,448.

Metode 2: Verdssettelse med Monte Carlo simulering

Vi benytter modellen ”Asiatisk opsjon”, som ligger vedlagt i appendiks A-1. Vi kjører 100 millioner simuleringer og får en call med verdi 10,936 SEK (1,0 i DG) og 9,296 SEK (0,85 i DG). Verdien per 100 SEK er 96,445 og har en standardfeil på 0,0022. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [96,441 , 96,449].

Dekomponering av asiatisk hale

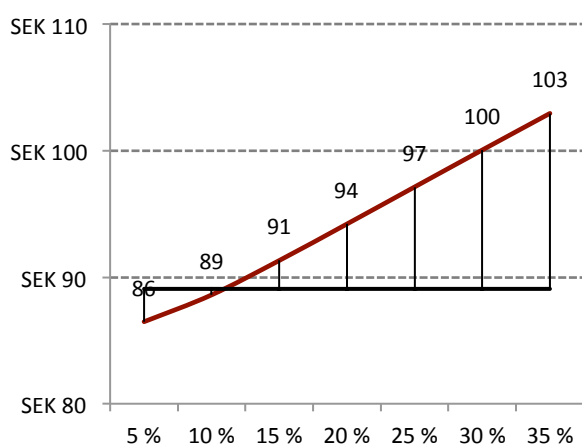
Vi skal se på hvordan den asiatiske halen og deltakergraden påvirker verdien av opsjonen. En europeisk opsjon vil ha en høyere verdi enn hva en asiatisk opsjon vil ha. Produktet benytter også en deltakergrad på 0,85, som gjør at verdien av opsjonen faller ytterligere. I Figur 3-1-2 ønsker vi å illustrere grafisk hvordan opsjonsverdien faller. Den asiatiske halen reduserer verdien av opsjonen med ca 0,56 SEK, og deltakergraden reduserer verdien av opsjonen med ca 1,64 SEK.



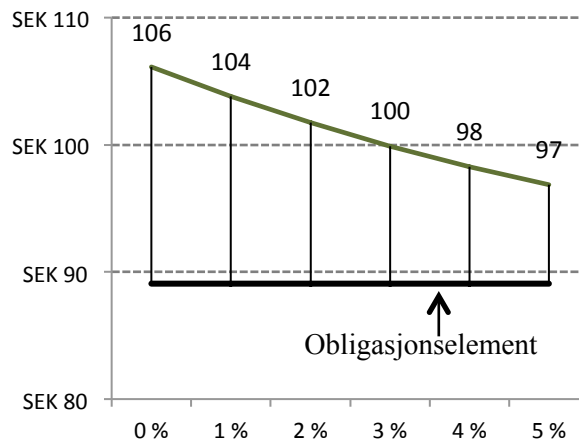
Figur 3-1-2: Til venstre i tabellen er en vanlig europeisk call, og til høyre er en asiatisk call med deltakergrad på 0,85.

3.1.4 Sensitivitetsanalyse

Valg av parametere er utslagsgivende for verdsettelsen. En standard europeisk opsjon vil alltid stige i verdi når volatiliteten stiger, siden store svingninger i underliggende gir muligheter til en høy positiv oppside. Vi har benyttet Monte Carlo simulering med én million simuleringer for utregningene. For å oppnå en verdi på 100 SEK bør volatiliteten ligge opp mot 30%, noe som er rimelig høyt i løpet av en 5-års periode på en indeks med 30 underliggende aksjer.



Figur 3-1-3 Volatilitet



Figur 3-1-4 Dividende

I vår neste sensitivitetsanalyse ser vi på dividenderatens påvirkningskraft av verdien på produktet. Siden produktet kun har én opsjon vil produktet følge verdien av denne pluss obligasjonelementet som er konstant. Dividenderaten reduserer verdien av call opsjoner og øker verdien av put opsjoner. Figur 3-1-4 illustrerer godt hvordan call opsjonen og produktet faller i verdi ved en økning av dividenderaten. Ved 3% i dividende vil produktet være verdt ca. 100 SEK.

3.2 Handelsbanken – Premiumcertifikat Sverige

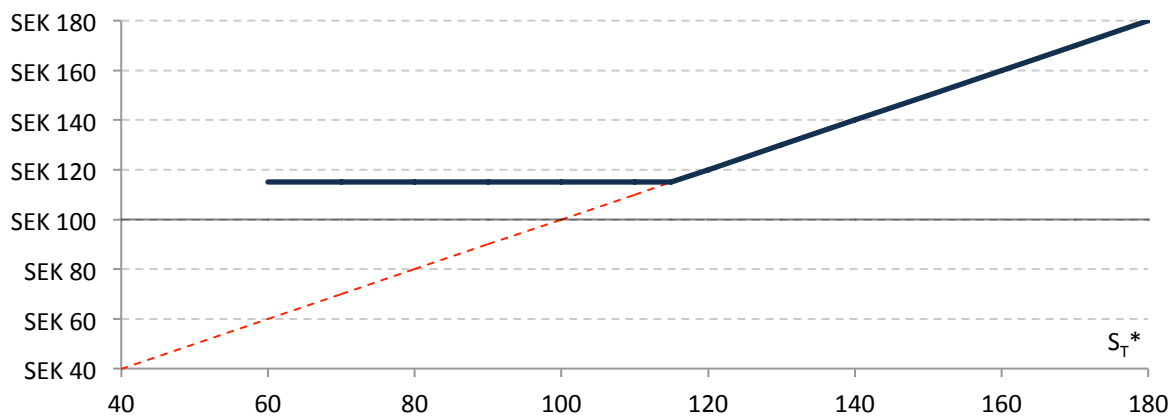
3.2.1 Beskrivelse av produktet

Premiumcertifikat Sverige gir investor en premie på 15% pluss det nominelle beløpet i intervallet fra 60% til 115% av startkurs. Ved en positiv utvikling utover 15% vil produktet følge OMXS30 sin avkastning. Om indeksen faller under 60% av startverdien, vil investoren automatisk holde en lang posisjon i OMXS30 og dermed miste premien. I prospektet er det opplyst om en deltakergrad på 1,0, og denne ble gjeldende ved produktets startdato. Oppsiden har ingen asiatisk hale og det ble heller ingen endring i premie eller barriernivå ved startdagen. Produktet opererer med 2% i kurtasje og har en levetid på 3 år.

Løpetid	3 år (20.09.2012 – 20.09.2015)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Nei
Deltakergrad	1,0
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-2-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-2-1, Premiumcertifikat Sverige



* Når underliggende indeks har vært under 60% av startkursen under løpetiden (barrieren blir brutt), vil produktet gi en avkastning lik OMXS30 (rød prikket linje).

3.2.2 Replikeringsstrategi

Ved verdier under 60% og over 115% vil produktet følge OMXS30. Vi kan derfor kjøpe en call og selge en put med kontraktspris på 100. Ved å ta disse posisjonene har man replikert en lang posisjon i underliggende indeks. For å legge inn en kupong på 15% og samtidig legge inn ett barriereelement på 60%, selger vi en down-and-out put med en kontraktspris på

115. Opsjonselementet blir ”slått ut” og blir verdiløst om indekscursen faller under 60% av startkursen under løpetiden. Dette fører til at investor mister premien. Matematisk kan vi definere opsjonselementet

$$O = \max[OMXS30^{Slutt} - 100, 0] - \max[100 - OMXS30^{Slutt}, 0] + \max[115 - OMXS30^{Slutt*}, 0].$$

$OMXS30^{Slutt}$ er verdien på indeksen den siste dagen. $OMXS30^{Slutt*}$ er sluttverdien av indeksen den siste dagen, gitt at kursen ikke har vært under 60% av startkursen. Hvis den har vært under 60% blir barriereopsjonen verdiløs.

3.2.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten estimeres fra statsobligasjoner i Sverige. Produktet har en levetid på 3 år og vi bruker lineær interpolering. Den kontinuerlige renten ble estimert til 0,917%.

Volatilitet: Vi bruker 7 års volatilitet som er estimert til 21,896%, som ligger i midten av våre tre beregninger på 5-, 7- og 10 år.

Dividende: Dividenderaten er vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger i forhold til verdien av OMXS30 ved start. Denne blir estimert til 3,767%, som gir en kontinuerlig dividenderate på 3,698%.

3.2.4 Verdssettelsen

Premiumcertifikat	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		95,099	95,099	
Call @ 100	100 000	10,397	10,397	0,000
Put @ 100	100 000	-18,369	-18,367	-0,002
Put @ 115 (B)	200	12,706	12,611	0,095
Verdi		99,833	99,740	0,093
Verdi per 100 SEK		97,875	97,784	0,091

Tabell 3-2-2 Premiumcertifikat

Obligasjonelement

Prospektet opplyser om at Handelsbanken hadde en kredittrating på AA- på starttidspunktet. En AA- rating gir oss en årlig kredittrisikopremie på 0,76%. Sammen med den interpolerte renten fra svenske statsobligasjoner blir neddiskonteringsfaktoren 1,675%. Verdien av obligasjonelementet blir da 95,099 SEK.

Opsjonelement

Metode 1 – Verdsettelse med formler

Dette produktet har flere opsjoner, som sammen med obligasjonelementet utgjør den totale verdien av produktet. De to første opsjonene, en call og en put med kontraktspris på 100, kan prises ved hjelp av B&S. Verdien av disse blir henholdsvis 10,397 og 18,367 SEK. I Tabell 3-2-2 ser vi at put opsjonen er markert med negativ verdi. En opsjon kan ikke ha negativ verdi, men indikerer her at vi har solgt opsjonen og produktet i sin helhet faller i verdi. Videre skal vi prise en barriereopsjon. En slik opsjon vil alltid være mindre eller like mye verdt som en vanlig opsjon, siden den blir verdiløs om den treffer barrieren. For å prise en down-and-out put benytter vi approksimeringsformelen til Reiner og Rubinstein. Formelen er beskrevet i appendiks B-1. Dette gir oss en verdi på 12,611 SEK.

Verdien av opsjonene er 4,641 SEK og gir en total verdi på 99,740 SEK. Totalverdien av produktet per 100 investert er 97,784 SEK.

Metode 2 – Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Barriereopsjoner er sti-avhengige og vi må simulere hele indeksens kursutvikling. Vi benytter modellen "Down-and-out Put" fra appendiks A-3. Vi ønsker i utgangspunktet å sjekke barrierenivået så ofte som mulig. Flere observasjoner betyr økt simuleringstid. I vår modell sjekker vi 10 000 ganger i løpet av en 3-års periode, noe som bør være tilstrekkelig for å fange opp eventuelle kurser under barrierenivået. Simuleringen av barriereopsjonen gir oss en verdi på 12,706 SEK, altså et avvik på 0,095 SEK i forhold til approksimeringen som ble brukt i metode 1. Verdien av en europeiske call og put opsjon blir henholdsvis 10,397 og 18,369 SEK. Kodene finnes i appendiks A-2 "Europeisk call og put". Den totale verdien av produktet med Monte Carlo simuleringen blir 99,833 SEK.

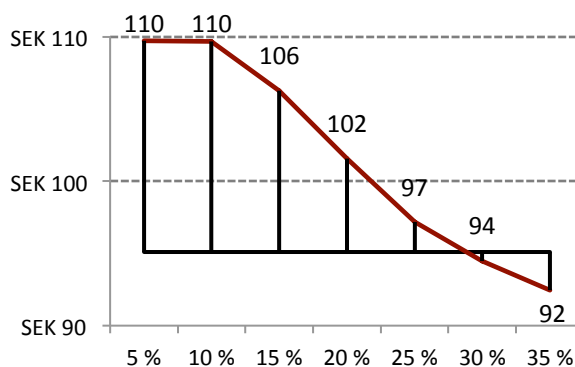
Verdien per 100 SEK er 97,875 og har en standardfeil på 0,0392. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [97,798 , 97,918].

Dekomponering av barriereopsjon

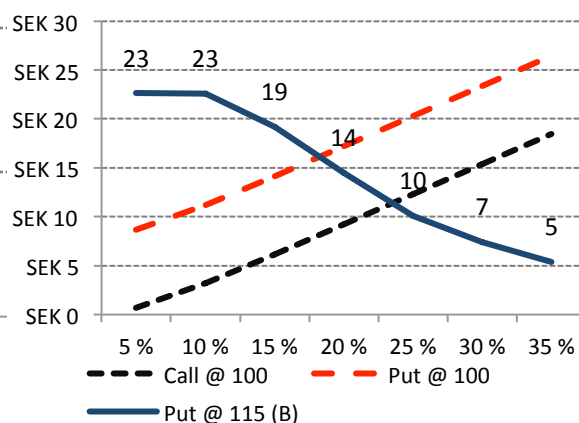
Produktet gir en begrenset kapitalbeskyttelse på grunn av ”down-and-out”-elementet til put opsjonen. En put opsjon uten dette elementet ville gitt produktet en full kapitalsikring og en garantert premie på 15%. Vi kan se at verdien av opsjonen øker med mer enn det dobbelte uten barrieren. Barriereopsjonens verdi er 12,706 SEK, og verdien av en vanlig europeisk put med kontraktspris på 115 er 28,958 SEK. Forskjellen på 16,28 SEK gir en produktverdi på 116,085 SEK, og 113,809 per 100 SEK investert.

3.2.5 Sensitivitetsanalyse

Det er mer utfordrende å tolke hvordan volatiliteten spiller inn på et produkt som består av flere opsjonselementer. Verdien av sertifikatet synker ved økt volatilitet. Derfor er det mer interessant å se på hvordan de underliggende opsjonene reagerer separat.

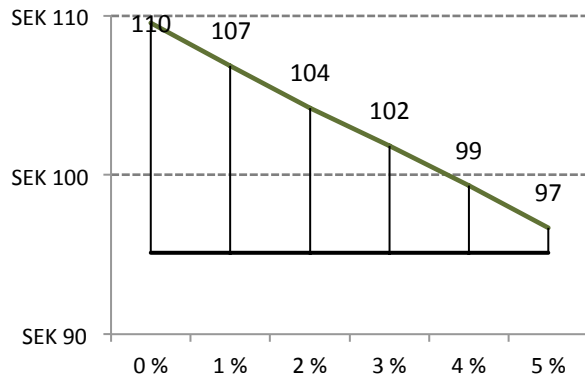


Figur 3-2-2 Volatilitet totalt

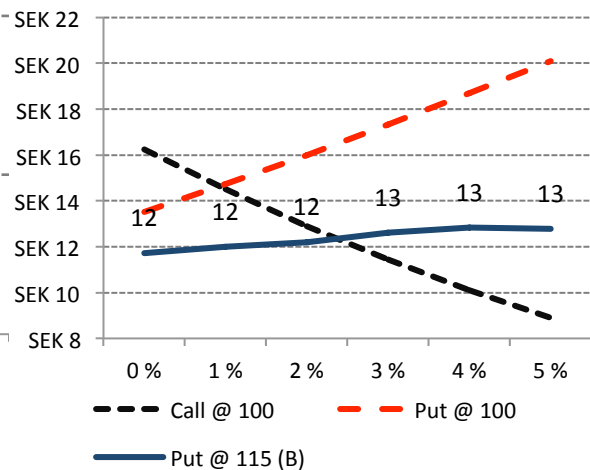


Figur 3-2-3 Volatilitet separat

De europeiske opsjonene øker i verdi med volatiliteten og barriereopsjonen synker, se Figur 3-2-3. Dette skyldes at økende volatilitet gir en høyere sannsynlighet for at barrieren treffes. Siden vi er lang i en call, og kort i en put, vil disse nærmest utligne hverandre ved endring i volatiliteten. Det vil si at ”kun” barriereopsjonen påvirker produktet. Vi kan se at ved en økning fra 5 til 35%, vil barriereopsjonen synke med 18 SEK og produktet vil synke med 18 SEK.



Figur 3-2-4 Dividende totalt



Figur 3-2-5 Dividende separat

En call opsjon vil synke i verdi ved økt dividende, men put opsjoner vil øke i verdi. Vi er lang i call og kort i put opsjonen, slik at begge reduserer verdien av produktet. Down-and-out put opsjonen blir relativt lite påvirket av skiftene i dividenderaten (Figur 3-2-5). Barriereropsjonen har to motvirkende effekter fra dividenden; den øker fordi det er en put og kan gi positiv gevinst ved svingninger, men synker fordi dividenden gjør at barrieren kommer nærmere. Totalt sett vil økt dividende senke produktets verdi.

3.3 Carnegie – Sverige Sprinter 2

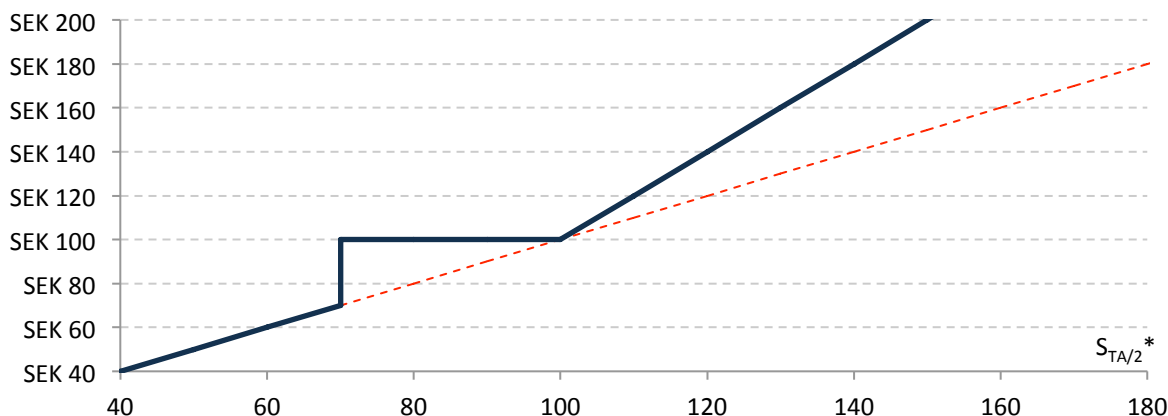
3.3.1 Beskrivelse av produktet

Sprinter 2 gir investor en brattere avkastningskurve enn underliggende OMXS30. Produktet har også en delvis kapitalsikring ned til 70% av startkurs. Om sluttkursen ender under 70% av startkursen vil investor ha en avkastning lik OMXS30, og risiko for å tape alt. Ifølge prospektet tilbyr produktet investoren en 2,0 multiplum ved oppside, men deltakergraden ble på startdatoen nedjustert til 1,85. Avkastningen er basert på en asiatisk hale ved positiv sluttkurs, og vil med stor sannsynlighet redusere en eventuell oppside. Investor må betale 2% i kurtasje til utsteder for produktet, som varer i 5 år.

Løpetid	5 år (07.02.2013 – 07.02.2018)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Ja, 13 målinger når $S_T > S_0$
Deltakergrad	2,0 (1,85)
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-3-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-3-1, Sverige Sprinter 9.



* $S_{TA/2}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$. Når $S_T < S_0$, er $S_{TA/2} = S_T$.

3.3.2 Replikeringsstrategi

For å kunne replikere produktet starter vi med å se på oppsiden. Dersom indeksen beveger seg over startkursen, vil avkastningen øke med 1,85 ganger utviklingen av underliggende, sett vekk i fra den modifiserte asiatiske halen. Altså kjøper vi 1,85 modifiserte asiatiske call opsjoner. Nedsiden replikeres ved en put opsjon med kontraktspris på 70, og 30 digitale cash-or-nothing put opsjoner også med en kontraktspris på 70. Vi benytter disse 30 ”veddemåls”-opsjonene for å komme ned til underliggende som vist i illustrasjonen. Produktet kan fremstilles matematisk som

$$O = 1,85 \times [OMXS30^{Slutt^*} - 100, 0] - \max[70 - OMXS30^{Slutt}, 0] - 30 \times \begin{cases} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \leq 70 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} > 70 \end{cases}.$$

$OMXS30^{Slutt^*}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$, dersom $S_0 > S_T$ er opsjonen verdiløs. $OMXS30^{Slutt}$ er verdien på indeksen den siste dagen.

3.3.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten estimeres fra 5-årige statsobligasjoner i Sverige. Vi tar utgangspunkt i startdagen til produktet og den kontinuerlige renten blir estimert til 1,326%.

Volatilitet: I våre tre estimater av daglige logaritmiske avkastninger, bruker vi 7 års volatiliteten på 21,904%. Denne ligger mellom 5- og 10 års volatilitetene.

Dividende: Dividenderaten er vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger i forhold til verdien av OMXS30 ved starten av produktets løpetid.

Den årlige dividenderaten blir estimert til 3,556% og den kontinuerlige dividenderaten blir følgelig 3,494%.

3.3.4 Verdssettelse

Sprinter 2	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		88,818	88,818	
Call @ 100 (MA)	10 000	21,777	22,352*	-0,575
Put @ 70	100 000	-7,001	-7,000	-0,001
CON Put @ 70 (x30)	100 000	-11,137	-11,136	-0,001
Verdi		92,456	93,034	-0,577
Verdi per 100 SEK		90,644	91,209	-0,566

Tabell 3-3-2 Sprinter 2

* Verdien av en vanlig asiatisk call.

Obligasjonselement

Emittenten av produktet er Morgan Stanley og Carnegie er en mellompart som tilbyr produktet til investorene. Moody's har ratet Morgan Stanley til Baa1, som gir en årlig kredittrisikopremie på 1,57%. Siden Morgan Stanley er et amerikansk selskap, bruker vi amerikanske 5-årige statsobligasjoner som var 0,83%. Dette gir oss en nåverdi på 88,818 SEK, der den kontinuerlige renten er på 2,372%.

Opsjonselement

Metode 1 – Verdssettelse med formler

Produktet består av tre ulike opsjoner. Vi kan prise put opsjonen med B&S formelen som gir verdien 7,000 SEK. Cash-or-nothing put opsjonen blir priset ved hjelp av formel (2.15). Verdien av CON opsjonen er 11,136 SEK (0,3712 x 30). Vi har ingen formler for å prise den modifiserte asiatiske call opsjonen. Vi velger likevel å regne ut verdien av en vanlig asiatisk call ved hjelp av ligning (2.12) og (2.13). Ligningene justerer volatiliteten og dividenderaten slik at vi kan prise den asiatiske call opsjonen ved hjelp av B&S. Disse ble henholdsvis 20,262% og 3,277%.

Verdien av den asiatiske call opsjonen med en deltakergrad på 1,85 er 22,352 SEK. Verdien av de tre opsjonene er 4,216 SEK som gir en totalverdi på 93,034 SEK. Verdien av produktet blir 91,209 per 100 SEK investert.

Metode 2 – Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Prisbanen til den modifiserte asiatiske call opsjonen ble simulert 10 millioner ganger, og kodene finnes i appendiks A-7 ”Modifisert asiatisk Call”. Verdien av en put- og en CON put opsjon avviker relativt lite i forhold til B&S formelen. Ved prisingen av cash-or-nothing put opsjoner benytter kodene fra appendiks A-6, ”Cash-or-nothing opsjon”. Totalverdien av tilleggsbeløpet blir 3,639 SEK, som gir en totalverdi på 92,456 SEK. Verdien av produktet blir 90,644 per 100 SEK.

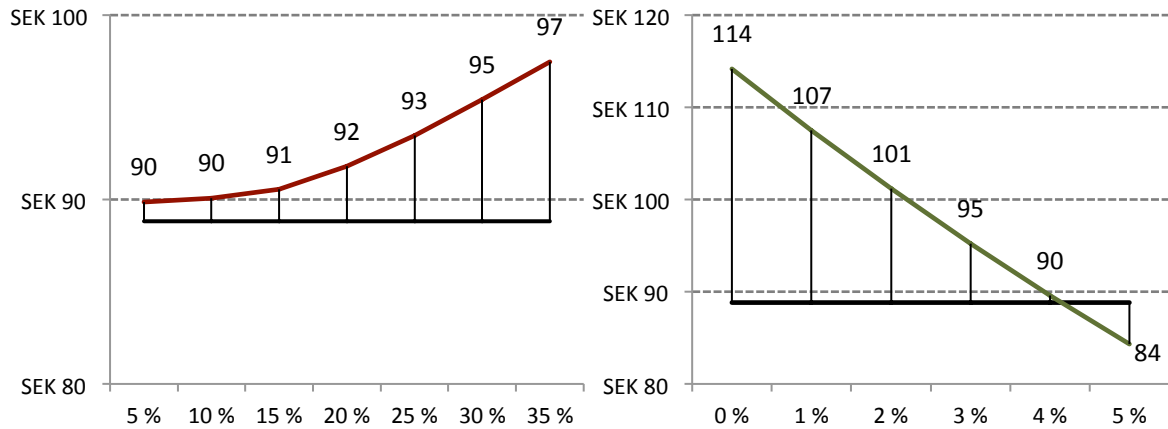
Simuleringene gir en standardfeil på 0,0180. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [90,608 , 90,679].

Dekomponering av asiatisk hale

Den asiatiske halen senker verdien av produktet, og virkningen av halen blir større når vi har en deltakergrad $> 1,0$. Verdien av en europeisk call opsjon med deltakergrad på 1,85 blir 23,64 SEK. De 13 månedlige observasjonene senker verdien av produktet med 1,863 per 100 SEK investert.

3.3.5 Sensitivitetsanalyse

Verdien av europeiske og asiatiske call og put opsjoner øker med volatiliteten. På grunn av deltakergraden på 1,85 vil call opsjonen øke mer enn de korte put opsjonene. I følge våre estimater må volatiliteten være godt over 35% for å forsvare verdien på 100 SEK. Den sorte linjen representerer verdien av obligasjonselementet, siden volatiliteten bare påvirker tilleggsbeløpet.



Figur 3-3-2 Volatilitet

Figur 3-3-3 Dividende

Figur 3-3-3 viser oss effekten ved endring i dividendraten. En høy dividenderate senker verdien av en call og øker verdien av en put . Siden vi er kort i begge put opsjonene, vil alle opsjonene falle i verdi ved en dividendeøkning. Produktet er følgelig svært sensitivt til dividendeendringer.

3.4 Handelsbanken – V-Certifikat Sverige

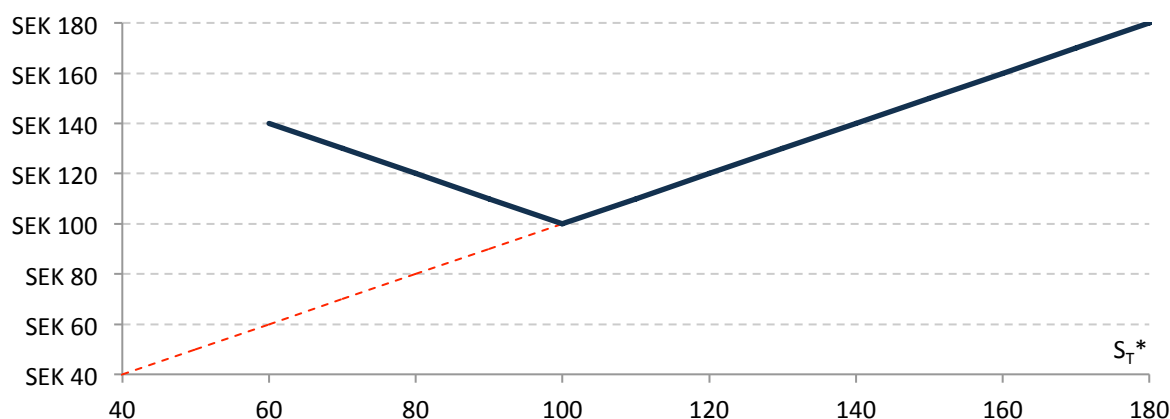
3.4.1 Beskrivelse av produktet

Handelsbanken sitt V-Certifikat gir deg mulighet til å tjene penger både ved nedgang og oppgang på indeksen. Det er ingen asiatiske haler eller deltakergrader som trekker ned verdien av opsjonselementene. I prospektet er det opplyst om en nedre barriere på 60%. Det vil si hvis aksjekursen på et tidspunkt er under 60% av startkursen, forsvinner muligheten til å tjene penger ved negativ indeksutvikling og investoren er automatisk lang i underliggende indeks. Barrieren ble satt til 54% ved produktets start. Dette er en fordelaktig hendelse for investor, og øker verdien av produktet.

Løpetid	2,5 år (10.11.2011 – 12.05.2014)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Nei
Deltakergrad	1,0
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-4-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-4-1, V-Certifikat Sverige.



* Hvis underliggende indeks har vært under 54% av startkursen (barrieren blir brutt), vil produktet gi en avkastning lik OMXS30 (rød prikket linje).

3.4.2 Replikeringsstrategi

For å kunne replikere et slikt produkt tar vi først utgangspunkt i scenarioet der barrieren brytes. Da er investoren lang i OMXS30, og kan replikeres ved hjelp av en lang call og en kort put @ 100. For å skape avkastning når indeksen går nedover, kan vi kjøpe down-and-out put opsjoner. Barrierenivået er på 54%, og blir verdiløs hvis aksjekursen beveger seg under 54% av startkursen. Hvis vi velger å kjøpe én down-and-out put opsjon, vil denne kun nullstille den solgte put opsjonen. Derfor må vi kjøpe to down-and-out put opsjoner med barriere på 54%. Den totale verdien av opsjonselementet kan fremstilles som

$$O = \max[OMXS30^{Slutt} - 100, 0] - \max[100 - OMXS30^{Slutt}, 0] + 2 \times \max[100 - OMXS30^{Slutt*}, 0]$$

$OMXS30^{Slutt}$ er verdien på sluttidspunktet. $OMXS30^{Slutt*}$ er verdien av indeksen ved forfall, gitt at kursen ikke har vært under 54% av startkursen. Hvis den har vært under 54%, blir opsjonen verdiløs.

3.4.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten estimeres fra statsobligasjoner i Sverige. Vi tar utgangspunkt i startdagen til produktet og bruker lineær interpolering for å finne en riktig rente for 2,5 år. I vårt estimat får vi en kontinuerlig rente på 1,059%.

Volatilitet: 7 års volatilitet blir estimert til 20,494% og ligger nærmest estimatet til Elton & Gruber for en indeks med 30 underliggende aksjer. 5- og 10 års estimatene er høyere.

Dividende: Vi estimerer en dividende på 2,515%, som gir en kontinuerlig dividenderate på 2,484%. Dividenden er vektet med utbetaling og verdien av indeksen på startdagen.

3.4.4 Verdssettelse

V-Certifikat	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		95,560	95,560	
Call @ 100	100 000	10,653	10,648	0,005
Put @ 100	100 000	-14,128	-14,127	-0,001
Put @ 100 (x2) (B)	200	19,806	19,754	0,052
Verdi		111,891	111,835	0,057
Verdi per 100 SEK		109,697	109,642	0,056

Tabell 3-4-2 V-Certifikat

Obligasjonselement

I prospektet opplyses det om en kredittrating på AA- fra S&P. Obligasjonselementet er en senior unsecured debt note og gir oss en årlig kredittrisikopremie på 0,76%. For å finne den risikofrie renten har vi brukt lineær interpolering på svenske statsobligasjoner. Nåverdien av det investerte beløpet finnes ved å diskontere 100 SEK med en kontinuerlig rente på 1,816% i 2,5 år. Dette gir oss en nåverdi på 95,56 SEK. Dette gir en merkverdig liten andel til å kjøpe opsjoner.

Opsjonselement

Metode 1 – Verdssettelse med formler

Vi priser call og put opsjonene med B&S formelen. Begge har en kontraktspris på 100 og gir en samlet verdi på -3,479 SEK. Videre skal vi prise to barriereopsjoner. Disse vil være mindre eller like mye verdt som en vanlig opsjon, siden den kan bli verdiløs om den treffer en barriere. For å prise en down-and-out put benytter vi Reiner og Rubinstein sin approksimeringsformel²⁵. Dette gir oss en verdi på 9,877 SEK per opsjon og en samlet verdi for de to barriereopsjonene på 19,754 SEK. Tilsammen vil produktet, priset ved hjelp av

²⁵ Appendiks B-1, "Down-and-out Put"

formler, være verdt 111,835 SEK. Verdi per 100 SEK investert er 109,642 SEK. Denne verdien er langt høyere enn hva investoren betaler for produktet.

Metode 2 – Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Ved verdsettelse av eksotiske opsjoner må vi ta hensyn til underliggende sin bevegelse, ikke bare verdien ved forfall. Vi ønsker å sjekke barrieren så ofte som mulig, men dette krever økt simuleringstid. I vår modell sjekker vi 10 000 ganger i løpet av en 2,5-års periode, noe som bør være tilstrekkelig til fange opp eventuelle priser under barrierenivået (54%). Barriereopsjonene avviker tilsammen med 0,052 SEK i forhold til approksimeringen. Dette er et relativt større avvik enn hva de europeiske opsjonene avviker. Dette kan skyldes at approksimeringen er litt unøyaktig eller at vi burde benyttet oss av flere simuleringer. Verdien på call og put opsjonen blir henholdsvis 10,653 og 14,128 SEK. Disse avviker svært lite fra beregningene under Metode 1.

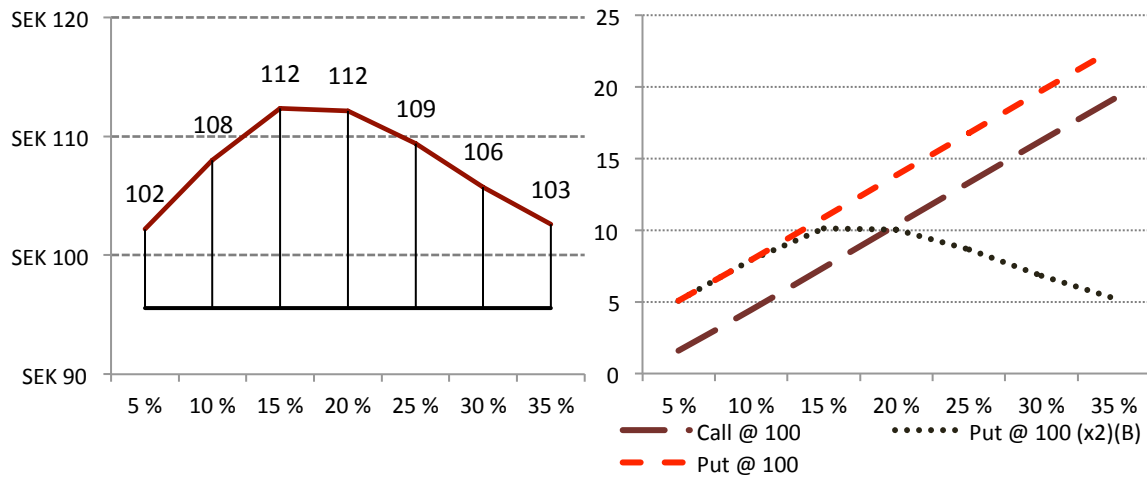
Verdien per 100 SEK er 109,697 og har en standardfeil på 0,0311. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [109,636 , 109,758].

Dekomponering av barriereopsjonen

Uten barrieren på 54% kan vi replikere produktet med en lang call og put @ 100. Verdiene av disse er henholdsvis 10,648 og 14,127 SEK. Sammen med obligasjonselementet gir dette en verdi på 120,335 SEK. Det vil si 117,975 per 100 SEK investert. Dette vil være et langt bedre produkt, siden investor er tjent med nedgang på over 46%, samt at produktet er kapitalsikret.

3.4.5 Sensitivitetsanalyse

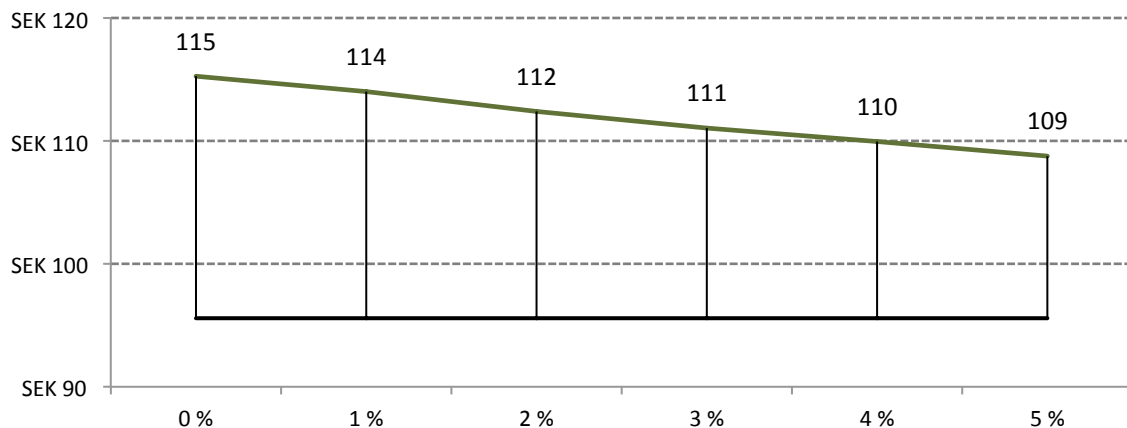
Som nevnt i verdsettelsen av produkt 2 (Premiumcertikat Sverige), vil barriereopsjoner synke i verdi når volatiliteten øker tilstrekkelig. Dette er også tilfellet her, se Figurene 3-4-2 og 3-4-3. Siden vi er lang i barriereopsjonene og i tillegg har kjøpt to stykker, vil den være den mest avgjørende faktoren i sensitivitetsanalysen.



Figur 3-4-2 Volatilitet

Figur 3-4-3 Volatilitet separat

En økning i dividenden vil redusere verdien på produktet. Dette skyldes at en lang call og en kort put vil falle mer enn de to barriereopsjonene. Barriereropsjonene har to motvirkende effekter ved endringer i dividenden; den øker fordi det er en put, men synker fordi dividenden gjør at barrieren kommer nærmere. Vi kan si at produktet er relativt lite følsomt til dividendeendringer, siden totalverdien kun reduseres med 6 SEK fra 0 til 5% i dividenderate.



Figur 3-4-3 Dividende

3.5 StrukturInvest – Sverige TwinWin 3 Defensiv

3.5.1 Beskrivelse av produktet

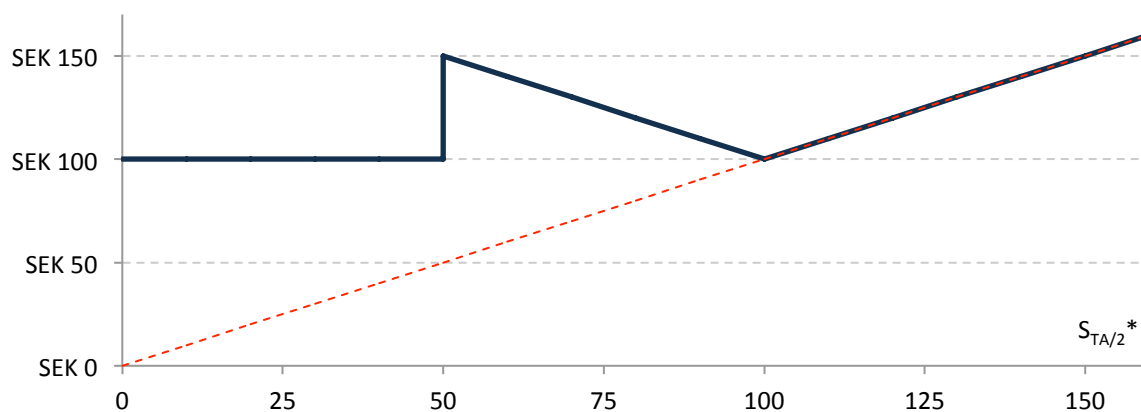
Sverige Twin Win 3 Defensiv er en garantert plassering som gir eksponering mot det svenske aksjemarkedet. Produktet gir muligheten for avkastning med deltakergrad på 1,0 både ved oppgang og nedgang av OMXS30. Om indeksen har falt under 50% ved løpetidens slutt vil man få utbetalt det nominelle beløpet. Ved en positiv indeksutvikling vil

avkastningen beregnes ved hjelp av en asiatisk hale med 13 månedlige observasjoner det siste året. Produktet inneholder ingen barrierer som slår opsjonene verdiløs, det vil si at vi ikke trenger å sjekke om kursen beveger seg under 50% underveis, kun ved forfall. Produktet har en overkurs på 5%.

Løpetid	5 år (05.12.2012 – 05.12.2017)
Kapitalsikring	Ja
Asiatisk hale	Ja, 13 målinger når $S_T > S_0$
Deltakergrad	1,0
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje + 5% overkurs

Tabell 3-5-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-5-1, Sverige TwinWin 3 Defensiv



* $S_{TA/2}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$. Når $S_T < S_0$, er $S_{TA/2} = S_T$.

3.5.2 Replikeringsstrategi

Produktet gir muligheter for avkastning ved nedgang, så lenge kursen ikke *ender* under 50% av nominell verdi. Ved å kjøpe en put @ 100 og selge en put @ 50, kan vi holde en ”bear-put-spread” for å replikere nedsiden. I tillegg selger vi en cash-or-nothing (CON) put med innsats og kontraktspris på 50. Dette vil utgjøre hoppet fra +50% ned til 0% i illustrasjonen. Produktet gir en gevinst ved oppsiden og blir replikert med en modifisert asiatisk call @ 100 med 13 månedlige observasjoner. Verdien av tilleggsbeløpet ved forfall er

$$O = \max[OMXS30^{Slutt} - 100, 0] + \max[100 - OMXS30^{Slutt}, 0] - \max[50 - OMXS30^{Slutt}, 0] - 50 \times \begin{cases} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \leq 50 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} > 50 \end{cases}.$$

O er verdien av opsjonselementene og $OMXS30^{Slutt*}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$, dersom $S_T < S_0$, er opsjonen verdiløs. $OMXS30^{Slutt}$ er indeksverdien på sluttidspunktet.

3.5.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten estimeres fra effektive renter i Sverige og blir 0,934%. Den kontinuerlig renten blir følgelig 0,930%.

Volatilitet: 7 års volatilitet blir estimert til 21,920%. 5- og 10 års estimatene er henholdsvis lavere og høyere, og vi velger å benytte medianen av våre tre estimater.

Dividende: Den estimerte dividenderaten for produktet blir 3,798%, som gir en kontinuerlig dividenderate på 3,728%. Dividenden er vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger i forhold til indeksverdien til OMXS30 ved start.

3.5.4 Verdsettelse

TwinWin 3 Def	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		89,778	89,778	
Call @ 100 (MA)	10 000	10,705	11,014*	-0,309
Put @ 100	100 000	24,341	24,340	0,001
Put @ 50	100 000	-1,985	-1,985	0,000
CON Put @ 50 (x50)	100 000	-9,088	-9,087	-0,002
Verdi		113,751	114,061	-0,310
Verdi per 100 SEK		106,310	106,599	-0,289

Tabell 3-5-2 TwinWin 3 Defensiv

* Verdien av en vanlig asiatisk call.

Obligasjonselement

Morgan Stanley er emittenten av dette produktet og i prospektet opplyses det om en kredittrating på Baa1. Denne ratingen tilsvarer en årlig kreditrisikopremie på 1,57%. Renten på de 5-årige amerikanske statsobligasjonene er 0,61%. Den kontinuerlige diskonteringsrenten blir 2,166% og gir en nåverdien på 89,778 SEK.

Opsjonselement

Metode 1 – Verdsettelse med formler

Prisingen av put opsjonene på henholdsvis 100 og 50 kan enkelt gjøres ved hjelp av B&S formelen. Det gir verdier på 24,340 og 1,985 SEK. Cash-or-nothing put kan prises ved hjelp av formel (2.15). X er innsatsen, som i dette produktet er 50. Verdien av denne cash-or-nothing put opsjonen ble 0,182 SEK, multiplisert med 50 som gir verdien 9,087 SEK. Til slutt er det den asiatiske call opsjonen som representerer oppsiden av produktet. For å benytte B&S til approksimering i henhold til Kemna og Vorst, må vi justere volatiliteten og dividenderaten. Volatiliteten vil bli lavere og vil direkte redusere prisen av opsjonen. Redusert dividenderate vil øke verdien av en call, men ikke nok til å kompensere for volatilitetens virkning. Den justerte dividenden og volatiliteten blir henholdsvis 3,510% og 20,376%.

Ved å implementere disse variablene i B&S vil den asiatiske call opsjonen være verdt 11,014 SEK. Den totale verdien av produktet blir 114,061 SEK, som tilsvarer 106,599 per 100 SEK investert.

Metode 2 – Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Asiatiske opsjoner er stivhengige og vi må simulere prisbanen til avslutningsåret. Vi ønsker å måle prisen ved 13 observasjoner for å kunne regne ut et aritmetisk gjennomsnitt av indekscursen. Dette gjør vi ved hjelp av Monte Carlo, hvor vi kjører 10 millioner simuleringer. Dette gir oss en modifisert asiatisk call²⁶ med verdi 10,705 SEK. De resterende tre put opsjonene er simulert med 100 millioner simuleringer, som vist i Tabell 3-5-2. Disse gir et relativt lite avvik fra "closed form solution". Det vil si at metodene er konsistente med hverandre.

Den totale verdien ved Monte Carlo simulering ble 113,751 SEK og 106,310 per investerte 100 SEK. Simuleringene har en total standardfeil på 0,012. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [106,286, 106,333].

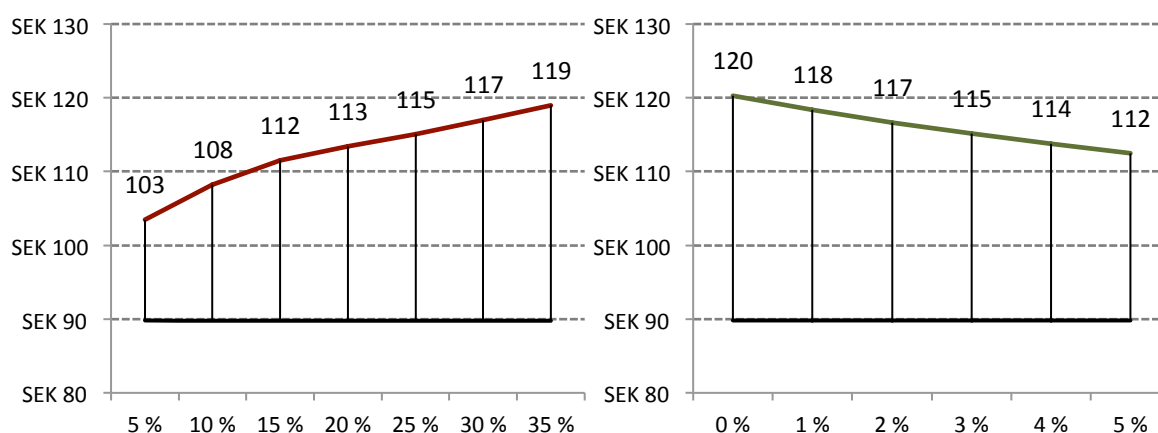
²⁶ Se avsnitt 2.5.1

Dekomponering av asiatick hale

En vanlig europeisk call er priset til 11,585 SEK med Monte Carlo simulering. Det er 0,88 SEK høyere enn hva den modifiserte asiatiske opsjonen ble priset til. De gjennomsnittlige målingene er en direkte verdireducerende metode fra utstederen.

3.5.5 Sensitivitetsanalyse

I Figur 3-5-2 kan vi se at verdien av opsjonene øker ved en økning i volatilitet. Grunnen til dette er at den lange call posisjonen, og den lange put posisjonen øker mer enn hva de korte put opsjonene reduserer produktet med.



Figur 3-5-2 Volatilitet

Figur 3-5-3 Dividende

Ved økt dividenderate synker verdien av produktet. Alle opsjonselementene vil redusere verdien av produktet, bortsett fra den lange put opsjonen som er den eneste som motvirker en slik effekt.

Denne analysen er ikke justert for 5% overkurs. Investert beløp er her 105 SEK (eksklusiv kurtasje). Uavhengig av dette, vil verdien av produktet for de fleste endringer gi et godt produkt.

3.6 Handelsbanken - Kupongcertifikat Sverige

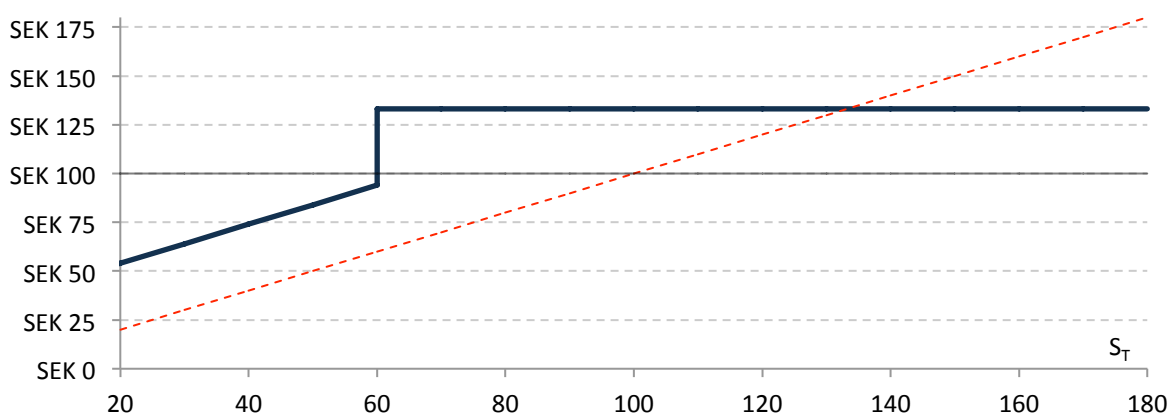
3.6.1 Beskrivelse av produktet

Kupongcertifikat Sverige gir investorene en kupong ved forfall på 34% pluss nominelt beløp. Produktet tilbyr derfor ikke oppside utover dette. Ved en sluttkurs under 60% av startkursen, vil man få utbetalt OMXS30 sin utviklingen + 34% kupong.

Løpetid	5 år (10.11.2011 – 10.11.2016)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Nei
Deltakergrad	N/A
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-6-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-6-1, Kupongcertifikat Sverige



3.6.2 Replikeringsstrategi

Dette produktet kan replikeres på to måter. Alternativ 1 krever færre opsjoner og vil i teorien gi oss mindre sannsynlighet for feilestimat i verdsettelsen av produktet. Derfor tar vi utgangspunkt i alternativ 1. Generelt sett vil det også være billigere å innta en posisjon med færre opsjoner på grunn av transaksjonskostnader. Først ønsker vi å replikere den garanterte kupongen, som er representert med en CON call @ 60. Innsatsbeløpet settes lik kupongen, altså $X=34$. Videre selger vi en CON put med kontraktspris 60, der $X=6$, og selger en put @ 60 for å følge OMXS30 pluss kupongen. Dette gir en pay-off lik OMXS30 pluss 34% når $S_T < 60$. Matematisk kan verdien av opsjonselementet skrives

$$O = 34 \times \begin{cases} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \geq 60 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} < 60 \end{cases} - 6 \times \begin{cases} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \leq 60 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} > 60 \end{cases} - \max[60 - OMXS30^{Slutt}, 0]$$

$OMXS30^{Slutt}$ er sluttverdien på OMXS30.

Alternativ 2 er å replikere dette produktet med å innta følgende posisjoner:

- Selg europeisk Call @ 134
- Kjøp europeisk Put @ 134
- Kjøp europeisk Call @ 100
- Selg europeisk Put @ 100
- Selg CON Put @ 60, der $X=40$
- Selg europeisk Put @ 60

Dette vil i teorien gi oss nøyaktig det samme produktet som ved alternativ 1.

3.6.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten estimeres fra 5-årige statsobligasjoner i Sverige. Vi tar utgangspunkt i startdagen til produktet og finner en kontinuerlig rente på 1,257%.

Volatilitet: 7 års estimatet gir en volatilitet på 20,494%. Både 5- og 10 års estimatet gir høyere verdier. Volatilitetsestimatet til Elton & Gruber for en indeks med 30 underliggende aksjer er 20,870% og ligger nærmest vårt 7-års estimat.

Dividende: Den estimerte dividenden, som er basert på verdien av OMXS30 på produktets startdag, er 2,515%. Dette gir en kontinuerlig dividenderate på 2,484%.

3.6.4 Verdsettelse

Kupongcertifikat	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		90,420	90,420	
Put @ 60	100 000	-2,747	-2,747	0,000
CON Call @ 60 (x34)	100 000	24,710	24,709	0,000
CON Put @ 60 (x6)	100 000	-1,274	-1,274	0,000
Verdi		111,108	111,108	0,000
Verdi per 100 SEK		108,930	108,929	0,000

Tabell 3-6-2 Kupongcertifikat

Obligasjonselement

Handelsbankens kredittrating er AA- og vi får en årlig kredittrisikopremie på 0,76%. Den kontinuerlige renten på 5-årige svenske statsobligasjoner var 1,257%. Nåverdien blir da 90,420 SEK, med en kontinuerlig nediskonteringsrente på 2,024%.

Opsjonselement

Metode 1 – Verdsettelse med formler

Alle opsjonselementene i dette produktet lar seg prise med utgangspunkt i B&S formelen. Opsjonsprisene finnes i Tabell 3-6-2. Verdien av tilleggsbeløpet er 20,688 SEK, som gir produktet en verdi på 111,108 SEK. Handelsbanken utsteder dermed et produkt som er mer verdt enn det kunden betaler for ifølge våre estimater. Den alternative replikeringsmetoden gir nøyaktig den samme verdien.

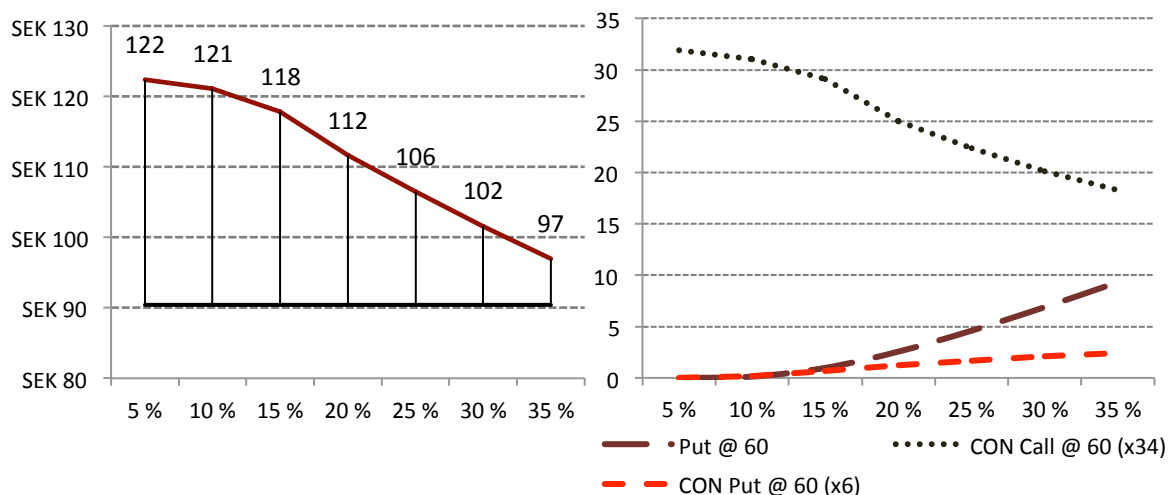
Metode 2 – Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Vi har kun behov for å simulere sluttverdien ved forfall, dette gjør simuleringstiden kortere. Alle simuleringer på opsjonselementene er 100 millioner simuleringer. Dette gir oss en totalverdi på 111,108 SEK for produktet, som er tilnærmet lik verdien som prisingen med formler, se Tabell 3-6-2. Replikering ved hjelp av alternativ 2 gir de samme resultatene.

Verdien per 100 SEK er 108,93 og har en standardfeil på 0,0022. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [108,925, 108,934].

Sensitivitetsanalyse

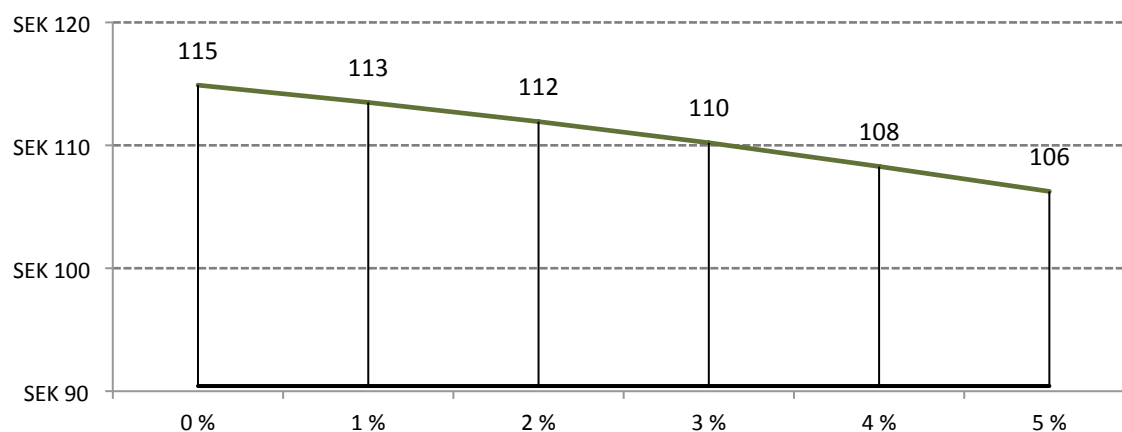
Dette produktet får store verdiendringer når vi endrer volatiliteten (Figur 3-6-2). Mye av grunnen til at prisen faller ved høyere volatilitet er CON call opsjonens reaksjon. Ved høyere volatilitet vil flere av de simulerte sluttverdiene være under 60% av startverdien, og verdien av opsjonen vil bli lavere. Vi kan se hvordan CON call opsjonen reagerer på volatiliteten i Figur 3-6-3. I følge våre beregninger må volatiliteten være minimum 30% eller høyere for at verdien ikke skal overskride det kunden betaler for. Når opsjonene ligger deep-out-of-the-money er de lite følsom til lave volatiliteter.



Figur 3-6-2 Volatilitet Totalt

Figur 3-6-3 Volatilitet separat

Dividenderaten har ikke like stor påvirkningskraft på produktets verdi som volatiliteten. Alle opsjonene i produktet, trekker opp (ned) verdien av produktet ved en nedgang (oppgang) i dividenderaten.



Figur 3-6-4 Dividende

3.7 Carnegie – Sverige Lock-In

3.7.1 Beskrivelse av produktet.

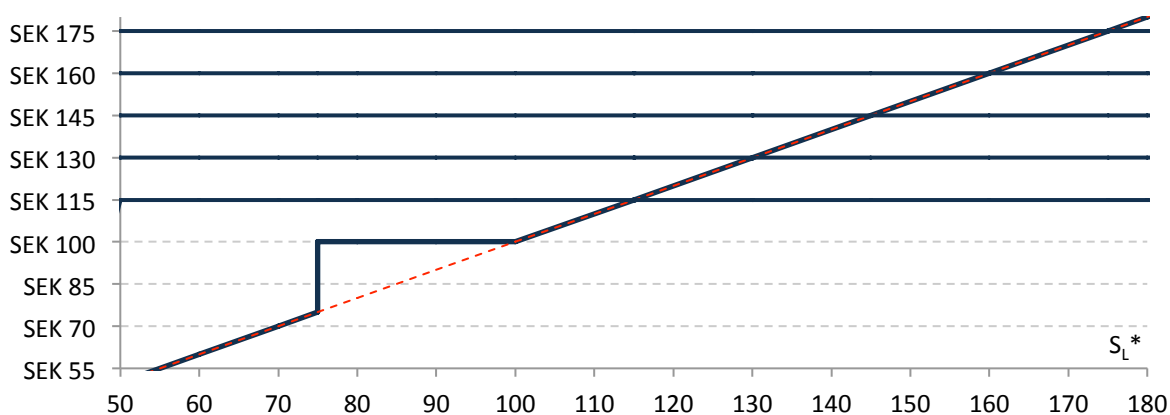
Sverige Lock-in er konstruert slik at gevinstene kan bli låst inn under løpetiden. Innlåsingsdagene er på årssdagene, det vil si slutten av hvert år (1, 2, 3 og 4 år). Produktet låser inn børsoppgangen på følgende intervaller 15%, 30%, 45%, 60% og 75%. Ved forfall vil produktet betale ut maks av eventuelle innlåsing og indeksutviklingen. Dersom produktet blir ”låst-inn” ved en årssdag, vil muligheten for nedside falle bort. Produktet er uavhengig av dette kapitalsikret ned til 75% av startkurs. Dersom underliggende synker med

mer enn 25 % vil man i realiteten holde OMXS30 og hele beløpet kan gå tapt, gitt at ingen innlåsing har skjedd.

Løpetid	5 år (05.01.2011-05.01.2016)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Nei
Deltakergrad	1,0
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	3% kurtasje

Tabell 3-7-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-7-1, Sverige Lock-In



*Høyeste verdi av underliggende (S_T) og eventuelle innlåsing (M_T)

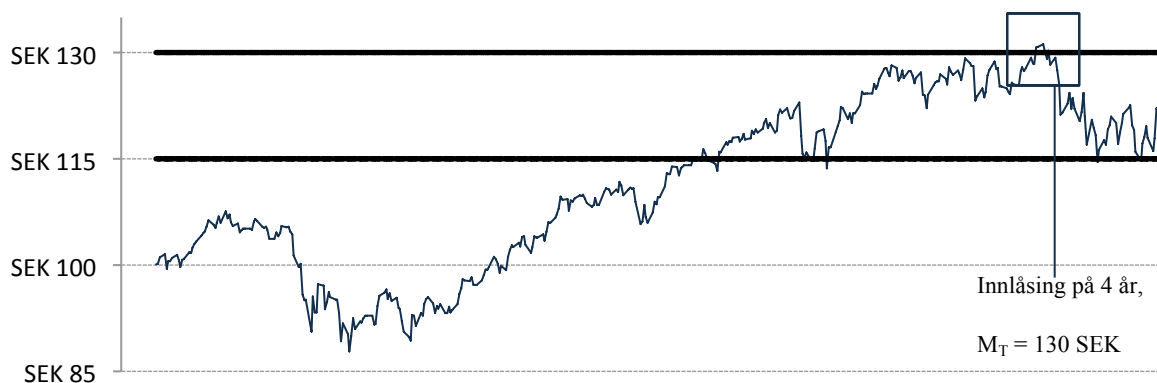
3.7.2 Replikeringsstrategi

Vi bruker ikke noen kjente opsjoner for å prisse produktet. Opsjonselementet på oppsiden er en call opsjon, med modifikasjoner. Prisen av dette elementet vil bli adskillig høyere på grunn av innlåsingselementet. Nedsiden består av en kort put opsjon @ 75, og 25 CON put opsjoner @ 75. Put opsjonene er også modifisert, siden de blir verdiløse dersom kursen blir låst inn. Verdien av produktet er

$$O = \max(OMXS30^{Slutt} - 100, 0) - \max(75 - OMXS30^{Slutt}, 0) - 25 \begin{cases} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} > 75 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \leq 75 \end{cases}$$

$OMXS30^{Slutt}$ er den høyeste verdien av en eventuell innlåsing eller indekscursen ved forfall. Hvis produktet blir låst inn vil put opsjonen og CON put opsjonen bli verdiløs.

Figur 3-7-2 illustrerer hvordan aksjekursen kan nå et innlåsningsnivå etter 4 år over 130 SEK, og dermed falle i verdi. I dette eksemplet vil vi få utbetalt 130 SEK, istedenfor 122 SEK som ble sluttkursen.



Figur 3-7-2 Illustrasjon av innlåsing.

3.7.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten er en 5-årig svensk statsobligasjon fra produktets startdato. Den kontinuerlig renten er 2,834%.

Volatilitet: Vi estimerer 5 års volatiliteten til å være 20,851%, som ligger i midten av våre tre estimater. 10 års volatiliteten var relativt høy. Produktet er utstedt i 2011 og ved bruk av 10 års volatilitet inkluderer vi en relativt volatil periode på begynnelsen av 2000-tallet.

Dividende: Estimeringen er basert på dividendeutbetalingene i 2011. Vi estimerer dividenderaten til å være 2,415%, som gir en kontinuerlig dividenderate på 2,387%.

3.7.4 Verdsettelsen

Lock-In	Simuleringer (i 1000)	Med Lock-In	Uten Lock-In	Avvik
Obligasjon		86,387	86,387	
Call @ 100 (L)	10 000	22,701	17,180	5,521
Put @ 75	100 000	-4,794	-5,289	0,495
CON Put @ 75 (x25)	100 000	-6,243	-7,223	0,979
Verdi		98,050	91,054	6,996
Verdi per 100 SEK		95,194	88,402	6,792

Tabell 3-7-2 Sverige Lock-In

Obligasjonselement

Carnegie Sverige Lock-in har SGA Siciété Générale Acceptance N.V. som emittent. Prospektet opplyser oss om at SGA har en kredittrating på A+, som vil si en årlig kredittrisikopremie på 0,85%. SGA er en fransk bank og vi har derfor brukt franske statsobligasjoner som utgangspunkt for nediskonteringen. Den kontinuerlige neddiskonteringsrenten blir 2,927% og nåverdien av obligasjonselementet er 86,387 SEK.

Opsjonselement

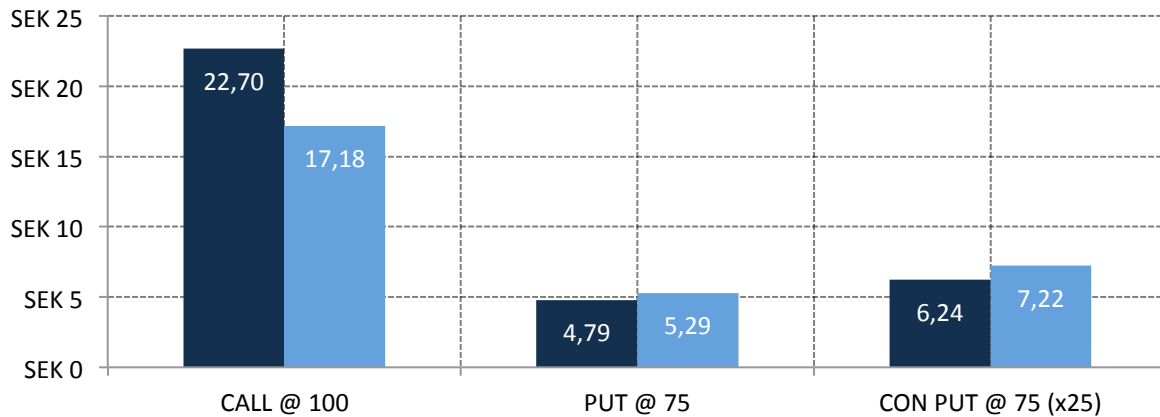
Prising av slike produkter er svært krevende ved hjelp av formler, så vi har kun valgt å benytte Monte Carlo simulering, Metode 2. Vi velger likevel å verdsette produktet uten innlåsingselementet, slik at vi kan se på differansen til eksotiske ”lock-in” opsjoner.

Den modifiserte call opsjonen vil få en relativt høy verdi i forhold til en vanlig call opsjon. I prisingen av denne opsjonen sjekker modellen vår kursen på underliggende hver årsdag frem til forfall. Modellene er beskrevet i appendiks A-4 og A-5. Modellen velger da $\max(M_T, S_T)$, hvor M_T er den høyeste innlåste verdien²⁷, og S_T er verdien ved forfall. På nedsiden av produktet bruker vi utgangspunktet modeller vi har brukt før, men her sjekker vi verdien hvert år, om kursen overstiger 115% av startkurs ved en av årsdagene. Da vil put opsjonene bli verdiløse. Den modifiserte call opsjonens verdi er 22,701 SEK. Den modifiserte put opsjonen er verdt 4,794, og den modifiserte CON put opsjonen er verdt 6,243 SEK. Verdien av de tre opsjonselementene er 11,664 SEK, og totalverdien av produktet er 98,050 SEK.

Verdien per 100 SEK er 95,194 og har en standardfeil på 0,0142. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [95,166, 95,222].

²⁷ M_T kan være 0

Dekomponering av innlåsingselementet

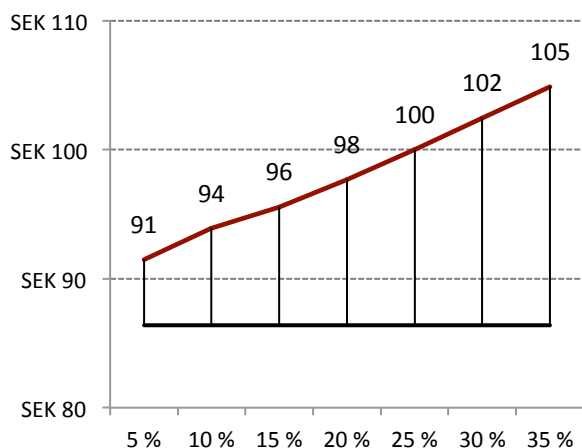


Figur 3-7-3 Dekomponering av innlåsingselementet.

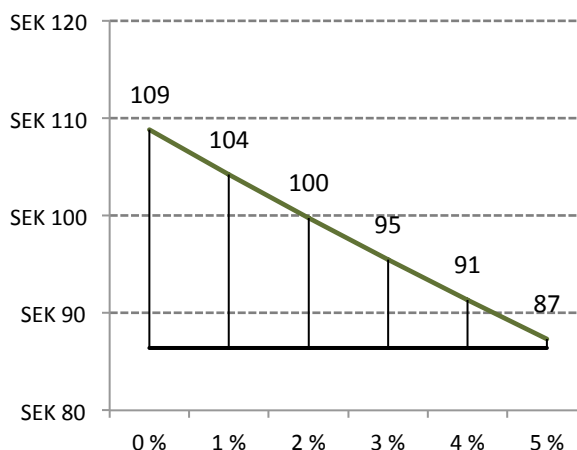
De mørkeblå søylene representerer opsjonselementene i ”lock-in”-produktet, og de lyseblå representerer vanlig opsjonsverdier uten ”lock-in”-elementet med lik kontraktspris. Dette histogrammet viser i kolonne 1 forskjellene mellom en vanlig europeisk call og en ”lock-in”-call, begge med kontraktspris på 100. Lock-in opsjonen er verdt 5,521 SEK mer enn en vanlig europeisk call. Som vi ser ut fra tabellen skiller det ikke nevneverdig mye på put opsjonene. Det skal ganske mye til for at aksjeprisen skal låses inn på 115% eller mer og deretter gi en verdi på en put med kontraktspris 75. Verdien av put opsjonene er mer verdt uten ”lock-in”-elementet.

3.7.5 Sensitivitetsanalyse

Produktet øker i verdi når volatiliteten øker. Dersom investorene mener at de neste 5 årene blir volatile kan verdien av produktet forsvares. Call opsjonen øker mer i verdi enn put opsjonene. Grunnen til dette er at put opsjonene ligger deep out-of-the-money, og blir ikke påvirket like mye som den modifiserte call opsjonen.



Figur 3-7-4 Volatilitet



Figur 3-7-5 Dividende

Som forventet er verdien fallende ved økt dividende. Fra 0 til 5% økning i dividenderaten, endrer verdien av produktet seg fra 108,79 til 87,31 SEK. Kurven er svak konveks. Produktet er svært følsom til endringer i dividenderaten siden alle opsjonene faller ved økt dividende.

3.8 StrukturInvest – Indexbevis Sverige 20 TwinWin

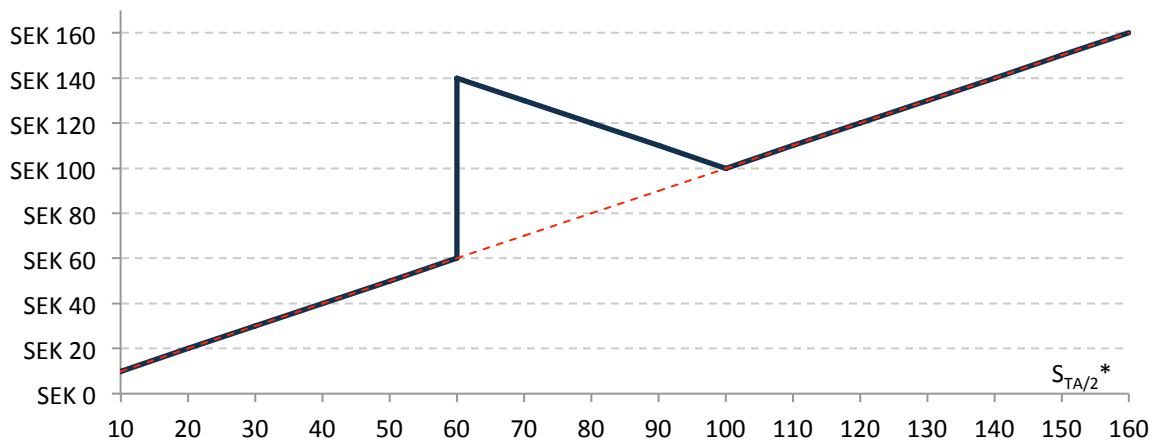
3.8.1 Beskrivelse av produktet

Sverige 20 Twin Win gir mulighet for avkastning ved nedgang og oppgang. Dersom indekscursen ligger under 60% av startkursen ved forfall er avkastningen lik OMXS30. Den indikerende deltakergraden var 1,0, men ble fastsatt til 0,95, både for nedsiden (ned til 60%) og oppsiden. Ved en positiv utvikling i indeksen vil avkastningen beregnes med 13 gjennomsnittlige observasjoner det siste året.

Løpetid	4 år (23.12.2012 – 23.12.2016)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Ja, 13 målinger når $S_T > S_0$
Deltakergrad	1,0 (0,95)
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-8-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-8-1, Indexbevis Sverige TwinWin



* $S_{TA/2}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$. Når $S_T < S_0$, er $S_{TA/2} = S_T$.

3.8.2 Replikeringsstrategi

Oppsiden av produktet kan replikeres med en modifisert asiatiske call med kontraktspris på 100. Samtidig kjøper man en europeisk put @ 100. Begge med en deltakergrad på 0,95. Da holder man en straddle med asiatiske hale på oppsiden. For å kunne replikere produktet selger vi 1,95 put opsjoner @ 60. For å replikere fallet fra det øverste punktet på nedsiden må vi selge Cash-or-nothing put opsjoner. Fallet ned til 60% vil da blir $138\%^{28} - 60\% = 78\% = X$. Dette kan matematisk fremstilles

$$O = \left| \begin{array}{l} 0,95 \times \max(OMXS30^{Slutt^*} - 100, 0) + 0,95 \times \max(100 - OMXS30^{Slutt}, 0) \\ -78 \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ if } OMXS30^{Slutt} \leq 60 \\ 0 \text{ if } OMXS30^{Slutt} > 60 \end{array} \right\} - 1,95 \times \max(100 - OMXS30^{Slutt}, 0) \end{array} \right|.$$

$OMXS30^{Slutt^*}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$, dersom $S_T < S_0$, er opsjonen verdiløs. $OMXS30^{Slutt}$ er indeksverdien på sluttidspunktet.

3.8.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofrie renten estimeres fra statsobligasjoner i Sverige. Vi tar utgangspunkt i startdagen til produktet og bruker lineær interpolering. Vi gjør denne om til kontinuerlig rente, som er 0,931%.

²⁸ $40\% * 0,95 = 38\%$

Volatilitet: Ved å estimere volatiliteten for 5-, 7- og 10 år, velger vi å benytte 7 års volatilitet på 21,932%. Denne ligger imellom 5- og 10 års estimatene.

Dividende: Dividenden blir estimert til å være 3,741%, som gir en kontinuerlig dividende rate på 3,673%. Denne raten vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger i forhold til dagens verdi (produktets startdag) av OMXS30.

Verdsettelse

IB TwinWin 20	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		94,486	94,486	
Call @ 100 (A)	10 000	9,705	10,038*	-0,332
Put @ 100	100 000	20,280	20,279	0,001
Put @ 60 (x1,95)	100 000	-5,823	-5,822	-0,001
CON Put @ 60 (x78)	100 000	-18,299	-18,297	-0,002
Verdi		100,350	100,684	-0,334
Verdi per 100 SEK		98,382	98,710	-0,328

Tabell 3-8-2 Indexbevis Sverige TwinWin 20

* Verdien av en vanlig asiatisk call

Obligasjonelement

Ing Bank som er emittenten har en rating på A+ og det påfaller dermed en kredittrisikopremie på 0,9% ved 4 års løpetid (Knivsflå, 2012). ING bank er fra Nederland og vi velger derfor å bruke nederlandske statsobligasjoner. Den kontinuerlige neddiskonteringsrenten blir dermed 1,418% og nåverdien av obligasjonelementet er 94,486 SEK.

Opsjonselement

Metode 1- Verdsettelse med formler

For å prise opsjonene bruker vi B&S som utgangspunkt. Den asiatiske halen må justeres for volatilitet og dividende ved hjelp av formlene (2.12) og (2.13). Volatiliteten blir justert til 19,982% og dividenderaten til 3,329%. Sammen med deltakergraden på 0,95, blir den asiatiske call opsjonen verdsatt til 10,038 SEK. Opsjonsprisene er fremstilt i Tabell 3-8-2.

Totalverdien av produktet blir 100,684 SEK eksklusiv kurtasje. Det gir en verdi på 98,710 per 100 SEK investert.

Metode 2 –Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Verdien av den modifiserte asiatiske call opsjonen er basert på 13 observasjoner det siste året. Verdien ved 10 millioner simuleringer er 9,705 SEK med en deltakergrad på 0,95. Ved 100 millioner simuleringer på de resterende opsjonselementene vil totalverdien av tilleggsbeløpet bli 5,863 SEK. Produktets totalverdi er 100,350 SEK.

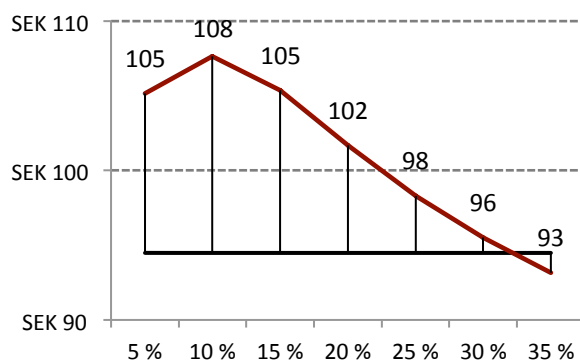
Verdien per 100 er 98,387 SEK og har en standardfeil på 0,0159. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [98,351, 98,413].

Dekomponering av asiatiske hale

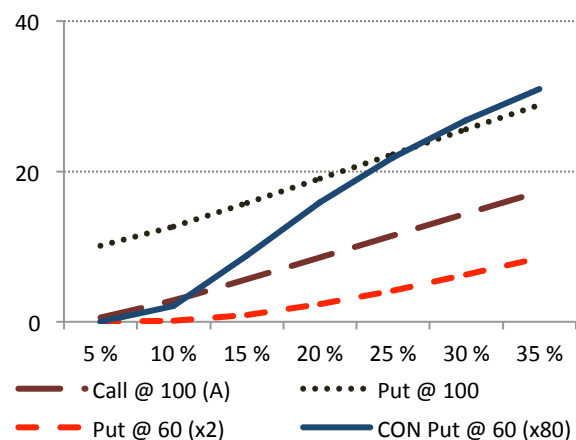
Ved dekomponering av den asiatiske halen vil verdien av en europeiske call være 10,770 SEK. Den modifiserte asiatiske halen reduserer verdien av produktet med 1,044 SEK. Totalverdien av produktet hadde blitt 99,425 per 100 SEK uten den asiatiske halen. Verdiene er beregnet med Monte Carlo simulering, justert for deltakergrad.

3.8.4 Sensitivitetsanalyse

Volatiliteten er vist i Figur 3-8-2. Økende volatilitet senker verdien av produktet, bortsett fra økningen 5 til 10%. Som Figur 3-8-3 viser, vil alle opsjonene få en høyere verdi, ved økt volatilitet. Grunnen til at produktets totale verdi faller, er at de korte opsjonene faller mer enn de lange.

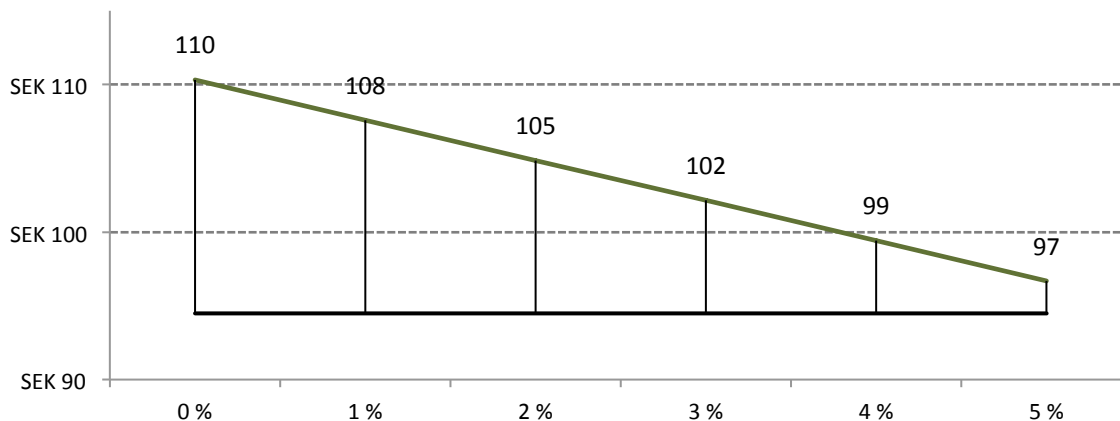


Figur 3-8-2 Volatilitet



Figur 3-8-3 Volatilitet separat

Verdien er også synkende ved økt dividende. Vi holder kun én posisjon som øker med dividenderaten, og det er den lange put opsjonen @ 100. Ved dividenderater under 4% vil verdien ligge over 100 SEK.



Figur 3-8-4 Dividende

3.9 SEB - Indexbevis Sverige Stege

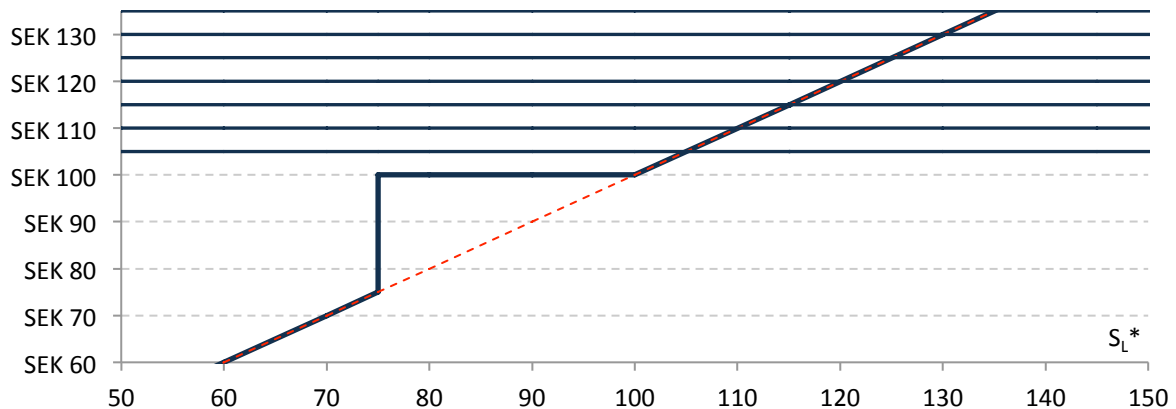
3.9.1 Beskrivelse av produktet.

Indexbevis Sverige Stege har en innlåsningsfunksjon og en delvis kapitalsikring. Produktet er svært likt Carnegies Lock-In produkt, men det har flere og hyppigere innlåsningsbarrierer. På hver årssdag (1,2,3,4) låser produktet inn den eventuelle børsoppgangen. Innlåsningsen skjer fra og med 5 til 90 % med 5% intervall. Produktet utbetaler da max(Sluttkurs, Innlåst nivå). Om utviklingen etter 1 år er 29% vil man kunne låse inn 25%. Dermed er man sikret en utbetaling på 125% av startkursen, selv om kursen skulle falle senere i løpetiden. Dersom kursen blir låst inn er produktet kapitalsikret. Dersom kursen ikke blir innlåst, er produktet fortsatt delvis kapitalsikret ned til 75% av nominelt beløp. Ved en kursnedgang på mer enn 25% følger produktet avkastningen til OMXS30.

Løpetid	5 år (02.02.2012 – 15.02.2017)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Nei
Deltakergrad	1,0
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-9-1 Standard informasjon

Illustrasjon, Figur 3-9-1, Indexbevis Sverige Stege



*Høyeste verdi av underliggende (S_T) og eventuelle innlåsing (M_T),

3.9.2 Replikeringsstrategi

Produktet låser inn på 105%, med 5% intervall opp til 190%. For å replikere produktet går vi lang i en call @ 100, med et "lock-in"-element. Vi selger en put @ 75 og en CON put @ 75, med $X=25$. Put opsjonene vil bli slått ut og blir verdiløse dersom indeksen noen gang blir låst inn. Matematisk fremstilling av produktet er

$$O = \max[OMXS30^{Slutt} - 100, 0] - \max[75 - OMXS30^{Slutt}, 0] - 25 \times \begin{cases} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \leq 75 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} > 75 \end{cases}$$

. $OMXS30^{Slutt}$ er maks av underliggende og en eventuell "lock-in" ved forfall.

3.9.3 Parametere

Risikofri rente: Vi har hentet den 5-årige renten fra riksbanken.se, basert på startdagen til produktet er denne 1,282% (Kontinuerlig).

Volatilitet: Basert på våre volatilitetsestimater på 5-, 7- og 10 år, benytter vi den laveste. Det 7-årige estimatet stemmer godt overens med volatiliteten på indekser med 30 underliggende aksjer. Denne er 20,961%.

Dividende: Dividenderaten som blir estimert er 3,549%, som er basert på produktets startdag og verdien av OMXS30. Den kontinuerlig dividenderaten blir følgelig 3,488%.

3.9.4 Verdssettelse

Stege	Simuleringer (i 1000)	Med Lock-In	Uten Lock-In	Avvik
Obligasjon		89,683	89,683	
Call @ 100 (L)	10 000	19,681	12,019	7,662
Put @ 75	100 000	-6,935	-8,463	1,528
CON Put @ 75 (x25)	100 000	-7,804	-10,381	2,576
Verdi		94,625	82,858	11,766
Verdi per 100 SEK		92,769	81,234	11,536

Tabell 3-9-2 Stege

Obligasjonselement

Prospektet forteller oss at utstederen SEB har fått kredittratingen A+. Ifølge Knivsflå vil dette gi oss et risikopåslag på 0,92% . Sammen med den svenske statsobligasjonsrenten på 1,282% vil vi få en kontinuerlig diskonteringsrente på 2,178%. Nåverdien av obligasjonselementet blir 89,683 SEK ved 5 års løpetid.

Opsjonselement

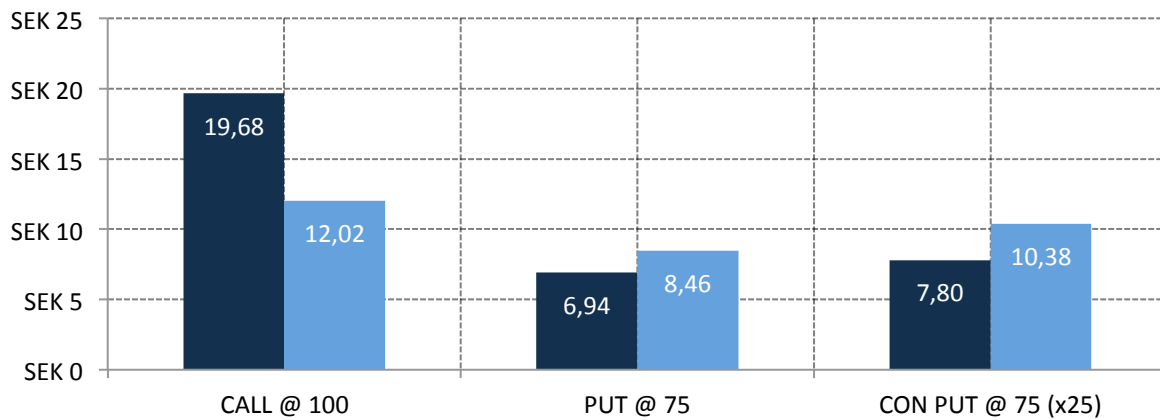
Siden vi ikke har noen kjente formler som tar hensyn til egenskapene dette produktet tilbyr, velger vi kun å benytte Monte Carlo simulering. Innlåsing på 5% med 5% intervaller øker verdien betraktelig sammenlignet med en vanlig call opsjon. For å replikere scenarioet ved en nedgang i indeksen, bruker vi modifiserte put opsjoner. Forskjellen fra vanlige put opsjoner er at disse blir verdiløse ved en innlåsing på 5% eller mer som medfører at prisene blir redusert. Verdien av lock-in call opsjonen ble 19,681 SEK, noe som er 7,66 SEK høyere enn en europeisk call. Verdien av den modifiserte putopsjonen er 6,935 SEK og verdien av den modifiserte CON put opsjonen er 7,804 SEK.

Verdien per 100 er 92,769 SEK og har en standardfeil på 0,0143. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [92,741 , 92,797].

Dekomponering av ”Stege”-element

De mørkeblå søylene representerer opsjonselementene i produktet, og de lyseblå representerer opsjonsverdier uten modifikasjoner med lik kontraktspris. Dette histogrammet

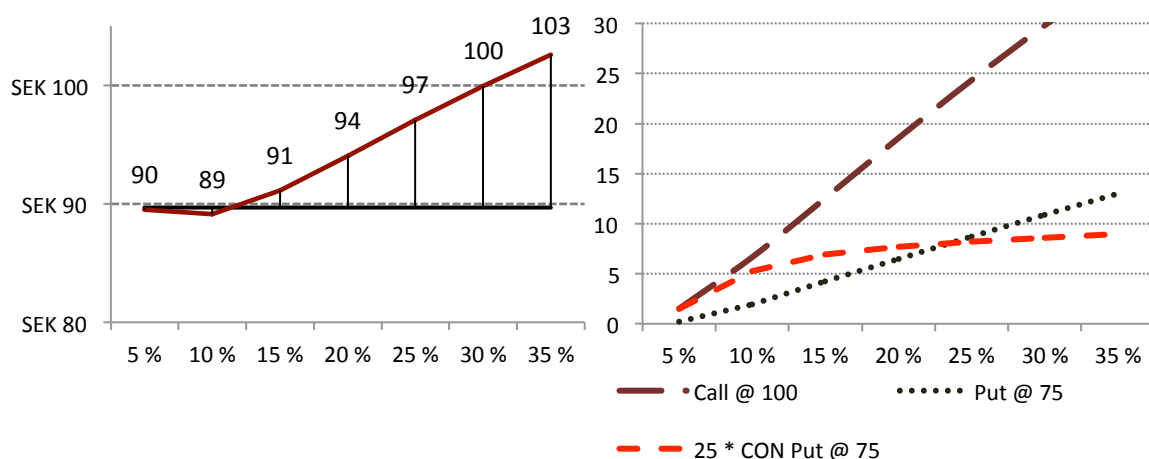
representerer i kolonne 1 forskjellene mellom en vanlig europeisk call og en ”lock-in”-call @ 100. Put opsjonene synker i verdi, men ”lock-in”-funksjonen øker verdien av produktet totalt.



Figur 3-9-2 Dekomponering av ”Stege”-elementet

3.9.5 Sensitivitetsanalyse

Figur 3-9-4 viser oss hvordan de forskjellige opsjonselementene oppfører seg ved ulik volatilitet. CON put opsjonen er konveks ved økning av volatiliteten, og opsjonsprisen stiger ikke nevneverdig fra 25 til 35%. Figur 3-9-3 illustrerer hvordan den totale verdien av opsjonselementet beveger seg ved endringer i volatiliteten. Ved lave volatiliteter og spesielt ved 10%, vil verdien av de solgte opsjonene være høyere enn den kjøpte. Ifølge våre estimater må indeksen ha en volatilitet på over 30% for at produktet skal oppnå en verdi tilnærmet 100 SEK.

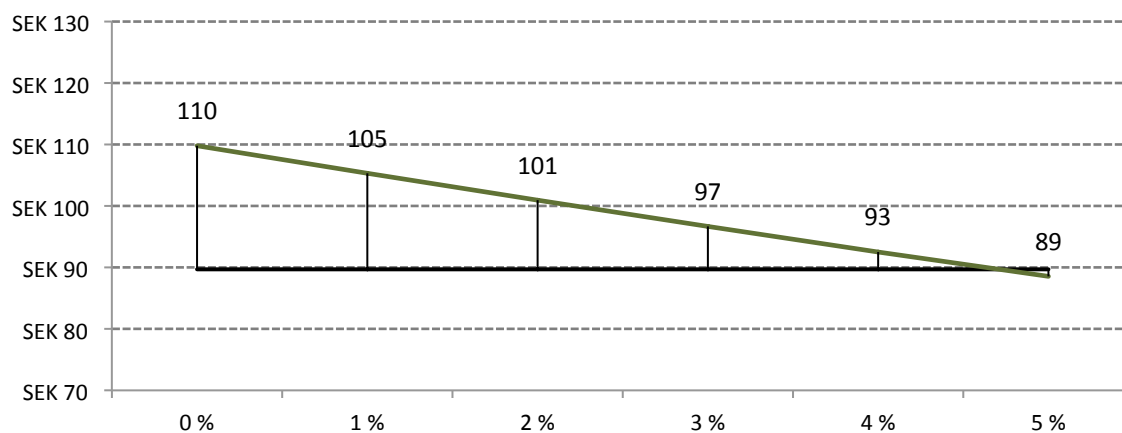


Figur 3-9-3 Volatilitet totalt

Figur 3-9-4 Volatilitet separat

Produktet er også sensitivt ved endringer i dividenderaten. Ved høye dividenderater på 5% vil tilleggsbeløpet bli negativt. Alle opsjonene reduseres ved økt dividende. Dividenden vi

har lagt til grunn er ca. 3,5%. Beveger den seg ned til 2% vil produktet gi en ”fair” verdi i forhold til investert beløp.



Figur 3-9-5 Dividende

3.10 Mangold Fondkommission AB – Twin-Win Sprinter Sverige 9

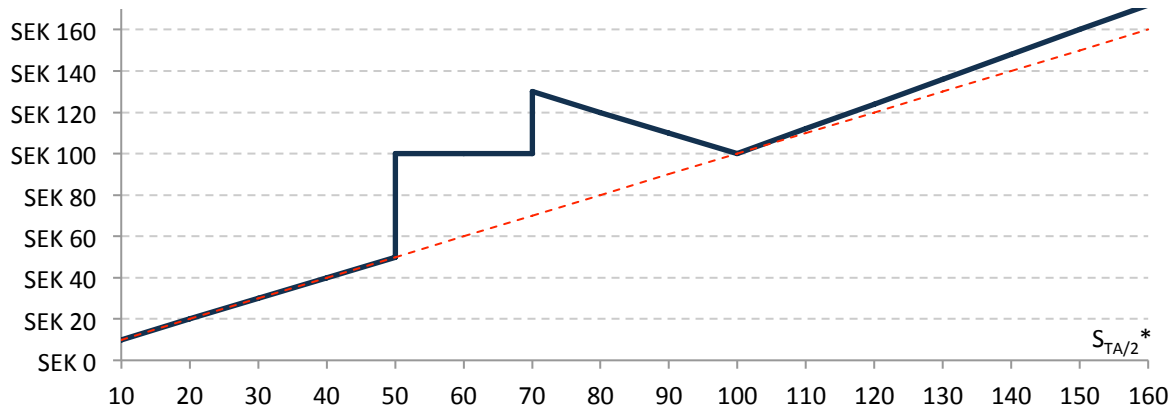
3.10.1 Beskrivelse av produktet

Sverige Twin Win Sprinter 9 har et ”straddle-element”, som gjør at det er mulig å tjene penger både ved nedgang og oppgang. Produktet har en deltakergrad på 1,20 ved en positiv utvikling, og 1,0 ved negativ utvikling såfremt underliggende ikke synker med mer enn 30%. Ved et indeksfall i intervallet 70-50% (av startkursen), vil man få tilbakebetalt 100% av det nominelle beløpet. Ender OMXS30 *under* 50%, vil produktet gi utbetaling lik indeksen, og investor kan risikere å tape alt. Ved en positiv indeksutvikling vil avkastningen beregnes ved hjelp av en modifisert asiatisk hale med 13 månedlige observasjoner det siste året. Ingen av nivåene har endret seg ved start.

Løpetid	5 år (15. 06.2012 – 15.06.2017)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Ja, 13 målinger når $S_T > S_0$
Deltakergrad	1,2 (Oppside) , 1,0 (Nedside til -30%)
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje

Tabell 3-10-1 Standard informasjon

Illustrasjon, 3-10-1, Twin-Win Sprinter Sverige 9



* $S_{TA/2}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$. Når $S_T < S_0$, er $S_{TA/2} = S_T$.

3.10.2 Replikeringsstrategi

Vi starter med å replikere produktet ved positiv utvikling, hvor vi går lang i en modifisert asiatisk call @ 100 med deltakergrad på 1,2. Vi kjøper også en lang put @ 100 for å skape straddle-elementet (V-formen). For å ”kutte” toppunktet ved nedgang, selger vi en put @ 70 samtidig som vi selger 30 cash-or-nothing put opsjoner @ 70. Dette gjør at investorer vil få tilbake 100% av det nominelle beløpet når indeksen ligger mellom 50% og 70% av startkurs. For å gjøre produktet billigere selger utsteder en europeisk put @ 50 og 50 cash-or-nothing put opsjoner @ 50. Produktet kan matematisk fremstilles

$$O = \left| \begin{array}{l} 1,2 \times \max[OMXS30^{Slutt*} - 100, 0] + 1,00 \times \max[100 - OMXS30^{Slutt}, 0] \\ -30,00 \times \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \leq 70 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} > 70 \end{array} \right\} - \max[70 - OMXS30^{Slutt}, 0] \\ -\max[50 - OMXS30^{Slutt}, 0] - 50,00 \times \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{if } OMXS30^{Slutt} \leq 50 \\ 0 & \text{if } OMXS30^{Slutt} > 50 \end{array} \right\} \end{array} \right|.$$

$OMXS30^{Slutt*}$ er gjennomsnittet av 13 målinger det siste året, gitt at $S_T \geq S_0$, dersom $S_T < S_0$, er opsjonen verdiløs. $OMXS30^{Slutt}$ er indekscursen den siste dagen.

3.10.3 Parametere

Risikofri rente: Vi har hentet den 5-årige renten fra riksbanken.se, basert på startdagen til produktet. Denne er 0,866% (Kontinuerlig).

Volatilitet: Basert på våre volatilitetsestimater på 5, 7 og 10 år, benytter vi den laveste. Den 7-årige volatiliteten stemmer godt overens med volatiliteten på indekser med 30 underliggende aksjer. Volatiliteten er estimert til 21,635%.

Dividende: Dividenden blir estimert til 4,240%. Den er vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger i forhold til indeksverdien av OMXS30 ved produktets startdato. Den kontinuerlig dividenden blir følgelig 4,153%.

Verdsettelsen

TwinWin Sprinter 9	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Obligasjon		89,471	89,471	
Call @ 100 (MA)	10 000	11,782	12,143*	-0,361
Put @ 100	100 000	25,119	25,117	0,001
Put @ 70	100 000	-8,144	-8,142	-0,001
CON Put @ 70 (x30)	100 000	-12,587	-12,587	0,000
Put @ 50	100 000	-2,060	-2,059	0,000
CON Put @ 50 (x50)	100 000	-9,450	-9,448	-0,002
Verdi		94,132	94,495	-0,363
Verdi per 100 SEK		92,286	92,642	-0,356

Tabell 3-10-2 TwinWin Sprinter 9

* Verdien av en vanlig asiatisk call

Obligasjonelement

Morgan Stanley er emittenten av dette produktet og i prospektet opplyses det om en kredittrating på Baa1 fra Moody's. Denne ratingen tilsvarer en årlig kreditrisikopremie på 1,57% (Knivsflå). Renten på de 5-årige amerikanske statsobligasjonene er 0,68%. Den kontinuerlige diskonteringsrenten blir 2,225% og gir en nåverdi på 89,471 SEK.

Opsjonselement

Metode 1 – Verdsettelse med formler

Når vi verdsetter den asiatiske call opsjonen må vi justere volatilitet og dividenderaten i henhold til teori om asiatiske opsjoner i ligning 2.12 og 2.13. Disse ble henholdsvis 20,112% og 3,823%. Verdien av den asiatiske opsjoner blir 12,143 SEK. Verdiene blir best fremstilt i Tabell 3-10-2. Verdien av produktet er 92,642 per 100 SEK investert.

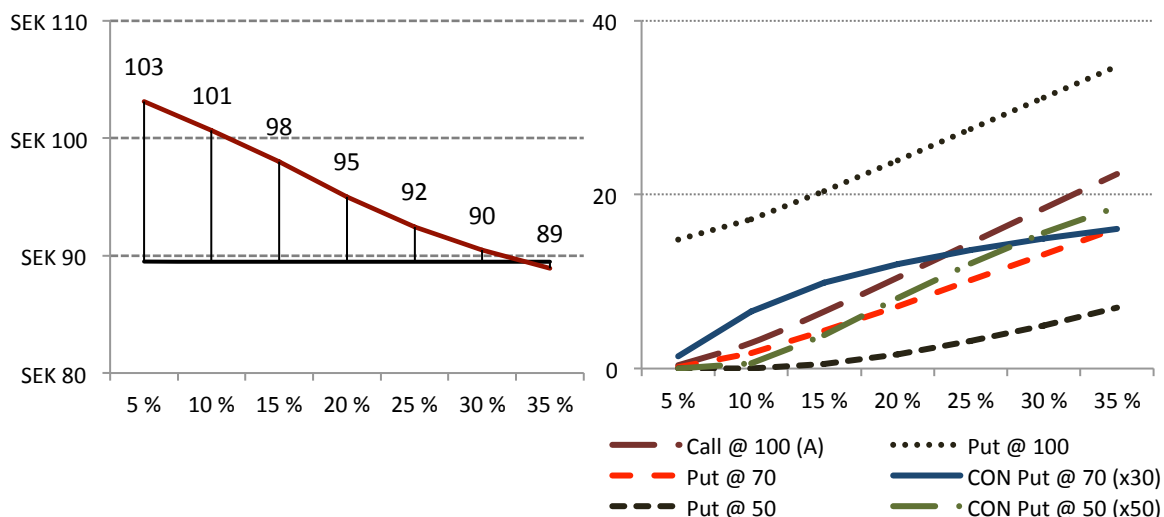
Metode 2 – Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Når vi skal simulere verdien av en modifisert asiatisk call opsjon, må vi sjekke hva kursen på underliggende indeks er 13 ganger det siste året. Dette gjør simuleringen mer tidkrevende, og gir større feilestimat sammenlignet med en vanlig opsjon. Verdien ble 11,782 SEK. På grunn av relativt mange opsjoner kan vi best se på verdsettelsen i Tabell 3-10-2. Det skiller 0,356 SEK per 100 investert fra tilnærmingen med formler. Den største grunnen til avviket er at approksimeringen av den asiatiske call opsjonen ikke tar hensyn til produktets virkelige egenskaper.

Verdien av simuleringene ga 92,286 per 100 SEK og en standardfeil på 0,0163. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [92,254 , 92,318].

3.10.4 Sensitivitetsanalyse

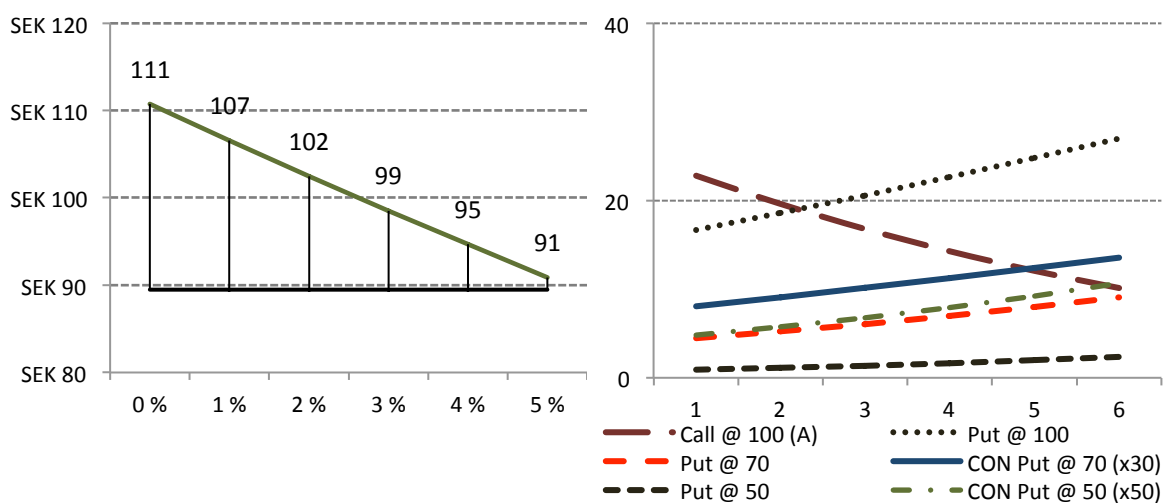
Fra Figur 3-10-3 ser vi at alle opsjonsverdiene øker ved økt volatilitet. I dette tilfellet øker de korte opsjonene, mer enn de lange opsjonene. Det vil si at økt volatilitet har en negativ totaleffekt på produktet. CON put opsjonen @ 70 har en avtakende verdiøkning ved 25%, men put opsjonen @ 50 er ekspansiv rundt det samme intervallet.



Figur 3-10-2 Volatilitet totalt

Figur 3-10-3 Volatilitet separat

Dividenderaten vil øke verdien av alle put opsjonene, og redusere verdien av den modifiserte asiatiske call opsjonen. Alle opsjonene, bortsett fra den kjøpte put opsjonen @ 100, vil ved økt dividenderate, redusere verdien av produktet. I dette tilfellet er de fem andre opsjonene mer dominante og en økning i dividenderaten vil derfor redusere verdien av produktet.



Figur 3-10-4 Dividende totalt

Figur 3-10-5 Dividende separat

3.11 StrukturInvest – Markedswarrant Sverige 7

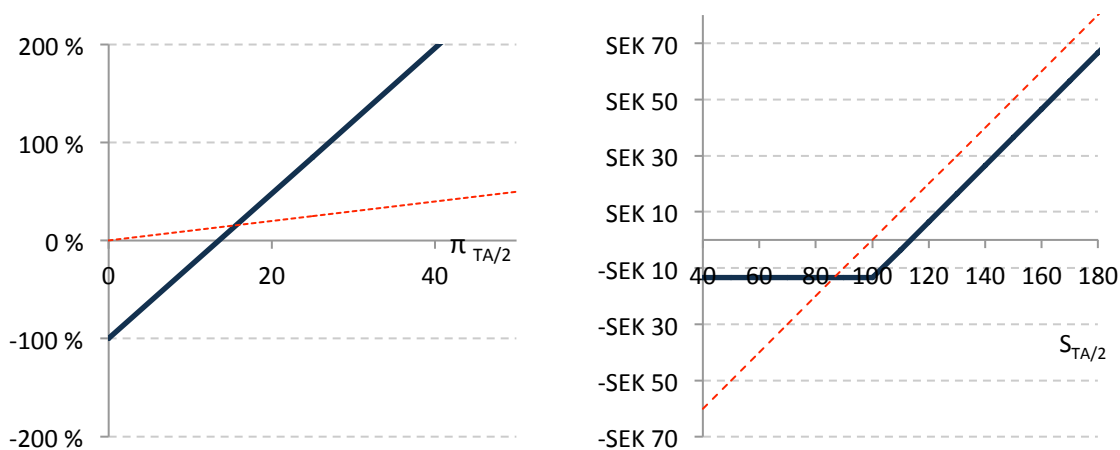
3.11.1 Beskrivelse

Denne warranten er lik en modifisert asiatisk call opsjon. S_T blir beregnet med syv målinger de siste seks månedene gitt en positiv sluttkurs. Dette gir det en potensiell høy avkastning i forhold til investert beløp. I illustrasjon 3-11-1 ser vi den prosentvise avkastningen i forhold til OMXS30. Kort forklart svinger avkastningen mye mer siden det nominelle beløpet er relativt lite. Illustrasjon 3-11-2 gir oss et bilde av realavkastning, som alltid vil være lavere enn OMXS30, bortsett fra nå indeksen faller med 13,5% eller mer. Her vil avkastningen til warranten være -100%. Det ble ingen endring i deltakergraden, som ble fastslått til 1,0.

Løpetid	3 år (15.03.2013 – 15.03.2016)
Kapitalsikring	Nei
Asiatisk hale	Ja, 7 målinger når $S_T > S_0$
Deltakergrad	1,0
Valutarisiko	Nei (SEK)
Avgifter	2% kurtasje + 13,5% tegningskurs (Premie)

Tabell 3-11-1 Standard informasjon

Illustrasjon, 3-11-1 og 3-11-2, Markedswarrant Sverige.



* $S_{TA/2}$ er gjennomsnittet av 7 målinger det halve året, gitt at $S_T \geq S_0$. Når $S_T < S_0$, er $S_{TA/2} = S_T$.

* $\pi_{TA/2}$ er utbetalingen $(S_{TA/2} - 13,5)$.

3.11.2 Replikeringsstrategi

Warranten kan direkte bli replikert med en lang modifisert asiatisk call med 7 målinger det siste halve året.

$$\text{Warrant} = DG \times \max[OMXS30^{\text{Slutt}^*} - 100, 0].$$

OMXS30^{Slutt*} er gjennomsnittet av 7 målinger det siste halvåret, gitt at $S_T \geq S_0$, dersom $S_T < S_0$, er warranten verdiløs.

3.11.3 Parametere

Risikofri rente: Den risikofri renten vi bruker er basert på en 3 års periode. Vi benytter lineær interpolering og får en kontinuerlig rente på 1,185%.

Volatilitet: Basert på våre volatilitetsestimater på 5, 7 og 10 år, benytter vi medianen på 7 år. Denne er 21,895%.

Dividende: Dividenden blir estimert til 3,405%, som er vektet og justert for verdien av fjorårets og årets dividendeutbetalinger i forhold til dagens verdi (produktets startdato) av OMXS30. Den kontinuerlig dividenden blir følgelig 3,348%.

Verdsettelse

Warrant	Simuleringer (i 1000)	Monte Carlo	B&S	Avvik
Call @ 100 (MA)	100 000	10,399	10,592*	-0,193
Verdi		10,399	10,592	-0,193
Verdi per 100 SEK		67,093	68,338	-1,2451

Tabell 3-11-2 Markedswarrant

* Verdien av en vanlig asiatisk call

Metode 1 – Verdsettelse med formler

For anvendelse av B&S formelen må vi justere dividenderaten og volatiliteten (2.12 og 2.13) på grunn av den asiatiske halen. Disse ble henholdsvis 3,220% og 20,597%. Når vi implementerer de nye inputvariablene i B&S formelen får vi en verdi på 10,592 SEK. En call opsjon uten asiatisk hale ville blitt verdsatt til 11,151 SEK, altså 0,559 SEK høyere.

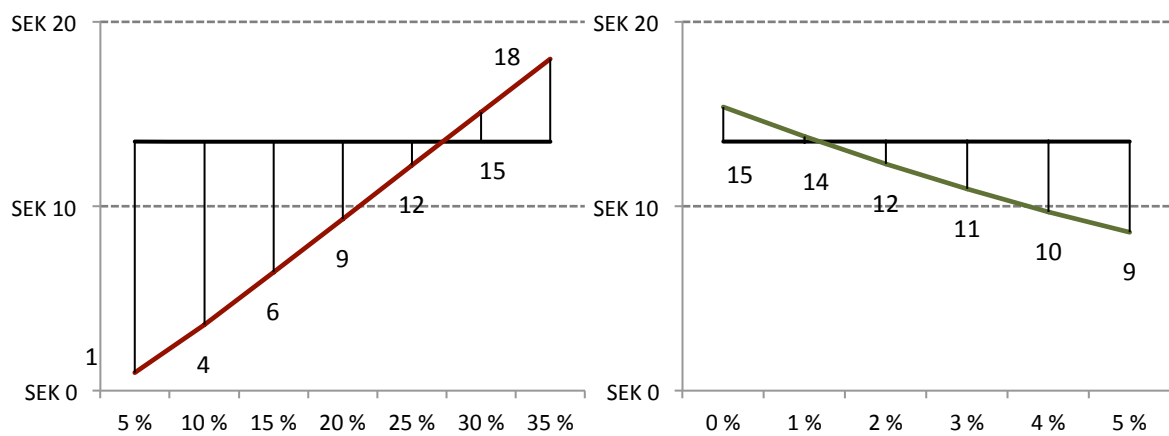
Metode 2 – Verdsettelse med Monte Carlo simulering

Ved verdsettelse med Monte Carlo simulering sjekker vi kursen 7 ganger det siste halve året. Vi benytter et aritmetisk gjennomsnitt for å finne verdien av indeksen den siste dagen. Alle simuleringene som ga en gjennomsnittlig verdi over 0, når $S_T < S_0$ blir forkastet. Dette gir oss en verdi på 10,399 SEK.

Verdien per 100 SEK er 67,093 SEK og har en standardfeil på 0,0067. Et 95% konfidensintervall gir oss en verdi mellom [67,080 , 67,106].

Sensitivitetsanalyse

Verdien av Warranten, av samme prinsipp som en asiatisk opsjon, øker når volatiliteten øker. Ved uendret dividenderate må volatiliteten være mellom 25 og 30% for kunne matche premien i produktet. Tar vi hensyn til kurtasjen må volatiliteten være over 35% for å matche investert beløp. En økende dividende gjør at verdien på warranten synker. Ved dividende på over 1% vil produktets verdi ligge under premien kunden betaler for.



Figur 3-11-3 Volatilitet

Figur 3-11-4 Dividende

3.12 Drøfting av verdsettelsen

Vi har nå verdsatt ti ulike strukturerte produkter og én warrant fra forskjellige utstedere og garantister. Etter at vi har funnet totalverdien på produktet eksklusiv kurtasje (3) har vi beregnet hvor mye utsteder tar i margin (4). Kolonne (5) er verdien som tilfaller kunden per 100 SEK investert, inkludert alle kostnader. Vi oppsummerer våre funn i kapittel 3 i Tabell 3-12-1.

Produkt	Obligasjon	Opsjon	Verdi	Margin til utsteder	Verdi per 100 SEK
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1 - Mangold F. AB - AIO Sverige 9	89,079	9,296	98,374	1,626	96,445
2 - Handelsbanken - Premium Certifikat	95,099	4,733	99,833	0,167	97,875
3 - Carnegie - Sprinter 2	88,818	3,639	92,456	7,544	90,644
4 - Handelsbanken - V-Certifikat	95,560	16,331	111,891	-11,891	109,697
5 - StrukturInvest - Twin Win 3 Defensiv	89,778	23,973	108,335	-8,335	106,310
6 - Handelsbanken - Kupongcertifikat	90,420	20,689	111,108	-11,108	108,930
7 - Carnegie - Lock-In	86,387	11,663	98,050	1,950	95,194
8 - StrukturInvest - IB Twin Win 20	94,486	5,864	100,350	-0,350	98,382
9 - SEB - Stege	89,683	4,941	94,625	5,375	92,769
10 - Mangold F.AB - TwinWin Sprinter 9	89,471	4,661	94,132	5,868	92,286
11 - StrukturInvest - MarkedsWarrant	-	10,399	10,399	3,101	67,093

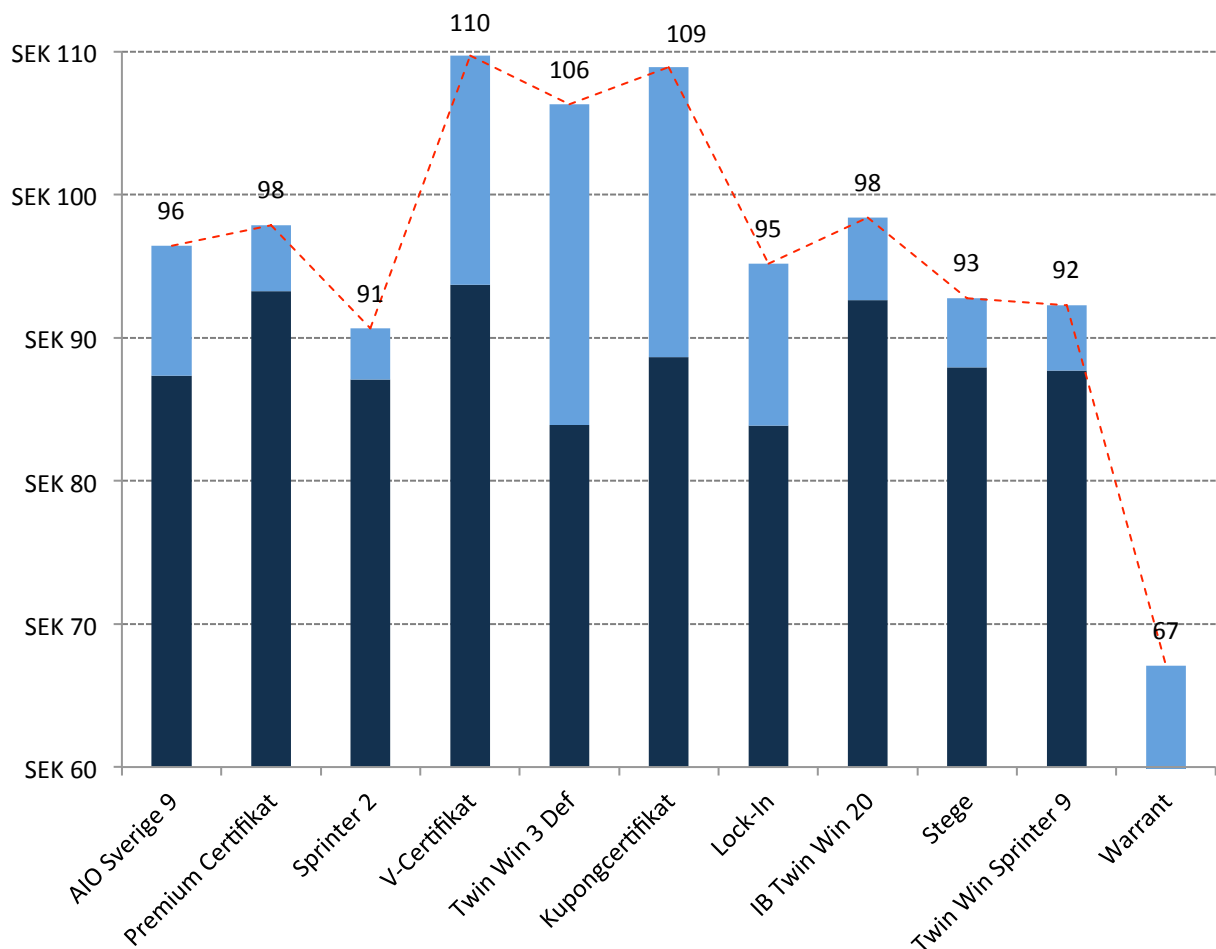
Tabell 3-12-1 Oversikt Produkter

Vi kan tydelig se at syv produkter ligger mellom 90-100% av 100 SEK investert. Warranten gir den laveste verdien per 100 SEK investert. Kurtasjen varierer fra 2-3% på produktene og kommer i tillegg til marginen til utsteder (4). Marginen er definert som differansen mellom innbetalt beløp eksklusiv kurtasje og nåverdien av produktet. De totale gebyrene til utstederne er varierende og det er vanskelig å generalisere resultatene. Nåverdiene og marginene til produktene kan sammenlignes med andre alternative investeringer. Til en sammenligning tar mange aksjefond i Sverige 1,5% i årlig provisjon, samtidig som rentefond tar 0.1%²⁹.

Strukturerte produkter gir investeringer med egenskaper du ikke oppnår ved å direkte investere i ett enkeltaktiva. For å kunne avgjøre om investeringene er gode, må vi se på

²⁹ <http://www.rikatillsammans.se/2011/04/30/min-analys-av-aktieindexobligationer-spaxar-och-andra-strukturerade-produkter/>

alternative metoder for å innta posisjonene. Er det mulig å innta de samme posisjonene til en lavere margin og kurtasje?



Figur 3-12-1 Verdi produkter per 100 SEK investert inkludert kurtasje. Mørkeblå søyler er obligasjonselementet, og lyseblå søyler er opsjonselementet.

Figur 3-12-1 viser tydelig tre investeringer som skiller seg markant ut fra resten av kurven med produkter. Handelsbanken sitt V-Certifikat og Kupongcertifikat sammen med StrukturInvest sin TwinWin Defensiv gir nåverdier høyere enn hva kunden betaler for. Handelsbanken sine produkter er utstedt på samme dag i 2011, og av de eldste produktene i oppgaven. Gjennomgående for disse tre produktene er at de er delvis- eller fullt kapitalsikret og kan gi avkastning ved nedgang. Opsjonsverdiene blir følgelig høye. Handelsbanken sitt V-certifikatet gir en høy nåverdi av obligasjonen, som i teorien gir lite kapital til å kjøpe opsjoner. Det kan være at vår neddiskonteringsrente er lavere enn den faktiske renten på obligasjonen. TwinWin Defensiv har i tillegg en overkurs på 5% som er satt for å dekke ekstraverdi over nominell investering. Ut i fra våre forutsetninger er det disse tre som gir den høyeste nåverdien av investeringen. Sprinter 2 er det strukturerte produktet som er verdt

minst, og vil gi den høyeste marginen. Samlet sett må investor betale ca. 9,5% i totale gebyrer til utstederen.

Noe av det mer interessante med verdsettelsen er sensitivitetsanalysen, hvor vi har valgt å bruke en standardisert rekke med variabler for volatilitet og dividende. Vi har sett hvordan forskjellige opsjoner reagerer, og hvordan summen av endringene gir den totale endringen i verdien av produktet. Noen ganger har store endringer i variablene en relativt beskjeden endring i verdien på produktene, andre ganger er produktene meget sensitiv mot små endringer. Dette bygger opp under hvor viktig og utslagsgivende parameterne er for verdsettelsen.

Produktene blir utstedt i ett lite tidsrom fra 2011 til 2013. Verdsettelsen baserer seg på konsistente forutsetninger med samme underliggende indeks som gir relativt like parametere. I Tabell 3-12-1 ser vi allikevel hvordan nåverdien av produktene (3) varierer med nesten 19 SEK fra det billigste til det dyreste. Dette viser at det er store forskjeller i egenskapene og betingelsene til produktene. Noe av differansene skyldes parameterne, men vi mener også at dette skyldes virkelige nåverdiforskjeller i produktene.

Den gjennomsnittlige verdien på alle produktene (ikke warranten) er 99 SEK, med et standardavvik på 7 SEK. Warranten har en lav nåverdi per 100 SEK investert, hvor kunden betaler ca. 33% i totale gebyrer til utsteder. Investor betaler 15,5 (13,5 + 2 SEK) for warranten, som er nesten 5 SEK høyere enn estimert nåverdi. Det positive er at den er mindre kompleks³⁰ enn andre produkter. Dette gjør det mulig å forstå investeringen fullt ut.

Vi har sett flere eksempler på hvordan utsteder senker verdien av produktene ved å selge put- og CON put opsjoner deep-out-of-the-money, barriereopsjoner, benytte deltakergrad < 1,0, og asiatiske haler.

³⁰ Kompleksiteten baseres også på underliggende. Ved for eksempel en kurv av underliggende indekser kan det være svært vanskelig for investorer å forstå og verdsette produktene

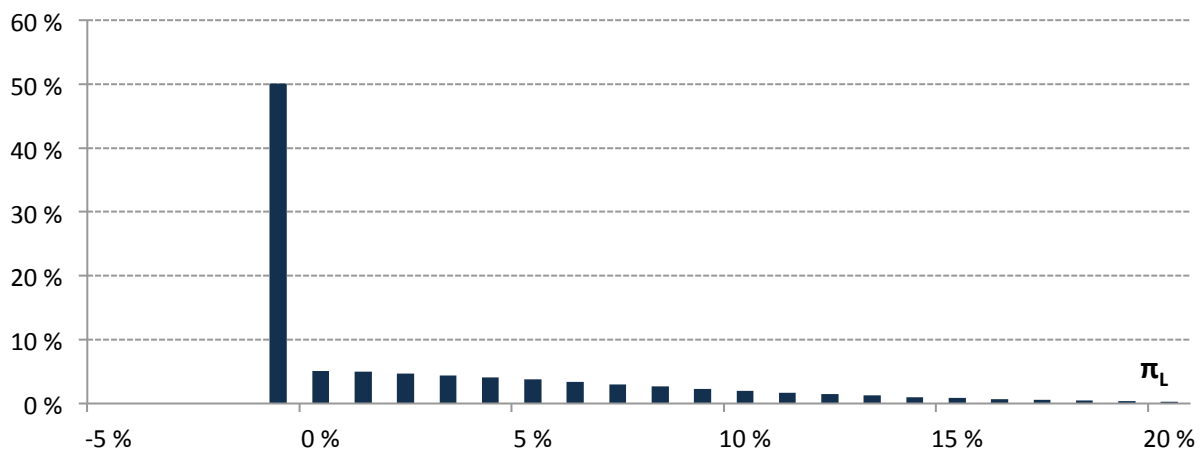
4 Forventet avkastning og sannsynlighetsfordeling

I dette kapittelet skal vi estimere den forventede avkastningen og sannsynlighetsfordelingen til produktene. Teorien bak dette er diskutert i avsnitt 2.8, og tallmaterialet ligger i appendiks D. Illustrasjonene viser årlig avkastning inkludert kurtasje langs den horisontale akse (π_L) og sannsynligheten for utfallene på den vertikale akse.

4.1 Mangold Fondkommission AB – AIO Sverige 9

I Figur 4-1-1 er avkastningsfordelingen til AIO Sverige 9. Tallene baserer seg på en risikopremie på 5,85% og vi har benyttet de samme inputvariablene som ble brukt under verdsettelsen. Produktets utfall ble simulert 1 million ganger, og kun halvparten av simuleringene ga produktet en forventet avkastning over 0%. Produktets forventede årlige avkastningen er 3,745%.

Den forventede avkastningen med kurtasje er 2,669% høyere enn den risikofrie renten. Ved positiv utvikling viser Figur 4-1-1 at det er stor sannsynlighet for å havne i intervallet 0-10% i årlig avkastning. Fordeling utover dette gir en synkende sannsynlighet, som reflekterer at produktet ikke er mer komplekst enn en asiatisk call. Avkastningsfordelingen ville blitt forskjøvet mot høyre, dersom produktet ikke hadde en asiatisk hale og en deltakergrad på 0,85.



Figur 4-1-1 AIO Sverige 9

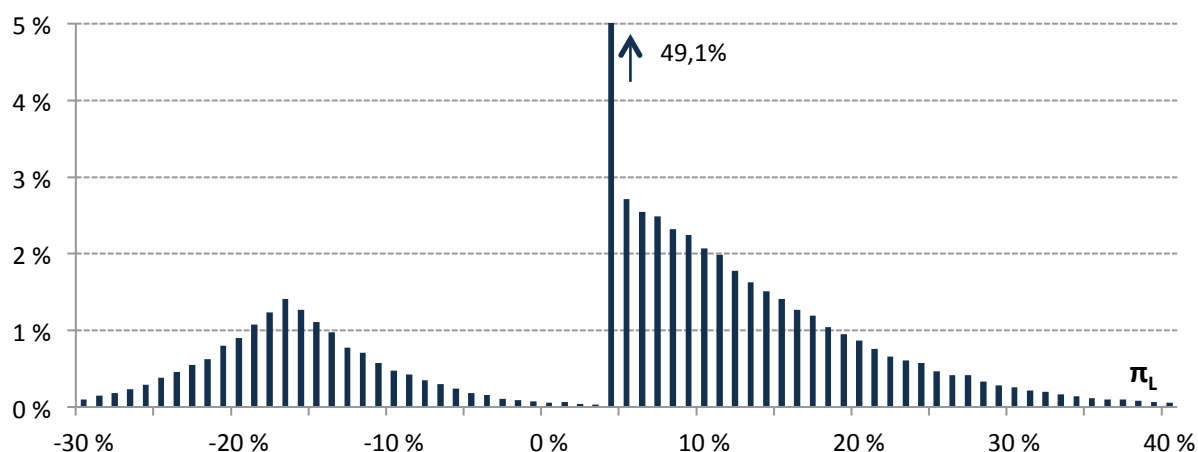
4.2 Handelsbanken – Premiumcertifikat Sverige

Avkastningsfordelingen baserer seg på 200 000 simuleringer. Grunnen til at vi har valgt færre simuleringer, er at produktet inneholder en barriere som må sjekkes relativt ofte.

Modellen sjekker om barrieren er brutt 10 000 ganger over hele perioden. Dette gjør modellen tregere, og vi har valgt å redusere antall simuleringer. Avkastningen legger seg med 49,1% sannsynlighet på premieintervallet (60 , 115). Investorene er da sikret en avkastning på 15%.

Figur 4-2-1 viser at fordelingen enten gir en sterk negativ utvikling eller en årlig avkastning fra 4% og oppover. Den forventede avkastningen med kurtasje er 5,569%, og det er hele 83,541% sannsynlighet for at avkastningen havner over den risikofrie renten på 0,922%. Den forventede årlige avkastningen ligger 4,649% over risikofri rente.

Ved negativ utvikling er det størst sannsynlighet å havne mellom -15 og -18%. For at produktet skal gi negativ avkastning, må barrieren brytes på 60% av startkursen og den negative avkastningen normalfordeler seg rundt dette punktet. Dersom aksjekursen først bryter barrieren, vil man holde en lang posisjon i underliggende indeks.



Figur 4-2-1 Premiumcertifikat Sverige

4.3 Carnegie – Sverige Sprinter 2

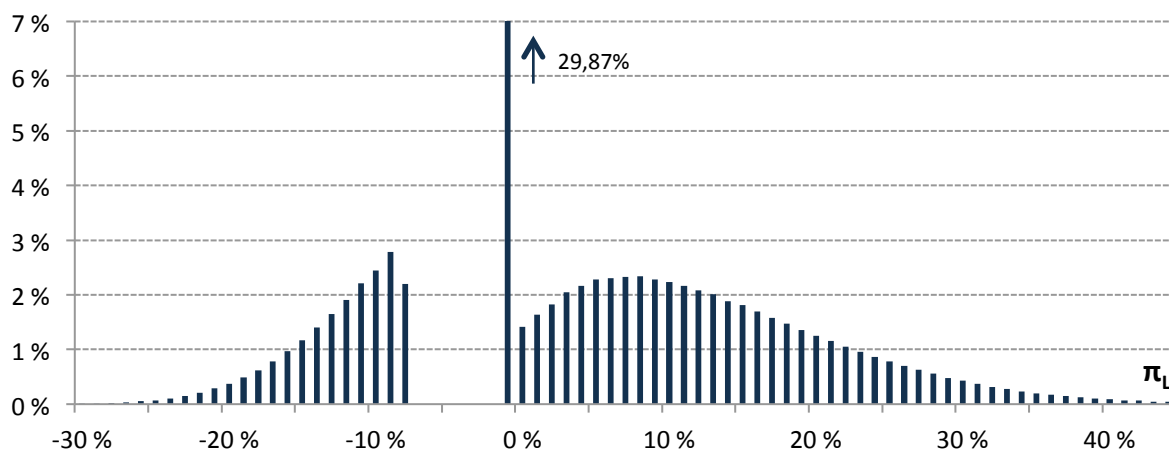
Avkastningsfordelingen er basert på 1 millioner simuleringer og vi benytter de samme inputvariablene som i verdsettelsen. Produktet gir en årlig forventet avkastning på 7,201%, og omtrent halvparten³¹ av simuleringene gir en avkastning som er høyere enn risikofri rente.

Produktets egenskaper gir investoren en delvis kapitalsikring, som tilbakebetaler nominelt beløp ned til 70% av startkursen ved forfall. Ingen av de simulerte prisene ligger derfor i

³¹ 48,285% > r_f

intervallet fra -6 til -1%. Cash-or-nothing put opsjonen medfører at den negative avkastningen fordeler seg fra -7% og nedover.

Oppsiden har en deltakergrad på 1,85 som gir en brattere pay-off, illustrert i Figur 3-3-1. Dette gir en høyere avkastning enn OMXS30, sett bort fra den asiatiske halen. Dette produktet har en modifisert asiatisk hale, som ikke gir mulighet for avkastning dersom $S_T < S_0$. Det vil si at ca 3,6% av utfallene som i utgangspunktet ga positiv avkastning på den asiatiske halen, vil istedenfor utbetale 0. Sannsynligheten for å få kun nominelt beløp tilbake er ca 28%. Produktet gir negativ avkastning på grunn av kurtasjen på 2%.

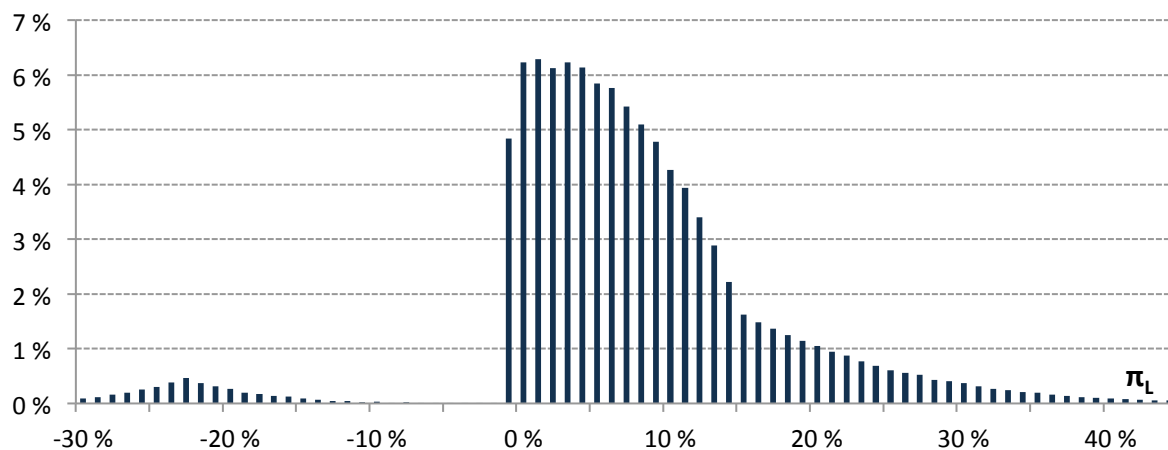


Figur 4-3-1 Sprinter 2

4.4 Handelsbanken – V-Certifikat Sverige

Avkastningsfordelingen er basert på 200 000 simuleringer. Den forventede årlige avkastningen ble på hele 8,430% inkludert kurtasje. På grunn av ”straddle”-elementet, kan produktet gi positiv avkastning både ved nedgang og oppgang. Produktets løpetid er på 2,5 år og sannsynligheten for at indeksen synker til 54% av startkurs er teoretisk liten.

Det er litt over 76% sjanse for at den årlige avkastningen havner i intervallet 0-15%. Fra 12% og oppover vil sannsynligheten falle markant. Dette er fordi barrieren på nedsiden blir slått ut, og vil gi negative verdier. Hadde produktet bestått av en ”straddle” uten en nedre barriere, ville de negative avkastningene lagt seg på høyresiden i fordelingen. Sjansen for å oppnå avkastning som er høyere enn risikofri rente er 84,422%.

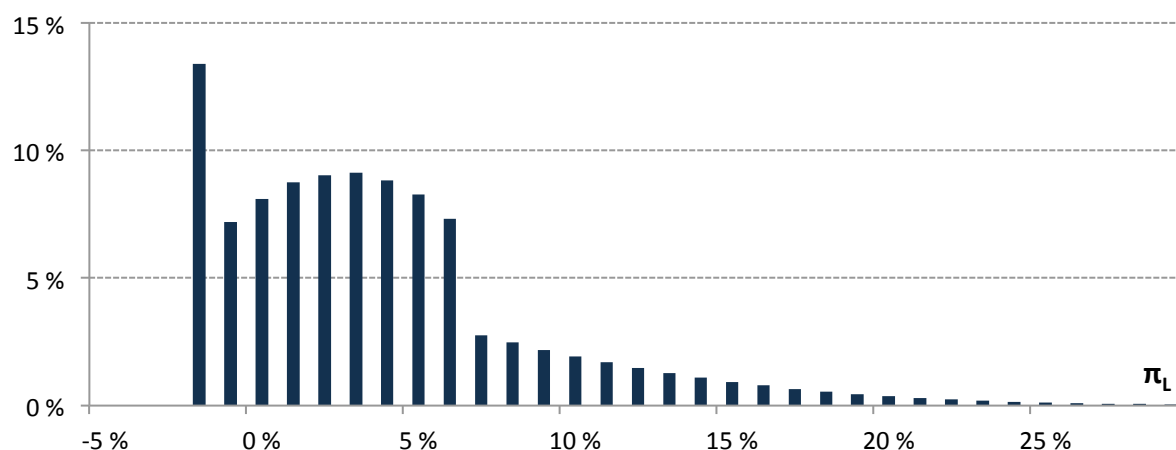


Tabell 4-4-1 V-Certifikat Sverige

4.5 StrukturInvest – AIO Sverige TwinWin 3 Defensiv

Dette er et kapitalsikret produkt og utbetalingene fordeler seg i intervallet -2% og oppover. Analysen er basert på 1 millioner simuleringer. Den årlige forventede avkastningen er 4,934%, inkludert kurtasjen på 2%. Dette er langt over den risikofrie renten på 0,934%. Hele 13,4% av simuleringene gir produktet en forventet avkastning mellom -2 og -1%, som er et resultat av overkurs og kurtasje på 7%.

Avkastningsfordelingen har et markant fall i kurven fra 7-8%. Dette er på grunn av at den positive avkastningen på nedsiden faller bort og legger seg i -2 til -1% intervallet. Sannsynligheten for å overgå risikofri rente medregnet kurtasje er 71,893%.

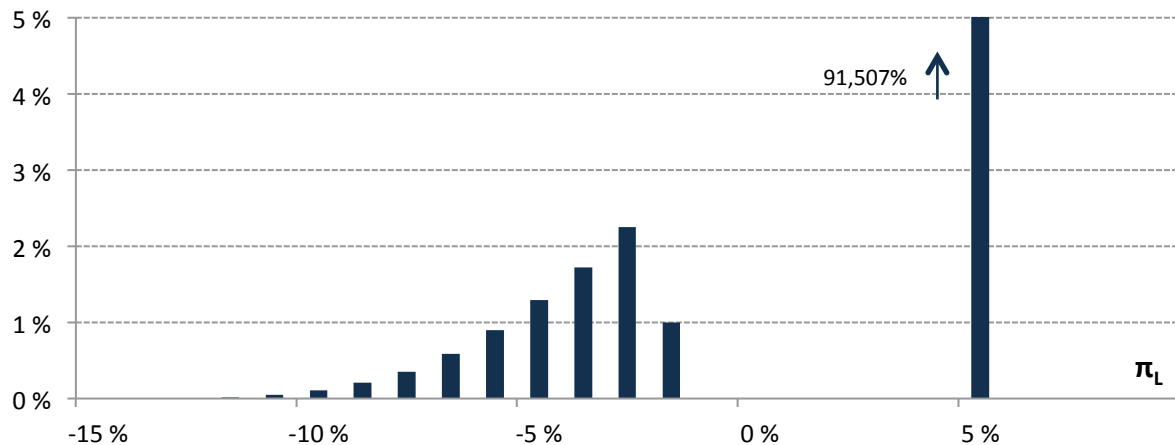


Figur 4-5-1 Twin Win 3 Defensiv

4.6 Handelsbanken – Kupongcertifikat Sverige

Avkastningsfordelingen baserer seg på 1 millioner simuleringer. Produktets struktur er bygget opp slik at man er garantert en kupong på 34%. Ender indekscursen under 60% av

startkursen på sluttidspunktet, vil investoren få utbetalt verdien på OMXS30 pluss kupongen på 34%. Sannsynligheten for at indeksen er over 60% ved forfall og dermed havner over risikofri rente er 91,507%. Den forventede avkastningen er 4,924%. I prospektet får vi opplyst at 234 av 238 (98,3%) forfalte kupongcertifikater³² har endt opp med å utbetale det nominelle beløpet pluss kupongen ved forfall.



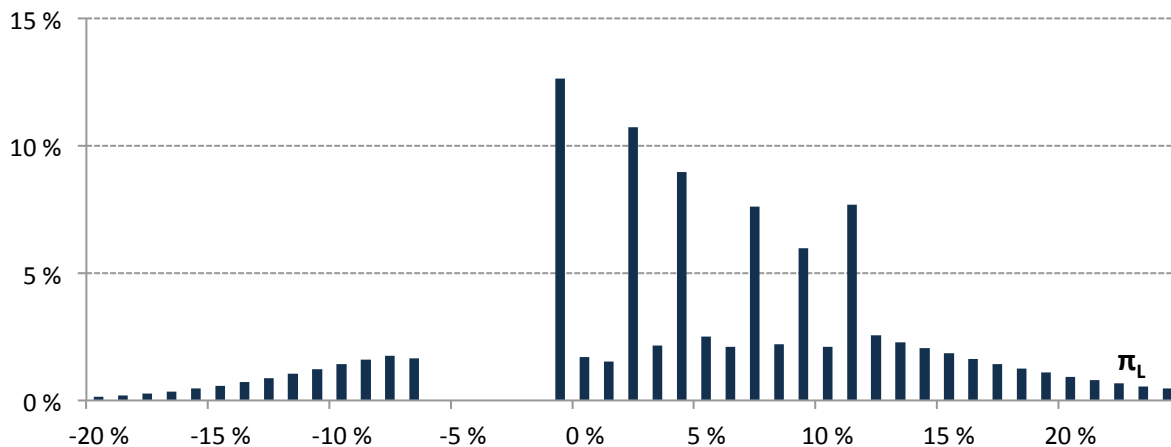
Figur 4-6-1 Kupongcertifikat

4.7 Carnegie – Sverige Lock-In

Fremstillingen er basert på 1 million simuleringer. Den årlige forventede avkastningen er 7,082%, medregnet kurtasje på 3%. Som et resultat av produktets delvise kapitalsikring ned til 75% av startverdien vil 12,618% av utfallene havne innenfor -1 til 0%-intervallet. Det er 61,259% sjans for at produktet slår risikofri rente.

Når produktet har ”lock-in”-funksjoner, vil sannsynligheten for oppside være større og gir en en høyere avkastning enn en vanlig call opsjon. Produktets evne til låse inn gevinster er svært gunstig for investor. Vi kan tydelig se toppene i Figur 4-7-2, som representerer kapitalsikringen og de respektive barrierene på 15-, 30-, 45-, 60- og 75%.

³² Med OMXS30 som underliggende

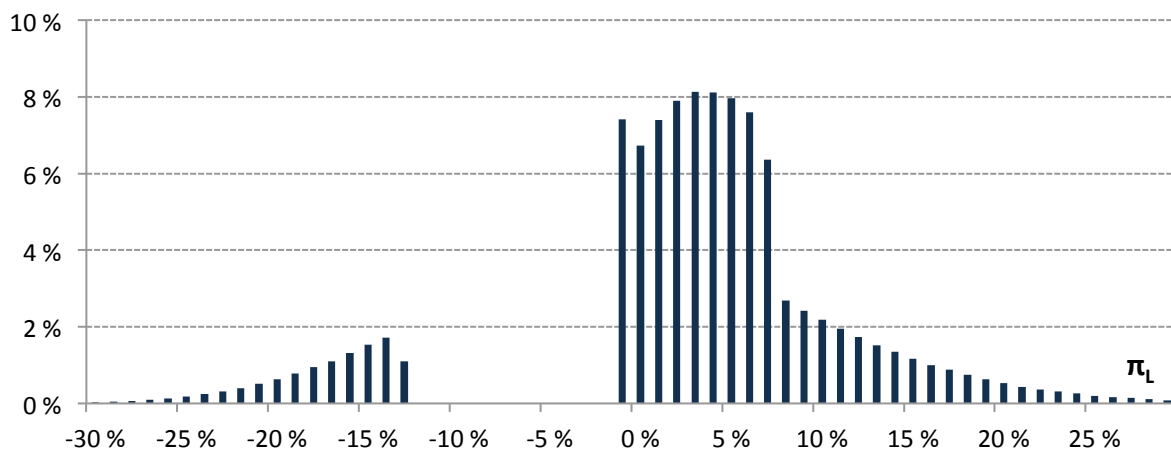


Figur 4-7-1 Lock-In

4.8 StrukturInvest – IB Sverige 20 TwinWin

Analysen er basert på 1 millioner simuleringer. Den årlige forventede avkastningen er 4,629% når vi tar hensyn til kurtasjen på 2%. Dette er godt over den risikofrie renten på 0,935%. Andelen som er over risikofri rente er estimert til 75,149%. Produktet har egenskaper som navnet tilsier, og gir potensiell gevinst både ved oppgang og nedgang.

I Figur 4-8-1 er det stor sannsynlighet for at den årlige avkastningen er i intervallet 0 til 7%. Nærmere 60% av de simulerte verdiene havner innenfor dette intervallet. Når den positive utviklingen på nedsiden blir kuttet vekk på 60% ser vi at sannsynlighet for å oppnå 9% er markant lavere enn 8%. Produktet inneholder ikke et barriereelement, men en cash-or-nothing put opsjon @ 60. Dette gir et markant hull i avkastningsfordelingen. Vi ser at tapet aldri er mellom -1% og -11% på grunn av CON opsjonens hopp i utbetalingsillustrasjonen (Figur 3-8-1). Produktet begynner å gi negative avkastninger ved 40% nedgang, sett bort fra kurtasje.

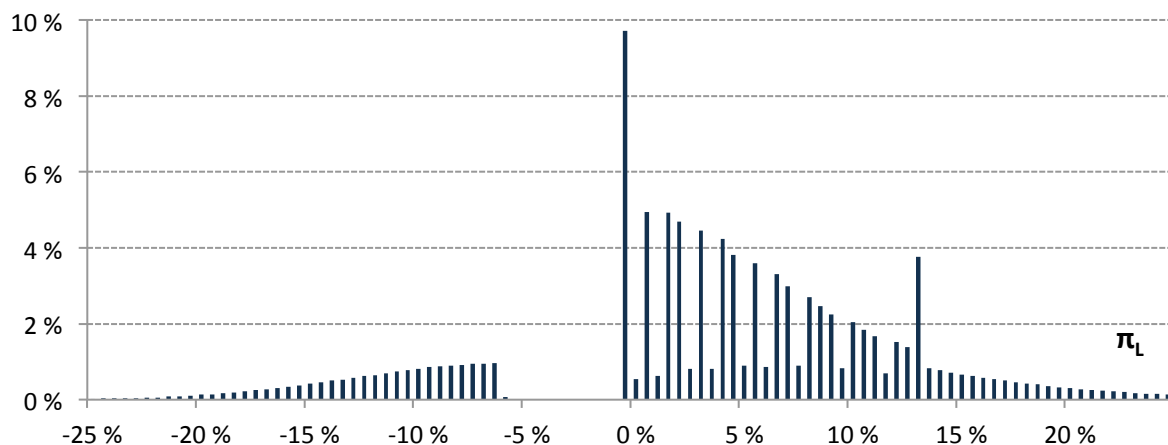


Figur 4-8-1 Indexbevis Sverige Twin Win 20

4.9 SEB – IB Sverige Stege

Avkastningsfordelingen baserer seg på 1 million simuleringer. Produktets innlåsningsfunksjon sørger for at produktet låser inn gevinster fra +5% til 90% med 5% intervaller på hver årssdag i løpet av produktets levetid. Det vil si at med en gang produktet låses inn, blir produktet kapitalsikret og sannsynligheten for å oppnå en negativ avkastning er borte. Produktet er, uavhengig av innlåsningsfunksjonen, delvis kapitalsikret ned til 75% av startkursen.

Den forventede årlige avkastningen er 5,428%, medregnet kurtasjen på 2%. Sannsynligheten for å overgå risikofri rente er 68,151%. ”Lock-in”-elementet øker sannsynligheten for å få positiv avkastning. Ca 2/3 av avkastningene havner innenfor 0 – 15%. Grafen viser godt hvordan produktet låser inn i 5%-intervaller. For å fremstille dette best mulig er intervallene delt opp i 0,5% intervaller. De høye søylene danner en karakteristisk kurve, med små søyler i mellom. Den siste søylen (13-13,5 %) representerer den siste innlåsing på 190%.



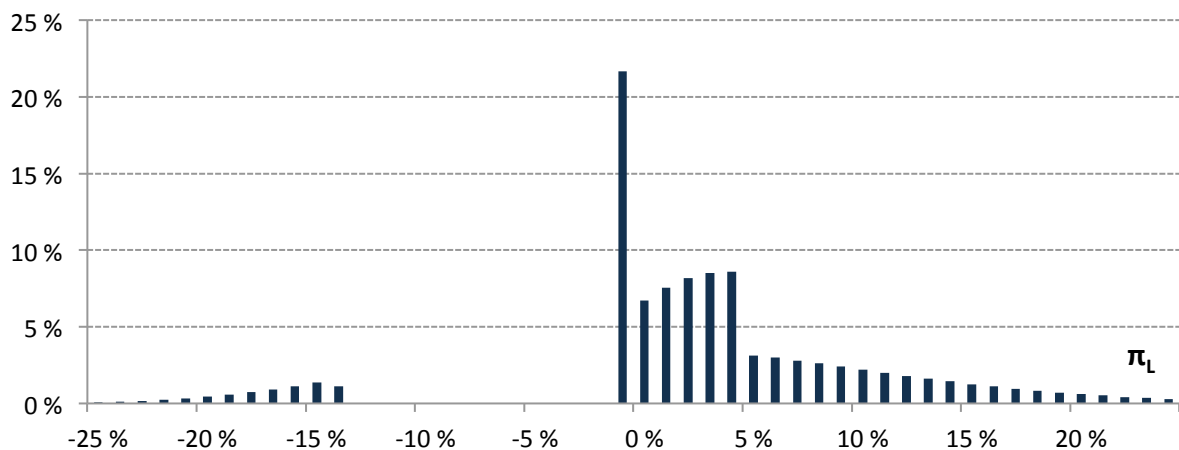
Figur 4-9-1 Stege

4.10 Mangold Fondkommission AB – TwinWin Sprinter Sverige

9

Avkastningsfordelingen baserer seg på 1 million simuleringer. Fra Figur 4-10-1 kan vi se at sjansen er størst for å oppnå en årlig avkastning mellom 0 og 5%. Dette er naturlig siden produktet har et ”straddle-element” og er kapitalsikret ned til 50%.

Den forventede årlige avkastningen er 4,849% og høyt over den risikofri renten. Sannsynligheten for at man slår risikofri rente er 65,075%. Det markante hoppet ved 5% i avkastning, er på grunn av at ”straddle-elementet” blir kuttet på nedsiden. Nedsiden ved disse nivåene gir 0 eller negativ utbetaling.

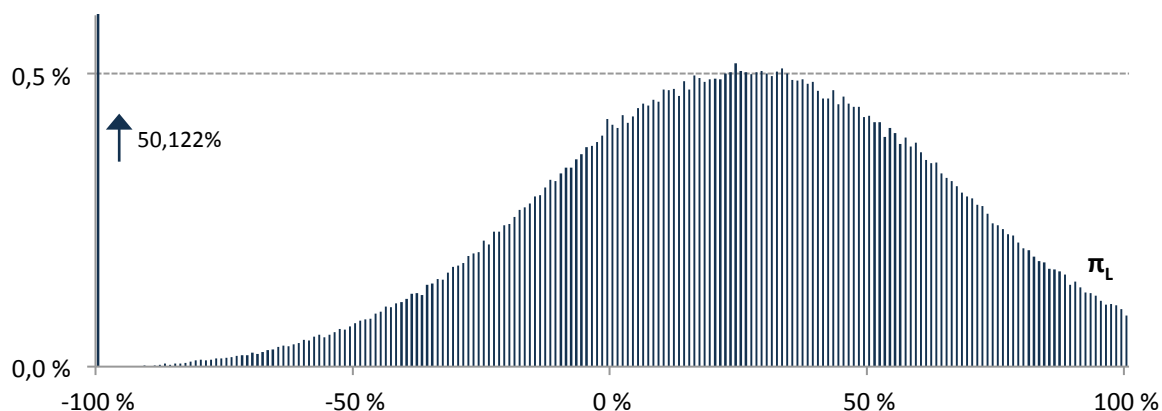


Figur 4-10-1 AIO Twin Win Sprinter 9

4.11 StrukturInvest – Markedswarrant Sverige 7

Avkastningsfordelingen baserer seg på 1 million simuleringer. Sannsynligheten for å tape hele beløpet er 50%. På tross av dette gir produktet en årlig forventet avkastning på 9,267%. Sannsynligheten for at avkastningen overgår risikofri rente er 37%. Forskjellene med- og uten kurtasjen er vesentlig større i forhold til de andre produktene. Det skiller over 5% i forventet årlig avkastning.

Av grafen ser vi at forventet avkastning er jevnt normalfordelt utover og det er relativt mange av de simulerte verdiene som gir høye avkastninger. For eksempel er det ca 14% av de simulerte verdiene som gir en årlig avkastning på over 50%.



Figur 4-11-1 Markedswarrant Sverige

4.12 Drøfting av forventet avkastning og sannsynlighetsfordeling

I denne analysen kan vi se at avkastningsfordelingene stemmer overens med produktene sine egenskaper. Vi har også estimert den årlige forventede avkastningen (inkludert kurtasje) og sannsynligheten for at produktet skal gi avkastning over risikofri rente. Funnene er oppsummert i Tabell 4-12-1.

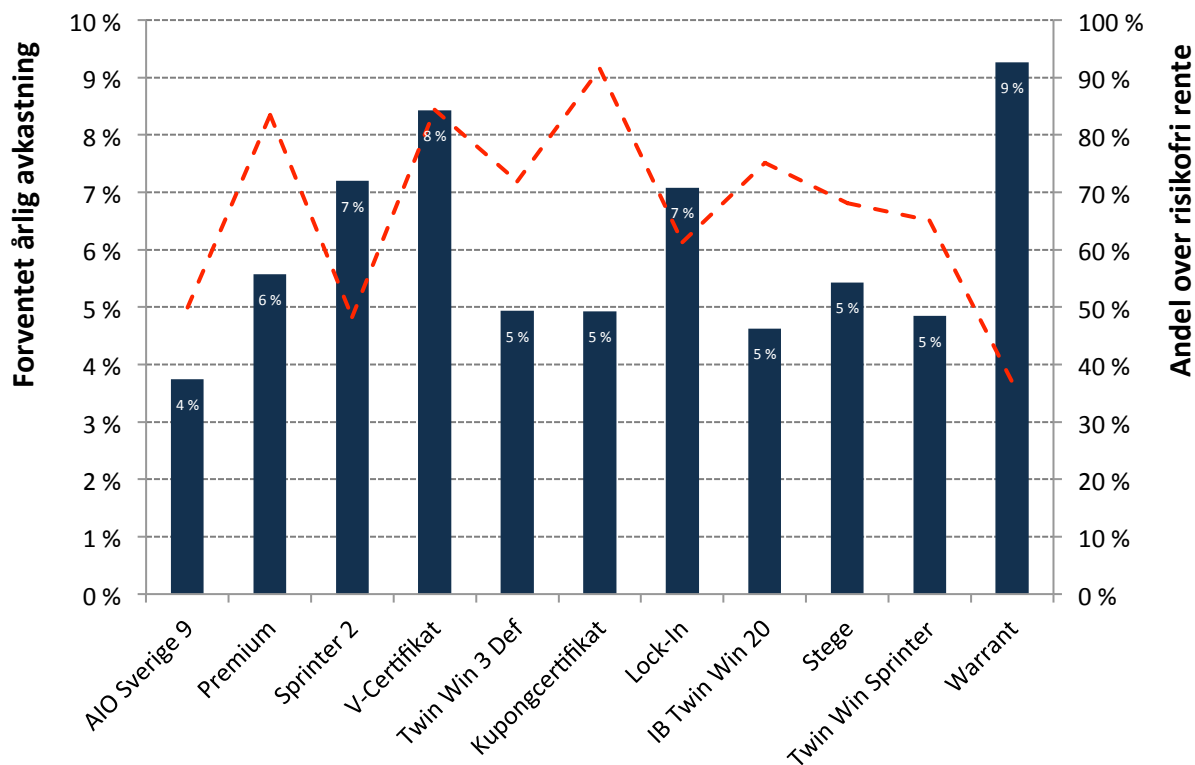
Produkt	Årlig forventet avkastning	Andel over risikofri rente
1 – Mangold F. AB – AIO Sverige 9	3,745 %	49,946 %
2 – Handelsbanken – Premiumcertifikat	5,569 %	83,541 %
3 – Carnegie – Sprinter 2	7,201 %	48,285 %
4 – Handelsbanken – V-Certifikat	8,430 %	84,422 %
5 – StrukturInvest – Twin Win 3 Defensiv	4,934 %	71,893 %
6 – Handelsbanken – Kupongcertifikat	4,924 %	91,507 %
7 – Carnegie – Lock-In	7,082 %	61,259 %
8 – StrukturInvest – IB Sverige Twin Win 20	4,629 %	75,149 %
9 – SEB – Stege	5,428 %	68,151 %
10 – Mangold F. AB – Twin Win Sprinter 9	4,849 %	65,075 %
11 – StrukturInvest - MarkedsWarrant Sverige	9,267 %	37,006 %

Tabell 4-12-1 Oversikt produkter

Mangold Fondkommission AB sin AIO gir den laveste forventede avkastning på 3,745%. Både denne og Carnegie sin Sprinter 2 har i underkant av 50% sannsynlighet for å gi avkastning over risikofri rente. Carnegies produkt har høyere risiko siden den ikke er kapitalsikret, og gir mulighet for å tape alt. Som kompensasjon for risiko gir Sprinter 2 en forventet avkastning som er ca. 3,5% høyere enn Mongolds AIO.

Produktet som gir den høyeste forventede avkastningen er Handelsbankens V-certifikat på 8,430%. Vi sjekket deltakergraden for produktet, og fikk gjennom mail-korrespondanse bekreftet at denne faktisk var 1,0, både på oppsiden og nedsiden.

Figur 4-12-1 viser sammenhengen mellom forventet avkastning og sannsynligheten for å havne over risikofri rente. Aksen til venstre representerer årlig forventet avkastning og aksen til høyre representerer sannsynligheten for en avkastning over risikofri rente (rød stiplede linje)



Figur 4-12-1 Oversikt produkter

Den årlige gjennomsnittlige avkastningen for alle produktene (ikke warranten) er 5,7%, med et standardavvik på 1,4%. Alle produktene blir estimert til å gi en positiv forventet årlig avkastning og den gjennomsnittlige sannsynligheten for å oppnå avkastning over risikofri rente er 71%. Det er warranten som gir den høyeste forventede avkastningen, men produktet har bare 37% sjans til å slå risikofri rente. Dette skyldes den store eksponeringen i forhold til investert beløp.

Alle produktene vi har analysert gir en forventet avkastning som er høyere enn risikofri rente. For å fastslå om avkastningene er ”gode nok”, må vi ta hensyn til risiko. Strukturerte produkter er en samlebetegnelse som omfatter produkter med forskjellige egenskaper og risiko. For å generalisere resultatene krever det et større utvalg av produkter og en klassifisering i ”risiko-klasser”. Vi kan for eksempel dele de opp i *Kapitalsikrede* (Produkt 1 og 5), *Delvis kapitalsikrede* (Produkt 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 og 10) og produkter bestående kun av opsjoner (Warranten).

5 Avslutning

I dette kapitlet skal vi oppsummere hva vi har gjort i vår utredning. Vi vil også diskutere dagens marked og forslag til videre studie av strukturerte produkter. Til slutt drøfter vi styrker og svakheter med oppgaven.

5.1 Oppsummering

Vi har i denne oppgaven gjennomført en analyse av ti strukturerte produkter og én warrant. Vi har beregnet nåverdien av produktene og analysert den forventede avkastning. Strukturerte produkter er et godt investeringsalternativ hvis de blir tilbudt til riktig pris og premisser.

I verdsettelsen (Kapittel 3) ser vi at syv av elleve produkter har en nåverdi som ligger mellom 90 og 100 SEK per 100 investert. Dette er ikke entydig med at produktene er dårlige investeringer. Warranten gir den laveste nåverdien per 100 SEK investert. Vi har også tre produkter som gir en nåverdi høyere enn hva investor betaler for. Dette kan skyldes andre forutsetninger og prisingsmodeller, men også virkelige nåverdiforskjeller. Produktene gir muligheten for å innta investeringsposisjoner som ellers ville vært svært vanskelig å tilegne seg. Produktene tilbyr unike investeringsplasseringer som kan skreddersys til investorens risiko- og avkastningspreferanser.

I kapittel 4 tar vi for oss avkastningsfordelingen til hvert enkelt produkt. Den grafiske fremstillingen gir oss innsyn i hvordan produktene fungerer, og er et godt verktøy for den grunnleggende forståelsen. Grafene viser tydelig de egenskapene som er oppgitt i prospektene. Den forventede avkastningen er relativt høy på flere av produktene, og er preget av vår implementerte risikopremie på 5,85%. Vår utredning tar for seg flere produkter som ikke er kapitalsikret, og innehar derfor større risiko som gir høyere forventet avkastning. Produktenes forventede avkastning ligger mellom 3,7-8,4%. Warranten har den høyeste avkastningen på 9,3%, men har kun 37% sjans til å havne over risikofri rente. Produktene har mellom 50-90% sjans til å få en avkastning over risikofri rente.

5.2 Det svenske markedet

Markedet for strukturerte produkter øker fortsatt, men er på langt nær det samme volumet som det var i 2007, før finanskrisen (95 milliarder i emisjonsvolum). Produktene på 1990-tallet var relativt enkle, med et garantert element og avkastning på et underliggende aktiva.

Kompleksiteten i opsjonselementet og sammensetningen av flere opsjoner ble mer å mer populært. Trenden har de siste årene gått over til produkter som er *delvis* kapitalsikret (Trafikklyusrapporten 2012). De fleste produktene i vår verdsettelse er av denne typen. De lave rentene og høye opsjonsprisene har gjort det svært vanskelig å skape en attraktiv kobling med aksjemarkedet. Ved å utstede en put på nedsiden vil produktene bli *delvis* kapitalsikret og billigere å utstede.

Söderberg og Partners sin Traffikklyusrapport oppmuntrer markedets aktører til å utvikle attraktive spareprodukt til en lavere kostnad. Hvert år deler de ut en pris for beste utsteder av strukturere produkter i Sverige. Analysen til Söderberg og Partners bygger på nåverdien av produktet i forhold til hva kunden betaler. Dette er den samme fremstillingen som er har blitt brukt denne utredningen. Dette gir en positiv utvikling i markedet og gir kunden bedre avveining mellom risiko og avkastning.

5.3 Forslag til videre undersøkelser

Det finnes flere typer strukturerte produkter i Sverige og det er alltid interessant å se på hvordan disse kan bli analysert. En slik oppgave kunne blitt bygd opp på samme måte som vår. Eksempler på slike investeringer er Autocalls, rentebevis etc.

Det mulig å gjøre en undersøkelse på reelle avkastninger for strukturerte produkter. Hver måned forfaller flere produkter, som kan analyseres og deles opp i ulike ”risiko-klasser”. Det er også en mulighet å se på hva de reelle parameterne ble over perioden, og dermed verdsette og analysere avkastning på produktene med en ex-post analyse. For slike undersøkelser er det gunstig å ha flere produkter enn hva vi har brukt i denne oppgaven.

5.4 Styrker og svakheter ved oppgaven

Oppgaven benytter to metoder i verdsettelsen, som bygger på samme prisingsmodell, Black & Scholes. Dette gir en god kvalitetssikring når utregningene er konsistente med hverandre. Det er også gjennomført tilstrekkelig med simuleringer for opsjonene, slik at resultatet konvergerer mot riktig pris. Programmeringskodene har blitt kontrollsjekket i Excel gjennom simulerte aksjepriser og er konsistente med egenskapene definert i prospektene. Vi har også gjennomført en sensitivetsanalyse på alle produktene og vært kritiske ved valg av egne inputvariabler.

Den største svakheten i vår utredninger er at analysen i kapittel 3 og 4 er basert på historiske data. Andre forutsetninger rundt volatilitet og dividende ville gitt andre resultater. Det er derfor vanskelig å si noe om verdien og forventet avkastning på strukturerte produkter. Mange av opsjonselementene handles i OTC markedet og blir gjort direkte mellom to parter. Prisene blir ikke publisert offentlig og gjør det utfordrende å få tilgang til markedsinformasjon om produktene.

For å kunne generalisere funnene i denne oppgaven, må antall produkter være betraktelig høyere. Dette er ikke mulig å gjennomføre innenfor rammene til en masterutredning.

Symbolforklaring

B_T	Verdi produkt
β	Beta
C_0	Call opsjon
G	$\ln S$
H	Barriere
$K / @$	Kontraktspris, Utøvelsespris, Strike
L	Kurtasje
M_T	Verdi av innlåsningselement
M	Målinger
N	Normalfordeling
O	Opsjonselement
P_0	Put opsjon
Q	Martingalmålet
\bar{r}_a	Forventet avkastning
r_f	Risikofri rente
r_{kp}	Kredittrisikopremie
\bar{r}_p	Risikopremie
S_0	Startkurs for underliggende
S_T	Sluttkurs for underliggende
S_{TA}	Sluttkurs for underliggende med asiatiske hale.
$S_{TA/2}$	Underliggende med asiatiske hale ved positiv utvikling.
S_{TL}	Sluttkurs for underliggende indeksen med "lock-in"-element.
T	Tid
τ	Tidspunktet hvor målingene starter ved asiatiske opsjoner.
Δt	Tidsintervall
μ	Drifraten
u_i	Daglig avkastning
V_0	Nåverdi
W	Overkurs
X	Innsats ved Cash-or-nothing opsjoner
Z	Wienerprosess
σ	Volatilitet
π_T	Avkastning eksklusiv kurtasje.
π_{TL}	Avkastning inklusiv kurtasje.
π	Årlig avkastning eksklusiv kurtasje
π_L	Årlig avkastning inklusiv kurtasje
$\pi_{TA/2}$	$\pi_{TA/2}$ er utbetalingen ($S_{TA/2} - 100$), basert på et gjennomsnitt av 7 målinger det siste halve året.

Litteraturliste

Bøker

- Back, K., 2005, *A course in Derivative Securities: Introduction to Theory and Computation*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Duffy, D. J. & Kienitz, J., 2009, *Monte Carlo Frameworks, Building Customisable high Performance C++ Applications*, John Wiley and sons.
- Duffy, D. J., 2004, *Financial instrument pricing using C++*, John Wiley and sons.
- Elton, E. J. & Gruber, M. J., 1984, *Modern portfolio theory and investments analyses*, 2. utg. New York: John Wiley & Sons.
- Haug, E. G., 2006, *The Complete Guide to Option Pricing Formulas*, 2. utg, McGraw- Hill.
- Hull, J., 2000, *Options, Futures & Other Derivatives*. 4. utg. 2000. Prentice-Hall. P. 220.
- Hull, J., 2006, *Options, Futures and Other Derivatives*, 6th edition, Prentice-Hall.
- Joshi, M. S., 2008, *C++ Design Patterns and Derivative Pricing*, 2.utg, Cambridge University Press.
- London, J., 2005, *Modeling Derivatives in C++*, John Wiley and sons.
- McDonald, R., 2006, *Derivatives Markets*, 2. utg. Boston: Pearson Education.
- Poon, Ser-Huang, 2005, *A Practical Guide to Forecasting Financial Market Volatility*, John Wiley and sons.
- Wilmott, P., 2007, *Introduces Quantitative Finance*, John Wiley and sons.

Master-og siviløkonomutredninger

- Bøe, G. M., 2007, *Analyse av strukturerte spareprodukt: et Kinderegg for banknæringen?* Masteroppgave i Finansiell økonomi, Norges Handelshøyskole.
- Helgerud, A., 2012, *En analyse av strukturerte spareprodukter før og etter innføringen av MiFID-direktivet: Har gråstein blitt til gull?*. Masteroppgave i Økonomi og administrasjon, Universitet i Stavanger.
- Loven, T. & Garås J. E. L., 2008, *Warrants og garanterte spareprodukter: eksotiske opsjoner for småsparere eller eksotiske gebyrer for selgerne?*. Masterutredning i fordypningsområdet: Finansiell økonomi, Norges Handelshøyskole.

Lundquist, T., Markunger, V. & Lange, K. N., 2012, *En granskning av strukturerade produkters avkastning och risk ur ett aktuellt perspektiv*. Examensarbete i företagsekonomi, Civilekonomprogrammet, Linköpings universitet

Vormestrand, Ø., 2006, *Utvikling og betydning av Black-scholes-merton-modellen*. Masterutredning i hovedprofilen Finansiell Økonomi, Norges Handelshøyskole.

Publiserte forskningsartikler

Axelsens, K. A. & Rakkestad, K. J., 2000, *Garanterte investeringsprodukter*, Konsulenter i avdeling for finansielle instrumenter og betalingssystemer i Norges Bank.

Bjerksund, P., Carlsen, F. & Stensland, G., 1999, Aksjeindekserte obligasjoner – både i pose og sekk?, *Praktisk økonomi og finans*, 2, 74-82.

Black, F. & Scholes. M., 1973, The Pricing of Options and Corporate Liabilities, *Journal of Political Economy* 81 (3): side 637–654.

Black, F., 1976, The pricing of commodity contracts, *Journal of Financial Economics*, 3 , side 167–179

Coval, J. D. & Shumway, T., 2001, Expected Option Returns. *The Journal of Finance*, 56(3), side 983-1009. <<http://www-personal.umich.edu/~shumway/papers.dir/optret.pdf>>

Fernández, P., Aguirreamelloa, J. & Corres, L., 2011, *Market Risk Premium used in 56 countries in 2011: A survey with 6014 answers*. <<http://www.iese.edu/research/pdfs/DI-0920-E.pdf>>

Itô, K., 1951, On Stochastic Differential Equations, *Memoirs of the Marican Mathematical Society*, side 1-51

Kemna, A. & Vorst, A., 1990, A Pricing Method for Options Based on Average Asset Value, *Journal of Banking and Finance*, 14, side 113-129.

Løland, A. & Aas, K., 2008, Volatilitet og avkastning, *notat nr: SAMBA 06/08, Norsk Regnesentral*

Maheu, J. M. & McCurdy. T. H., 2000, Volatility Dynamics under Duration Dependent Mixing, *Journal of Empirical Finance*, Volume 7, Issues 3—4.

Merton, R. C., 1973, Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4 (1): 141–183.

Reiner, E. & Rubinstein M., 1991, Breaking down the barriers, *Risk* 4, side. 28–35.

Reiner. E. & Rubinstein, M., 1991, Unscrambling the Binary Code. *Risk* 4 , 75–83

Staavi, T., 2012, ”Slik ble bankens grådighet kundens tap: Historien om et massivt bedrag”. *Penger til besvær 30.10.2012*, Oslo

Söderberg & Partners, 2012, *Trafikljusrapport 2012*. Stockholm

Internett

Columbia University, 2005. *Capital Asset Pricing Model*.

<<http://www.columbia.edu/~ks20/FE-Notes/4700-07-Notes-CAPM.pdf>>

Dagens Næringsliv. *Rentebevis* <<http://www.dn.no/privatokonomi/article2603907.ece>>

Dagens Næringsliv. *Rentebevis* <<http://www.dn.no/privatokonomi/article2602922.ece>>

Damodaran. *Risikopremie*

<http://people.stern.nyu.edu/ADAMODAR/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html>

Dine Penger. *Thore Johnsen og Petter Bjerksund om strukturerte produkter*

<www.dinepenger.no/spare/kunne-like-godt-spilt-paa-hester/10089990>

Finanstilsynet. *Informasjon og retningslinjer ved salg av sammensatte produkter*

<<http://www.finanstilsynet.no/no/Artikkelarkiv/Rundskriv/2006/Informasjon-og-retningslinjer-ved-salg-av-sammensatte-produkter/>>

Garantum Fondkommission. *Garantum Fondkommission om strukturade produkter*.

<www.ancoria.com/sv-se/news/articles/structuredproducts.aspx>

Kortogkontant. *Gearingeffekten*. <<http://www.kortogkontant.no/i/kjope-aksjer/ordliste-investering/>>

Nasdaq. *OMXS30* <<https://indexes.nasdaqomx.com/Index/Overview/OMXS30>>

Navigea. *MiFiD-Direktivitet* <<https://www.navigea.no/Om-Navigea-Securities/Trygghet-som-kunde-i-Navigea/Lovverk-og-regler/MiFID/>>

Netfonds. *Warrants* <<http://www.netfonds.no/obswarrants.php>>

Qantstart. *Digitale opsjoner* <<http://www.quantstart.com/articles/Digital-option-pricing-with-C-via-Monte-Carlo-methods>>

Riksbanken. *Svenske statsobligasjoner* <www.riksbanken.se>

StruktureradeProdukter.com. *Marknaden i dag*

<www.struktureradeprodukter.com/marknads-guide/marknaden-idag>

Produktene

1. *Mangold Fondkommission AB – Aktieindexobligation Sverige 9*, ISIN: SE0004803369, <<http://www.mangold.se/mangoldonline/brochures/SE0004803369.pdf>>

-
2. *Handelsbanken – Premiumcertifikat Sverige*, ISIN: SE0004776557,
<http://www.handelsbanken.se/p125/atla/warrantsSE/prospectus/BROSCHYR_PCSVE5ISHB.pdf>
 3. *Carnegie – Sverige Sprinter 2*, ISIN: SE0004927069,
<<http://www.carnegie.se/PageFiles/12124/Sverige%20Sprinter%202.pdf>>
 4. *Handelsbanken – V-Certifikat Sverige*, ISIN: SE0004200376,
<http://www.handelsbanken.se/p125/atla/warrantsSE/prospectus/BROSCHYR_VCSVE4ESHB.pdf>
 5. *StrukturInvest – Sverige TwinWin 3 Defensiv*, ISIN: SE0004578730,
<<http://www.strukturinvest.se/pdfdownload.php?dl=SE0004578730>>
 6. *Handelsbanken - Kupongcertifikat Sverige*, ISIN: SE0004200368,
<http://www.handelsbanken.se/p125/atla/warrantsSE/prospectus/BROSCHYR_VCSVE4ESHB.pdf>
 7. *Carnegie – Sverige Lock-In*, ISIN: SE0003616111,
<http://www.carnegie.se/PageFiles/12106/Carnegie_Sverige%20Lock-In.pdf>
 8. *StrukturInvest – Indexbevis Sverige 20 TwinWin*, ISIN: NL0010278099,
<<http://www.strukturinvest.se/publika-produkter/andrahandsmarknad/aktuella-kurser-olden/produkt detalj/?isin=NL0010278099&title=Indexbevis%20Sverige%2020%20TwinWin&tmpl=4b>>
 9. *SEB - Indexbevis Sverige Stege*, ISIN: SE0004356624, <[http://taz.vv.sebank.se/cgi-bin/pts3/mc1/MB/mblib.nsf/a-w/C11E542FFF53F2B0C125797C0030BE75/\\$FILE/SEB1214W_Faktablad.pdf](http://taz.vv.sebank.se/cgi-bin/pts3/mc1/MB/mblib.nsf/a-w/C11E542FFF53F2B0C125797C0030BE75/$FILE/SEB1214W_Faktablad.pdf)>
 10. *Mangold Fondkommission AB – Twin-Win Sprinter Sverige 9*, ISIN: SE0004868289,
<<http://www.mangold.se/mangoldonline/brochures/SE0004868289.pdf>>
 11. *StrukturInvest – Markedswarrant Sverige 7*, ISIN: CH0204749102,
<<http://www.strukturinvest.se/wp-content/uploads/2013/01/CH0204749102.pdf>>

Annet

Damodaran. *Kreditrisikopremie*

<http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/dam2ed.htm, filetype: rating.xls>

Knivsflå, BUS 424. *Kreditrisikopremie*

<<http://euribor.rente.nhh.no/master/bus424/opplegget2012/plansjar/BUS424%20-%2014%20-%20H2012.pdf>>

Appendiks

Appendiks A, C++ Koder

A-1 Asiatisk opsjon

```

#include <iostream>
#include <math.h>
#include <time.h>
#include <vector>
using std::vector;
using std::cout;
using std::endl;
double max(double a, double b)
{
    if(a>b)
        return(a);
    else
        return (b);
}
void iran(int &m, int &a, int &b, int &irand)
{
    m+=7;
    a+=1907;
    b+=73939;
    if(m>=9973) m-=9871;
    if(a>=99991) a-=89989;
    if(b>=224729) b-=96233;
    irand=(((long)irand*m+a+b)%100000)/10;
}
double ran(int &m, int &a, int &b, int &irand)
{
    iran(m,a,b,irand);
    return(0.5+irand)/10000;
}
double sn(int &m, int &a, int &b, int &irand)
{
    return(sqrt(-2.0*log(ran(m,a,b,irand)))*sin(2*3.14159265358*ran(m,a,b,irand)));
}
int main (int argc, char * const argv[]) {

    time_t start, end;
    int hours, min, sec;
    start = time(NULL);
    cout << " ::ASIAN::" << endl;

    int seed1 = 2354; // 102- 9972
    int seed2 = 52789; // 10002 -99990
    int seed3 = 183298; //128496-224728
    int irand = 3765; // 0-9999

    double sigma = 0.20;
    double r = 0.05;
    double q = 0.0;
    double price = 100;
    double K = 100;
    int N = 10;
    int M = 10000000;
    double T = 5;
    double T1 = 4;
    double A;
    double sumC;

```

```

double sumP;
double sum1;
double sumC1;
double sumP1;
double payoffC;
double payoffP;
double timestep;
double Sv;
double stdC;
double stdP;
double stderrorP;
double stderrorC;
double AsianC;
double AsianP;
double mu;
double S;
int i, j;
timestep = (T-T1)/N;
mu = (r-q-0.5*sigma*sigma);

for(i=0; i <= M; i++)
{
S = price;
sum1 = 0;
S = S*exp(mu*T1+sigma*sqrt(T1)*sn(seed1,seed2,seed3,irand));
Sv = S;

for(j=0; j < N; j++)
{

Sv = Sv*exp(mu*timestep+sigma*sqrt(timestep)*sn(seed1,seed2,seed3,irand));
sum1 += Sv;

}

A = sum1/N;
payoffC = max(A-K, 0.0);
payoffP = max(K-A, 0.0);
sumC += payoffC;
sumP += payoffP;

// cout << " " << A << "-" << Payoff C << endl; brukes til å estimere forventet avkastning
sumC1 += payoffC*payoffC;

sumP1 += payoffP*payoffP;
}
AsianC = exp(-r*T)*(sumC/M);
AsianP = exp(-r*T)*(sumP/M);
stdC = sqrt((sumC1 - sumC*sumC/M)*exp(-2*r*T)/(M-1));
stdP = sqrt((sumP1 - sumP*sumP/M)*exp(-2*r*T)/(M-1));

stderrorC = stdC/sqrt(M);
stderrorP = stdP/sqrt(M);

cout << "Simulert Call-verdi: " << AsianC << endl;
cout << "Simulert Put-verdi: " << AsianP << endl;
cout << "StdC : " << stdC << " " << "stderrorC : " << stderrorC << endl;
cout << "StdP : " << stdP << " " << "stderrorP : " << stderrorP << endl;

end = time(NULL);
hours = difftime(end,start)/3600;
min = difftime(end,start)/60-hours*60;
sec = difftime(end,start)-hours*3600-min*60;
cout << "Elapsed time is " << hours << ":" << min << ":" << sec << "." << endl;

return 0.0;
}

```

A-2 Europeisk Call og Put

```

for(i=1; i <= n; i++)
{
St=S*exp((r-q-0.5*sigma*sigma)*T+sigma*sqrt(T)
*sn(seed1,seed2,seed3,irand));

C = max(St-K,0);
P = max(K-St,0);

SumCall += C;
SumPut += P;
SumCallSquared += C*C;
SumPutSquared += P*P;
}
Callvalue = SumCall*exp(-r*T)/n;
Putvalue = SumPut*exp(-r*T)/n;

StdC = sqrt((SumCallSquared-SumCall*SumCall/n)*exp(-2*r*T)/(n-1));
stderrorC = StdC/sqrt(n);
StdP = sqrt((SumPutSquared-SumPut*SumPut/n)*exp(-2*r*T)/(n-1));
stderrorP = StdP/sqrt(n);

```

A-3 Down-and-Out Put

```

for (int i = 1; i <= M; ++i)
{
St = S;
Sgam = S;
bool crossed = false;

for (int index = 1; index <= N; ++index)
{
Sny = Sgam*exp(mu*deltaT+sigma*sqrt(deltaT)*sn(seed1,seed2,seed3,irand));
if (Sny <= H)
{
crossed = true;
coun++;
goto L1;
}
Sgam = Sny;
}

L1: if (crossed == false)

PT = max(K-Sny, 0.0);
else
PT = rebate;

SumPutValue += PT;
SumPutValueSquared += PT * PT;
}

PutValue = (exp(-r * T) * SumPutValue) / double(M);
stdP = sqrt(( SumPutValueSquared - SumPutValue*SumPutValue/M) * exp(-2.0*r*T)/(M - 1));
stderrorP = stdP/sqrt(M);

```

A-4 "Lock-In"-element

```

double X0 = 0, X1 = 115, X2 = 130, X3 = 145, X4 = 160, X5 = 175;
for(i=0; i <= M; i++)
{
S = price;
Sgam = price;
Mt = 50;

```

```

for(j=0; j < N; j++)
{
Sny = Sgam*exp(mu*timestep+sigma*sqrt(timestep) *sn(seed1,seed2,seed3,irand));

if (Sny<Mt) { goto L1;}

Mt = Sny;

if (Sny<X1) { Mt=X0;} if (Sny>X1) { Mt=X1;} if (Sny>X2) { Mt=X2;}
if (Sny>X3) { Mt=X3;} if (Sny>X4) { Mt=X4;} if (Sny>X5) { Mt=X5;}

L1:
Sgam = Sny;
}
B = max(Mt,Sny);
Sk = max(B-K,0);
Sl = max(K1-B, 0);

sumC += Sk;
sumP += Sl;
sumC1 += Sk*Sk;
sumP1 += Sl*Sl;

}
LadderC = exp(-r*T)*(sumC/M);
StepC = exp(-r*T)*(sumP/M);

stdC = sqrt((sumC1 - sumC*sumC/M)*exp(-2*r*T)/(M-1));
stdP = sqrt((sumP1 - sumP*sumP/M)*exp(-2*r*T)/(M-1));

stderrorC = stdC/sqrt(M);
stderrorP = stdP/sqrt(M);

```

A-5 Cash-or-nothing – “Lock-in”-element

```

for(i=0; i <= M; i++)
{
S = price;
Sgam = price;
for(j=0; j < N; j++)
{

Sny = Sgam*exp(mu*timestep+sigma*sqrt(timestep)*sn(seed1,seed2,seed3,irand));

if (Sny>=105) { goto L1;}
Sgam = Sny;
}

L1
Put = heaviside(K-Sny);
sumPP+= Put;
sumP1+=Put*Put;
}

Put1 = exp(-r*T)*(sumPP/M);
stdP = sqrt((sumP1 - sumP*sumP/M)*exp(-2*r*T)/(M-1));
stderrorP = (stdP/sqrt(M))

```

A-6 Cash-or-nothing opsjon

```

for(i=1; i <= n; i++)
{
St=S*exp((r-q-0.5*sigma*sigma)*T+sigma*sqrt(T)*sn(seed1,seed2,seed3,irand)); // rutinen sn( ) genererer en
standardnormalfordelt tilfeldig variabel

C = heaviside(St-K);
P = heaviside(K-St);

SumCall += C;
SumPut += P;
SumCallSquared += C*C;
SumPutSquared += P*P;
}

Callvalue = SumCall*exp(-r*T)/n;
Putvalue = SumPut*exp(-r*T)/n;

stdC = sqrt((SumCallSquared-SumCall*SumCall/n)*exp(-2*r*T)/(n-1));
stdP = sqrt((SumPutSquared-SumPut*SumPut/n)*exp(-2*r*T)/(n-1));

stderrorC = stdC/sqrt(n);
stderrorP = stdP/sqrt(n);

```

A-7 Modifisert asiatisk opsjon

```

double X0=100;
double X1=0;

for(i=0; i <= M; i++)
{
S = price;
sum1 = 0;
S = S*exp(mu*T1+sigma*sqrt(T1)*sn(seed1,seed2,seed3,irand));
Sv = S;

for(j=0; j < N; j++)
{

Sv = Sv*exp(mu*timestep+sigma*sqrt(timestep)*sn(seed1,seed2,seed3,irand));
sum1 += Sv;
Sny=Sv;
}

A = sum1/N;

if (Sny<X0) {
A=X1;
}

payoffC = max(A-K, 0.0);
sumC += payoffC;
sumC1 += payoffC*payoffC;
}

AsianC = exp(-r*T)*(sumC/M);
stdC = sqrt((sumC1 - sumC*sumC/M)*exp(-2*r*T)/(M-1));
stderrorC = stdC/sqrt(M);

```

Appendiks B, Formler

B-1 Down-and-out Put

Fremstillingen er basert på Haug (2006).

Down-and-out put $S > H$

Verdi av opsjonen: $P_{Do}(K > H) = A - B + C - D$

Utbetaling: $\max(K-S, 0)$, dersom $S > H$ før T, ellers 0.

A vil være verdien av en vanlig europeisk put og B, C og D er verdier som skal justere effekten av barrieren og utledes

$$A = -Se^{-\delta T} N(-x_1) + Ke^{-r_f T} N(-x_1 + \sigma\sqrt{T})$$

$$B = -Se^{-\delta T} N(-x_2) + Ke^{-r_f T} N(-x_2 + \sigma\sqrt{T})$$

$$C = Se^{-\delta T} N(y_1) \left(\frac{H}{S}\right)^{2(\mu+1)} + Ke^{-r_f T} N(y_1 - \sigma\sqrt{T}) \left(\frac{H}{S}\right)^{2\mu}$$

$$D = Se^{-\delta T} N(y_2) \left(\frac{H}{S}\right)^{2(\mu+1)} + Ke^{-r_f T} N(y_2 - \sigma\sqrt{T}) \left(\frac{H}{S}\right)^{2\mu}$$

, hvor

$$x_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + (1+\mu)\sigma\sqrt{T}, \quad x_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{H}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + (1+\mu)\sigma\sqrt{T},$$

$$y_1 = \frac{\ln\left(\frac{H^2}{S \times K}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + (1+\mu)\sigma\sqrt{T}, \quad y_2 = \frac{\ln\left(\frac{H}{S}\right)}{\sigma\sqrt{T}} + (1+\mu)\sigma\sqrt{T} \text{ og}$$

$$\mu = \frac{r_f - \delta - 0,5\sigma^2}{\sigma^2}.$$

Appendiks C, Tabeller

C-1 Figur 2-6-2-1			
Antall simuleringer	Simulert opsjonsverdi	Riktig pris	Avvik
100	8,59681	10,4505836	-17,73847 %
500	10,4822	10,4505836	0,30253 %
1 000	10,2898	10,4505836	-1,53851 %
5 000	10,3177	10,4505836	-1,27154 %
10 000	10,4852	10,4505836	0,33124 %
50 000	10,4037	10,4505836	-0,44862 %
100 000	10,4462	10,4505836	-0,04195 %
500 000	10,4277	10,4505836	-0,21897 %
1 000 000	10,4399	10,4505836	-0,10223 %
5 000 000	10,4526	10,4505836	0,01929 %
10 000 000	10,454	10,4505836	0,03269 %
50 000 000	10,451	10,4505836	0,00398 %
100 000 000	10,4506	10,4505836	0,00016 %

C-2 Risikofri rente					
Produkt	Tid	2 år	5 år	Diskrete	Kont.
1 - Mangold F. AB - AIO Sverige 9	5 år		1,076 %	1,076 %	1,070 %
2 - Handelsbanken - Premiumcertifikat	3 år	0,710 %	1,028 %	0,922 %	0,917 %
3 - Carnegie - Sprinter 2	5 år		1,335 %	1,335 %	1,326 %
4 - Handelsbanken - V-Certifikat	2,5 år	1,025 %	1,265 %	1,065 %	1,059 %
5 - StrukturInvest - Twin Win 3 Def	5 år		0,934 %	0,934 %	0,930 %
6 - Handelsbanken - Kupongcertifikat	5 år		1,265 %	1,265 %	1,257 %
7 - Carnegie - Lock-In	5 år		2,875 %	2,875 %	2,834 %
8 - StrukturInvest - IB Twin Win 20	4 år	0,765 %	1,020 %	0,935 %	0,931 %
9 - SEB - Stege	5 år		1,290 %	1,290 %	1,282 %
10 - M.F. AB - Twin Win Sprinter 9	5 år		0,870 %	0,870 %	0,866 %
11 - StrukturInvest - Warrant Sverige	3 år	1,111 %	1,355 %	1,192 %	1,185 %

C-3 Dividende Produkt	Diskrete	Kontinuerlig
1 - Mangold Fondkommission AB - AIO Sverige 9	4,032 %	3,953 %
2 - Handelsbanken - Premium Certifikat	3,767 %	0,917 %
3 - Carnegie - Sprinter 2	3,556 %	3,494 %
4 - Handelsbanken - V-Certifikat	2,515 %	2,484 %
5 - StrukturInvest - Twin Win 3 Defensiv	3,798 %	3,728 %
6 - Handelsbanken - Kupongcertifikat	2,515 %	2,484 %
7 - Carnegie - Lock-In	2,415 %	2,387 %
8 - StrukturInvest - IB Sverige Twin Win 20	3,741 %	3,673 %
9 - SEB - Stege	3,549 %	3,488 %
10 - Mangold Fondkommission AB - Twin Win Sprinter 9	4,240 %	4,153 %
11 - StrukturInvest - MarkedsWarrant Sverige	3,405 %	3,348 %

C-4 Volatilitet (252 dager) Produkt	5 år	7 år	10 år
1 - Mangold F. AB - AIO Sverige 9	23,714 %	21,920 %	20,592 %
2 - Handelsbanken - Premiumcertifikat	23,864 %	21,896 %	21,210 %
3 - Carnegie - Sprinter 2	22,517 %	21,904 %	19,920 %
4 - Handelsbanken - V-Certifikat	23,227 %	20,494 %	22,302 %
5 - StrukturInvest - Twin Win 3 Defensiv	23,481 %	21,920 %	20,242 %
6 - Handelsbanken - Kupongcertifikat	23,227 %	20,494 %	22,302 %
7 - Carnegie - Lock-In	20,851 %	18,370 %	23,257 %
8 - StrukturInvest - IB Sverige Twin Win 20	23,596 %	21,932 %	20,316 %
9 - SEB - Stege	23,668 %	20,961 %	22,200 %
10 - Mangold F. AB - Twin Win Sprinter 9	24,275 %	21,635 %	22,290 %
11 - StrukturInvest - Warrant Sverige	22,164 %	21,895 %	19,818 %

Appendiks D, Forventet avkastning

D-1 Forventet avkastning	Uten kurtasje	Med kurtasje
1 - AIO Sverige 9		
Forventet avkastning	22,833 %	20,425 %
Forventet årlig avkastning	4,152 %	3,745 %
Over risikofri rente	50,895 %	49,946 %
2 - Premiumcertifikat		
Forventet avkastning	20,008 %	17,655 %
Forventet årlig avkastning	6,268 %	5,569 %
Over risikofri rente	83,578 %	83,541 %
3 - Sprinter 2		
Forventet avkastning	44,411 %	41,579 %
Forventet årlig avkastning	7,627 %	7,201 %
Over risikofri rente	48,908 %	48,285 %
4 - V-Certifikat		
Forventet avkastning	24,875 %	22,426 %
Forventet årlig avkastning	9,292 %	8,430 %
Over risikofri rente	89,423 %	84,422 %
5 - Twin Win 3 Def		
Forventet avkastning	29,653 %	27,229 %
Forventet årlig avkastning	5,331 %	4,934 %
Over risikofri rente	75,035 %	71,893 %
6 - Kupongcertifikat		
Forventet avkastning	29,707 %	27,164 %
Forventet årlig avkastning	5,340 %	4,924 %
Over risikofri rente	91,507 %	91,507 %
7 - Lock-In		
Forventet avkastning	45,020 %	40,796 %
Forventet årlig avkastning	7,717 %	7,082 %
Over risikofri rente	71,276 %	61,259 %
8 - IB Twin Win 20		
Forventet avkastning	22,239 %	19,842 %
Forventet årlig avkastning	5,148 %	4,629 %
Over risikofri rente	78,571 %	75,149 %
9 - Stege		
Forventet avkastning	32,856 %	30,251 %
Forventet årlig avkastning	5,846 %	5,428 %
Over risikofri rente	68,666 %	68,151 %
10 - Twin Win Sprinter 9		
Forventet avkastning	29,246 %	26,712 %
Forventet årlig avkastning	5,265 %	4,849 %
Over risikofri rente	67,808 %	65,075 %
11 - Warrant		
Forventet avkastning	49,784 %	30,457 %
Forventet årlig avkastning	14,416 %	9,267 %
Over risikofri rente	38,865 %	37,006 %

D-2 Sannsynlighetsfordeling											
π_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-40,0 %											52,2 %
-39,0 %											0,1 %
-38,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %							0,1 %
-37,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %							0,1 %
-36,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %							0,1 %
-35,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %							0,1 %
-34,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %				0,0 %			0,1 %
-33,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %				0,0 %			0,1 %
-32,0 %		0,1 %	0,0 %	0,1 %				0,0 %			0,2 %
-31,0 %		0,1 %	0,0 %	0,1 %			0,0 %	0,0 %			0,2 %
-30,0 %		0,1 %	0,0 %	0,1 %			0,0 %	0,0 %		0,0 %	0,2 %
-29,0 %		0,1 %	0,0 %	0,1 %			0,0 %	0,1 %		0,0 %	0,2 %
-28,0 %		0,2 %	0,0 %	0,2 %			0,0 %	0,1 %		0,0 %	0,2 %
-27,0 %		0,2 %	0,0 %	0,2 %			0,0 %	0,1 %		0,0 %	0,2 %
-26,0 %		0,3 %	0,1 %	0,3 %			0,0 %	0,1 %		0,1 %	0,2 %
-25,0 %		0,4 %	0,1 %	0,3 %			0,0 %	0,2 %		0,1 %	0,2 %
-24,0 %		0,5 %	0,1 %	0,4 %			0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %
-23,0 %		0,5 %	0,1 %	0,5 %			0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,2 %	0,2 %
-22,0 %		0,6 %	0,2 %	0,4 %			0,1 %	0,4 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %
-21,0 %		0,8 %	0,3 %	0,3 %			0,1 %	0,5 %	0,0 %	0,3 %	0,2 %
-20,0 %		0,9 %	0,4 %	0,3 %			0,1 %	0,6 %	0,0 %	0,5 %	0,2 %
-19,0 %		1,1 %	0,5 %	0,2 %			0,2 %	0,8 %	0,0 %	0,6 %	0,3 %
-18,0 %		1,2 %	0,6 %	0,2 %			0,3 %	0,9 %	0,1 %	0,7 %	0,3 %
-17,0 %		1,4 %	0,8 %	0,1 %			0,4 %	1,1 %	0,1 %	0,9 %	0,3 %
-16,0 %		1,3 %	1,0 %	0,1 %			0,5 %	1,3 %	0,1 %	1,1 %	0,3 %
-15,0 %		1,1 %	1,2 %	0,1 %			0,6 %	1,5 %	0,1 %	1,4 %	0,3 %
-14,0 %		1,0 %	1,4 %	0,1 %		0,0 %	0,7 %	1,7 %	0,1 %	1,1 %	0,3 %
-13,0 %		0,8 %	1,7 %	0,0 %		0,0 %	0,9 %	1,1 %	0,1 %	0,0 %	0,3 %
-12,0 %		0,7 %	1,9 %	0,0 %		0,0 %	1,1 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,3 %
-11,0 %		0,6 %	2,2 %	0,0 %		0,0 %	1,2 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,3 %
-10,0 %		0,5 %	2,4 %	0,0 %		0,1 %	1,4 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,3 %
-9,0 %		0,4 %	2,8 %	0,0 %		0,2 %	1,6 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	0,3 %
-8,0 %		0,3 %	2,2 %	0,0 %		0,4 %	1,8 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,3 %
-7,0 %		0,3 %	0,0 %	0,0 %		0,6 %	1,6 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,4 %
-6,0 %		0,2 %	0,0 %	0,0 %		0,9 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,4 %
-5,0 %		0,2 %	0,0 %	0,0 %		1,3 %	0,0 %	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,4 %
-4,0 %		0,2 %	0,0 %	0,0 %		1,7 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,4 %
-3,0 %		0,1 %	0,0 %	0,0 %		2,2 %	0,0 %	0,0 %	0,4 %	0,0 %	0,4 %
-2,0 %		0,1 %	0,0 %	0,0 %	13,4 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	0,0 %	0,4 %
-1,0 %	50,1 %	0,1 %	29,9 %	4,8 %	7,2 %	0,0 %	12,6 %	7,4 %	0,5 %	21,7 %	0,4 %
0,0 %	5,1 %	0,1 %	1,4 %	6,2 %	8,1 %	0,0 %	1,7 %	6,7 %	0,5 %	6,7 %	0,4 %
1,0 %	5,0 %	0,1 %	1,6 %	6,3 %	8,8 %	0,0 %	1,5 %	7,4 %	0,6 %	7,6 %	0,4 %
2,0 %	4,7 %	0,0 %	1,8 %	6,1 %	9,0 %	0,0 %	10,7 %	7,9 %	0,6 %	8,2 %	0,4 %
3,0 %	4,4 %	0,0 %	2,0 %	6,2 %	9,1 %	0,0 %	2,1 %	8,1 %	0,7 %	8,5 %	0,4 %
4,0 %	4,1 %	49,1 %	2,2 %	6,1 %	8,8 %	0,0 %	9,0 %	8,1 %	0,7 %	8,6 %	0,4 %
5,0 %	3,7 %	2,7 %	2,3 %	5,8 %	8,3 %	91,5 %	2,5 %	8,0 %	0,7 %	3,1 %	0,4 %
6,0 %	3,4 %	2,5 %	2,3 %	5,8 %	7,3 %		2,1 %	7,6 %	0,8 %	3,0 %	0,4 %
7,0 %	3,0 %	2,5 %	2,3 %	5,4 %	2,8 %		7,6 %	6,4 %	0,8 %	2,8 %	0,4 %
8,0 %	2,6 %	2,3 %	2,3 %	5,1 %	2,5 %		2,2 %	2,7 %	0,9 %	2,6 %	0,5 %
9,0 %	2,3 %	2,2 %	2,3 %	4,8 %	2,2 %		6,0 %	2,4 %	0,9 %	2,4 %	0,5 %
10,0 %	2,0 %	2,1 %	2,2 %	4,3 %	1,9 %		2,1 %	2,2 %	0,9 %	2,2 %	0,5 %
11,0 %	1,7 %	2,0 %	2,2 %	3,9 %	1,7 %		7,7 %	1,9 %	0,9 %	2,0 %	0,5 %
12,0 %	1,4 %	1,8 %	2,1 %	3,4 %	1,5 %		2,5 %	1,7 %	1,0 %	1,8 %	0,5 %
13,0 %	1,2 %	1,6 %	2,0 %	2,9 %	1,3 %		2,3 %	1,5 %	1,0 %	1,6 %	0,5 %
14,0 %	1,0 %	1,5 %	1,9 %	2,2 %	1,1 %		2,0 %	1,3 %	1,0 %	1,4 %	0,5 %
15,0 %	0,9 %	1,4 %	1,8 %	1,6 %	0,9 %		1,9 %	1,2 %	0,1 %	1,3 %	0,5 %
16,0 %	0,7 %	1,3 %	1,7 %	1,5 %	0,8 %		1,6 %	1,0 %	0,0 %	1,1 %	0,5 %
17,0 %	0,6 %	1,2 %	1,6 %	1,4 %	0,7 %		1,4 %	0,9 %	0,0 %	1,0 %	0,5 %
18,0 %	0,5 %	1,0 %	1,5 %	1,2 %	0,5 %		1,2 %	0,7 %	0,0 %	0,8 %	0,5 %
19,0 %	0,4 %	1,0 %	1,4 %	1,1 %	0,4 %		1,1 %	0,6 %	0,0 %	0,7 %	0,5 %
20,0 %	0,3 %	0,9 %	1,3 %	1,0 %	0,4 %		0,9 %	0,5 %	0,0 %	0,6 %	0,5 %
21,0 %	0,2 %	0,8 %	1,2 %	0,9 %	0,3 %		0,8 %	0,4 %	0,0 %	0,5 %	0,5 %
22,0 %	0,2 %	0,7 %	1,1 %	0,9 %	0,2 %		0,7 %	0,4 %	0,0 %	0,4 %	0,5 %
23,0 %	0,1 %	0,6 %	1,0 %	0,8 %	0,2 %		0,6 %	0,3 %	0,0 %	0,4 %	0,5 %
24,0 %	0,1 %	0,6 %	0,9 %	0,7 %	0,2 %		0,5 %	0,3 %	0,0 %	0,3 %	0,5 %
25,0 %	0,1 %	0,5 %	0,8 %	0,6 %	0,1 %		0,4 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	0,5 %
26,0 %	0,1 %	0,4 %	0,7 %	0,6 %	0,1 %		0,3 %	0,2 %	0,0 %	0,2 %	0,5 %
27,0 %	0,0 %	0,4 %	0,6 %	0,5 %	0,1 %		0,3 %	0,1 %	0,0 %	0,2 %	0,5 %
28,0 %	0,0 %	0,3 %	0,6 %	0,4 %			0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
29,0 %	0,0 %	0,3 %	0,5 %	0,4 %	0,1 %		0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
30,0 %	0,0 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %			0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
31,0 %	0,0 %	0,2 %	0,4 %	0,3 %			0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
32,0 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %			0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
33,0 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %	0,2 %			0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
34,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %			0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
35,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %				0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,5 %
36,0 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %					0,0 %	0,1 %	0,5 %
37,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %					0,0 %	0,1 %	0,5 %
38,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %					0,0 %	0,1 %	0,5 %
39,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %					0,0 %	0,1 %	0,5 %
40,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %					0,0 %	0,1 %	0,5 %