

Tillegg

Nettkapitler til Foretaksfinans

Øystein Strøm

UNIVERSITETSFORLAGET

©Universitetsforlaget 2017

ISBN 978-82-15-02953-5

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med rettighetshaverne er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning og kan straffes med bøter eller fengsel.

Henvendelser om denne utgivelsen kan rettes til:

Universitetsforlaget AS

Postboks 508 Sentrum

0105 Oslo

www.universitetsforlaget.no

Boken er utgitt med støtte fra Kunnskapsdepartementet ved Lærebokutvalget for høyere utdanning.

Omslag: Jesper Egemar

Sats: Type-it AS

Trykk og innbinding:

Boken er satt med: Times Roman 10/13

Papir: 90 g Arctic Matt

Innhold

1	Risikostyring	1
1.1	Hva er risikostyring?	1
1.1.1	Definisjon av risiko	4
1.1.2	Definisjon av risikostyring	6
1.1.3	Hvorfor skal bedriften sikre kontantstrømmer?	9
1.2	Hvor stor risiko? Eksponering	11
1.2.1	Den optimale sikring	12
1.2.2	Sikringsforholdet fra regresjon	15
1.2.3	Value at Risk (VaR)	19
1.2.4	Ulike typer risiko	21
1.3	Valutarisiko	22
1.3.1	Valutamarkedet og renteparitet	24
1.3.2	Renteparitet	27
1.3.3	Opsjoner	28
1.4	Varerisiko og sikring med terminkontrakt	31
1.5	Renterisiko	35
1.5.1	Varigheten	38
1.5.2	Varigheten til konsoll- og nullkuponobligasjoner	41
1.5.3	Sikring med varighet	43
1.5.4	Konveksitet	43
1.5.5	Varighet og kapitalstruktur	45
1.5.6	Immunisering	47
1.5.7	Rentebytte	52
1.6	Oppsummering	53
	Bibliografi	55

Kapittel 1

Risikostyring

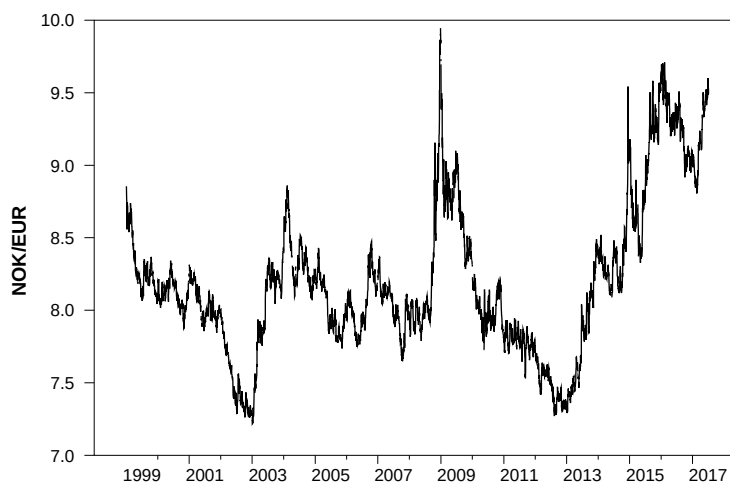
Læringsmål:

- Forstå hva man mener med risiko i finansiell økonomi.
- Bli kjent med metoder for å avklare hvor mye selskapets kontantstrøm endres som følge av en endring i en viktig markedsstørrelse.
- Bli kjent med ulike markeder hvor risiko forekommer, dvs. i markedene for valuta, råvarer og renter.
- Kunne anvende ulike teknikker for å sikre selskapets kontantstrøm.

1.1 Hva er risikostyring?

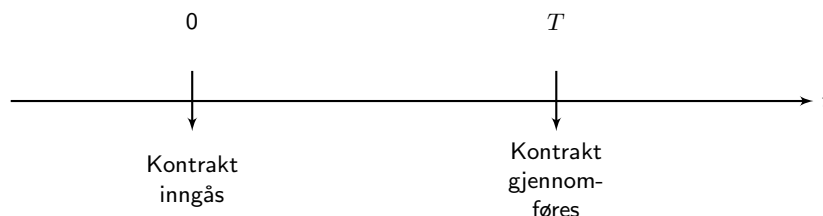
Figur 1.1 viser valutakursen mellom norske kroner og euro fra euroens start 1. januar frem til sommeren 2017. For å kjøpe en euro har man måttet ut med mellom 7.22 kroner på det minste til 9.95 kroner i kjølvannet av finanskrisen i 2008. Den høyeste prisen er 37.7% høyere enn den laveste. Videre viser figuren at kursen har vært i bevegelse hele tiden. Høy og vedvarende volatilitet gir et grunnlag for for å si at selskapene bør drive med risikostyring.

For å sikre seg mot uheldige kurssvingninger, kan et selskap inngå en *forwardkontrakt*. Vi omtalte forwardkontrakter i kapittel 6 om renter. En forwardkontrakt er en kontrakt som inngås i dag om hva man kan selge eller kjøpe en eiendel for på et avtalt tidspunkt i fremtiden. Handlingene i en



Figur 1.1: Daglig valutakurs NOK/EUR, 4. januar 1999 til 6. juli 2017

forwardkontrakt vises i figur 1.2. Legg merke til at på tidspunkt 0 inngås bare en avtale hvor partene blir enige om kontraktens størrelse og betingelser. Kontrakten gjennomføres på tidspunkt T , og penger veksler hender. På tidspunkt 0 blir man enige om hvor mye selskapet kjøper eller selger av en valuta, for eksempel euro, og til hvilken kurs handelen foretas.



Figur 1.2: Handlingene i en forwardkontrakt

EKSEMPEL 1.1 (Valutasikring). En lakseeksportør ønsker å sikre seg mot svingninger i valutakursen for et parti slaktemoden laks til Frankrike med betaling om en måned. Ut fra tidligere erfaringer mener eksportøren at kursen på en euro kan svinge mellom 8.50 og 9.00 kroner pr. euro i tidsrommet, men at forventet kurs på forfallsdagen er 8.75. I sin lokale bank får eksportøren et tilbud om å selge en forwardkontrakt for salgssummen for 8.75. Salgskontrakten er EUR 10,000 som altså forfaller om en måned.

1. Anta at eksportøren ikke sikrer. Hva får eksportøren utbetalt i norske kroner hvis kursen er enten 8.50 eller 9.00? Hva er forventet oppgjør i norske kroner?
2. Hva får eksportøren i norske kroner hvis man velger å sikre?
3. Når vinner eller taper eksportøren på å sikre?

Spørsmål 1 Lakseeksportøren sikrer ikke, og mottar oppgjør for partiet med laks etter den kurs som gjelder på oppgjørstidspunktet. Eksportøren mottar altså EUR 10,000 og veksler inn beløpet etter gjeldende kurs. Tabell 1.1 viser hvilke utslag dette gir i inntekten fra salget ved de tenkte kursene.

Tabell 1.1 Lakseeksportørens inntekt hvis partiet ikke sikres.

	Kurs	Beløp (EUR)	Sum (NOK)
Lav kurs	8.50	10000	85000
Høy kurs	9.00	10000	90000

Inntekten vil kunne variere mellom 85,000 og 90,000. Det er en forskjell på 5.9%. En avkastning på 5.9% på en måned er betydelig.

Spørsmål 2 I dette tilfellet sikrer eksportøren partiet med en forwardkontrakt. Inntekten på EUR 10,000 veksles nå om til kurs NOK/EUR 8.75 og gir NOK 87,500 uansett hvilken kurs som gjelder på oppgjørstidspunktet.

Spørsmål 3 Eksportøren vil vinne på kontrakten dersom kursen på oppgjørstidspunktet er lavere enn 87.50. Hvis dagskursen er på 8.50, vil eksportøren ha tjent NOK 2,500 i forhold til å ikke sikre kontrakten. Men eksportøren taper NOK 2,500 hvis dagskursen i stedet er 9.00 på oppgjørstidspunktet. Sikring tar sikte på å gi en forutsigbar pris. Selskapet taper i forhold til bedre priser enn den innlåste prisen, men vinner i forhold til dårligere priser enn den innlåste. Et selskap kan mao. tape på en sikringskontrakt.

I dette eksemplet har eksportøren helt fjernet risikoen i betalingen. Idet kontrakten er inngått på tidspunkt 0, vet eksportøren at man vil motta NOK 87,500 en måned senere. Dette er generelt hensikten med risikostyring; man ønsker å redusere risikoen i fremtidige betalinger mest mulig.

1.1.1 Definisjon av risiko

Det eksemplet vi nettopp har gått gjennom, viser de viktigste stegene i risikostyring. Men før vi går videre, er det fruktbart å stoppe opp og diskutere begrepet risiko. Vi ser kort på en viktig forutsetning for risikostyring i dette avsnittet for å avgrense og begrense temaet.

Den viktigste forutsetningen er at i finansiell økonomi sidestilles *risiko* med *volatilitet* for prisen på et gode. For eksempel kan prisen på et fat olje i neste periode ta mange verdier. Hvilken verdi som realiseres, vet vi ikke i dag. Risiko og *usikkerhet* er likedan det samme. Risiko er så å si usikkerhet. Både gunstige og ugunstige verdier kan realiseres i det begrepet vi kaller risiko. Dette leder frem til definisjon av risiko som vi bruker i dette kapitlet.

DEFINISJON 1.1 (Risiko). *Risiko* er spredning i verdier til selskapets kontantstrøm, for eksempel selskapets verdi (Aven, 2003; Jorion, 2006).

Men selv om vi ikke kan vite *hvilken* pris som realiseres, antar vi i dette kapitlet at vi kjenner den *sannsynlighetsfordeling* som prisene kan komme innenfor. Dette er den neste viktige forutsetningen for risikostyring. Vi antar at vi kan komme med uttalelser som at det er 50% sjanse for at prisen ikke vil overstige 100 kroner neste år. Sannsynlighetsfordelingen kan ha mange former, for eksempel en normalfordeling eller en uniform fordeling. I en uniform fordeling har hvert utfall den samme sannsynlighet for å forekomme, slik som på en terning. Det er en oppgave for målingen av risiko å bestemme hvilken sannsynlighetsfordeling som gjelder.

EKSEMPEL 1.2 (Ulik risiko). To prosjekter A og B kan ha utfallene “Bra” og “Dårlig” med like stor sannsynlighet.

Utfall	Sanns.	$NNV(A)$	$NNV(B)$
Bra	1/2	4.00	3.25
Dårlig	1/2	5.00	7.75
Gjennomsnitt		4.50	5.50
Standardavvik		0.25	5.00

Disse to forutsetningene, *risiko er usikkerhet* og *usikkerheten har en kjent sannsynlighetsfordeling*, deles ikke av alle som behandler risikostyring og ri-

sikoanalyse. Det gjelder begge elementene. *Risiko* brukes om sannsynligheten for at noe uheldig kan inntreffe. Dette er oppfatningen i en omfattende beskrivelse eller veiledning av risikoanalyse presentert i 1997 av en kommisjon nedsatt av Kongressen og Presidenten i USA (Risk Assessment og Management, 1997). Her heter det at

Risk is defined as the probability that a substance or situation will produce harm under specified conditions. Risk is a combination of two factors:

- The probability that an adverse event will occur (such as a specific disease or type of injury).
- The consequences of the adverse event.

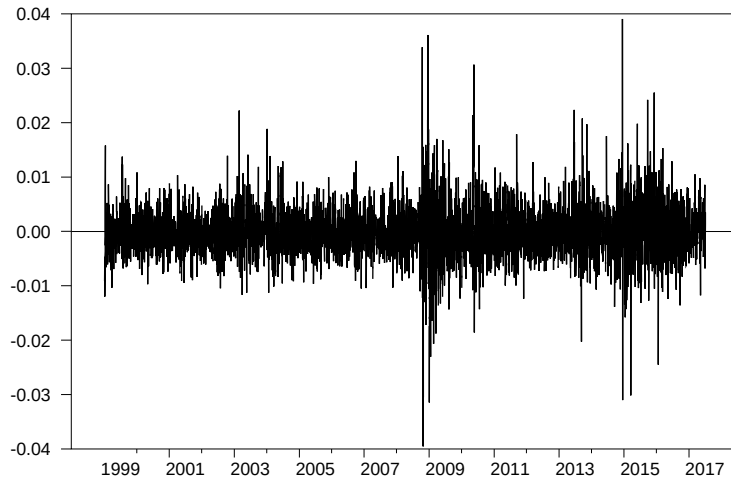
Det fører for langt å gå inn i denne analysen. Forskjellen mellom risiko slik den oppfattes i finansiell økonomi og i beskrivelsen over, er at i finans er risiko synonymt med hele risikofordelingen, mens i risikoanalysen er risiko begrenset til den delen av fordelingen man anser som uheldig. Det er også flere andre forskjeller. Risikoanalysen er først og fremst utviklet for å forstå faren for materiell og menneskelig skade, slik som faren for en oljeutblåsning, et terrorangrep eller spredning av farlig virus. I Norge er det utviklet en Norsk Standard, "NS 5814:2014 Krav om risikovurderinger" samt flere andre standarder etter det.

Forutsetningen om en kjent sannsynlighetsfordeling kritiseres av Knight (1921) som setter et skille mellom risiko og usikkerhet. Risiko er for ham ukjente utfall med kjent sannsynlighetsfordeling, slik vi bruker begrepet her. Men usikkerhet er ukjente utfall med ukjent sannsynlighetsfordeling. Han sier det slik

The practical difference between the two categories, risk and uncertainty, is that in the former the distribution of the outcome in a group of instances is known (either through calculation a priori or from statistics of past experience), while in the case of uncertainty this is not true, the reason being in general that it is impossible to form a group of instances, because the situation dealt with is in a high degree unique. Knight (1921, s. 234)

Knight kan ha et poeng i at man ikke alltid kan ta sannsynlighetsfordelingen for gitt. I figur 1.3 vises endringer i valutakursen mellom norske kroner og

euro. Det ser ut til at prisendringene er større, har større spredning, i slutten av perioden enn i begynnelsen.



Figur 1.3: Endring i daglig valutakurs NOK/EUR, 4. januar 1999 til 6. juli 2017

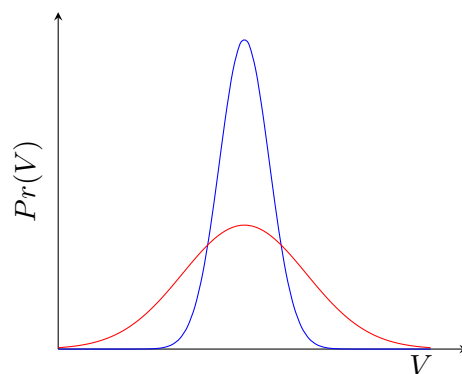
At volatiliteten skulle være større i slutten av perioden, kunne man ikke forutse i 2002 eller 2005. Det kan altså se ut til at for aktørene var sannsynlighetsfordelingen i siste del av perioden ukjent i første del.

I praksis vil et selskap som har identifisert valutakurs som en risikofaktor jevnlig følge med på valutakursene. Man vil altså ofte være oppdatert om risikobildet. Selv om man ikke kan være helt sikker på risikoens sannsynlighetsfordeling, er det et mål å komme nærmest mulig til den riktige fordeling. Av denne grunn, og for å holde fremstillingen relativt enkel, går vi ut fra at sannsynlighetsfordelingen er kjent.

1.1.2 Definisjon av risikostyring

Et ønske om å redusere risikoen i selskapets verdi er underforstått i alle former for risikostyring. Figur 1.4 viser to fordelinger av selskapets verdi som har samme gjennomsnitt, men ulik varians. Risikostyring går ut på å komme fra fordelingen med høyest varians til den med lavest.

For å få til en reduksjon i risiko, må selskapet identifisere hvilke *risikofaktorer* som påvirker dets verdi. Valutakursen kan være en slik risikofaktor.



Figur 1.4: Risikostyring går ut på å redusere variansen i selskapets verdi

Deretter må man bestemme hvor mye selskapets verdi endres som en følge av endring Δ i en risikofaktor. Man vil altså forsøke å finne et mål på hvor utsatt selskapets verdi er for endringer i risikofaktoren. Målingen gir selskapets *eksponering*, som viser hvor *utsatt*, eller påvirket, selskapet er overfor risikofaktoren. I eksempel 1.1 er eksponeringen underforstått lik 1.0, dvs. hele betalingen er utsatt for endringer i valutakursen.

Anta at selskapets verdi er eksponert for én risikofaktor. Da er endringen i selskapets verdi *eksponert* mot risikofaktoren på følgende måte:

$$\Delta V = \text{Eksponering} \times \Delta \text{Risikofaktor} \quad (1.1)$$

I dette kapitlet skal vi se på tre risikofaktorer: Valuta, prisrisiko på varer, og renterisiko. Svært mye risikoforståelse og utvikling av teknikker stammer fra analyser av valutamarkedet. Vi skal se på metoder som brukes for å karakterisere eksponering, og vi skal se på måter selskapet kan begrense eller øke sin eksponering mot en risikofaktor. Diskusjonen til nå leder frem til en definisjon av risikostyring som brukes her.

DEFINISJON 1.2 (Risikostyring). Risikostyring er den interne prosessen i virksomheten som fører til en identifisering, måling og håndtering av ulike risikofaktorer (Jorion, 2006)

Denne presise definisjonen gir retningen for dette kapitlet. Kapitlet handler om de to viktigste forholdene i selskapets strategi for risikostyring, identifisering og måling på den ene siden og håndtering på den andre. Vi ser på:

Identifisering og måling Hvor utsatt er selskapet for endringer i for eksempel valutakurser? Det er ikke nok å se at prisene endres, men å forstå hvor viktig dette er for selskapet. Vi skal vise metoder for å avdekke *eksponering* mot ulike risikofaktorer. Dette kommer vi tilbake til i avsnitt 1.2.

Håndtering Hvordan kan selskaper sikre seg mot uheldige prissvingninger? Siden dette er en bok i foretaksfinans, legges vekten på finansielle instrumenter, dvs. forward, futures og opsjoner. Forward støtte vi på i kapittel 6 og opsjoner i kapitlene 12 og 13. Futures er nytt. Vi anvender ulike sikringsteknikker i avsnittene om valuta 1.3, varekontrakter 1.4 og renter 1.5.

Aven (2003) kaller identifisering og måling for *risikoanalyse*, og spesifiserer denne analysen i fem steg (side 49):

1. Identifiser målsettingen, for eksempel selskapets lønnsomhet.
2. Utvikle en bestemt modell for hva som bestemmer nivået på målsettingen ved å knytte målsettingen til en eller flere forklaringsvariable som kan måles på et mer detaljert nivå.
3. Samle inn og systematiser informasjon om forklaringsvariablene på et detaljert nivå.
4. Bruk sannsynligheter for å karakterisere forklaringsvariable, dvs. bestem deres sannsynlighetsfordeling.
5. Beregn sannsynlighetsfordelingen til målsettingen og lag spådommer om nivået på målsettingen fra sannsynlighetsfordelingen til forklaringsvariablene.

Flyselskapet Norwegian er et eksempel på selskaper som ofte foretar sikring. Selskapet søker å redusere risiko mot uheldig kursvolatilitet i amerikanske dollar på ulike måter. I dagspressen kommer det frem noen måter:

- Norwegian flytter eierskapet til flyflåte til Irland, hvor man fører regnskapet i USD.
- Selskapet sikrer lån til nye fly ved å binde USD-kursen.
- Selskapet sikrer seg mot uheldig økning i prisen på drivstoff ved å inngå langsiktige forward-avtaler.

Dette er en bok i foretaksfinans, og vi vil følgelig konsentrere fremstillingen av sikring ved hjelp av finansielle instrumenter slik som forwards og

opsjoner. Men sikring av kontantstrømmer kan foregå på mange måter, for eksempel gjennom langtidskontrakter mellom kjøper og selger, eller ved at selskapet søker seg over fra markeder med stor usikkerhet til mer stabile markeder.

Dette kapitlet bygger i stor grad på sekundærlitteratur. Lesere vil finne større oversikter i Korsvold og Høidal (2017), Jorion (2006) og Hull (2000). Vi avslutter avsnittet med en diskusjon av hvorfor et selskap ønsker å sikre.

1.1.3 Hvorfor skal bedriften sikre kontantstrømmer?

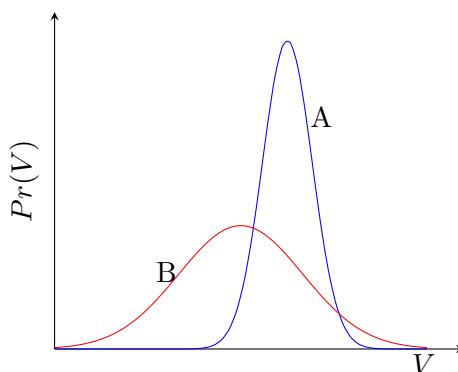
Det kan synes ironisk at selskapene skal sikre kontantstrømmen med finansielle instrumenter. I kapittel 3 understreket vi jo at handel i verdipapirer er en transaksjon med forventet nåverdi lik null, $E(NNV) = 0$. Det følger også av Miller og Modiglianis teoremer at hvis eierne ønsker sikring av kontantstrømmer, kan de gjennomføre det på egen hånd og like godt eller bedre enn det selskapet kan gjøre. Hvis investorene kan sikre selv, er jo ikke forsøk på å styre risikoen i bedriften en aktivitet som øker selskapets verdi.

Begrunnelsen for selskapets sikring av kontantstrømmer må derfor besvare to spørsmål.

- Har eierne fordeler av at variansen reduseres?
- Hvorfor skal selskapets ledelse foreta risikoreduksjon?

Har eiere en fordel av risikoreduksjon? Vi har sett at egenkapitalen kan oppfattes som en kjøpsopsjon i kapittel 2 og 14. Vi vet at kjøpsopsjonen er mer verdt, jo større variansen er. Logisk sett er derfor ikke eierne interessert i at risikoen reduseres. Det fører jo til at man avskjærer seg fra de høyeste *positive* verdiene, nettopp det som gjør opsjonen verdifull.

Sikring kan ha den effekt at den forventede verdien av selskapet øker. En opsjon er mer verdifull, jo høyere den underliggende pris på eiendelen er, se kapittel 13. Vi kan tenke på dette slik at variansen i verdien reduseres, men samtidig fører sikring til at forventet verdi av selskapet øker. I figur 1.5 er den sikrede nye fordelingen av selskapets verdi smalere og sentrert til høyre for den usikrede.



Figur 1.5: Risikostyring kan føre til reduksjon i selskapsspesifikk varians og økt forventet selskapsverdi

Det må være imperfeksjoner til stede som kan fjernes hvis selskapet sikrer og øker verdien av selskapet. I en familiebedrift vil man være opptatt av total risiko, ikke bare den systematiske.

Unngå krise- og konkurskostnader Vi har sett at når selskapet tar opp mye gjeld, påløper en del krise- og konkurskostnader, slik som uvilje blant leverandører til å levere varer og tjenester på kreditt eller leverandørens manglende vilje til å foreta investeringer i relasjonsspesifikk kapital. Selskapets lånekostnader kan øke og långiverne vil skrive strengere betingelser inn i lånekontrakten. Jo større den finansielle risikoen er, jo mer sannsynlig er det at selskapet går konkurs. Det er sannsynlig at selskapet havner i en slik situasjon når volatiliteten i selskapets kontantstrømmer øker. Campello mfl. (2011) viser at selskaper som sikrer har færre investeringsbegrensninger skrevet inn i sine lånekontrakter. Videre viser Campello og medforfattere at lånekostnadene er betydelig lavere for selskaper som sikrer kontantstrøm.

Vurderinger av ledelsen Det økonomiske resultatet i et selskap er påvirket av ledelsens beslutninger og evne til å gjennomføre tiltak, men også av ytre forhold slik som endring i prisen på selskapets produkter. Når selskapet har et program for å sikre seg mot volatilitet i ytre risikofaktorer (valutakurs etc.), er det lettere å bedømme hva ledelsens bidrag faktisk har vært. Det er lettere for utenforstående eiere å bedømme ledelsens prestasjoner. Resultatet er bedre eierstyring og dermed høyere verdivurdering av selskapet.

Risikovurderinger Også andre interessenter til selskapet enn eierne kan verdsette at selskapet sikrer kontantstrømmene. Et forsikringsselskap vil let-

tere kunne prissette den forsikring det vil kreve for å forsikre selskapet. En bank vil kunne gi lavere lånerente og lettere lånebetingelser. Inntreffer dette, kan risikostyring bidra til at selskapets lånekapasitet øker. Analytikere og presse vil kunne gi sikrere verdivurderinger og dermed påvirke aksjekursen i retning av fundamentale verdier.

Katastrofale endringer i driftsforhold “Alle” selskaper tegner brann- og tyveriforsikring. Å forsikre seg mot slike ekstreme utslag i driftsforhold er fornuftig fra eierens synsvinkel. Slike katastrofer kan også til dels sikres med finansielle instrumenter. I Japan finnes for eksempel opsjoner skrevet på sannsynligheten for jordskjelv.

Skatt Skattereglene stimulerer til å skape en stabil kontantstrøm. Dette gjelder spesielt i skatteregimer med progressive skatter, dvs. skattesatsen stiger med økende driftsresultat.

Når selskapet sikrer kontantstrømmen mot for stor volatilitet, gjøres dette selvsagt på vegne av eierne. Hvorfor skal selskapets administrative ledelse foreta sikring og ikke eierne?

Informasjonsulikhet (Asymmetrisk informasjon) Bedriftsledelsen vet mer om hvor risikoutsatt bedriften er enn investorene. De kan derfor gjennomføre en mer målrettet risikostyring i riktig omfang.

Komparativ fordel ved sikring Særlig for små investorer vil sikringskostnadene bli større enn om selskapet gjennomfører risikostyringen.

1.2 Hvor stor risiko? Eksponering

I eksempel 1.1 så vi bedriften sikre hele kontantstrømmen knyttet til salget av laks. Senere vil vi igjen støte på sikringsmekanismer for slike enkeltstående transaksjoner. Men selskapets inn- og utbetalinger i for eksempel fremmed valuta gjør at selskapet ikke behøver å sikre hver enkelt transaksjon 100%. For eksempel vil et shipping-selskap ha utbetalinger til drivstoff (bunkers) i amerikanske dollar, men samtidig ha fraktinntekter i samme valuta. Da er det kontantstrømmen etter en slik “matching” av inn- og utbetalinger i fremmed valuta som forteller hvor mye av kontantstrømmen som påvirkes av svingninger i valutakurs.

EKSEMPEL 1.3 (Valutaspekulasjon). En eiendomsinvestor i det norske markedet finansierer sin virksomhet med lån i sveitsiske franc. Alle inntektene i selskapet er i norske kroner.

1. Hvor mye av lånene i sveitsiske franc er eksponert?
2. Formålet med lån i sveitsiske franc er å oppnå en lavere lånerente. Kan lånene kalles spekulasjon?

Spørsmål 1 Hele lånebeløpet er eksponert for endringer i valutakursen til sveitsiske franc og norske kroner (NOK/CHF). Når den norske valutaen svekkes (flere NOK pr. CHF), øker størrelsen på lånet i norske kroner, og lånestørrelsen i norske kroner faller når den norske kronen styrkes.

Spørsmål 2 Lånet motsvares ikke av en inntektsstrøm i sveitsiske franc og lånene er heller ikke sikret med finansielle instrumenter, slik som en forward. Låneposisjonen er derfor helt *udekket*, og er helt klart en spekulasjon.

Den andelen av selskapets kontantstrøm som er utsatt for endringer i valutakurs eller en annen risikofaktor, kalles *eksponering*. Dette avsnittet handler om definisjonen av eksponering og hvordan man kan måle risikoeksponering.

DEFINISJON 1.3 (Valutaeksponering). Eksponering er selskapsverdiens følsomhet overfor tilfeldige fluktuasjoner i valutakursen (Jorion, 1990), dvs.

$$dV = \alpha + \beta_{fx} dFX \quad (1.2)$$

der β_{fx} er *eksponeringskoeffisienten*.

1.2.1 Den optimale sikring

Sikringsforholdet h er definert ved:

$$h = \frac{\text{Valutasikringens verdi}}{\text{Valutaeksponering}} \quad (1.3)$$

Spørsmålet er hvor mye av eksponeringen som bør sikres. Svaret på spørsmålet gir *det optimale sikringsforholdet*.

Som et første steg dannes en portefølje av en spotnotering og en forward-

notering på samme underliggende eiendel. Her betegnes noteringene som “spot” og “forward”.

$$\Delta \text{Portefølje} = \Delta \text{Spot} - \Delta \text{Forward} \approx 0 \quad (1.4)$$

Den *optimale valutasikringen* kan finnes ved å minimere variansen til endringen i denne porteføljen bestående av to eiendeler ved slutten av perioden.

Vi ser på et selskap som skal motta fremmed valuta etter salg i utlandet. Definer:

$E(X_1^h)$	Forventet verdi av fremmed valuta på tidspunkt 1.
X_1	Beløpet i fremmed valuta som skal mottas.
$E(S_1)$	Forventet valutakurs (spot) på tidspunkt $t = 1$.
X_f	Beløpet i fremmed valuta solgt forward en periode.
F_0	Dagens pris på en forwardkontrakt.

Anta at selskapet danner en portefølje med fordringen i fremmed valuta og sikring med en forward. Det vil da forvente å motta:

$$E(P_1^h) = X_1 E(S_1) + X_f [E(F_1) - F_0] \quad (1.5)$$

Variansen til forventet verdi av porteføljen er:

$$\sigma_P^2 = X^2 \sigma_{S_1}^2 + X_f^2 \sigma_{F_1}^2 + 2X X_f \sigma_{S_1, F_1} \quad (1.6)$$

Målet er å minimere denne porteføljevariansen.

Selskapets *beslutningsvariabel* er X_f , mengden av sikring for fordringen. Selskapet ønsker å finne den verdien av X_f som minimerer porteføljevariansen.

$$\min_{X_f} \sigma_P^2 = X^2 \sigma_{S_1}^2 + X_f^2 \sigma_{F_1}^2 + 2X X_f \sigma_{S_1, F_1} \quad (1.7)$$

Vi finner den sikringen X_f som minimerer porteføljevariansen ved å finne den partielle deriverte av (1.7) med hensyn på X_f og sette resultatet lik null.

Det gir oss:

$$\frac{\partial \sigma_P^2}{\partial X_f} = -2X_f \sigma_{F_1}^2 + 2X \sigma_{S_1, F_1} = 0$$

som impliserer

$$X_f \sigma_{F_1}^2 = -X \sigma_{S_1, F_1} \quad \implies \quad X_f = \frac{-X \sigma_{S_1, F_1}}{\sigma_{F_1}^2}.$$

Til slutt har vi at det *optimale sikringsforholdet* h er:

$$\frac{X_f}{X} = h = -\frac{\sigma_{S_1, F_1}}{\sigma_{F_1}^2} \quad (1.8)$$

Selskapet trenger bare å vite to tall for å finne det optimale sikringsforholdet: kovariansen mellom spot-beløpet og størrelsen på forward-sikringen. Kovariansen kan som kjent skrives

$$\sigma_{S_1, F_1} = \rho_{S_1, F_1} \sigma_{S_1} \sigma_{F_1}. \quad (1.9)$$

Her kjenner vi igjen *korrelasjonskoeffisienten* $0.0 \leq \rho_{S_1, F_1} \leq 1.0$ mellom dags- og forwardkursen. Vi kan skrive sikringsforholdet h :

$$h = -\frac{\rho_{S_1, F_1} \sigma_{S_1} \sigma_{F_1}}{\sigma_{F_1}^2} = -\rho \frac{\sigma_{S_1}}{\sigma_{F_1}} \quad (1.10)$$

Differensier mellom følgende tilfeller:

$h = 0.0$ Sikring er unødvendig.

$h = 1.0$ Full sikring er nødvendig.

$0.0 \leq h \leq 1.0$ Delvis sikring er nødvendig.

Legg merke til at når $\sigma_{S_1} < \sigma_{F_1}$, er $h < 1.0$. Anta at $\sigma_{S_1} = 10$, $\sigma_{F_1} = 20$ og $\rho = 1.0$. Da har vi at h er

$$h = 1.0 \frac{10}{20} = 0.5$$

som innebærer at en delvis sikring er nødvendig. I dette tilfellet bør man sikre halvparten av kontantstrømmen.

EKSEMPEL 1.4. Anta at et selskap Eksimp skal motta USD1,000 om tre

måneder. Eksimp vil gjerne vite hva det optimale sikringsforholdet er, når det bruker forward-kontrakter til sikring. Korrelasjonen mellom endringer i spot- og forward-kurser er 0.95. Volatiliteten (standardavviket) til spotendringen er 0.15, og til forward-endringen er den 0.20. Hvor mye bør sikres?

Det optimale sikringsforholdet er:

$$h = \rho_{S,F} \frac{\sigma_S}{\sigma_F} = 0.95 \times \frac{0.15}{0.20} = 0.7125.$$

Her har vi sløyet tidsbenevningen. Utregningen viser at Eksimp bør sikre $0.7125 \times \text{USD}1,000 = \text{USD}712.50$ med en forward-kontrakt.

1.2.2 Sikringsforholdet fra regresjon

Definisjonen av h i (1.8) eller (1.10) gjenkjenner vi som den samme som definisjonen på en regresjonskoeffisient b i en regresjon med risikofaktoren valuta på høyre side:

$$\Delta V_t = a + b \Delta s_{hf,t} + u_t \quad (1.11)$$

hvor V_t er selskapets verdi på tidspunkt t , a og b er konstanter, og u_t er et restledd som fanger opp det som ikke er forklart med variabelen eller variablene på høyre side av regresjonsuttrykket. I tillegg til selskapets verdi, kan vi tenke at V representerer en hvilken som helst eiendel. Hypotesene er at a er null og $0.0 \leq b \leq 1.0$. Vi kan med andre ord finne det optimale sikringsforholdet ved å foreta en regresjon med eiendelen som avhengig variabel og en eller flere risikofaktorer som forklaringsvariable. Adler og Dumas (1984) krediteres for å være de første som bruker regresjonsanalyse for å avdekke selskapets eksponering.

Innenfor risikostyring kalles gjerne b for *eksponeringskoeffisienten*. Dens verdi forteller hvor stor forward-sikringen bør være overfor risikofaktoren. Eksponeringskoeffisienten β_k viser kontantstrømmens følsomhet overfor en enhets endring i faktoren. Jo brattere helning er, jo større betydning har faktoren for kontantstrømmen.

Vi gjenkjenner også (1.11) som en enkel faktormodell (se kapittel 9) med én faktor. Vi kan bruke avkastninger i stedet for verdier. For eksempel bruk-

te Jorion (1990) en utvidet markedsmodell med valutakurs som en ekstra risikofaktor, slik at regresjonen er:

$$r_{it} = \alpha + \beta_1 r_{mt} + \beta_2 r_{st} + u_{it} \quad (1.12)$$

I denne regresjonen viser β_2 selskap i sin eksponering mot endringer i valutakurs. Eksponeringen er kontrollert for avkastningen på markedsporteføljen m . Valutafaktoren er en valutakurv som består av valutakurser for individuelle land, og hvert land er vektet med sin betydning for handelen med USA. Norges Bank beregner flere slike valutakurver, slik som en “importveid kursindeks”, en annen “industriens effektive valutakurs”. Den importveide kursindeksen er beregnet ut fra 44 av de viktigste handelspartnerne til Norge og hvert lands vekt er veid med deres andel av importen til Norge.

Jorion finner at multinasjonale selskaper i USA er eksponert mot endringer i valutakurs. Han viser også at størrelsen på eksponeringen har sammenheng med hvor eksportorientert selskapet er. Jorions resultater er omstridte, men Dominguez og Tesar (2001), Dominguez og Tesar (2006) og Fraser og Pantzalis (2004) bekrefter Jorions hovedresultat, men med andre spesifikasjoner av data. Dominguez og Tesar bruker data på selskaps- og bransjenivå og begrenser seg heller ikke til multinasjonale selskaper. De bruker flere valutakurser i stedet for en valutakurv. Fraser og Pantzalis bruker valutakurser som er spesifikke for hvert selskap, men begrenser studien til multinasjonale selskaper.

En konklusjon vi kan trekke, er at selskaper er eksponert for valutakurs-svingninger, men at resultatet er omstridt, og forskere kan komme til ulike resultater når de bruker ulike metoder og data. Eksponering vil også variere over tid (Dominguez og Tesar, 2006).

Vi har diskutert eksponering med en risikofaktor, valutakursen. Men et selskap kan selvsagt være utsatt for flere risikofaktorer. For eksempel kan oljeselskaper være eksponert mot både endringer i oljepris og valuta. Man kan avdekke slik eksponering ved å føye til flere faktorer i en utvidet multipl regressjon. Generelt kan en slik multipl regressjon utvides med opptil N risikofaktorer.

$$r_{it} = \alpha + \beta_1 r_{mt} + \beta_2 r_{st} + \dots + \beta_N r_{N,t} + e_{it} \quad (1.13)$$

La oss se om vi kan fange et uttrykk for eksponering for Statoil. Vi vil anta at kursendringen på Statoils aksjer er eksponert for endringer i valutakurs og oljepris. Siden oppgjør for olje som oftest foregår i USD, bruker vi denne valutaen som referanse. Valutaen noteres som NOK/USD. En svekkelse av valutakursen for norske kroner overfor amerikanske dollar betyr at man må betale flere norske kroner for å kjøpe en amerikansk dollar. Mottar man inntekter i dollar, vil en valutasvekkelse bety at Statoil mottar flere norske kroner. Vi vil derfor vente at en valutasvekkelse gir en positiv eksponering mot amerikanske dollar.

Oljeprisen antar vi er prisen pr. fat for Brent-olje. Dette er en kvalitetsbetegnelse på olje fra Nordsjøen hvor Statoil henter det meste av olje og gass. Vi begrenser oss til oljepris her for å gjøre fremstillingen enkel og oversiktlig. Hypotesen er at Statoil-kursen påvirkes positivt av en økning i prisen på Brent-olje.

Vi ser fra (1.12) at markedsindeksen er med i regresjonen. Her brukes indeksen OSEBX som en referanse. Hypotesen er at det er en positiv sammenheng mellom endring i OSEBX og Statoilaksjen.

Alt i alt beregnes følgende regresjon:

$$r_{\text{statoil}} = C + \beta_1 r_{\text{nok/usd}} + \beta_2 r_{\text{brent}} + \beta_3 r_{\text{osebx}} + u_t \quad (1.14)$$

og vi venter at alle β er er positive. Endringene i verdi spesifiseres som avkastninger ved hjelp av logaritmisk transformering, dvs. $r_t = \ln(S_t/S_{t-1})$. Tabell 1.2 viser resultater av ulike spesifikasjoner av (1.14).

Tabellen viser at avkastningene på både valutakursen og prisen på Brent-olje har sammenheng med avkastningen på Statoilaksjen. Men sammenhengene forandres idet avkastningen på Oslo Børs inkluderes. Hvordan kan vi tolke resultatene?

Resultatene bekrefter at avkastningen på Statoilaksjen er positivt eksponert mot avkastningen på Brent-olje. I regresjon (2) og (3) er eksponeringskoeffi-

Tabell 1.2 Statoils eksponering mot USD og prisen på Brent-olje sammen med Oslo Børs beregnet med minste kvadraters metode justert for ulike varians (heteroskedastisitet). Daglige data fra 18. juli 2001 til 30. desember 2016

	(1)	(2)	(3)	(4)
$r_{nok/usd}$	-0.522***		-0.262***	0.015
r_{brent}		0.385***	0.365***	0.160***
r_{osebx}				0.911***
Konstant	0.000	0.000	0.000	0.000
R^2	0.044	0.205	0.216	0.633
N	3,904	3,795	3,795	3,795

*** betyr at regresjonsresultatet er signifikant på 1% signifikansnivå.

Kilder: Dollarkurs fra Norges Bank; Pris på Brent-olje fra U.S. Energy Information Administration; Statoil og OSEBX fra Titlon.

sienten henholdsvis 0.385 og 0.365. En én prosents økning i avkastningen på Brent-olje medfører en økning i avkastningen på Statoilaksjen med 0.385% i regresjon (2) og 0.365% i regresjon (3). Eksponeringen faller til 0.160% når avkastningen på Oslo Børs tas med. Alt i alt er altså Statoil eksponert mot oljeprisen.

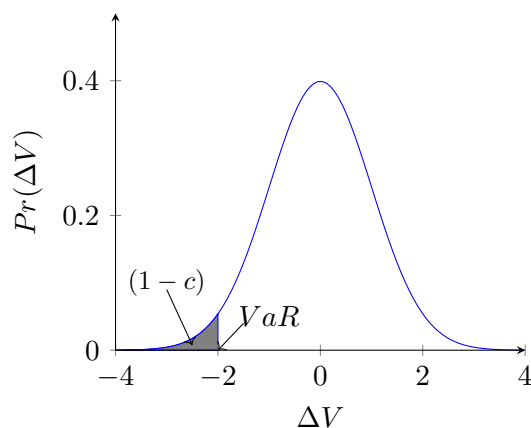
Valutakursen er vanskeligere å tolke. Den er negativ og signifikant i regresjon (1) og (3), men er positiv og ikke signifikant i regresjon (4). Et negativt fortegn bekrefter ikke hypotesen. Ustabile resultater kan tyde på at valutakursen samvarierer med andre forhold som ikke er med i regresjonen. Den norske kronen svekkes mot dollar når den økonomiske utviklingen i Norge er relativt svakere enn i USA. Det kan forklare det negative fortegnet. At fortegnet blir positivt og ikke signifikant når børsindeksen trekkes inn i regresjonen, tyder på at indeksen fanger opp slike andre forhold som kan forklare ustabiliteten i virkninger av valutakursendringer.

Noen forbehold er på sin plass. Regresjonene er gjennomført med relativt enkel statistisk metode. Vi har ikke tatt hensyn til at sammenhengene kan skifte over tid, selv om oljepris og valutakurs har vist store endringer i perioden. Vi vet heller ikke hvor mye Statoil selv har sikret kontantstrømmer. Sikrer man aktivt mot for eksempel valutakursendringer, kan det være urimelig å bruke endringer i dagskurser for å måle påvirkningen på avkastningen på Statoil-aksjer. Sikring betyr jo at uheldige virkninger av valutakursendringer utlignes av gunstig verdiendring på for eksempel en forwardkontrakt,

se eksempel 1.1.

1.2.3 Value at Risk (VaR)

“Value at Risk” (VaR) er et mål på hvor mye investorene maksimalt kan tape i løpet av en gitt periode ved et gitt sannsynlighetsnivå (Jorion, 2006). Figur 1.6 viser en tenkt VaR-verdi og et sannsynlighetsnivå, konfidensnivå c . VaR-metoden går ut på å beregne VaR-verdien og i ett mål gi et uttrykk for hvor mye som kan tapes og hvilken sannsynlighet tapet har for å inntreffe. VaR er et risikomål som fokuserer på muligheten for tap.



Figur 1.6: VaR kan gi oversikt over maksimalt tap ved gitt sannsynlighetsnivå c

I figur 1.6 er sannsynlighetsfordelingen over endringer antatt å være standardisert normal med forventning lik null og standardavvik lik en. Her er konfidensnivået valgt til 95%, ($c = 0.95$).

For å finne det forventede maksimale tapet, anbefaler Jorion at man følger disse stegene:

1. Fastsett markedsverdien av nåværende portefølje (for eksempel 100 millioner)
2. Beregn volatiliteten i risikofaktorene (for eksempel 15% pr. år)
3. Bestem periodelengden (for eksempel 10 forretningsdager av ialt 252 i løpet av ett år)
4. Bestem konfidensnivået (for eksempel 99%, som gir faktoren 2.33 når man forutsetter normalfordeling)

5. Rapportér det maksimale tapet ut fra foregående opplysninger.

Med de opplysninger som er gitt i denne oppregningen, er VaR gitt av:

$$VaR = 100 \cdot 0.15 \cdot \sqrt{10/252} \cdot 2.33 = 7\text{mill}$$

I dette eksemplet er avkastningene antatt å være normalfordelt. Dette er en vanlig forutsetning i VaR-litteraturen. Når vi forutsetter normalfordeling, viser Jorion at VaR kan formuleres som i definisjon 1.4.

DEFINISJON 1.4 (Value at Risk (VaR)). VaR oppsummerer i ett mål det forventede maksimale tapet over en gitt periode og et gitt konfidensnivå (Jorion, 2006). Når avkastningene forutsettes å være normalfordelt, kan *den relative VaR* defineres som tap i forhold til gjennomsnittet:

$$Var(\text{gj.snitt}) = E(W) - W^* = W_0(1 - c)\sigma\sqrt{t} \quad (1.15)$$

Her er $E(W)$ forventet verdi av porteføljen, W^* er verdi hvis maksimalt tap inntreffer og W_0 er verdien i starten.

VaR defineres også som *det absolutte tapet*:

$$Var(\text{absolutt}) = W_0 - W^* = W_0 \left((1 - c)\sigma\sqrt{t} - \mu t \right) \quad (1.16)$$

der μ er gjennomsnittet i fordelingen.

Det er den relative VaR som er brukt i eksemplet ovenfor. VaR gir et enkelt risikomål og fører til at selskapet kan tenke på risiko slik som: "I løpet av de neste 10 dagene er vi 99% sikre på at tapene i vår portefølje ikke vil overstige 7 mill". Utsagnet er intuitivt forståelig selv for personer uten formell bakgrunn i statistiske metoder.

En annen fordel med VaR er dens fleksibilitet. I gjennomgangen hittil har vi forutsatt en portefølje, men VaR kan anvendes på nær sagt alle nivåer, fra vurderinger av risiko til en gitt transaksjon til en beregning av eksponeringen for hele foretaket. VaR kan også benyttes i evalueringen av enkelte avdelinger i et foretak, og det kan brukes til å vurdere risikoen i fremtidige forretningsstrategier.

Beregningen av VaR kan være svært omfattende og tidkrevende. For eksempel behøver man beregninger av alle risikofaktorenes volatilitet og deres

korrelasjoner med andre risikofaktorer for å finne frem til samlet varians i porteføljen. Disse forholdene er behandlet i kapittel 8. Man må også undersøke om normalfordelingen er en riktig beskrivelse av den prisprosessen risikofaktoren følger, noe vi behandlet i kapitlene om opsjoner.

Taleb (2007) kritiserer bruken av normalfordelingen i VaR, og VaR generelt, fordi man med denne forutsetningen ikke tar tilstrekkelig hensyn til ekstreme hendelser som har store, negative virkninger. Slike sjeldne, uventede hendelser kaller Taleb en “svart svane”. Han mener finanskrisen som startet i 2007 var en slik uventet hendelse.

Metoden er i alle fall et mye brukt mål på risikoen i bankene, og hvor mye de faktisk kan tape ved bestemte sannsynligheter. Metoden fikk stor popularitet i kjølvannet av sammenbruddet av Long-Term Capital Management, et investeringsselskap med bla. nobelprisvinnere Myron Scholes og Robert C. Merton i styret. Metoden forhindret likevel ikke utbruddet av finanskrisen fra 2007.

1.2.4 Ulike typer risiko

Eksponeringsbegrepet er generelt. Til nå har vi tenkt på eksponering for selskapet som helhet, men vi kan også tenke at en enkelt transaksjon er eksponert. I lærebøker om internasjonal finans (Eiteman, Stonehill og Moffett, 2004) skilles det gjerne mellom risiko og eksponering på ulike nivåer.

Transaksjonsrisiko Risiko knyttet til en enkelttransaksjon. Eksponeringen er 1.0.

Driftsrisiko Risiko knyttet til langsiktige driftsforhold og selskapets kontantstrømmer. Eksponeringen er vanligvis mellom 0 og 1.0.

Regnskapsmessig risiko Risikoen oppstår når selskapet har underavdelinger et annet land med en annen valuta. Da påvirkes balanseverdiene til morselskapet av endringer i valutakurs.

Vi vil konsentrere fremstillingen av risikom de de ulike risikofaktorene som kommer for transaksjonsrisiko. Dette gjør fremstillingen enkel. I mer realistiske gjennomganger vil man ta hens til flere risikofaktorer og den mengden risiko selskapet står overfor.

1.3 Valutarisiko

En viktig og mye studert risikofaktor er valutakursen. Vi har brukt valutakurs som gjennomgangseksempel hittil. Dette avsnittet ser nærmere på valutamarkedet og hvordan selskaper sikrer sine posisjoner ved hjelp av forwards og opsjoner.

Tabell 1.3 viser omfanget av handel med finansielle instrumenter brukt i internasjonale transaksjoner. Statistikken er fra Bank for International Settlements (BIS) basert på rapporter fra 60 sentralbanker som sammen eier BIS. Statistikken utkommer hvert tredje år.

Tabellen viser en stort og stigende omsetning av finansielle instrumenter, spesielt ser vi en klar heving i aktiviteten fra 2004 og senere. Videre viser tabellen at spottransaksjoner utgjør ca. en tredjedel av alle transaksjoner i valutamarkedet. De to største finansielle instrumentene er FX swaps og opsjoner. FX er en forkortelse for “foreign exchange”, eller valuta. FX swaps er en kontrakt som inneholder et salg av valuta og en samtidig forwardkontrakt. FX swaps og forwardkontrakter er derfor de toneangivende finansielle instrumentene selskaper og institusjoner bruker for å dempe valutarisiko. En valutaswap er en avtale mellom to parter i ulike land om å betale renter på lån i sin lokale valuta.

Tabell 1.3 Gjennomsnittlig global omsetning av finansielle instrumenter pr. dag i milliarder US dollar. Kilde: The Bank for International Settlements

	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013	2016
Spot	494190	567811	386212	630965	1004889	1489081	2046697	1652349
Forwardkontrakter	96860	127667	130336	208796	361730	474694	678961	699676
Ikke leverte forwards	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	127309	134011
FX swaps	545862	733806	655888	954162	1714370	1759154	2240060	2378304
Valutaswaps	3772	9902	7190	21108	31497	42780	54003	82151
Opsjoner	40702	87093	59568	117062	211657	206952	336849	254414
Andre instrumenter	566	383	116	2066	94	150	0	62
Sum alle instrumenter	1181952	1526561	1239310	1934159	3324237	3972811	5356570	5066955

Spot En avtale om kjøp eller salg i dag til dagens kurs

Forward En avtale i dag om kjøp eller salg til en kurs på en fremtidig dato

FX swaps En avtale i dag om samtidig å kjøpe eller selge spot og en motgående forwardavtale

Valutaswaps En avtale mellom to parter i ulike land om å betjene et avtalt lånebeløp i lokal valuta

Opsjon En avtale som gir en rett, men ikke en plikt til å selge en bestemt mengde valuta til en gitt kurs på et fremtidig tidspunkt (europeisk valutaopsjon)

1.3.1 Valutamarkedet og renteparitet

Valutakursene er i dag *flytende* for de fleste valutaer norske selskaper har kontakt med. En flytende valutakurs bestemmes av tilbud og etterspørsel etter valuta. Som i andre markedsbaserte systemer, kommer man langt med å forutsette at handelen er arbitrasjefri, dvs. de finansielle transaksjonene som foretas i valutamarkedet er transaksjoner som gir netto nåverdi lik null. Vi behandler arbitrasjefrie markeder nærmere i kapittel 3.

I valutamarkedet karakteriseres et arbitrasjefritt marked med et sett *paritetsbetingelser*. Forutsetninger som forenkler analysen er i denne sammenheng følgende.

- Ingen reguleringer forstyrrer valutaveksling eller overføring av goder og tjenester.
- Det er ingen transaksjonskostnader i overføring av goder og tjenester. Transportkostnadene antas å være null.
- Investorene har perfekt informasjon.

Foretak som eksporterer eller importerer, foretak som har virksomhet i andre land, forbrukere på ferie eller med ferieboliger i utlandet er alle med på å skape tilbud og etterspørsel etter ulike valutaer. Men også landenes sentralbanker kan påvirke valutakursen gjennom fastsetting av styringsrenten og kjøp og salg av verdipapirer. Til tross for dette, har det vist seg at valutamarkedet er rimelig effektivt.

Vi har sett i kapittel 5 at forholdet mellom nominell og reell rente er $r_{real} = (r_{nom} - i) / (1 + i)$. Dette kalles den nasjonale Fisher-effekten. Tilsvarende har vi en *internasjonal Fisher-effekt*. Den internasjonale Fisher-effekten sier at

- Realrentene vil bli like i landene som handler med hverandre.
- Spotkursen vil endre seg i like stor grad, men i motsatt retning av forskjellen i rentenivå mellom landene.

Vi betegner en spotkurs på tidspunkt t mellom to valutaer på følgende måte: $S_t(h/f)$. Leddet (h/f) viser til en hjemmevaluta (h) i forhold til en fremmed (f) valuta. For eksempel skrives spotkursen mellom norske kroner og sveitsiske franc i dag som $S_0(NOK/CHF)$.

DEFINISJON 1.5 (Den internasjonale Fisher-effekten). Den internasjonale Fisher-effekten er definert som

$$\frac{E(S_1) - S_0}{S_0} = \frac{i_h - i_f}{1 + i_f} \implies E(S_1) = \frac{1 + i_h}{1 + i_f} S_0 \quad (1.17)$$

Definisjonen kan utvides til T perioder:

$$E(S_T) = \frac{(1 + i_h)^T}{(1 + i_f)^T} S_0 \quad (1.18)$$

Sammenhengen kalles også *udekket renteparitet*.

Vi kan fremstille den internasjonale Fisher-effekten slik ved å omrokkere (1.17):

$$i_h = i_f + \frac{E(S_1) - S_0}{S_0} (1 + i_f) \quad (1.19)$$

Denne relasjonen sier at renten i hjemmemarkedet kan sammenlignes med renten i fremmed valuta pluss forventet endring i valutakurs forrentet med renten i fremmed valuta.

EKSEMPEL 1.5. Valutakursen mellom norske og svenske kroner er 95.00 (NOK/SEK).

1. Hva er endringen i spotkursen i løpet av ett år hvis årsrenten er 4% i Norge og 2% i Sverige?
2. Hvor mye må et foretak med norske kroner betale for 100 svenske om ett år?
3. Et foretak vurderer å ta opp et lån i svenske kroner for en investering i Norge. Er dette en fornuftig strategi hvis den internasjonale Fisher-effekten gjelder? Vis hva renten er ved lån hjemme sammenlignet med et lån i svenske kroner.

Spørsmål 1 Vi bruker (1.17):

$$\frac{E(S_1) - S_0}{S_0} (\text{NOK/SEK}) = \frac{0.04 - 0.02}{1.02} = 0.0196$$

dvs. vi venter at man må betale 1.96% mer for svenske kroner om ett år.

Spørsmål 2 I dette tilfellet bruker vi den andre sammenhengen i (1.17):

$$E(S_1)(NOK/SEK) = \frac{1.04}{1.02} \cdot 95.00 = 96.86.$$

Vi kunne selvsagt oppnådd samme størrelse ved å bruke resultatet fra Spørsmål 1: $S_1 = 95.00 \cdot 1.0196 = 96.86$.

Spørsmål 3 I dette spørsmålet er det hensiktsmessig å ta utgangspunkt i (1.19):

$$i_{NOK} = 0.02 + 0.0196 \cdot 1.02 = 0.04.$$

Hvis den internasjonale Fisher-effekten gjelder, har det altså ingen hensikt å låne i fremmed valuta for å investere hjemme.

Leddene $E(S_1)$ viser usikkerheten i valutakursen. Den fremtidige valutakursen et selskap må forholde seg til, er udekket. Vi *forventer* at valutakursen er 96.86 etter ett år, men vi kan ikke garantere det.

Kan kursen låses fast uten at man tyr til en forward eller et annet finansielt instrument? Høyre side av siste relasjon i (1.18) tyder på at lån og investeringer i de to lands valutaer kan gjøre det mulig å sikre et beløp allerede i dag. Vi ser på hvordan gjennom et eksempel.

EKSEMPEL 1.6. Valutakursen mellom norske og svenske kroner er 95.00 (NOK/SEK). Et selskap mottar SEK 100 om ett år, men vil føre beløpet tilbake til norske kroner. Kan selskapet foreta handlinger i dag som låser kursen til NOK/SEK 96.86? Vis stegene i en slik sikringsstrategi.

Selskapet kan foreta følgende handlinger.

1. Selskapet kan låne nåverdien i svenske kroner i dag: $SEK100/1.02 = SEK98.04$.
2. Veksle om beløpet til NOK:

$$K_0(NOK) = SEK98.04 \cdot \frac{NOK}{SEK} 0.95 = NOK93.14.$$

3. Investér beløpet i det norske pengemarkedet: $93.14 \cdot 1.04 = 96.86$.
4. Motta SEK 100.00 og betal likelydende lån.

Låne- og investeringsavtalene gjøres i dag, slik at selskapet kan være sikker på at beløpet virkelig vil være 96.86 etter en periode. Er dette en god sikringsstrategi? En ulempe er at strategien involverer mange steg og kan medføre transaksjonskostnader. Videre er det ikke sikkert at et selskap i et fremmed land oppnår gode låneavtaler, men må kanskje betale en høyere rente. Men strategien i seg selv fører til at kursen låses fast til den kursen som implisitt ligger i renteavtalene. Banker bruker lån og investering i stor grad for å sikre forwardkontrakter.

Den såkalte “Cash and Carry”-strategien går ut på å låne i et land med lave renter og investere beløpet i et land med høy rente. Strategien gir høy risiko. Risikoen ligger i at man ikke vet ved hvilken kurs man skal betale til. “Cash and Carry”-strategien kan lykkes hvis sentralbankene i de to landene fører ulik pengepolitikk.

1.3.2 Renteparitet

En forwardkontrakt er en annen måte å låse fast fremtidig valutakurs. Men hvordan bestemmes forwardkursen? Som vi kan gjette, har det sammenheng med de internasjonale rentenivåene.

DEFINISJON 1.6 (Dekket renteparitet). Den dekkede renteparitet er definert ved

$$\frac{F_1 - S_0}{S_0} = \frac{i_h - i_f}{1 + i_f} \implies F_1 = \frac{1 + i_h}{1 + i_f} S_0 \quad (1.20)$$

Bortsett fra transaksjonskostnader er forskjellen i nasjonale avkastninger for verdipapirer med samme tid til forfall og samme risiko lik forwardrabatten eller -premien på fremmed valuta, men med motsatt fortegn.

Definisjonen kan utvides til T perioder:

$$E(S_T) = \frac{(1 + i_h)^T}{(1 + i_f)^T} S_0 \quad (1.21)$$

Når $F_1 < S_0$ kalles dette en *forwardrabatt*. En *forwardpremie* oppstår når $F_1 > S_0$.

Den siste relasjonen i (1.20) og (1.21) viser at et selskap kan velge mellom to sikringsstrategier, enten en forwardkontrakt eller en låne- og investerings-

strategi. Vi ser også at de to må være like i likevekt. Dette er logisk. Er de ikke like, vil det oppstå en arbitrasjemulighet.

EKSEMPEL 1.7. [Dekket rentearbitrasje] Anta at det en gang var slik at rentenivået i USA var 8%, mens i Japan var rentenivået halvparten, 4%, pr. år. Spotkursen mellom de to var $S_0(YEN/USD) = 106.00$ og forwardkursen med forfall om seks måneder er 103.50. Anta også at vi kan finne halvårsrenten ved å dele årsrenten på to. En USA-basert investor vurderer om det er mulig å oppnå en arbitrasjegevinst når renteforeskjellene er så betydelige.

1. Sjekk om dekket renteparitet er oppfylt.
2. Vis hvordan du kan foreta en lønnsom arbitrasjeinvestering hvis paritet ikke er oppfylt.

Spørsmål 1 Vi kan finne ut om dekket renteparitet er oppfylt ved å finne ut hva avkastningen for en USA-basert investor er på å investere i USA eller i Japan ut fra relasjonen

$$i_h = i_f - \frac{F_{180} - S_0}{S_0} (1 + i_f)$$

Innsetting av tall gir:

$$0.0400 \neq 0.02 + \frac{106.00 - 103.50}{103.50} 1.02 = 0.0446$$

Investeringen i Japan gir en høyere avkastning, noe som betyr at det er arbitrasjemuligheter.

Spørsmål 2 Hvordan kan man foreta en lønnsom investering? Stegene i arbitrasjestrategien er vist i tabell 1.4.

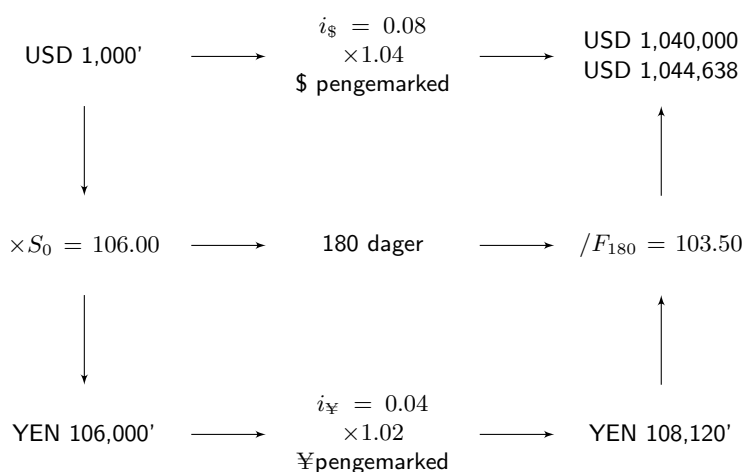
Uten å bruke egne penger og uten å ta risiko har investoren oppnådd en positiv kontantstrøm. En slik arbitrasjemulighet vil fort oppdages og elimineres i valutamarkedet. Dekket rentearbitrasje kan også illustreres ved figur 1.7.

1.3.3 Opsjoner

Tabell 1.3 viser at forwardkontrakter er de viktigste finansielle instrumentene i valutamarkedet. Men opsjoner er også viktige. Dette avsnittet handler om

Tabell 1.4 Lønnsom arbitrasje når renteparitet ikke gjelder

Handling	Motta	Betal
<i>I dag:</i>		
Lån USD 1 mill.	+1,000,000	
Veksle inn i YEN	+106,000,000	-1,000,000
Inngå forwardkontrakt		
<i>Etter 6 måneder:</i>		
Motta YEN	+108,120,000	
Veksle til USD	1,044,638	-108,120,000
Betal lån i USA	1,040,000	
Arbitrasjegevinst USD	4,638	



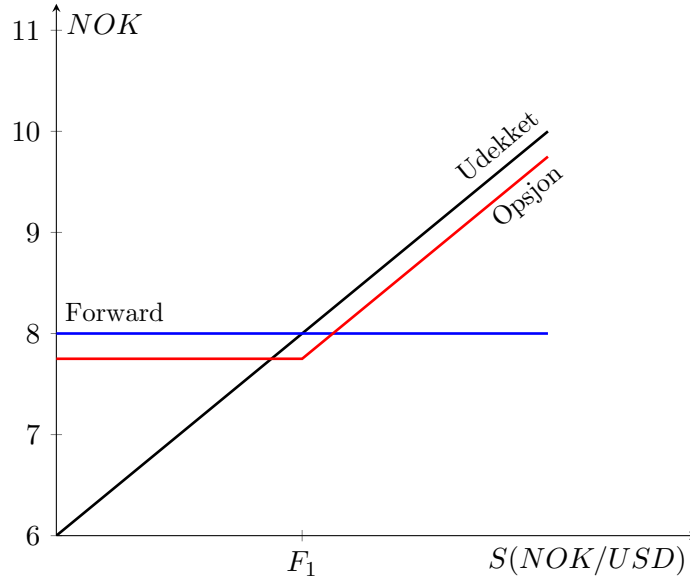
Figur 1.7: Arbitrasje når dekket renterparitet ikke er oppfylt

bruken av opsjoner. Det viser seg at innsiktene fra kapitlene 12 og 13 enkelt kan tilpasses valutamarkedet.

Vi har vist hvordan man kan sikre med en forward eller ved å bruke låne og investere for å låse fast en valutakurs på et gitt tidspunkt. Ulempen til en forwardkontrakt er at den alltid må oppfylles, uansett hva valutakursen er på utøvelsestidspunktet. Fordelen med opsjonskontrakten er at den kan utøves bare når det er gunstig for eieren av opsjonen.

Vi kan tenke oss at en eksportør skal motta USA-dollar om ett år for en avtalt leveranse. Forwardkursen er $F_1(NOK/USD) = 8.00$, og det er mulig å kjøpe kjøpsopsjoner på denne kursen til en kostnad av NOK 0.25 pr. dollar. Vi ser på et diagram over tre mulige handlinger, å forbli udekket, å bruke

forward, og å bruke en opsjon. Situasjonen er illustrert i figur 1.8.



Figur 1.8: Sammenligning av usikret posisjon med sikring med forward og opsjon

Forwardkontrakten gir samme valutakurs uansett. Velger man ikke å sikre kontrakten, tjener selskapet på dette i forhold til forwardkontrakten når valutakursen er over 8.00 (svakere krone), og taper når kursen er lavere enn 8.00 (sterkere krone). En opsjon fjerner tapet i forhold til forwardkontrakten og gir fordelene når valutakursen er høyere enn forwardkursen, men man må betale en opsjonspremie for denne fordelene. Opsjonen gir større fleksibilitet i sikringen av valutarisiko, men koster mer enn forwardkontrakter.

Prisen på en valutaopsjon

I forbindelse med oppsettet av figur 1.8 antok vi at prisen på en kjøpsoppsjon på den amerikanske valutaen var NOK 0.25. Hvordan beregner man denne prisen? Garman og Kohlhagen (1983) viser at prisen på en europeisk valutaoppsjon med tiden igjen til forfall T må være følgende:

$$C = e^{-r_f T} S_0 \mathcal{N}(d_1) - e^{-r_h T} X \mathcal{N}(d_2) \quad (1.22)$$

der

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r_h - r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (1.23)$$

De fleste symbolene i formelen kjenner vi fra før. Legg merke til at r_f nå står for rentenivået i et fremmed land. Sammen med r_h er det nå to renteuttrykk i formelen, mot bare ett i opsjonsformelen for opsjoner som handles innenlands.

EKSEMPEL 1.8 (Opsjonspris). Kursen på en amerikansk dollar er i dag 7.80 kroner. En opsjonsavtale for en kjøpsopsjon er tilgjengelig for levering om ni måneder til en utøvelseskurs på 8.00. Volatiliteten i valutakursen er 25% pr. år, og rentenivået i Norge er 4%, i USA 2%. Finn prisen på kjøpsopsjonen.

Vi bruker (1.22) direkte og starter med å sette inn i d_1 :

$$d_1 = \frac{\ln\frac{7.80}{8.00} + (0.04 - 0.02 + \frac{1}{2}0.25^2)0.75}{0.25 \cdot \sqrt{0.75}} = 0.0606 \quad \mathcal{N}(d_1) = 0.52416,$$

$$d_2 = 0.52416 - 0.25 \cdot \sqrt{0.75} = -0.15591 \quad \mathcal{N}(d_2) = 0.438052$$

Da finner vi prisen ved å bruke (1.22):

$$C = e^{-0.02 \cdot 0.75} 7.80 \cdot 0.52416 - e^{-0.04 \cdot 0.75} 8.00 \cdot 0.438052 = 0.53$$

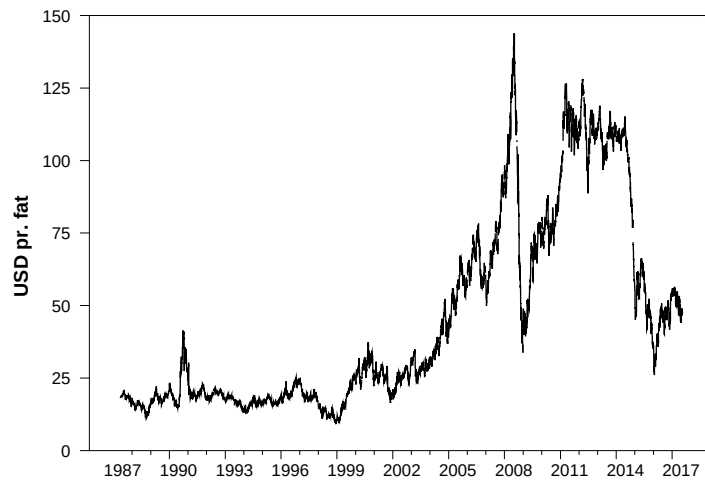
Premien for å sikre med en kjøpsopsjon på valutaen er altså 0.53 pr. amerikansk dollar.

1.4 Varerisiko og sikring med terminkontrakt

Selskaper opplever risiko på innkjøp og salg av råvarer. For Norge er dette en viktig kategori varer, siden vi eksporterer en stor mengde råvarer (for eksempel gass og olje) og lite bearbejdede råvarer (for eksempel aluminium). Fisk og skogsprodukter var i århundrer landets viktigste eksportvarer. I handelen med varer brukes *terminkontrakter* (*futures*) i stor utstrekning. Kontrakten springer ut av bønders forsøk på å fastlegge prisen på avlingen før den kunne høstes. Dette avsnittet dreier seg om hvordan man kan bruke

futures til å sikre fremtidige leveranser. I Norge handles futureskontrakter på fisk på markedsplassen Fish Pool som startet i 2006 og strøm på Nord Pool.

Volatiliteten i råvareprisene kan være betydelige. Figur 1.9 viser prisen på et fat olje fra 1987 til sommeren 2017. Brent-olje er en kvalitetskategori, en søt og lett olje.



Figur 1.9: Pris på et fat Brent-olje i USD fra 20. mai 1987 til 24. juli 2017. Kilde: U.S. Energy Information Administration

Oljeprisen har hatt både sterke oppganger og store fall i trettiårsperioden. For både kjøper og selger av olje kan det være interessant å sikre en fremtidig pris.

DEFINISJON 1.7 (Terminkontrakt). En *terminkontrakt* er en bindende avtale mellom to parter om å kjøpe eller selge en råvare, finansielle instrumenter eller kontantverdien av disse eiendelene til en bestemt pris på et bestemt fremtidig tidspunkt.

Terminkontrakter omsettes over børs, til forskjell fra forwards som avtales med bank. Men som forwardavtalen, er også terminkontrakten knyttet til en bestemt dato, og man er forpliktet til å gjennomføre handelen. Terminkontrakten har dermed nesten den samme risikoprofil som forwardkontrakten.

Terminkontrakten gjelder for faste tidsrom, for eksempel tre måneder, mens man kan avtale nøyaktig dato for en forward. Dette skaper en usikkerhet for

en selger som skal motta oppgjør på en bestemt dato og har sikret beløpet med en terminkontrakt. Spotprisen kan avvike fra den avtalte terminprisen på oppgjørsdagen.

Terminkontrakten avviker også fra forwards på måten kontrakten fullføres. En forward gjøres opp på siste dagen for kontraktsperioden. Men oppgjøret av en terminkontrakt er organisert annerledes:

- Daglig markedsoppgjør mellom kjøper og selger basert på sluttkursen dagen før. Dette kalles *marking-to-market*.
- Både kjøper og selger må betale en sikkerhetsgaranti for at innbetalinger faktisk finner sted når de skal. En slik garanti har navnet *margin*.

De daglige oppgjørene skjer via en *oppgjørssentral*, en *clearing-sentral*. Kjøper og selger møter ikke hverandre, men handler utelukkende med oppgjørssentralen. Handelen er altså helt anonym. Oppgjørssentralen og de daglige oppgjørene gjør at terminhandel er svært sikkert. Risikoen for at motparten ikke er i stand til å betale er betydelig redusert i forhold til en forwardavtale, hvor jo oppgjøret finner sted siste dag. Få terminkontrakter ender med mislighold.

Det er enklest å vise mekanismen i daglige oppgjør med et talleksempel. Anta at du har kjøpt en terminkontrakt på olje til USD 53.00 med levering om tre måneder. Terminprisen for de første syv handledager er vist i tabell 1.5.

Tabell 1.5 Marking to marking i en tenkt terminkontrakt

	0	1	2	3	4	5	6	7
Terminpris	53.00	53.41	53.62	54.24	54.79	54.73	54.75	55.05
Daglig oppgjør		0.41	0.21	0.62	0.55	-0.06	0.02	0.30
Kumulert gevinst		0.41	0.62	1.24	1.79	1.73	1.75	2.05

Kontrakten inngås på dag 0 til prisen USD 53.00. Dagen etter har prisen steget med 41 cent. Du mottar 41 på din handlekonto. Dagen etter har prisen steget med nye 21 cent. Denne nye gevinsten legges til den gamle og til sammen har kjøperen til nå tjent 62 cent. Legg merke til at på dag 2 justeres gevinsten i forhold til prisen på foregående handledag, ikke til prisen ved kontraktsinngåelsen. På den siste handledagen er den kumulerde gevinsten 2.05 dollar. Dette er det samme som forskjellen mellom terminprisen

dag 7, 55.05 og prisen ved avtaleinngåelse, 53.00. Slik fortsetter oppgjørene frem til siste handledag. På denne dagen er terminkontrakten i realiteten en kontrakt for umiddelbar levering. Prisen på terminkontrakten må derfor være lik prisen på olje på denne dagen for at ingen arbitrasjemuligheter skal finnes.

Terminkontrakten har felleskjennetegn med forwardkontrakten, men den har en egen type risiko. Risikoen kalles *basisrisiko* og er definert som differansen mellom spotprisen og terminprisen på den underliggende varen (for eksempel et fat Brent-olje). En slik differanse kan oppstå fordi forfallsdagen for terminkontrakten ikke sammenfaller med oppgjørsdagen for varekontrakten. Dette kalles tidsmessig basisrisiko. Det finnes også basisrisiko knyttet til ulikheter i kvalitet mellom den underliggende og terminkontrakten, eller basisrisiko knyttet til ulike leveringssteder for vare og kontrakten.

Vi ser nå på to viktige teorier for terminmarkedet. Det er *lagerteorien* og teorien om *normal backwardation*. I terminprisen for en varekontrakt tar man hensyn til lagerkostnader og en *nytteavkastning* (*convenience yield*), slik at prisen kan skrives:

$$F_{0,T} = S_0 (1 + r_f)^T + w_T - Y_T \quad (1.24)$$

der w_T er lagerkostnader (kostnader til lager, forsikring, svinn) og Y_T er nytteavkastningen av å eie råvaren fysisk. Nytteavkastningen ("kjekt å ha") oppstår fordi mange råvarer er innsatsfaktorer i produksjon, for eksempel korn til brødbaking, eller det gjør selskapet i stand til å møte uventet stor etterspørsel.

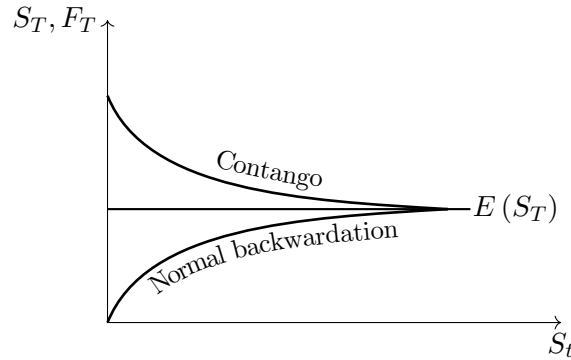
Hvis lagerkostnadene er lave og nytteavkastningen høy, ville man forutsi at terminprisen er lavere enn forventet spotpris før levering, dvs.

$$F_{0,T} < E(S_T) = S_0 (1 + r_f)^T \quad (1.25)$$

Denne situasjonen kalles *normal backwardation*, eller terminprisens gradvise tilnærming til forventet fremtidig spotpris fra et lavere nivå. Teorien stammer fra John M. Keynes som i 1923 mente at skulle spekulanter i terminkontrakter lokkes til markedet, måtte de forvente en prisstigning frem til kontraktens forfall. Derfor må terminprisen være lavere enn forventet

fremtidig spotpris.

Den motsatte situasjonen $F_{0,T} > E(S_T)$ kalles *contango*. De to situasjonene er illustrert i figur 1.10.



Figur 1.10: Konvergens mot forventet spotkurs fra et lavere nivå (“normal backwardation”) eller et høyere (“contango”)

Litteraturen om forholdet mellom forventet spotpris og terminprisen er svært stor. Carter (1999) er en oversikt over litteraturen til da, teorier og problemer med testing. Litzenberger og Rabinowitz (1995) benytter en opsjons-tilnærming for å forstå relasjonen mellom terminpris og spotpris. De finner at terminprisen kontrakter i oljemarkedet er kjennetegnet av *normal backwardation* og at størrelsen på avstanden til forventet spotpris avhenger av usikkerheten i markedet. Lee og Zhang (2009) studerer *normal backwardation* mot en teori om prediksjon hvor prisen bestemmes av spekulanters evne til å forutsi priser, noe som innebærer at terminprisene er en god forklaringsfaktor for spotprisen senere. Forfatterne bruker data for 20 år med start i 1987, dataene omfatter både varekontrakter og finansielle kontrakter og dekker 29 markeder. Studien viser at begge teorier har forklaringskraft og at de til dels kan overlappe.

1.5 Renterisiko

Nåverdien av en ordinær obligasjon med faste kupongbetalinger og en antatt fast markedsrente er som kjent definert som

$$B = \frac{K}{1+r} + \frac{K}{(1+r)^2} + \dots + \frac{K}{(1+r)^T} + \frac{M}{(1+r)^T} \quad (1.26)$$

Med faste kupongutbetalinger og et fast lånebeløp M er det bare markedsrenten r som kan skape usikkerhet i betalingene til obligasjonen.

EKSEMPEL 1.9 (Obligasjonspris). Du kan kjøpe en obligasjon med pålydende 1,000 med forfall om fem år i dag. Obligasjonen betaler 4% kupongrente. Den risikofrie renten r_f er 5%.

1. Hva bør prisen på obligasjonen være?
2. Hva er prisen dersom markedsrenten i stedet er 4%? 6%?

Vi svarer på begge spørsmålene på en gang i tabell 1.6.

Tabell 1.6 Beregning av obligasjonspriser i eksempel 1.9

År	K, M	Rente- faktor 5%	Nå- verdi	Markedsrente	
				4%	6%
1	40	0.9524	38.10	38.46	37.74
2	40	0.9070	36.28	36.98	35.60
3	40	0.8638	34.55	35.56	33.58
4	40	0.8227	32.91	34.19	31.68
5	40	0.7835	31.34	32.88	29.89
5	1000	0.7835	783.53	821.93	747.26
Nåverdi			956.71	1000.00	915.75

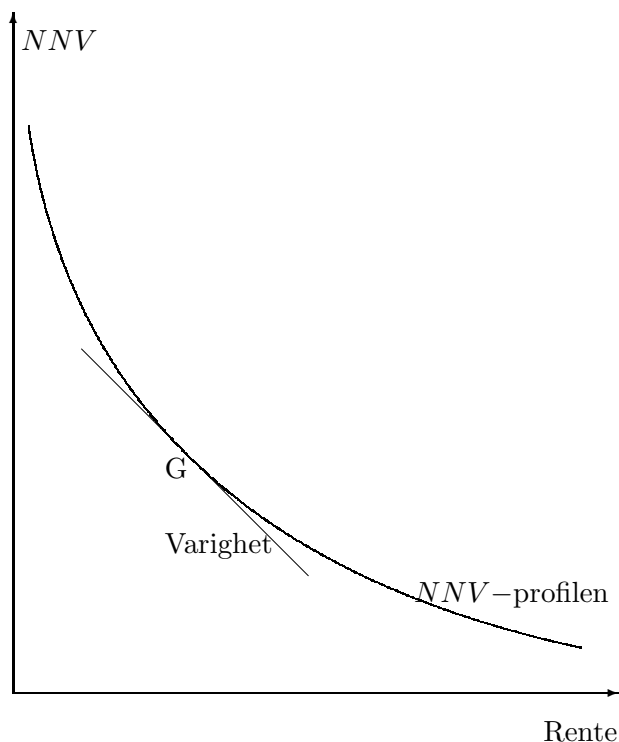
Tabellen viser klart nok at obligasjonsprisen synker med stigende rentenivå. Jo høyere markedsrente, jo lavere obligasjonspris.

I dette avsnittet søker vi et enkelt mål på relasjonen mellom obligasjonens pris og endringen i markedsrenten. Det viser seg at vi kan konstruere et mål, *varighet* eller *durasjon* som oppfyller dette ønsket. Varighet viser seg å ha gode egenskaper for risikostyring, bla. kan varigheten for flere obligasjoner lett settes sammen til varigheten til en portefølje.

I dette avsnittet tar vi for oss risikoen forbundet med renteendringer og hvilke muligheter som finnes for å sikre seg mot denne risikoen, eller øke den, om man ønsker. Endringer i rente har interesse for såvel bedrifter som for private husholdninger.

Vi skal vise at dette målet kan benyttes til å sette sammen en fornuftig sikringsstrategi. Men varighet fanger bare opp en del av den endring i obligasjonens verdi som følger av en renteendring. For å være fullstendige, må

vi også innom et begrep som kalles *konveksitet*, siden endringen i obligasjonens verdi ikke er lineær, men derimot konveks. Husk tilbake til formen på nåverdiprofilen.



Figur 1.11: Illustrasjon av NNV -profilen og varighet: Varighet er stigningsforholdet til NNV -profilen for et gitt rentenivå.

Forholdet mellom varighet og NNV er vist i figur 1.11. Varigheten er altså stigningsforholdet i NNV -profilen ved tangeringspunktet G for en gitt rente. Dermed vil selvsagt varigheten endres alt etter hvilket rentenivå man holder til i. For det andre viser det seg at avstanden mellom varigheten og NNV -profilen øker med renteendringen. Jo større renteendring, jo større er misforholdet. Dette tar vi hensyn til med *konveksitet*. Konveksiteten tetter igjen, så å si, hullet mellom varighet og NNV -profilen. Mens varigheten representerer den deriverte i punktet, er konveksiteten den annenderiverte, og viser hvilken retning endringen tar, dvs. om endringen øker eller avtar.

1.5.1 Varigheten

Vi ønsker et mål på endringen i obligasjonens verdi ved en gitt endring i renten. Hele tiden er det den grunnleggende obligasjon som behandles. Vi deriverer (1.26) mhp. r :

$$\frac{\partial B}{\partial r} = \frac{(-1)K}{(1+r)^2} + \frac{(-2)K}{(1+r)^3} + \cdots + \frac{(-T)K}{(1+r)^{T+1}} + \frac{(-T)M}{(1+r)^{T+1}} \quad (1.27)$$

Denne endringen kan vi ommøblere ved å sette ett av renteleddene utenfor parentes:

$$\frac{\partial B}{\partial r} = \frac{-1}{(1+r)} \left[\frac{1K}{(1+r)^1} + \frac{2K}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{TK}{(1+r)^T} + \frac{TM}{(1+r)^T} \right] \quad (1.28)$$

Uttrykket (1.28) viser den absolutte endring i obligasjonens verdi gitt en enhets endring i renten. For å finne den relative endring, dividerer vi (1.28) på begge sider med B :

$$\begin{aligned} \frac{\partial B}{\partial r} \frac{1}{B} &= \frac{-1}{(1+r)} \left[\frac{1K}{(1+r)^1} + \frac{2K}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{TK+TM}{(1+r)^T} \right] \frac{1}{B} \\ &= \frac{-1}{(1+r)} U \end{aligned} \quad (1.29)$$

Vi ser at dette gir den relative *kursfølsomheten* eller *volatilitet* overfor renteendringer. U i den siste relasjonen er målet *varighet* som vi søker. Definisjonen lyder:

DEFINISJON 1.8 (Macaulay's varighet). Macaulay's varighet defineres som

$$\begin{aligned} U &= \left[\frac{1K}{(1+r)^1} + \frac{2K}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{TK+TM}{(1+r)^T} \right] \frac{1}{B} \\ &= \frac{1}{B} \left[\sum_{t=1}^T \frac{tK}{(1+r)^t} + \frac{TM}{(1+r)^T} \right] \end{aligned} \quad (1.30)$$

En viktig tolkning av varighet er at den viser den gjennomsnittlige tid til forfall for obligasjonen, der årets kontantstrøm viser hvilken vekt hvert enkelt år har. Definer hvert ledd i kontantstrømmen sin nåverdi med $NV(K_t) = K/(1+r)^t$. Multipliser deretter hvert ledd i (1.30) med $1/B$. Dermed har

vi:

$$U = \frac{1 \cdot NV(K_1)}{B} + \frac{2 \cdot NV(K_2)}{B} + \dots + \frac{T \cdot NV(K_T)}{B} + \frac{T \cdot NV(M_T)}{B} \quad (1.31)$$

Denne formen er også anvendelig i praktiske utregninger. En annen nyttig tolkning av varighetsmålet fås ved å ommøblere på (1.30) slik at U isoleres:

$$-U = \frac{\frac{\partial B}{\partial r}}{\frac{1}{1+r}} \quad (1.32)$$

Dette er *obligasjonsverdiens renteelastisitet*. Elastisiteten vil være negativ, siden obligasjonens verdi øker når renten faller, og øker når renten stiger.

I praktiske anvendelser brukes gjerne differanseuttrykket d i stedet for den deriverte ∂ . Fra (1.29) har vi:

$$\frac{dB}{dr} \frac{1}{B} = -\frac{1}{1+r} U \quad (1.33)$$

noe som betyr at obligasjonens omtrentlige prosentvise prisendring kan uttrykkes som

$$\frac{dB}{B} = -\frac{U}{1+r} dr = -\text{Volatilitet} \times \text{Renteendring}. \quad (1.34)$$

EKSEMPEL 1.10. Ta utgangspunkt i eksempel 1.9.

1. Finn varigheten (durasjonen) til obligasjonen når markedsrenten er 5%.
2. Finn kursfølsomheten.
3. Anta at markedsrenten øker til 6%. Hva blir verdien til den nye obligasjonen? Hva er den prosentvise endringen i obligasjonens verdi?

Spørsmål 1 Vi skal altså regne ut varigheten i første del av oppgave 1.10. Resultatet er satt opp i tabell 1.7.

Vi gjenkjenner den fornuftige salgsverdi av obligasjonen på 956.71. Varighet får vi ved å gange hvert element i nåverdiberegningen med årstallet og legge sammen. I formelen for varighet står det at vi skal dividere på obligasjonens pris, B . Hvilken B er dette? Det er nåverdien av kontantstrømmene til obligasjonen i *utgangspunktet*, dvs. *før* eventuelle endringer i rente. Macaulay's

Tabell 1.7 Macaulay's varighet for den femårige obligasjonen i oppgave 1.10

År	K	Rente- faktor 5%	Nå- verdi	$t \cdot NV$
1	40	0.9524	38.10	38.10
2	40	0.9070	36.28	72.56
3	40	0.8638	34.55	103.66
4	40	0.8227	32.91	131.63
5	40	0.7835	31.34	156.71
5	1000	0.7835	783.53	3917.63
Nåverdi			956.71	4420.29
Varighet				4.62

varighet (U) er da gitt ved:

$$U = \frac{4420.29}{956.71} = 4.62.$$

I dette tilfellet er varigheten 4.62 år. Betalingene fra obligasjonen forfaller i gjennomsnitt om 4.62 år.

Spørsmål 2 Kursfølsomheten kan beregnes fra (1.33). Vi har:

$$\frac{dB}{dr} \frac{1}{B} = -\frac{1}{(1+r)} U \implies -\frac{1}{1.05} 4.62 = -4.40.$$

Spørsmål 3 Endringen i obligasjonens verdi som følge av renteendringen kan nå beregnes. Vi bruker (1.34) og noterer at renteendringen er 1%. Da har vi den relative endringen i obligasjonens pris:

$$\frac{dB}{B} = \frac{-1}{1.05} 4.62 \cdot 0.01 = -0.044$$

eller en prisnedgang på 4.4%. Den nye prisen på obligasjonen er da:

$$B_{r=6\%} = 956.71(1 - 0.044) = 914.61.$$

Sammenligner vi med resultatet i tabell 1.6, ser vi at beregningen her ikke stemmer nøyaktig med tabellen. Forskjellen er 1.14. Grunnen er at varighetsformelen gir ikke et nøyaktig svar. Tilnærmingen er best ved små endringer i rente. Ved store renteendringer kan formelen gi store avvik fra obligasjonens virkelige, nye verdi. Dette skyldes at obligasjonens verdi utgjør en konveks

linje mhp. renten, slik figur 1.11 viser. Dette fanges opp i obligasjonens konveksitet, se avsnitt 1.5.4.

1.5.2 Varigheten til konsoll- og nullkuponobligasjoner

Vi så fra (1.31) at volatiliteten er høyere, jo høyere durasjonen er. Derfor er det viktig å vite om hvilke forhold som påvirker durasjonen. Vi kan studere dette ved å se på våre to spesialobligasjoner, nullkuponobligasjonen og konsollen, noe som gjør regnearbeidet lettere. Vi starter med konsollen. Vi husker at en konsoll ikke har tid som en parameter i formelen, dvs. vi hadde $B = K/r$. Derivasjon av dette uttrykket gir inngangen til varighet:

$$\frac{\partial B}{\partial r} = -\frac{K}{r^2}$$

Deler vi med B på begge sider av likhetstegnet, fremkommer volatiliteten som før:

$$\frac{\partial B}{\partial r} \frac{1}{B} = -\frac{K}{r^2} \frac{1}{B} = -\frac{1}{r} \left[\frac{K}{r} \frac{1}{B} \right]$$

Uttrykket innenfor parenteser er nå lik 1 siden $K = rB$. Dermed har vi at volatiliteten til en konsoll er definert ved

$$\text{Volatilitet til konsoll} = \frac{1}{r} \quad (1.35)$$

Jo høyere rentenivået er, jo lavere er volatiliteten. Vi kan nå gå fra volatilitet til durasjon, siden vi jo har at

$$\text{Volatilitet} = \frac{dB}{dr} \frac{1}{B} = -\frac{1}{1+r} U$$

slik at varigheten er definert ved

$$U = -(1+r) \cdot (\text{Volatilitet til konsoll}) = \frac{1+r}{r} \quad (1.36)$$

Durasjonen til en konsoll er altså lik $1 + \text{markedsrenten delt på markedsrenten}$. Dette forholdstallet er mindre, jo høyere markedsrenten er. Er for eksempel markedsrenten 5%, er $U = 1.05/0.05 = 21.00$, mens ved 10% markedsrente er $U = 1.10/0.10 = 11.00$. For en konsoll er altså varigheten

lavere, jo høyere markedsrenten er. Dette gjelder også generelt. Ser vi tilbake til varighetsformlene (1.30) eller (1.31), er det de seneste, store kontantstrømmene som blir hardest straffet av høyere markedsrente. Deres andel må derfor synke proporsjonalt mer enn tidligere kontantstrømmer. Varigheten må avta.

Hva så med tid til forfall? Vi ser jo lett at varigheten til en nullkuponobligasjon er lik T , tiden da obligasjonen forfaller. Ingen kontantstrømmer forekommer før endelig forfall i en slik obligasjon, og vi står igjen med:

$$U = \frac{1}{B} \frac{TM}{(1+r)^T}$$

men siden B for en nullkuponobligasjon er definert som:

$$B = \frac{M}{(1+r)^T}$$

ender det med at

$$U = T \tag{1.37}$$

for en nullkuponobligasjon. Varigheten øker altså med tid til forfall. En nullkupon med forfall om seks år har durasjon seks, en annen med forfall om ti år har durasjon ti. Denne egenskapen gjelder også for det generelle tilfellet. I dette spesialtilfellet øker den med ett år for hver økning med ett år. Volatiliteten øker altså også med tid til forfall.

La oss se hvordan varigheten påvirkes av endringer i tiden til forfall og endringer i tid til forfall. Endrer vi markedsrente og tid til forfall i oppgave 1.10 fremkommer følgende:

- Varigheten avtar med økende krav til avkastning. Fra eksemplet vårt finner vi at ved $r = 0.09$ er $U = 4.19$ og ved $r = 0.15$ er $U = 4.08$.
- Varigheten øker med tid til forfall. I eksemplet har vi at $T = 10, U = 6.50$.

1.5.3 Sikring med varighet

Hva kan vi bruke varighetsmålet til? Den viktigste anvendelsen er antakelig til risikostyring i større finansielle foretak, for eksempel et pensjonsfond som må kunne “matche” sine betalingsforpliktelser med inntekter fra sin obligasjonsbeholdning. Durasjonen gir da tidspunktet for når inntektene kommer i gjennomsnitt, og bør altså stemme overens med betalingsforpliktelsene.

(1.33) viser at alle obligasjoner med samme varighet vil ha samme kursfølsomhet. Vi ser også at prislefølsomheten øker med høyere U . Dette er viktig for porteføljeforvaltere. Det er lett å vise at durasjon kan beregnes for en portefølje av obligasjoner like godt som for enkeltobligasjoner. En porteføljeforvalter kan altså påvirke volatiliteten i porteføljen ved å justere sammensettingen av obligasjoner. Ønsker porteføljeforvalteren en lavere volatilitet, gjøres følgende:

- Selg obligasjoner med høy durasjon;
- Kjøp obligasjoner med lav durasjon.

Det omvendte gjøres selvsagt dersom man ønsker høy volatilitet.

Vi kommer tilbake til bruken av varighet for sikringsformål.

1.5.4 Konveksitet

Vi fant altså at varigheten ikke var nok til å finne en god tilnærming til obligasjonens verdi ved store renteendringer. Med varighet får vi bare frem en rett linje, en tangent i nåverdiprofil, fra obligasjonens pris B i utgangspunktet. Men nåverdiprofilen bøyer seg. Denne bøyningen kalles *konveksitet*, og jo lenger borte fra utgangspunktet man beregner prisendringen, jo større er avstanden fra tangenten til den virkelige pris på obligasjonen. Litt enkelt sagt: Den deriverte var ikke nok, vi trenger også den annenderiverte. Konveksitet gir et uttrykk for virkningen av den annenderiverte.

Vi har altså kalt konveksiteten for K . Den defineres på følgende måte:

$$K = \frac{d^2 U}{dr^2} \frac{1}{B} = \frac{1}{B} \left[\sum_{t=1}^T \frac{t(t+1)K}{(1+r)^{t+2}} + \frac{T(T+1)M}{(1+r)^{t+2}} \right] \quad (1.38)$$

Legg forøvrig merke til at nevneren i de enkelte ledd ikke er fullt så enkel som ved beregning av varighet.

Dermed har vi at den samlede, relative prisendringen er:

$$\frac{dB}{B} = -\frac{1}{1+r}U \times dr + \frac{1}{2} \times K (dr)^2 \quad (1.39)$$

EKSEMPEL 1.11 (Konveksitet). La oss prøve de resultatene vi har på et konkret eksempel. Vi har følgende opplysninger om en obligasjon: Kupongrente = rentekrav = 10 prosent, løpetid = 5 år, pålydende = 10.000. Hva er obligasjonens nye verdi om renten øker 5 prosent?

Vi finner først varighet og konveksitet (Tabell 1.8).

Tabell 1.8 Utregning av varighet og konveksitet

År	K	Rente- faktor	Utregning varighet	Utregning konveksitet
1	1000	0.9091	909.1	1502.6
2	1000	0.8264	1652.8	4098.1
3	1000	0.7513	2253.9	7451.1
4	1000	0.6830	2732.0	11289.5
5	11000	0.6209	34149.5	169342.2
			41697.3	193683.4
Varighet			4.17	
Konveksitet			19.68	

Legg merke til at det er enkelt å finne leddene i konveksitet når varighet allerede er utregnet.

Vi ser nå på en renteøkning på 5 prosent ved å bruke (2.4). Vi har:

Effekt	Formel	Utregning	Resultat
Varighet:	$-U \times \frac{dr}{1+r}$	$-4.17 \times \frac{0.05}{1.10}$	-0.1895
Konveksitet	$0.5 \times K(dr)^2$	$0.5 \times 19.68(0.05)^2$	0.0246
Samlet:			-0.1649

I prosent tilsier altså formelen at obligasjonens verdi har falt med ca. 16.5 prosent. Hadde vi bare brukt varighet, ville vi antatt at verdien falt med nesten 19 prosent. Den nye verdien for obligasjonen er altså:

$$10,000(1 - 0.1649) = 8,351.00$$

Hadde vi bare brukt varighet, ville vi ha fått:

$$10,000(1 - 0.1895) = 8,105.00$$

Direkte utregning med $r = 15$ prosent gir en ny verdi på obligasjonen lik 8,323.92. Mens avviket med bare varighet er på 219 kroner, er den ca. 27 kroner om man bruker konveksitet i tillegg. Forbedringen er betydelig, men sammenligningen med den faktiske verdi viser at varighets- og konveksitetsformelen kun er en tilnærming.

Det kan vises at konveksiteten vokser med tid til forfall. En obligasjon med siste betaling om 20 år har altså større volatilitet enn en som forfaller om 10 år. Videre øker konveksiteten når avkastningskravet (markedsrenten) går ned. Dette svarer til at helningen på nåverdiprofilen blir brattere, jo lenger inn mot null avkastningskravet kommer.

Venter man rentefall, vil det altså lønne seg å investere i obligasjoner med den høyeste konveksitet. En obligasjon som er mer konveks enn en annen er å foretrekke. Den vil stige raskere i verdi når renten faller og synke saktere i verdi når avkastningskravet stiger.

1.5.5 Varighet og kapitalstruktur

Varighetsmålet kan anvendes på kapitalstruktur i bankene. En sparebank er finansiert av bla. innskudd fra privatpersoner. Et innskudd er et lån og det kan trekkes tilbake på dagen. Banken bruker innskuddene, lån fra andre banker og egenkapital til å finansiere utlån. Utlån er den viktigste aktivaposten til banken. Utlånene er oftest langsiktige, for eksempel til huslån. Innskudd er kortsiktige, utlån langsiktige.

Vi kan beskrive denne situasjonen ved hjelp av varighet. Varigheten til en portefølje av eiendeler kan enkelt finnes, siden varigheten til en portefølje er en veid sum av varigheten til de enkelte eiendelene:

$$U_p = \frac{S_1}{S_1 + S_2} U_1 + \frac{S_2}{S_1 + S_2} U_2 \quad (1.40)$$

EKSEMPEL 1.12 (Varighet i en portefølje). Sparebanken Mauren har en markedsbalanse som vist nedenfor.

<i>Eiendeler</i>			<i>Gjeld og egenkapital</i>		
	Verdi	Varighet		Verdi	Varighet
Kortsiktige lån	200	1	Innskudd	600	0
Pantelån	800	10	Kortsiktige lån	300	1
			Egenkapital	100	
Sum	1000			1000	

1. Finn varigheten til eiendeler og gjeld (inkludert innskudd) og beregn endringer i deres verdi hvis renten stiger fra 3% til 4%.
2. Finn varigheten til egenkapitalen og verdiendring i egenkapitalen hvis rentenivået stiger.

Spørsmål 1 Vi bruker (1.40) og finner først varigheten til eiendelene og gjeld. Vi bruker symbolene A for eiendeler og D for gjeld.

$$U_A = \frac{200}{1000}1 + \frac{800}{1000}10 = 8.20 \text{ år}$$

og

$$U_D = \frac{600}{1000}0 + \frac{300}{1000}1 = 0.30 \text{ år}$$

Den prosentvise endringen i eiendelens verdi har vi fra (1.34). Endringen i eiendelenes verdi er:

$$\frac{dA}{A} = -\frac{0.01}{1.03}8.20 = -0.0796 \quad - 7.96\%$$

og tilsvarende for gjeld:

$$\frac{dD}{D} = -\frac{0.01}{1.03}0.30 = -0.0029 \quad - 0.291\%.$$

I absolutte verdier er dette en reduksjon i eiendelenes verdi på 79.61 og for gjelden på 2.91.

Spørsmål 2 Egenkapital er som kjent forskjellen mellom verdien av eiendeler og verdien av gjeld. Den verdinedgang vi finner i Spørsmål 1 regnes i sin

helhet mot egenkapitalen, dvs. $\Delta E = \Delta V - \Delta D$, som innsatt gir: $\Delta E = -79.61 - (-2.91) = -76.70$. Verdinedgangen er betydelig for Mauren idet mer enn 75.0% av egenkapitalen er borte som følge av rentehevingen.

Vi ser dette også direkte i varighetsformelen, siden vi har at varigheten for egenkapitalen kan skrives:

$$U_E = \frac{A}{A - D} U_A - \frac{D}{A - D} U_D. \quad (1.41)$$

Da har vi at varigheten til egenkapitalen er

$$U_E = \frac{1000}{1000 - 900} 8.20 - \frac{900}{1000 - 900} 0.30 = 79.3 \text{ år.}$$

Den prosentvise endringen i egenkapitalen er $dE/E = -(0.01/1.03)79.3 = -0.7699$ eller -76.99%.

Eksemplet illustrerer hvor stor risikoen kan være i et høyt giret selskap. Bankene kalles *skjøre* institusjoner (Rochet, 2008) fordi de som oftest er finansiert med høy andel kortsiktig gjeld som raskt kan trekkes tilbake. Bestemmer mange innskytere for å ta ut pengene sine samtidig, et såkalt bankrenn, er banken i fare. Et slikt bankrenn fant sted mot den britiske banken Northern Rock under finanskrisen som startet i 2007. Foran banken dannet det seg køer av innskytere som ville ta ut sparepengene sine. Banken var i likviditetsvansker. Den britiske stat nasjonaliserte den i februar 2008.

Hva kan bankene gjøre? Bankene må forsøke å oppnå et samsvar mellom varigheten i innbetalinger og utbetalinger. I eksempel 1.8 kom innfrielsen av lånet i sin helhet i siste år. De fleste pantelån er derimot slik at avdrag og renter spres over hele lånets levetid. La oss se hvordan dette påvirker varigheten i et enkelt eksempel ved hjelp av en teknikk kalt immunisering.

1.5.6 Immunisering

Immunisering er en teknikk for å sikre at en obligasjon er risikofri mht. renten. Tenk deg et pensjonsfond. Den vet hvor mye den skal betale ut på fremtidige tidspunkter. På disse tidspunktene må den ha midler som er tilstrekkelige til å foreta utbetalingen. Men for lite midler er ikke optimalt, like lite som for mye kontanter er det. Immunisering foretas slik at man har

akkurat nok til å dekke sine forpliktelser. Teknikken går kort sagt ut på å matche betalingsforpliktelsen med en tilsvarende stor obligasjonsportefølje med samme varighet som betalingsforpliktelsen. Ved denne teknikken er man garantert en fast rente i perioden til forfall. Ulikheter i varighet på eiendels- og passivasiden kan være alvorlig, noe som ble ettertrykkelig demonstrert under finanskrisen.

Det er to typer risiko som balanseres. For det første er det *prisrisikoen* som innebærer at en høyere rente gir en lavere verdi på obligasjonen. For det andre er det *reinvesteringsrisikoen*. Med et høyere rentenivå vil man få høyere avkastning på reinvestering av utbetalte kupongrenter. Øker rentekravet, faller obligasjonens pris, men avkastning på reinvesterte midler øker.

Vi utleder først betingelsen for at varighet gir nøkkelsen til immunisering (Benninga, 2014). Generelt har en fremtidig betaling Q_T nåverdien

$$Q_0 = \frac{Q_T}{(1+r)^T} \quad (1.42)$$

Anta at selskapet eier en obligasjon B_0 som sikrer denne fremtidige betalingen, slik at $Q_0 = B_0$. Verdien av obligasjonen er selvsagt:

$$B_0 = \sum_{t=1}^N \frac{K_t}{(1+r)^T} \quad (1.43)$$

der N er obligasjonens forfall. Anta nå at markedsrenten endres fra r til $r + \Delta r$. Når vi ser bort fra konveksitet, vil den nye verdien av den fremtidige betalingsforpliktelsen være

$$Q_0 + \Delta Q_0 = Q_0 + \Delta r \left(\frac{-T Q_T}{(1+r)^{T+1}} \right)$$

Samtidig er den nye verdien av obligasjonen gitt av

$$B_0 + \Delta B_0 = B_0 + \Delta r \sum_{t=1}^N \frac{-t K_t}{(1+r)^{t+1}}$$

Hvis obligasjonen sikrer den fremtidige betalingen, skal de to høyresidene være like. Vi setter dem like, forenkler og finner uttrykk for når de er

like:

$$Q_0 + \Delta r \left(\frac{-TQ_T}{(1+r)^{T+1}} \right) = B_0 + \Delta r \sum_{t=1}^N \frac{-tK_t}{(1+r)^{t+1}}$$

Siden vi har at

$$Q_0 = B_0 = \frac{Q_T}{(1+r)^T}$$

kan vi forenkle betydelig. Vi kommer frem til at

$$\frac{1}{B_0} \sum_{t=1}^N \frac{-tK_t}{(1+r)^{t+1}} = T \quad (1.44)$$

Venstre side er definisjonen av varigheten til obligasjonen og høyre side er varigheten til betalingsforpliktelsen. Varigheten til en enkeltstående betaling er selvsagt lik forfallstidspunktet, slik som for en nullkuponobligasjon, se (1.37). Om renten faller eller stiger, skal altså betalingsforpliktelsen være fullt sikret etter (1.44).

EKSEMPEL 1.13 (Immunisering). En pensjonsfond har en betalingsforpliktelse på 1,338.23 om fem år. Dagens markedsrente (avkastningskrav) er 6.00% slik at nåverdien av kravet er $Q_0 = 1,000$. Selskapet søker å sikre forpliktelsen med en obligasjon og kan velge mellom tre obligasjoner med ulikt forfall, men med samme pålydende, 1,000.00.

Obligasjon	Forfall	Kupogrente	NV	Varighet
A	5	6.00	1000.00	4.47
B	6	8.60	1127.85	5.00
C	10	9.00	1220.80	7.30

Obligasjonene betaler kupongrente en gang i året. Man kan kjøpe hele eller deler av en obligasjon. Vi skal vurdere om en eller flere av obligasjonene kan brukes som sikring av betalingsforpliktelsen.

1. Vis hvilken obligasjon som vil sikre betalingsforpliktelsen i år T dersom markedsrenten er fast i perioden.
2. Anta at like etter at pensjonsfondet har bestemt seg, øker markedsrenten med en halv prosent. Hvor godt sikrer de ulike obligasjonene i dette

tilfellet?

Spørsmål 1 Hvis markedsrenten ikke endres, kan pensjonsfondet reinvestere hver kupongbetaling til 6.00% rente. Vi finner da sluttverdien til obligasjon A som

$$B_T = \sum_{t=0}^4 60.00 \cdot 1.06^t + 1,000 = 1,338.23$$

som akkurat dekker betalingsforpliktelsen. La oss se utregningen i vanlig tabellform, hvor nå fremtidig verdi vises i en ny sistekolonne.

Tabell 1.9 Beregning av nåverdi, varighet og fremtidig verdi i år 5 for obligasjon A, eksempel 1.13

År	Rente-		NV	$t \cdot NV$	$K_t(1+r)^{T-t}$
	K_t	faktor			
1	60.00	0.9434	56.60	56.60	75.75
2	60.00	0.8900	53.40	106.80	71.46
3	60.00	0.8396	50.38	151.13	67.42
4	60.00	0.7921	47.53	190.10	63.60
5	60.00	0.7473	44.84	224.18	60.00
5	1000.00	0.7473	747.26	3736.29	1000.00
Sum			1000.00	4465.11	1338.23
Varighet				4.47	

Obligasjonene B og C er ikke like enkle. For det første har de høyere nåverdi enn betalingsforpliktelsen. For det andre har begge forfall etter oppgjørsmøtet. Vi løser det første problemet med å kjøpe andelene

$$\text{Andel av obligasjon B} = \frac{1000.00}{1127.85} = 0.8866; \quad \text{Obligasjon C} = 0.8191.$$

I det andre problemet må vi finne nåverdien på tidspunkt $T = 5$. Vi må finne fremtidsverdiene av obligasjonene B og C i år fem for de første årene og legge dem sammen med nåverdien av de gjenværende betalingene vurdert ved $T = 5$. Vi har altså at

$$B_T(B) = \sum_0^4 86.00 \cdot 1.06^t + \left(\frac{1086.00}{1.06} \right) = 1509.32$$

$$B_T(C) = \sum_0^4 90.00 \cdot 1.06^t + \left(\sum_{t=1}^5 \frac{90.00}{1.06^t} + \frac{1000}{1.06^5} \right) = 1633.71$$

Dette er verdier for en obligasjon. Vi skal ikke ha hele obligasjoner, men andeler. Vi finner nå at verdien av andelene av obligasjonene er

$$B'_T(B) = 1509.32 \cdot 0.8866 = 1,338.23$$

$$B'_T(C) = 1633.71 \cdot 0.9191 = 1,338.23$$

Fremgangsmåten sikrer at alle tre obligasjonene dekker sikringsbehovet til pensjonsfondet.

Spørsmål 2 Hva skjer når markedsrenten endres? Pris- og reinvesteringsrisikoene innebærer at prisutslagene blir forskjellige for de tre obligasjonene. Vi har de tre resultatene nedenfor.

$$B_T(A) = \left(\sum_0^4 60.00 \cdot 1.065^t + 1000 \right) 1.0000 = 1341.62$$

$$B_T(B) = \left(\sum_0^4 86.00 \cdot 1.065^t + \left(\frac{1086.00}{1.065} \right) \right) 0.8866 = 1338.27$$

$$B_T(C) = \left(\sum_0^4 90.00 \cdot 1.065^t + \left(\sum_{t=1}^5 \frac{90.00}{1.065^t} + \frac{1000}{1.065^5} \right) \right) 0.9191 = 1323.98$$

Vi ser at obligasjon B har bare 9 øres forskjell til den nøyaktige verdien av betalingsforpliktelsen, mens for A er forskjellen 3.39 og for C er den -14.25. Årsaken ligger i at obligasjon B har en varighet i utgangspunktet på 5.00, den samme som betalingsforpliktelsen. Denne varigheten sikrer at pris- og reinvesteringsrisikoene balanserer hverandre. Obligasjon A gir for høyt beløp i år 5 pga. høyere rente ved reinvestering. Obligasjon C gir for lav, som skyldes at prisrisikoen har økt relativt mer enn reinvesteringsrisikoen.

Dette kalles en “klassisk immunisering”. Men en forutsetning for at dette skal kunne realiseres, er at avkastningskurven er flat i området. Hvis ikke denne forutsetningen er oppfylt, ville virkningen av konveksitet betydd at sikringen ikke var helt perfekt.

Det er lett å vise at varigheten til obligasjonen blir forandret når renten endres i perioden. Har man flere obligasjoner i porteføljen, krever dette en rebalansering av porteføljen etter renteendringen.

1.5.7 Rentebytte

To selskaper kan bytte renteavtaler og forbedre sine betalingsforpliktelser. Anta at det finnes to hovedkategorier av lån. Den ene kategorien er et lån til fast rente, den andre er med flytende rente. To selskaper med ulike kredittbetingelser kan finne det lønnsomt å bytte rentebetalinger. Dette er en svært vanlig form for rentesikring. Vi skal behandle den enkleste formen her, et bytte av en fastrenteavtale mot en flytende.

Selskapene tar ikke over hverandres lån bokstavelig talt, men betaler renter på et avtalt *pålydende beløp*. Rentebytteavtalen gjelder for en avgrenset periode med en klar begynnelse og slutt.

Den flytende renten er vanligvis knyttet til LIBOR (“London Interbank Offer Rate”) eller den tilsvarende norske NIBOR. Selskapet må vanligvis betale et påslag på LIBOR avhengig av hvor kredittverdig det er.

EKSEMPEL 1.14 (Rentebytte). Selskapet Arnes Bedrift kan for tiden oppnå et fastrentelån 7.5% og et flytende lån til LIBOR pluss en kvart prosent. Fastrentelånet er for fem år, og det flytende lånet rulleres hvert halvår. Bodils Bedrift har en svakere kredittrating, noe som gir høyere fastrente og større påslag på LIBOR. Rentebetingelsene for de to er vist nedenfor.

	Arne		Bodil	
	Fast	Flytende	Fast	Flytende
Rente	7.50	4.50	9.00	4.50
Påslag		0.25		0.50
Totalt	7.50	4.75	9.00	5.00

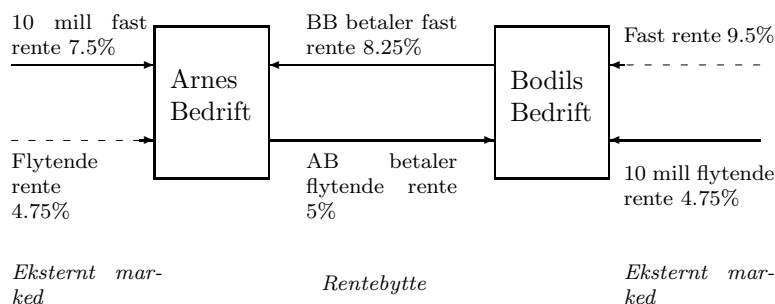
1. Vis at det er grunnlag for et rentebytte mellom Arne og Bodil.
2. Vis virkningen av et rentebytte mellom de to.

Spørsmål 1 Arne har jo de beste lånebetingelsene både på fast og flytende rente. Men forskjellen er minst for flytende rente, bare 0.25%, mens den er 1.50% for fast rente. Analogt med komparative fordeler i internasjonal handel, er Arnes fordeler størst i fast rente. Han bør derfor tilby et rentebytte med Bodil, slik at Bodil får en fast rente.

Spørsmål 2 Anta at Arne og Bodil blir enige om at Arne tar opp et lån på

10 mill. til 7.50% rente og at Bodil betaler faste renter til 8.25% rente til Arne. Samtidig betaler Arne en flytende rente på 5.00% til Bodil.

Arnes fordel på fastrentelånet er 0.75%. Dette blir oppveid av en høyere rente på flytende, en forskjell på 0.25%. Nettofordelen er dermed 0.50%. Bodils fordel er 0.75% på fastrentelånet og ikke noe på det flytende, dvs. en nettofordel på 0.75%. Rentebytteavtalen innebærer at Arne har et flytende lån og Bodil har et fastrentelån. Rentebyttet er illustrert i figur 1.12.



Figur 1.12: Illustrasjon av fordelene med rentebytte når partene har ulike risikoprofiler fra eksempel 1.14

Rentebytteavtaler er i dag en svært vanlig sikringsmekanisme. En avtale om rentebytte kan i dag gjøres i en bank. Banken er da villig til å stå som motpart i rentebyttet, enten ved å tilby overgang fra fast til flytende eller fra flytende til fast. Banken sikrer sin posisjon i motsatte avtaler med andre aktører og ved å sikre den siste rest. Rentebytteavtaler ansees som et derivatprodukt. Her avtaler man ikke bare for en handel en gang i fremtiden, som i en forward- eller terminkontrakt, men for flere betalinger.

1.6 Oppsummering

- Vi har sett at risikostyring består av *identifisering og måling* av risiko og *håndtering* av risiko med sikte på å dempe risiko.
- Identifisering og måling består i å finne hvor *eksponert* selskapet er for en eller flere *risikofaktorer* i markedet.
- Håndtering av risiko foregår ved hjelp av finansielle instrumenter: forward, terminkontrakter, opsjoner. I rentemarkedene kan man utnytte

ulike rentekontrakter for å dempe risiko, slik som rentebytte.

- Vi har vist hvordan risiko kan identifiseres, måles og håndteres i markeder for valuta, varer og renter.

Bibliografi

- Adler, Michael og Bernard Dumas (1984). „Exposure to currency risk: definition and measurement”. I: *Financial Management*, sidene 41–50.
- Aven, Terje (2003). *Foundations of Risk Analysis: A Knowledge and Decision-Oriented Perspective*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Benninga, Simon (2014). *Financial Modeling*. 4. utgave. Cambridge, MA: MIT Press.
- Campello, Murillo mfl. (2011). „The Real and Financial Implications of Corporate Hedging”. I: *Journal of Finance* 66.5, sidene 1615–1647.
- Carter, Colin A. (1999). „Commodity futures markets: a survey”. I: *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 43.2, sidene 209–247. DOI: 10.1111/1467-8489.00077.
- Dominguez, Kathryn M. E. og Linda L. Tesar (2001). „A Reexamination of Exchange-Rate Exposure”. I: *American Economic Review* 91.2, sidene 396–399.
- (2006). „Exchange rate exposure”. I: *Journal of Industrial Economics* 68, sidene 188–218.
- Eiteman, David K., Arthur I. Stonehill og Michael H. Moffett (2004). *Multinational Business Finance*. 10. London: Pearson Addison Wesley.
- Fraser, Steve P. og Christos Pantzalis (2004). „Foreign exchange rate exposure of US multinational corporations: a firm-specific approach”. I: *Journal of Multinational Financial Management* 14.3, sidene 261–281. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mulfin.2003.07.008>.
- Garman, Mark B. og Steven W. Kohlhagen (1983). „Foreign currency option values”. I: *Journal of International Money and Finance* 2, sidene 231–237.
- Hull, John C. (2000). *Options, Futures, & Other Derivatives*. 4. utgave. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Jorion, Philippe (1990). „The Exchange-Rate Exposure of U.S. Multinationals”. I: *Journal of Business* 63.3, sidene 331–345.
- (2006). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk*. 3rd. New York: McGraw-Hill.
- Knight, Frank H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Boston: Houghton Mifflin.

- Korsvold, Pål og Geir Bjønnes Høidal (2017). *Finansiell risikostyring*. Oslo: Cappelen Damm AS.
- Lee, Jeong W og Yilei Zhang (2009). „Evidence on normal backwardation and forecasting theory in futures markets”. I: *Journal of Derivatives & Hedge Funds* 15.2, sidene 158–170. DOI: 10.1057/jdhf.2009.6.
- Litzenberger, Robert H. og Nir Rabinowitz (1995). „Backwardation in Oil Futures Markets: Theory and Empirical Evidence”. I: *Journal of Finance* 50.5, sidene 1517–1545. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1995.tb05187.x.
- Risk Assessment, The Presidential/Congressional Commission on og Risk Management (1997). *Framework for Environmental Health Risk Management*. Congressional Report. URL: <http://www.riskworld.com>.
- Rochet, Jean-Charles (2008). *Why Are There So Many Banking Crises? The Politics and Policy of Bank Regulation*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Taleb, Nassim Nicholas (2007). *The Black Swan. The Impact of the Highly Improbable*. London: Penguin Books.

Register

- eksponering, 7, 11
 - eksponeringskoeffisient, 12
- forward
 - forwardpremie, 27
 - forwardrabatt, 27
- forwardkontrakt, 1
- konveksitet, 43
- renterisiko, 35
 - immunisering, 47
 - LIBOR, 52
 - rentebytte, 52
 - varighet, 38
- risiko
 - definisjon, 4, 5
- risikoanalyse, 4, 8
- risikofaktor, 6
- risikostyring, 6
 - definisjon, 7
 - håndtering, 8
 - identifisering og måling, 7
- sikring
 - regresjon, 15
- sikringsforholdet, 12
- terminkontrakt, 31
 - contango, 35
 - definisjon, 32
 - normal backwardation, 34
- value at risk (VaR), 19
- valuta
 - dekket renteparitet, 27
 - internasjonal Fisher-effekt, 24
 - paritet, 24
 - udekket renteparitet, 25
 - Valutaeksponering, 12
 - valutaopsjon, 30
 - valutasikring, 13
 - valutaspekulasjon, 12
- valutarisiko, 22
- valutasikring, 2
- varighet
 - definisjon, 38
 - kapitalstruktur, 45
 - konsoll- og
 - nullkuponobligasjon, 41
 - sikring, 43