



MASTEROPPGAVE I FINANSIELL ØKONOMI

Er det å ri på rentekurven, i markedet for norske statspapirer, en lønnsom strategi?

Stig Aspelien og Marius Strand Geving

Institutt for samfunnsøkonomi
NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
JUNI 2016

Sammendrag

I denne oppgaven undersøker vi om investor, i markedet for norske statspapirer, kan øke sine avkastninger ved å følge en aktiv investeringsstrategi som i internasjonal litteratur er omtalt som "riding the yield curve", og som vi har valgt å oversette til det å ri på rentekurven. Strategien innebærer at investor investerer i et rentepapir med løpetid som er lengre enn investors investeringshorisont, for å så å selge rentepapiret på tidspunktet som samsvarer med slutten på investors investeringshorisont. Strategien sammenlignes med en passiv kjøp-og-hold-strategi i et rentepapir med løpetid lik investors investeringshorisont. Vi ser også på om betingede strategier for det å ri på rentekurven, som blant annet avhenger av formen på rentekurven og makroøkonomiske forhold, kan øke investors avkastninger ytterligere. I tillegg gjøres det justeringer for risiko for å kunne få et reelt sammenligningsgrunnlag både mellom det å ri på rentekurven og kjøp-og-hold samt mellom de ulike formene for det å ri på rentekurven.

Oppgaven tar utgangspunkt i velfunderte teorier for rentenes terminstruktur, herunder den rene forventningshypotesen og løpetidspremiehypotesen. Datamaterialet er basert på daglige observasjoner, i perioden 02.01.2003 til 25.02.2016, av priser på norske statskasserveksler og -obligasjoner. Som følge av lav likviditet i disse rentepapirene, støtter vi oss også på data, fra tilnærmet samme periode, fra det mer velfungerende swapmarkedet.

Vi konkluderer med at det å ri på rentekurven, i markedet for norske statspapirer, fremstår som en lønnsom strategi. For perioden vi har undersøkt ville en investor som hadde valgt å ri ubetinget på rentekurven, fremfor å velge en tradisjonell kjøp-og-hold-strategi, kunne økt sin årlige gjennomsnittlige avkastning med opptil 4,61 prosentpoeng. Vi finner også at investor, for de tilfellene han rir på rentekurven, kan øke sin årlige gjennomsnittlige meravkastning ytterligere dersom enkelte av de betingede strategiene legges til grunn. Meravkastningene ser ut til å være økende med løpetiden på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Men med økt løpetid følger også økt variasjon. Sharpe ratioen, som er det risikjusterte målet vi benytter til å sammenligne mellom de ulike strategiene for det å ri på rentekurven, viser derimot en positiv tendens når varigheten på rentepapirene som benyttes til å ri på rentekurven øker opp til omtrent 5-7 år. Også her er det noen av de betingede strategiene som fremstår som mest attraktive. Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient viser også at investor, når vi hensyntar risiko, i de fleste tilfeller vil foretrekke å ri på rentekurven, både ubetinget og betinget, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi.

Forord

Med denne oppgaven fullfører vi det toårige masterstudiet i finansiell økonomi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Arbeidet med oppgaven har vært både krevende og spennende, og har bidratt til å øke vår kunnskap om det som kan fremstå som en relativt enkel aktiv investeringsstrategi, det norske statspapirmarkedet og behandling av store mengder data. Microsoft Excel, herunder VBA og Solver, og EViews har blitt benyttet, og selve oppgaven er skrevet i L^AT_EX.

Vi ønsker å takke vår veileder, professor Snorre Lindset, for forslaget om en dagsaktuell problemstilling og konstruktive tilbakemeldinger og råd under arbeidet med selve oppgaven.

Masteroppgaven er i sin helhet et felles arbeid utført av Stig Aspelién og Marius Strand Geving.

Stig Aspelién og Marius Strand Geving
Trondheim, 1. juni 2016

Innhold

Sammendrag	iii
Forord	v
Figurer	ix
Tabeller	ix
1 Innledning	1
2 Rentekurven	5
2.1 Den rene forventningshypotesen	6
2.2 Den rasjonelle forventningshypotesen	7
2.3 Løpetidspremiehypotesen	8
2.4 Markedssegmenteringshypotesen	9
3 Risiko	11
3.1 Renterisiko	11
3.2 Likviditetsrisiko	11
4 Obligasjonsteori	12
4.1 Annenhåndsmarkedet	12
4.2 Statskasseveksler	12
4.3 Statsobligasjoner	13
5 Estimering med utgangspunkt i swapmarkedet	15
6 Avkastning	18
6.1 Avkastning fra å ri på rentekurven	18
6.2 Risikojusterte avkastninger	19
6.2.1 Justering for risiko med utgangspunkt i risikooversjonskoeffisienten	20
6.2.1.1 Mean-variance nyttefunksjon	20
6.2.1.2 Konstant relativ risikooversjon nyttefunksjon	22
6.2.1.3 Robusthet	23
7 Betingede strategier	26
7.1 Positiv rentesikkerhet	27
7.2 75-persentilen	27
7.3 Positivt stigningstall	28
7.4 BNP	28

8	Data og metode	30
8.1	Egenskaper ved dataene	30
9	Analyse	33
9.1	Positiv rentesikkerhet	35
9.2	75-persentilen	37
9.3	Positivt stigningstall	40
9.4	BNP	42
9.5	Sammenligning av å ri på rentekurven med en kjøp-og-hold-strategi	44
9.5.1	Mean-variance nyttefunksjon	44
9.5.2	Konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon	48
9.5.2.1	Test for robusthet	51
9.6	Implementering	55
9.7	Lønnsomhet avhengig av investeringstidspunkt?	56
10	Konklusjon	59
A	Estimering av rentekurven	65
A.1	Nelson-Siegel-Svensson metoden	65
A.1.1	Sammenhengen mellom spotrenter, diskonteringsfaktor og termin- renter	65
A.1.2	Estimering av spotrente	66
B	Tabeller	69

Figurer

1	Utvikling i norske 2-års og 10-års nullkupongrenter. Månedlige observasjoner.	2
2	Illustrasjon av stigende rentekurve.	5
3	Illustrasjon av fallende rentekurve.	5
4	Illustrasjon av flat rentekurve.	5
5	Illustrasjon av humpete rentekurve.	5
6	Illustrasjon av markedssegmenteringshypotesen.	10
7	Utvikling i norsk styringsrente. Månedsgjennomsnitt.	25
8	Annualisert meravkastning fra det å ri ubetinget på rentekurven over 1 år med et 10-års rentepapir.	57

Tabeller

1	Deskriptiv statistikk for nullkupongrenter.	31
2	Meravkastning fra det å ri på rentekurven ubetinget.	34
3	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.	36
4	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.	39
5	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.	41
6	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.	43
7	Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon.	45
8	Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon.	49
9	Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon for ulike subutvalg.	52
10	Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon for ulike subutvalg.	53
11	Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon og konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon for ulike subutvalg.	54
12	Deskriptiv statistikk for nullkupongrenter.	69
13	Meravkastning fra det å ri på rentekurven ubetinget.	70

14	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.	71
15	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.	72
16	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.	73
17	Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.	74
18	Test av signifikans for det å ri på rentekurven ubetinget.	75
19	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.	76
20	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.	77
21	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.	78
22	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.	79
23	Test av signifikans for det å ri på rentekurven ubetinget.	80
24	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.	81
25	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.	82
26	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.	83
27	Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.	84
28	Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon.	85
29	Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon.	86

1 Innledning

I dagens finansmarkeder opplever man et historisk lavt rentenivå, eksempelvis er sentralbankens styringsrente per tid 0,5 %. Og om man legger Norges Banks rentebane til grunn, så forventer man ikke, i alle fall på kort sikt, at rentene skal øke nevneverdig, men heller falle enda mer (Norges Bank, 2016b). For aktører som investerer i og holder rentepapirer¹, er situasjonen krevende. Blant institusjonelle investorer, som Statens pensjonsfond Norge og utland, finnes det bestemmelser som sier at en viss andel av deres porteføljer må bestå av rentepapirer, og samtidig er det forventninger til størrelsen på de løpende årlige avkastningene. Når rentenivået er så lavt som nå, vil det kunne være utfordrende å oppfylle disse forventningene. Det kan derfor være aktuelt å se seg om etter andre og alternative strategier som potensielt kan bidra til å øke avkastningene ut over det en tradisjonell kjøp-og-hold-strategi ville gitt, samtidig som at betingelsene for porteføljenes sammensetning av aktivaklasser fremdeles oppfylles.

Flere, deriblant Chua, Koh og Ramaswamy (2006), Mann og Ramanlal (1997) og Bieri og Chincarini (2005), har sett på slike alternative strategier for plassering i rentepapirer som innebærer at man tar posisjoner langs rentekurven, med den hensikt å øke avkastningen ut over det man ville fått ved å velge en tradisjonell kjøp-og-hold-strategi. I denne oppgaven vil vi, ved å ta utgangspunkt i markedet for norske statskasseveksler og -obligasjoner, se nærmere på en av disse strategiene. Strategien er i internasjonal litteratur best kjent som "riding the yield curve".

Riding the yield curve, som vi har valgt å oversette til det å ri på rentekurven, vil si at investor investerer, det vil si inntar en lang posisjon, i et rentepapir med løpetid som er lengre enn investors investeringshorisont. På tidspunktet som samsvarer med slutten på investors investeringshorisont, vil investor eliminere den lange posisjonen, det vil si selge rentepapiret, i håp om at dette vil gi høyere avkastning enn en passiv kjøp-og-hold-strategi i et rentepapir med løpetid lik investeringshorisonten. Tanken bak denne strategien er at investor skal kunne høste en meravkastning som man i enkelte deler av litteraturen mener kan tilskrives blant annet en løpetidspremie. Om man ser på gjennomsnittlige årlige renter for norske statsobligasjoner over de siste 13 årene, det vil si den perioden vi har undersøkt, vil man, som vi kan se av figur 1, blant annet finne at tiårsrenten er høyere enn toårsrenten. Og det er denne differansen i rentene, mellom det lange og korte rentepapiret, som kan bidra til at det å ri rentekurven gir en meravkastning ut over en passiv kjøp-og-hold-strategi. Likevel er det sjelden slik at en mulighet for økt avkastning kommer uten økt risiko. Velger man en tradisjonell kjøp-og-hold-strategi, vet man allerede på investeringstidspunktet hvilken avkastning man vil få, gitt at debitor vil oppfylle sine

¹Rentepapir er en samlebetegnelse for obligasjoner og sertifikater.

forpliktelser. For samme risikofrie debitor, vil man derimot ved å ri på rentekurven ikke før på slutten av investors investeringshorisont kjenne realisert avkastning. Et positivt skift i rentekurven vil kunne påføre investor et kapitaltap når det (ikke forfalte) lange rentepapiret selges ved slutten av investors investeringshorisont. Tapet vil potensielt kunne bli større desto lengre løpetiden er på det lange rentepapiret sammenlignet med investors investeringshorisont.



Figur 1: Utvikling i norske 2-års og 10-års nullkupongrenter. Månedlige observasjoner.

Flere tidligere studier tyder på at strategien med å ri på rentekurven kan være lønnsom. Dyl og Joehnk (1981) så på ukentlige U.S. Treasury bill (statskasseveksel) priser for perioden 1970-1975, og fant at det å ri på rentekurven er en profitabel strategi uten nevneverdig økning i risiko i forhold til kjøp-og-hold-strategien, men kun for relativt lange investeringsperioder, som i Dyl og Joehnk sitt tilfelle vil si 16 og 20 uker. En studie gjort av Grieves og Marcus (1992) ser på estimerte nullkupongpriser for U.S. Treasury bills fra

1949-1988, og finner at å ri på rentekurven stokastisk dominerer² kjøp-og-hold-strategien for enkelte perioder. En senere studie av Grieves, Mann, Marcus og Ramanlal (1999), som tar for seg U.S. Treasury bills i perioden januar 1987 til april 1997, viser at det å ri på rentekurven gir positiv meravkastning, også korrigert for risiko, for alle, unntatt de mest risikoaverse, investorene. Bieri og Chincarini (2005) finner at det å ri på rentekurven gir positiv meravkastning for U.S. Treasuries (data fra april 1982 til desember 2003) og tyske statspapirer (data fra januar 1973 til desember 2003). De finner også at strategien gir positiv meravkastning, justert for risiko, ved å se på såkalte durasjonsnøytrale porteføljer. Det finnes også studier som taler i mot at det å ri på rentekurven er en lønnsom strategi. Blant annet konkluderer Pelaez (1997) med at dersom man justerer for risiko, så vil ikke det å ri på rentekurven generere positiv meravkastning. Funn gjort i tidligere studier ser grovt sett ut til å avhenge av lengden på investors investeringshorisont, varigheten på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven og utvalgsperioden som er lagt til grunn. Enkelte perioder har hatt en renteutvikling, kjennetegnet av stadig brattere og mer positive rentekurver, som har vært svært gunstig for det å ri på rentekurven.

Ettersom Norges Bank utsteder statsobligasjoner med kupongbetalinger, og fordi det ikke på enhver handelsdag finnes statskasseveksler og -obligasjoner i det norske markedet med hele år til forfall, har vi, som Grieves og Marcus (1992) og Bieri og Chincarini (2005), valgt en tilnærming der vi estimerer pris og effektiv rente på rentepapirer uten kupongbetalinger, det vil si nullkuponger, med (ulikt antall) hele år til forfall for hver enkelt handelsdag.

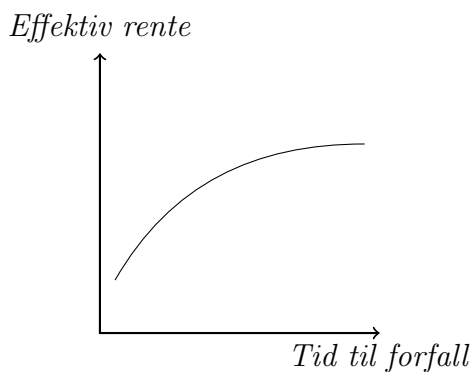
Innledningsvis, i kapittel 2, vil vi presentere grunnleggende teorier for hvordan fastsettelsen av renten på rentepapirer med ulike løpetider skjer blant markedtsaktørene, samt hvordan dette danner grunnlaget for rentekurven. I kapittel 3 kommer vi inn på hvilke risikomomenter som må hensyntas ved investering i rentepapirer, og da særlig med henblikk på det å ri på rentekurven. Videre, i kapittel 4, vil vi forsøke å forklare hvordan markedet for norske statspapirer fungerer, i tillegg til at vi gjør en mer teknisk presentasjon av hvordan prising foregår i dette markedet. I kapittel 5 vil vi argumentere for hvorfor det kan være hensiktsmessig å benytte data også fra det mer likvide swapmarkedet når man skal estimere statsutstedte nullkupongrenter. I første del av kapittel 6 viser vi hvordan (mer)avkastningene fra det å ri på rentekurven kan beregnes. Den andre delen benyttes til å fremstille to ulike nyttefunksjoner, en med utgangspunkt i mean-variance rammeverket og en med utgangspunkt i konstant relativ risikoaversjon, som vi senere benytter til å vurdere, ved å ta utgangspunkt i risikoaversjonskoeffisienten, om investor vil foretrekke det å ri på rentekurven fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi. Kapittel 7 er viet til å presentere fire ulike betingede strategier for det å ri på rentekurven, før vi i kapittel 8

²Stokastisk dominans er en metode for å rangere mellom flere ulike (investerings)alternativer under usikkerhet. Dette foregår ved å ta utgangspunkt i sannsynlighetsfordelingen til de enkelte (investerings)alternativene.

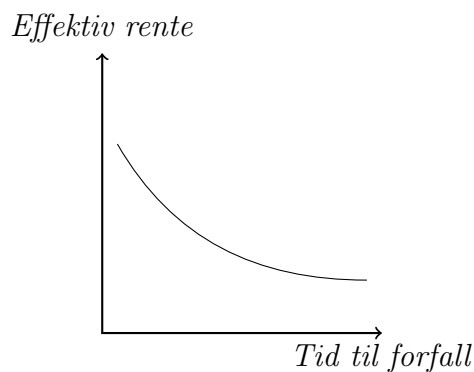
legger frem data og metode som benyttes i vår undersøkelse. Kapittel 9 inneholder en evaluering og analyse av de resultatene vi kommer frem til. Avslutningsvis, i kapittel 10, kommer vi med våre konklusjoner.

2 Rentekurven

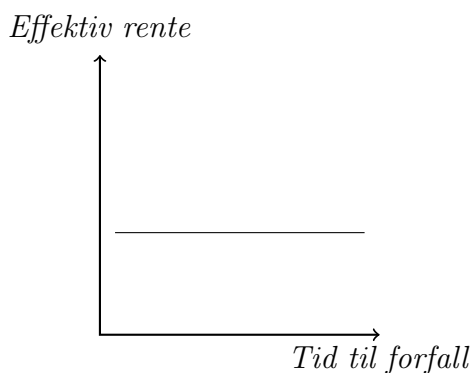
Forholdet mellom effektiv rente på rentepapirer med ulik løpetid er ofte kalt rentenes terminstruktur (Kloster, 2000). Rentenes terminstruktur kan illustreres grafisk i et diagram ved en rentekurve, der den effektive renten er en funksjon av gjenstående løpetid for instrumentet på et gitt tidspunkt (Myklebust, 2005). En rentekurve baseres altså på rentepapirer som kun er forskjellige med hensyn til gjenstående løpetid. Eksempelvis må rentepapirenes utsteder, likviditet og kupong være den samme for at rentekurvene skal gi et korrekt bilde av gjeldende markedssituasjon (Choudhry, 2011). Illustrert ved en rentekurve, kan rentenes terminstruktur ta fire ulike former; *stigende*, *fallende*, *flat* eller *humpete* (både stigende og fallende). Historien, se blant annet Shiller og McCulloch (1987), har så langt vist at det vanligste er en stigende rentekurve, der de lange rentene er høyere enn de korte rentene.



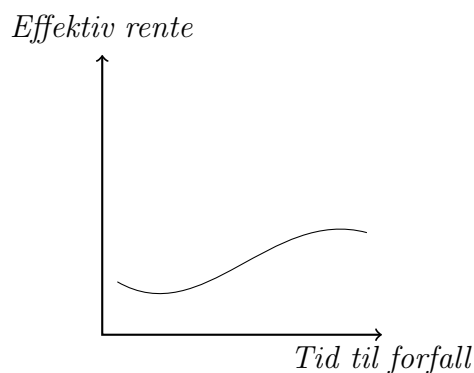
Figur 2: Illustrasjon av stigende rentekurve.



Figur 3: Illustrasjon av fallende rentekurve.



Figur 4: Illustrasjon av flat rentekurve.



Figur 5: Illustrasjon av humpete rentekurve.

2.1 Den rene forventningshypotesen

Teorier for rentens terminstruktur sier noe om tolkningen av rentekurvener, herunder hvilken betydning formen på ulike rentekurver har. Den teorien for rentens terminstruktur som er mest utbredt og som har vært gjenstand for flest undersøkelser er forventningshypotesen. I sin enkleste form sier forventningshypotesen at for en gitt investeringshorisont h , skal plasseringer i rentepapirer, som kun er forskjellige med hensyn til løpetid, gi samme forventede avkastning (Myklebust, 2005). Dette er kjent som den enkle eller rene forventningshypotesen, og ble for første gang omhandlet av Irving Fisher (Fisher, 1896). Mer spesifikt går man ut fra at "aktørene i markedet er risikonytrale og maksimerer forventet avkastning, uten å ha bestemte preferanser om løpetiden på sine lån og plasseringer" (Kloster, 2000, s. 29). Under den rene forventningshypotesen antar man altså at aktørene ikke vil holde rentepapirer med en gitt løpetid dersom det eksisterer for øvrig like rentepapirer med en annen løpetid som gir en høyere forventet avkastning over aktørenes investeringshorisont h . Rentepapirene betraktes altså som perfekte substitutter. For en h -dagers lang nullkuponobligasjon som har en pålydende lik én og som har en tid t pris lik $P_{h,t}$, må vi ved årlig diskret forrentning ha at

$$P_{h,t} = \frac{1}{(1 + y_{h,t})^{\frac{h}{z}}}, \quad (1)$$

der $y_{h,t}$ er den annualiserte effektive (diskrete) h -dagers renten på tidspunkt t og z er antall dager i året for benyttet rentekonvensjon³. Av den rene forventningshypotesen følger det at en rullerende plassering i korte rentepapirer fra og med tidspunkt t til og med tidspunkt $t + h$ må gi samme forventende avkastning, det vil si lik forventet effektiv rente, som en plassering på tidspunkt t i et ellers likt (langt) rentepapir som forfaller på tidspunkt $t + h$ (Kloster, 2000). Altså må vi ha at

$$(1 + y_{h,t}) = \left((1 + y_{n,t})^{\frac{n}{z}} \left[\prod_{i=1}^{\frac{h-n}{n}} (1 + E_t[y_{n,t+in}])^{\frac{n}{z}} \right] \right)^{\frac{z}{h}}, \quad (2)$$

der $y_{n,t}$ er den annualiserte effektive n -dagers renten på tidspunkt t , $E_t[y_{n,t+in}]$ er tidspunkt t forventet effektiv n -dagers rente for tidspunkt $t + in$, $n < h$ og $i = 1, 2, \dots, \frac{h-n}{n}$. Vi ser altså at den (lange) effektive h -dagers renten bestemmes av nåværende og fremtidige forventede (kortsiktige) effektive n -dagers renter. Nærmere bestemt er den effektive h -dagers renten et geometrisk gjennomsnitt av nåværende og fremtidige forventede effektive

³Rentekonvensjonen angir hvordan tiden skal hensyntas ved renteberegninger. En rentekonvensjon oppgis som $\frac{v}{z}$, der v og z er antall dager henholdsvis per måned og per år. Se eksempelvis Fabozzi og Mann (2010) for en mer detaljert forklaring.

n -dagers renter.

De fremtidige forventede effektive n -dagers rentene er renter som begynner å løpe først på et fremtidig tidspunkt, og kalles gjerne for termin- eller forwardrenter. "Terminrenter kan beregnes implisitt eller observeres direkte i markedet" (Valseth, 2003, s. 42). Den implisitte terminrenten mellom tidspunkt $t + n$ og tidspunkt $t + h$, $y_{h-n,t+n}$, der altså $h > n$, finnes ved hjelp av de effektive n -dagers og h -dagers rentene, som begge er kjente på tidspunkt t . Nærmere bestemt har vi at

$$(1 + y_{h,t})^{\frac{h}{z}} = (1 + y_{n,t})^{\frac{n}{z}} (1 + y_{h-n,t+n})^{\frac{h-n}{z}}, \quad (3)$$

og ved å løse for $y_{h-n,t+n}$ får vi at

$$y_{h-n,t+n} = \left[\frac{(1 + y_{h,t})^{\frac{h}{z}}}{(1 + y_{n,t})^{\frac{n}{z}}} \right]^{\frac{z}{h-n}} - 1. \quad (4)$$

Av dette ser vi eksempelvis at en stigende rentekurve, det vil si høyere lange enn korte effektive renter, indikerer at markedet forventer at fremtidige (korte) effektive $h - n$ -dagers renter vil være høyere enn nåværende (korte) effektive n -dagers renter.

I flere undersøkelser, se for eksempel Fama og Bliss (1987) og Cochrane og Piazzesi (2005), finner man at den rene forventningshypotesens arbitrasjeargument om at forventet meravkastning fra det å låne i lange rentepapirer for så å investere dette i rullerende rentepapirer med kortere løpetid, eller vice versa, skal være like null, brytes. En følge av dette er at det også har blitt argumentert for alternative og noe mer avanserte spesifikasjoner av forventningshypotesen.

2.2 Den rasjonelle forventningshypotesen

En forlengelse av den rene forventningshypotesen er den rasjonelle forventningshypotesen. I motsetning til den enkle forventningshypotesen, antar man under den rasjonelle forventningshypotesen at markedsaktørene er risikoaverse⁴. Kursen på et rentepapir med lang gjenstående løpetid vil normalt sett være mer sensitiv overfor endringer i rentekurven enn kursen på et ellers likt rentepapir med kortere gjenstående løpetid (Kloster, 2000). Dette kommer særlig til syne gjennom uttrykket for modifisert durasjon (MD)

$$MD = -\frac{1}{P_{h,t}} \cdot \frac{\partial P_{h,t}}{\partial y_{h,t}} = \frac{D}{(1 + y_{h,t})}, \quad (5)$$

⁴En risikoavers aktør vil, i et tilfelle der han blir stilt overfor ulike investeringsalternativ med lik forventet avkastning, men med ulik risiko, alltid foretrekke det sikreste alternativet med lavest mulig risiko.

der D er Macaulay durasjonen⁵, som vil være lik løpetiden for en nullkupongobligasjon. Den modifiserte durasjonen gir oss den prosentvise endringen i tidspunkt t prisen av rentepapiret for en endring i den effektive renten på 1 prosentpoeng. Ettersom D i likning (5) vil være like løpetiden for en nullkupongobligasjon, vil vi, så lenge den effektive renten for det korte rentepapiret ikke er mye lavere enn den effektive renten for det lange rentepapiret, ha at prisen på det lange rentepapiret er mer sensitiv overfor et skift i rentekurven enn hva tilfellet er for det korte rentepapiret⁶. Vi kan altså si at avkastningen, over en gitt periode, fra et langt rentepapir vil være mer usikker enn avkastningen fra et ellers likt kort rentepapir.

Under den rene forventningshypotesen vil det lange og korte rentepapiret ha lik forventet avkastning over aktørens investeringsperiode h . Av disse to vil en risikoavers aktør foretrekke det sikreste alternativet, altså rentepapiret med kortest løpetid. For at markedsaktørene skal være villige til å holde det lange rentepapiret må de derfor, i det lange rentepapiret, kompenseres i form av en høyere effektiv rente enn hva den rene forventningshypotesen tilsier (Kloster, 2000). Kompensasjonen for løpetiden kalles gjerne for løpetidspremien. Under den rasjonelle forventningshypotesen antar man at løpetidspremien er konstant for ulike løpetider (Valseth, 2003). Ved å ta utgangspunkt i (2) får vi nå at

$$(1 + y_{h,t}) = \left((1 + y_{n,t})^{\frac{n}{z}} \left[\prod_{i=1}^{\frac{h-n}{n}} (1 + E_t[y_{n,t+in}])^{\frac{n}{z}} \right] \right)^{\frac{z}{h}} + \pi_{t+h}, \quad (6)$$

der π_{t+h} er den konstante løpetidspremien for h -dager lange rentepapir. I tillegg til å være konstant for ulike løpetider, antas løpetidspremien, under den rasjonelle forventningshypotesen, å være positiv og økende i h (Kloster, 2000).

2.3 Løpetidspremiehypotesen

Shiller og McCulloch (1987) finner i tillegg at løpetidspremien kan variere med tiden. Dette støttes av blant annet Fama og Bliss (1987). De påviser store positive og negative løpetidspremier under henholdsvis oppgangs- og nedgangskonjunkturer. Slike funn har gitt opphav til den såkalte løpetidspremiehypotesen. Løpetidspremiehypotesen tillater for løpetidspremier som ikke bare er forskjellige med hensyn til rentepapirenes løpetid, men som også avhenger av rentepapirenes utstedelsestidspunkt t . Ved å utvide ligningen for

⁵Macaulay durasjon er gitt ved $D = \frac{\sum_{j=1}^N t_j PV_{t_j}}{P}$, der t_j er tid til utbetaling av en gitt kontantstrøm, j , som har nåverdi PV_{t_j} og P er rentepapirets totalpris (Weil, 1973).

⁶Så lenge $y_{n,t} > \frac{D_n + D_n y_{h,t} - D_h}{D_h}$, der $y_{n,t}$ og $y_{h,t}$ er de effektive rentene på henholdsvis det korte og lange rentepapiret og D_n og D_h er Macaulay durasjonen for henholdsvis det korte og lange rentepapiret, vil den modifiserte durasjonen være høyest for det lange rentepapiret.

den rene forventningshypotesen til

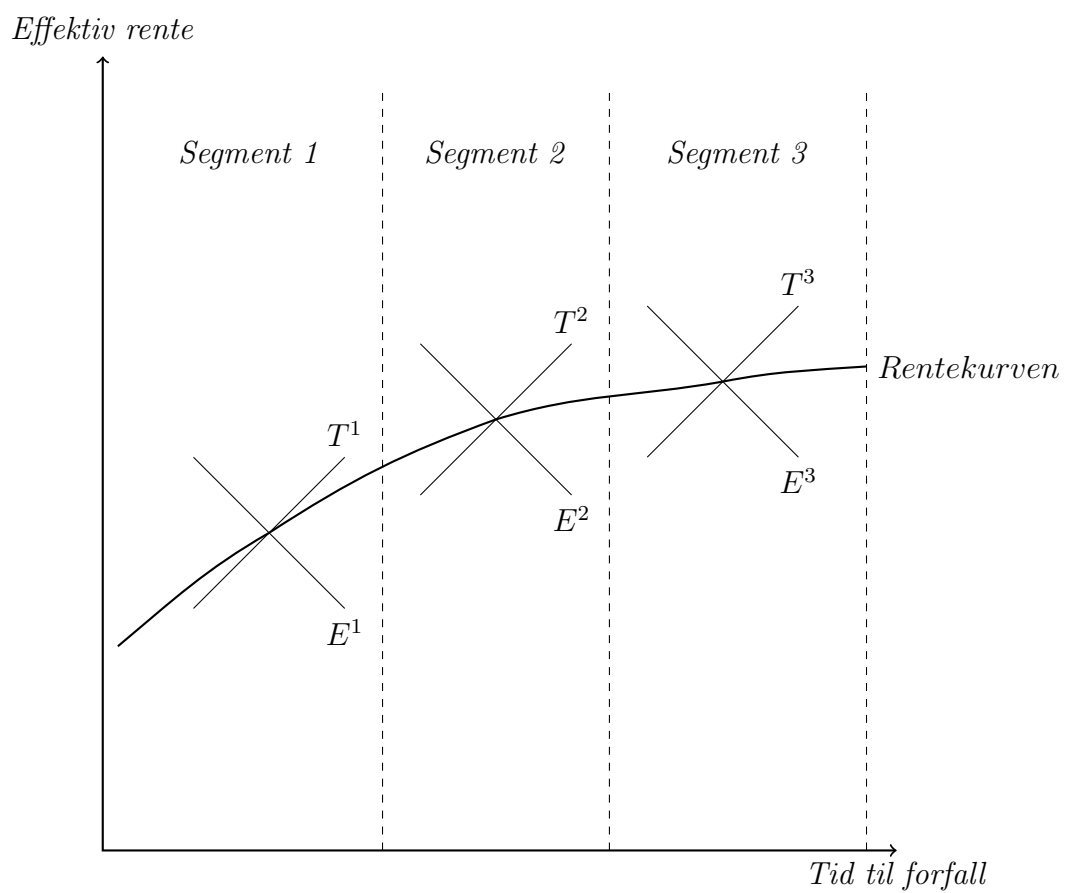
$$(1 + y_{h,t}) = \left((1 + y_{n,t})^{\frac{n}{z}} \left[\prod_{i=1}^{\frac{h-n}{n}} (1 + E_t[y_{n,t+in}])^{\frac{n}{z}} \right] \right)^{\frac{z}{h}} + \pi_{t+h}^t, \quad (7)$$

får vi ligningen for løpetidspremiehypotesen, der π_{t+h}^t er en tidsvarierende løpetidspremie. Løpetidspremien kan altså være forskjellig for de ulike løpetidene, avhengig av investeringstidspunktet. For øvrig har løpetidspremien de samme egenskapene som under den rasjonelle forventningshypotesen.

Ved inkludering av en løpetidspremie vil altså ikke en stigende rentekurve nødvendigvis, i direkte forstand, indikere at markedsaktørene forventer høyere kortsiktige effektive renter i fremtiden enn på tidspunkt t . En stigende rentekurve kan sågar være en indikasjon på at man har økende løpetidspremier.

2.4 Markedssegmenteringshypotesen

Som vi har vært inne på, bygger både den rasjonelle forventningshypotesen og løpetidspremiehypotesen på den rene forventningshypotesen. Markedssegmenteringshypotesen er derimot en teori for rentekurvens utforming som i stor grad avviker fra dette teoretiske rammeverket. Under markedssegmenteringshypotesen går man bort fra antagelsen om at renter med ulike løpetider er å betrakte som perfekte substitutter, men fremholder – i enda større grad – at markedsaktørene er drevet av risikoaversjon. Kloster (2000) viser til at markedsaktørene ønsker å tilpasse seg slik at løpetiden på deres fordringer, altså utestående krav, samsvarer med løpetiden på deres forpliktelser, det vil si gjelden. En følge av dette er at markedet deles opp i flere uavhengige segmenter, og formen på rentekurven kan ikke lenger knyttes opp i mot aktørenes forventninger om nivået på fremtidige effektive renter (Valseth, 2003). Innenfor hvert enkelt segment, det vil si for rentepapirer med ulike løpetider, vil man ha en tilbud- og etterspørselrelasjon som er bestemmende for den effektive renten (Kloster, 2000). Rentekurven vil derfor, under markedssegmenteringshypotesen, følge av likevektene mellom tilbud og etterspørsel for forskjellige løpetider som dannes innenfor de ulike markedssegmentene. En illustrasjon av hvordan rentekurven dannes i henhold til markedssegmenteringshypotesen finnes i figur 6 på side 10.



Figur 6: Illustrasjon av markedssegmenteringshypotesen.

3 Risiko

Ved en kjøp-og-hold-strategi i statspapirer, vil vi kjøpe statspapirer på tidspunkt t og holde investeringen til forfall på tidspunkt $t+h$. På tidspunktet for når investeringen skjer vil alle kontantstrømmer være kjent – både størrelse og tidspunkt – og den eneste usikkerheten er knyttet til om den norske stat vil overholde sine gjeldsforpliktelser. For det norske markedet er sannsynligheten for at den norske stat ikke overholder sine gjeldsforpliktelser svært liten, og vi kan anse investeringen som tilnærmet risikofri⁷.

Det vil være knyttet mer risiko til å ri på rentekurven. Ved å benytte denne strategien vil prisen på statspapirene på slutten av investeringshorisonten være avgjørende for avkastningen. Under ser vi nærmere på de to viktigste formene for risiko knyttet til denne strategien.

3.1 Renterisiko

Prisen på en obligasjon endres i motsatt retning av den effektive renten på obligasjonen. Hvis den effektive renten øker, betyr dette at obligasjonsprisen synker, og motsatt ved en rentenedgang. For en kjøp-og-hold-strategi vil ikke dette ha noen betydning, ettersom vi aldri skal selge obligasjonen før forfall, men for strategien med å ri på rentekurven vil denne risikoen være betydelig – særlig om rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven har lang gjenværende løpetid. En økning i den effektive renten vil som sagt gi lavere obligasjonspris, noe som vil redusere avkastningen ved å ri på rentekurven, og vil – i verste fall – kunne føre til tap hvis obligasjonsprisen blir tilstrekkelig lav.

3.2 Likviditetsrisiko

Likviditetsrisiko innebærer at investor risikerer å måtte selge en obligasjon for en pris som er lavere enn dens virkelige verdi på grunn av at ingen er villig til å kjøpe obligasjonen til virkelig verdi på det aktuelle tidspunktet. Denne risikoen kan delvis måles ved å se på størrelsen på spreaden, det vil si differansen mellom kjøps- og salgskurs. En stor spread mellom kjøp- og salgskurs indikerer høy likviditetsrisiko (Fabozzi og Mann, 2012).

⁷Blant alle de tre mest anerkjente kredittratingbyråene i verden, Standard & Poor's, Moody's og Fitch, har norsk statsgjeld den høyest mulige ratingen (Trading Economics, 2016).

4 Obligasjonsteori

Den norske stat utsteder to typer statspapirer, statskasseveksler og statsobligasjoner. Disse to typene statspapirer vil ha forskjellig løpetid og struktur for utbetaling av kontantstrømmer. Hvis investor ønsker å handle i norske statspapirer gjøres dette i annenhåndsmarkedet.

4.1 Annenhåndsmarkedet

I annenhåndsmarkedet for statspapirer skjer kjøp og salg mellom investorer og utvalgte banker som kalles for primærhandlere. Det er fire primærhandlere per 5. april 2016. Primærhandlere plikter seg blant annet til å legge inn bud ved auksjoner når den norske stat utsteder eller utvider beholdningen av statspapirer. De må også stille bindende kjøps- og salgskurser på Oslo Børs for hvert statspapir, slik at det alltid vil være mulig å handle papirer for et visst volum til disse kursene (Norges Bank, 2016a). For statskasseveksler må hver av primærhandlerne minimum stille bindende kurser for ordre på opptil 75 millioner kroner, der forskjellen mellom kjøps- og salgskursene ikke kan overstige 10 effektive rentepunkter (Norges Bank, 2015a).

For statsobligasjoner varierer det, avhengig av tid igjen til forfall for rentepapiret, for hvor store ordre primærhandlerne må stille bindende kurser for. I følge primærhandleravtalen må primærhandlerne stille bindende kjøps- og salgskurser for følgende volumer:

- 75 millioner kroner for lån med gjenstående løpetid inntil 2 år
- 55 millioner kroner for lån med gjenstående løpetid fra og med 2 år og inntil 7 år
- 45 millioner kroner for lån med gjenstående løpetid fra og med 7 år.

Forskjellen mellom kjøps- og salgskurs kan ikke overstige 10 effektive rentepunkter for lån med gjenstående løpetid på inntil 1 år og 5 effektive rentepunkter for lån med gjenstående løpetid fra og med 1 år (Norges Bank, 2015b).

4.2 Statskasseveksler

Statskasseveksler har en løpetid på 1 eller 1,02 år når de blir utstedt. Det utstedes nye statskasseveksler med omtrent tre måneders mellomrom, slik at det alltid finnes fire statskassevekselpapirer i markedet. For å bedre likviditeten til papirene utvider Norges Bank volumet av eksisterende papirer ved ujevne mellomrom.

Statskassevekslene utstedes som nullkupongsobligasjoner med en hovedstol på 1000 NOK. Statskassevekselen omsettes til en rabatt, og det er forskjellen mellom kursen og hovedstolen på statskassevekselen som avgjør den effektive renten på statskassevekselen. På Oslo Børs er kursen oppgitt som prosent av hovedstolen. Det vil si at en kurs på Oslo Børs på 98 gir en kurs på statskassevekselen på 980 NOK. Vi har da følgende sammenheng mellom kursen og renten på statskassevekslene:

$$P_{m,t} = \frac{1000}{(1 + y_{m,t})^{\frac{m}{z}}}, \quad (8)$$

hvor $y_{m,t}$ er den effektive årlige renten på den aktuelle statsvekselen på tidspunkt t , m er antall dager til forfall, og z er antall dager vi benytter som antall dager i ett år i henhold til gjeldende rentekonvensjon, som for statskasseveksler er 365 dager (NFF, 2015).

4.3 Statsobligasjoner

Statsobligasjoner har en løpetid på 10 eller 11 år når de blir utstedt. Det utstedes nye statsobligasjoner med ett eller to års mellomrom, men det finnes alltid minst fem statsobligasjoner i markedet i perioden vi har sett på, og på det meste er det seks forskjellige statsobligasjoner i markedet. I likhet med statskassevekslene utvider Norges Bank eksisterende beholdning av statsobligasjoner for å bedre likviditeten.

Statsobligasjonene utstedes som kupongobligasjoner. Statsobligasjonene betaler faste årlige kuponger og har en hovedstol på 1000 NOK ved forfall. Størrelsen på kupongene settes ved utstedelse av statsobligasjonene, og er en prosentandel av hovedstolen. Totalprisen (dirty price), P , på statsobligasjonene er lik summen av de diskonterte kontantstrømmene. På Oslo Børs finner vi kursen (clean price), K , til statsobligasjonene. Differansen mellom totalprisen og kursen er opptjente renter, I . De opptjente rentene regnes ut etter rentekonvensjonen "aktuelle dager (act)/365" (NFF, 2015), der aktuelle dager er antall dager siden forrige kupongdato og 365 er antall dager i året, uavhengig av om det er skuddår eller ikke. Vi får følgende sammenheng

$$P = K + I = K + \frac{act}{365} \times \kappa, \quad (9)$$

der κ er kupongutbetalingen i kroner.

For statsobligasjoner benyttes rentekonvensjonen "30E/360" (NFF, 2015), for å finne den effektive rente til statsobligasjonene benytter vi da følgende sammenheng

$$P = \frac{1000}{(1+y)^{\left(T-1+\frac{DTK}{360}\right)}} + \sum_{t=1}^T \frac{\kappa_t}{(1+y)^{\left(t-1+\frac{DTK}{360}\right)}}, \quad (10)$$

der DTK er antall dager til neste kupongutbetalingen når månedene normaliseres til 30 dager, T er antall gjenstående kuponger og y er effektiv årlig rente.

Hvis totalprisen på obligasjonene er kjent, kan likning (10) benyttes til å finne effektiv rente for statsobligasjonene. De effektive rentene på statsgjelden oppgis på Oslo Børs for hvert enkelt statspapir. Norges Bank tar utgangspunkt i disse effektive rentene når de beregner det de kaller syntetiske effektive statskassevekselrenter og -obligasjonsrenter (Norges Bank, 2011). Disse syntetiske effektive rentene beregnes ved å benytte en metode som kalles for lineær interpolering og ekstrapolering. Denne metoden antar at funksjonen er lineær mellom to effektive renter. For å finne en effektiv rente med en løpetid mellom to kjente effektive renter vektet hver av de kjente effektive rentene slik at summen av de vektete løpetidene er lik løpetiden for den ukjente effektive renten. Ekstrapolering benyttes hvis det ikke finnes noen kjent effektiv rente med lengre løpetid enn den effektive renten som ønskes kjent. Ekstrapolering går da ut på å forlenge en trend mellom de lengste kjente effektive rentene.

I det norske markedet finnes det ikke til enhver tid et sett av statskasseveksler og -obligasjoner med et gitt antall hele år til forfall. Vi må derfor benytte estimerte renter for å kunne gjennomføre våre analyser. Et alternativ er å benytte de syntetiske effektive rentene Norges Bank publiserer, men vi velger å ikke gjøre det i hovedsak av to grunner. For det første publiseres det syntetiske effektive renter kun for statsobligasjoner med 3, 5 og 10 år til forfall. Vi ønsker å kunne se på tilfeller med flere forskjellige tider til forfall. For det andre kan de effektive renten ses på som et slags gjennomsnitt av spotrentene over løpetiden til obligasjonen. Størrelsen og tidspunktene for utbetaling av kupongene vil være med på å avgjøre hva de effektive rentene på obligasjonene blir, alt annet likt. Dette fører til en upresis presentasjon av rentekurven. Vi ønsker derfor isteden å estimere prisen og rentene på nullkupongsobligasjoner ved å ta utgangspunkt i statskassevekslene og -obligasjonene som finnes i markedet. Vi gjør dette ved å benytte Nelson-Sigel metoden med en utvidelse av Svensson. Se appendiks A for detaljer rundt estimeringen.

Sammenhengen mellom prisen og den effektive renten for de estimerte nullkupongsobligasjonene er lik sammenhengen i likning (8).

5 Estimering med utgangspunkt i swapmarkedet

Sammenlignet med internasjonale markeder, er det norske markedet for statskasseveksler og -obligasjoner relativt lite og heller ikke særlig likvid. Ved utgangen av tredje kvartal 2015 utestod det norske statspapirer til en totalverdi av 71 milliarder amerikanske dollar, mens man eksempelvis hadde et tilsvarende tall, på samme tidspunkt, i det tyske markedet på 1 833 milliarder amerikanske dollar (Bank for International Settlements, 2016), det vil si nesten 26 ganger mer enn i det norske markedet.

En følge av den begrensede størrelsen på og likviditeten i det norske markedet er at prisingen av norske statspapirer ikke nødvendigvis kun reflekterer markedsaktørens vurdering av fundamentale forhold og faktorer, men også påvirkes av variasjoner i tilbud og etterspørsel etter statspapirene (Hein, 2003). I følge Hein (2003) har vi blant annet hatt tilfeller der tilbudet av norske statspapirer ikke har stått i stil med en økende etterspørsel. Overskuddsetterspørselen har drevet prisene på norske statspapirer oppover, og investorene har vært nødt til å godta en effektiv rente på statspapirene som har vært for lav, tatt de fundamentale forholdene og faktorene i betraktning. Se Hein (2003) for nærmere forklaring. Myklebust (2005) påpeker i tillegg at statskasseveksler ofte handles av bedrifter av cash management⁸-hensyn. Man kan derfor ikke ta det for gitt at prisene på statskasseveksler reflekterer aktørens renteforventninger, da det er andre hensyn som legges til grunn ved handelen. Forhold som dette vil være problematisk med hensyn til deler av vårt teoretiske rammeverket som bygger på en tanke om at alle renter kun er en funksjon av nåværende og fremtidige forventede (kortere) renter, eventuelt med tillegg av en løpetidspremie.

Det finnes altså flere potensielle kilder til feilprising, det vil si prising som avviker fra fundamentale forhold, av statskasseveksler og -obligasjoner omsatt i det norske markedet. En naturlig følge av dette er at estimerte nullkupongrenter, som er basert på prisene for statskasseveksler og -obligasjoner, også vil kunne komme ut feil. I Myklebust (2005) fremheves det at en mulig løsning på dette vil være at man heller tar utgangspunkt i renter relatert til swapmarkedet. Det norske swapmarkedet er ansett, se blant annet Haug (1995), for å være større og ikke minst mer likvid enn det norske markedet for statspapirer. Inkludering av renter fra swapmarkdet vil derfor kunne øke robustheten ved undersøkelsen, gitt at data fra både markedet for statspapirer og swapmarkedet gir (tilnærmet) like

⁸Cash management innebatter en bedrifts håndtering, i form av rutiner, produkter og prosesser, av dets kontantstrømmer. Dette skjer blant annet gjennom innkreving av fordringer og (kortsiktige) investeringer av overflødig kontantbeholdning. Hovedformålet er å forenkle og effektivisere bedriftens administrasjon av inn- og utbetalinger.

resultat. Som data fra swapmarkedet benytter vi NIBOR-renter⁹ med løpetider til og med seks måneder, mens for lengre løpetider, opp til og med ti år, har vi data fra norske renteswaper¹⁰. I tillegg til at det er større likviditet i rentene fra swapmarkedet, vil det også til enhver tid eksistere flere renter med hele antall år til forfall enn hva tilfellet er for statspapirene. Dette, kombinert med flere observasjoner langs rentekurven, gjør at det å benytte renter fra swapmarkedet øker nøyaktigheten ved estimering av nullkupongrenter. For en nærmere forklaring, se Myklebust (2005). Estimeringen foregår på samme måte som for statspapirene, se appendiks A.

Ulempen ved å benytte renter fra swapmarkedet er at det vil eksistere en kredittrisiko, det vil si en fare for at debitor, altså låntager, ikke vil være i stand til å oppfylle sine forpliktelser. Ved investering i statspapirer er debitor den norske stat. Som vi har vært inne på, er det rimelig å betrakte den norske stat som en garantist for at låntagers forpliktelser vil bli oppfylt, og det vil derfor ikke eksistere noen (betydelig) kredittrisiko ved investering i norske statspapirer. Myklebust (2005) fremhever derimot at ettersom alle potensielle betalingsforpliktelser for instrumentene i swapmarkedet er relaterte til NIBOR, så vil rentene på disse alle inneholde et felles element av kredittrisiko som man kan korrigere for. Nærmere bestemt går metoden ut på at man over korte perioder finner gjennomsnittet av differansen, den såkalte spreaden, mellom de estimerte nullkupongrentene fra renter i henholdsvis det norske swapmarkedet og markedet for statspapirer. I henhold til Myklebust (2005) vil denne spreaden typisk være økende med løpetiden, og man beregner derfor ulike gjennomsnittsspreader for ulike løpetider og perioder for at man skal få et mest mulig nøyaktig resultat. Gjennomsnittsspreadene trekkes deretter i fra nullkupongrentene som er estimert ved hjelp av renter fra swapmarkedet, og man får så et estimat på risikofrie statsutstedte nullkupongrenter med utgangspunkt i renter som er hentet fra et langt mer likvid marked.

⁹NIBOR er en samlebetegnelse på norske pengemarkedsrenter med løpetider fra én uke til seks måneder. De ulike NIBOR-rentene beregnes som et (uvektet) aritmetisk gjennomsnitt av rentene som seks ulike banker som opererer i det norske markedet, de såkalte panelbankene, oppgir for de ulike løpetidene. Rentene som panelbankene publiserer skal reflektere de renter den enkelte bank vil kreve for utlån i norske kroner til en ledende bank som er aktiv i det norske penge- og valutamarkedet (Finans Norge, Ukjent årstall).

¹⁰En standard renteswap (ofte kalt plain vanilla renteswap) er en gjensidig avtale mellom to parter om bytte av rentebetingelser fra flytende til fast rente (eller omvendt) på en avtalt hovedstol over et fastsatt tidsrom" (Haug, 1995, s. 1), Om ikke annet er oppgitt, er den flytende renten i det norske markedet seks måneders NIBOR. I det norske markedet omsettes det renteswaper med varighet fra ett til ti år. En standard renteswap kan brytes ned til to separate verdipapir; et flytende rentelån og en fastrenteobligasjon. For en investor som velger å gå lang i en renteswap, det vil si å kjøpe en renteswap, vil det i praksis innebære at investor utsteder en obligasjon med (faste) kupongbetalinger og samtidig inngår en avtale om låne ut til en flytende rente (seks måneders NIBOR) over en periode som er like lang som løpetiden på kupongobligasjonen. Ved inngåelse av avtalen fastsettes de faste kupongbetalingene slik at forventet diskontert kontantstrøm fra både de flytende og faste rentebetalingene er like. Ettersom forventet verdi på tidspunktet når kontraktsinngåelse skjer, det vil si på tidspunkt t , er like for begge låneavtalene, vil det på dette tidspunktet ikke oppstå noen kontantstrømmer. Og ved kontraktens forfall, på tidspunkt $t + h$, utveksles heller ikke hovedstolen, da denne er lik både for fastrenteobligasjonen og det flytende rentelånet. For en mer detaljer forklaring, se eksempelvis Haug (1995).

Som det påpekes i Myklebust (2005), er dette en svært enkel metode for å korrigere for kredittrisiko, og gir flere potensielle opphav til feil i estimatene for nullkupongrentene. Risikopremien knyttet til kredittrisikoen i swapmarkedet vil for det første kunne variere over tid. Å bruke et gjennomsnitt av spreaden vil således kunne være misvisende. Periodene som gjennomsnittsspreadene beregnes for er derimot relativt korte, vi har satt de til kvartalet før observasjonen det skal korrigeres for, slik at faren for at man ikke fanger opp en tidsvarierende kredittrisiko er forholdsvis liten. Utslaget vil være størst dersom den tidsvarierende kredittrisikoen er unormalt stor over en svært kort periode. Som vi har vært inne på, vil de estimerte nullkupongrentene fra norske statspapirer kunne komme ut feil blant annet på grunn av stor variasjon i og forskjell mellom tilbud og etterspørsel etter statskasseveksler og –obligasjoner. Disse estimerte nullkupongrentene benyttes som kjent som grunnlag for beregning av spreaden mellom de estimerte nullkupongrentene fra renter i henholdsvis det norske swapmarkedet og markedet for statspapirer. Svakheter i markedet for norske statspapirer vil altså reflekteres i den enkelte spread. I Myklebust (2005) påpekes det derimot at når man finner nettopp gjennomsnittet av disse spreadene, så vil trolig en god del av eventuelle feil og skjevheter elimineres.

6 Avkastning

I det følgende presenteres fremgangsmåten for å beregne (mer)avkastningene fra å ri på rentekurven. Tallene som fremkommer av denne fremgangsmåten vil ikke hensynta risikoaspektet, som vi har vist at absolutt er til stede, ved å ri på rentekurven. Når de grunnleggende uttrykkene for avkastningsberegningene er på plass, vil vi derfor også vise ulike metoder for hvordan man kan evaluere strategiene etter å ha justert for risiko.

6.1 Avkastning fra å ri på rentekurven

For et rentepapir som ikke betaler kuponger, vil avkastningen ved å ri på rentekurven følge av prisen på statspapiret kjøpt på tidspunkt t , som har en løpetid på m dager, og prisen på det for øvrig like statspapiret, som har en løpetid på $m - h$ dager, på tidspunkt $t + h$. Vi har allerede sett at prisen på et statspapir, med en løpetid på m dager, på tidspunkt t er gitt ved

$$P_{m,t} = \frac{1000}{(1 + y_{m,t})^{\frac{m}{z}}}, \quad (11)$$

der $y_{m,t}$ er den effektive annualiserte m -dagers renten på tidspunkt t .

Ekvivalent finner vi prisen på statspapiret, som har en løpetid på $m - h$ dager, på tidspunkt $t + h$ som

$$P_{m-h,t+h} = \frac{1000}{(1 + y_{m-h,t+h})^{\frac{m-h}{z}}}, \quad (12)$$

der $y_{m-h,t+h}$ er den effektive annualiserte $m - h$ -dagers renten på tidspunkt $t + h$.

Avkastningen ved å ri på rentekurven er da gitt som

$$H_{m,h} = \frac{P_{m-h,t+h}}{P_{m,t}} - 1 = \frac{(1 + y_{m,t})^{\frac{m}{z}}}{(1 + y_{m-h,t+h})^{\frac{m-h}{z}}} - 1. \quad (13)$$

Avkastningen fra kjøp-og-hold-strategien er lik den effektive renten på statspapiret som har løpetid lik investeringshorisonten på h dager på tidspunkt t , det vil si $(1 + y_{h,t})^{\frac{h}{z}} - 1$, der $y_{h,t}$ er den effektive annualiserte h -dagers renten på tidspunkt t . Dette gir at meravkastningen fra strategien med å ri på rentekurven over kjøp-og-hold-strategien kan skrives som

$$XH_{m,h} = \left[\frac{(1 + y_{m,t})^{\frac{m}{z}}}{(1 + y_{m-h,t+h})^{\frac{m-h}{z}}} - 1 \right] - \left[(1 + y_{h,t})^{\frac{h}{z}} - 1 \right]. \quad (14)$$

For å kunne sammenligne avkastningene for forskjellige investeringshorisonter benytter vi annualiserte avkastninger

$$H_{m,h}^A = (1 + H_{m,h})^{\frac{1}{h}} - 1, \quad (15)$$

hvor $H_{m,h}^A$ er den annualiserte avkastningen.

Den annualiserte meravkastningen fra å benytte strategien med ri på rentekurven er da gitt ved

$$XH_{m,h}^A = H_{m,h}^A - y_{h,t}, \quad (16)$$

hvor $y_{h,t}$ altså er den effektive annualiserte renten på et instrument med løpetid lik investeringshorisonten h på tidspunkt t , og $XH_{m,h}^A$ er annualiserte meravkastninger.

6.2 Risikojusterte avkastninger

Det finnes ingen vidt akseptert måte for å beregne hvordan investor veier avkastning opp mot risiko (Grieves et al., 1999). En metode som ofte går igjen ved risikojusterte evalueringer av finansielle avkastningsdata, og som også benyttes av Bieri og Chincarini (2005), er den såkalte Sharpe ratioen, utviklet av William F. Sharpe (Sharpe, 1966). For vår del vil vi beregne

$$\text{Sharpe ratio} = \frac{\overline{XH_{m,h}^A}}{\sigma_{XH_{m,h}^A}}, \quad (17)$$

der $\overline{XH_{m,h}^A}$ er gjennomsnittlig annualisert meravkastning fra det å ri på rentekurven over h -dager med et m -dager langt rentepapir for de τ investeringene som gjøres for hver enkelt strategi. Altså er

$$\overline{XH_{m,h}^A} = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} XH_{m,h,i}^A, \quad (18)$$

der i er investering $1, 2, \dots, \tau$. $\sigma_{XH_{m,h}^A}$ i (17) er utvalgsstandardavviket til de τ annualiserte meravkastningene fra det å ri på rentekurven over h -dager med et m -dager langt rentepapir, det vil si

$$\sigma_{XH_{m,h}^A} = \sqrt{\frac{1}{\tau - 1} \sum_{i=1}^{\tau} (XH_{m,h_i}^A - \overline{XH_{m,h}^A})^2}. \quad (19)$$

Sharpe ratioen kan være et godt egnet mål for å evaluere mellom de ulike strategiene, både den ubetingede og de betingede, for å ri på rentekurven. Den foretrukne strategien vil være den som gir en høyest Sharpe ratio. Derimot vil Sharpe ratioen ikke gi grunnlag til å kunne vurdere det å ri på rentekurven opp mot en kjøp-og-hold-strategi, da alle meravkastningene fra kjøp-og-hold nødvendigvis vil være lik null. Standardavviket for meravkastningene representerer nødvendigvis heller ikke (all den) risikoen en risikoavers investor hensyntar ved en investeringsbeslutning. For å kunne bøte på dette, og samtidig ha et grunnlag for å kunne evaluere det å ri på rentekurven opp mot kjøp-og-hold når vi har justert for risiko, tar vi også i bruk nyttefunksjoner med risikoaversjonskoeffisienter.

6.2.1 Justering for risiko med utgangspunkt i risikoaversjonskoeffisienten

Grievens og Marcus (1992) og senere Grievens et al. (1999) benytter nyttefunksjoner med tilhørende risikoaversjonskoeffisienter¹¹ for å avgjøre om det å ri på rentekurven er en lønnsom strategi, også justert for risiko. Disse to studiene har tatt utgangspunkt i en mean-variance nyttefunksjon. Vi gjør det samme i vår undersøkelse, i tillegg til at vi ser på en nyttefunksjon med konstant relativ risikoaversjon. I følge Bodie, Kane og Marcus (2001, s. 208), som henviser til Friend og Blume og Grossman og Shiller, har en representativ investor en risikoaversjonskoeffisient mellom 2 og 4. A. Ang (2014, s. 44 – 45) hevder, med henvisning til Metrick, Aarbu og Schroyen og Paravisini, Rappoport og Ravini, at risikoaversjonskoeffisienten for de fleste individer har et noe videre spenn, og ligger mellom 1 og 10, men A. Ang (2014) påpeker samtidig at det er svært sjelden å ha en risikoaversjonskoeffisient som er større enn 10.

6.2.1.1 Mean-variance nyttefunksjon

Vi benytter en mean-variance nyttefunksjon hentet fra Bodie et al. (2001) som beskriver nytten investor oppnår fra en portefølje med en gitt forventet avkastning og varians. Denne nyttefunksjonen kan skrives som

$$U = E[H_{m,h}] - 0,5A\sigma_{H_{m,h}}^2, \quad (20)$$

¹¹I en nyttefunksjon der nytten er en funksjon av formue, vil risikoaversjonskoeffisienten påvirke hvor mye nytten øker (reduseres) med når formuen vokser (avtar).

der $E[H_{m,h}]$ er (ikke-annualisert) forventet avkastning fra strategien med å ri på rentekurven og $\sigma_{H_{m,h}}^2$ er utvalgsvariansen av avkastningen til strategien med å ri på rentekurven for de totalt τ investeringene som gjøres for den enkelte strategi. A er risikoaversjonskoeffisienten til investor. Ettersom vi kun analyserer historiske data, vil den forventede avkastningen kun beregnes basert på investeringer som har skjedd til ulike historiske tidspunkt, og ikke fra fordelinger over fremtidig mulige avkastninger. Dette medfører at vår tilnærming blir å betrakte som en approksimasjon til uttrykket i likning (20). For vår del får vi at

$$E[H_{m,h}] = \overline{H_{m,h}} = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} H_{m,h_i} \quad (21)$$

og

$$\sigma_{H_{m,h}}^2 = \frac{1}{\tau - 1} \sum_{i=1}^{\tau} (H_{m,h_i} - \overline{H_{m,h}})^2, \quad (22)$$

der i er investering $1, 2, \dots, \tau$.

Avkastningen til kjøp-og-hold-strategien er kjent på det tidspunktet investeringen foretas, og det vil derfor ikke være noe risiko knyttet til strategien, gitt at vi antar risikofri debitor. Nyttefunksjonen kan derfor skrives som

$$U = E[H_{h,h}], \quad (23)$$

der $E[H_{h,h}]$ er den (ikke-annualiserte) forventede avkastningen for kjøp-og-hold-strategien. Det vil si at

$$E[H_{h,h}] = \overline{H_{h,h}} = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} H_{h,h_i}. \quad (24)$$

Vi ønsker å finne for hvilken verdi av risikoaversjonskoeffisienten investor er indifferent mellom kjøp-og-hold-strategien og strategien med å ri på rentekurven. Det vil si for hvilken verdi av risikoaversjonskoeffisienten nytten fra kjøp-og-hold-strategien er lik nytten fra ri på rentekurven-strategien, vi kaller dette for investors terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten. Vi setter likning (20) inn i likning (23), og løser med hensyn på risikoaversjonskoeffisienten A . Dette gir

$$A = \frac{(E[H_{m,h}] - E[H_{h,h}]) \times 2}{\sigma_{H_{m,h}}^2}. \quad (25)$$

6.2.1.2 Konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon

A. Ang (2014) kritiserer mean-variance nyttefunksjonen for flere forhold relatert til investors preferanser. A. Ang (2014) påpeker blant annet at denne nyttefunksjonen ikke fanger opp at investor vanligvis har asymmetrisk risikoaversjon, det vil si at styrken i hvor smertefullt et tap oppleves er større enn styrken for hvor gledelig en like stor gevinst oppleves. I tillegg hensyntar mean-variance nyttefunksjonen kun første og andre ordens moment, det vil si middelerverdi/forventning og varians. Investor vil derimot også vanligvis foretrekke positiv skjevhet, som muligheten til en stor positiv avkastning, og mislike negativ skjevhet, som muligheten til en stor negativ avkastning.

En annen og mye brukt nyttefunksjon i finansiellitteraturen, som også hensyntar svakhetene nevnt ovenfor for mean-variance nyttefunksjonen, er¹²

$$U(\widetilde{W}) = \frac{\widetilde{W}^{1-\gamma}}{1-\gamma}, \quad (26)$$

der γ er risikoaversjonskoeffisienten og \widetilde{W} er stokastisk sluttformue. For vårt tilfelle vil \widetilde{W} være investors formue på slutten av investeringshorisonten. Av samme årsak nevnt over for mean-variance nyttefunksjonen, vil de stokastiske sluttformuene kun beregnes basert på investeringer som har skjedd til ulike historiske tidspunkt, og ikke fra fordelinger over fremtidige mulige sluttformuer. Igjen medfører dette at vår tilnærming blir å betrakte som en approksimasjon, men nå da til uttrykket i (26). Nyttfunksjonen i likning (26) omtales ofte som å ha konstant relativ risikoaversjon (CRRA), fordi γ i (26) vil være lik den relative risikoaversjonskoeffisienten¹³. En nyttig egenskap ved CRRA nyttefunksjonen er altså at den relative risikoaversjonskoeffisienten $R(W)$, som er lik risikoaversjonskoeffisienten γ , vil være konstant, uavhengig av størrelsen på formuen.

Som for mean-variance nyttefunksjonen ønsker vi å finne terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten som gjør investor indifferent mellom det å ri på rentekurven og det å velge en kjøp-og-hold-strategi. For det å ri på rentekurven har vi at

$$U(W_{RTYC}) = \frac{W_{RTYC}^{1-\gamma}}{1-\gamma}, \quad (27)$$

der $W_{RTYC} = (1 + H_{m,h})$, og $H_{m,h}$ er (ikke-annualisert) avkastning fra det å ri på rentekurven med et m -dager langt rentepapir fra tidspunkt t til tidspunkt $t+h$. Se likning (13) for hvordan $H_{m,h}$ beregnes. Og for kjøp-og-hold har vi at

¹²Dersom $\gamma = 1$, er $U(\widetilde{W}) = \ln(\widetilde{W})$.

¹³Den relative risikoaversjonskoeffisienten er gitt som $R(W) = -W \frac{U''(W)}{U'(W)}$. For (26) får vi altså at $R(W) = -W \frac{-\gamma W^{-\gamma-1}}{W^{-\gamma}} = \gamma$.

$$U(W_{B\&H}) = \frac{W_{B\&H}^{1-\gamma}}{1-\gamma}, \quad (28)$$

der $W_{B\&H} = (1 + H_{h,h})$, og $H_{h,h}$ er (ikke-annualisert) avkastning fra det å investere i et h -dager langt rentepapir på tidspunkt t , for deretter å holde det til forfall på tidspunkt $t + h$.

Metoden innebærer videre at vi beregner $U(W_{RTYC})$ og $U(W_{B\&H})$ for alle de τ investeringene som gjøres for hver enkelt strategi. Investors terskelverdi for risikoaversjonskoeffisienten fremkommer så for den γ som gjør at de to (uvektede) gjennomsnittene av de τ beregnede nyttene for hver av strategiene er like hverandre. Vi finner altså den γ som gjør at

$$\overline{U(W_{RTYC})} = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} U(W_{RTYC_i}) \quad (29)$$

er lik

$$\overline{U(W_{B\&H})} = \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^{\tau} U(W_{B\&H_i}), \quad (30)$$

der i er investering $1, 2, \dots, \tau$.

Som vi har vært inne på, hevder A. Ang (2014) at investor vanligvis vil ha en risikoaversjonskoeffisient som ligger mellom 1 og 10. Finner vi at γ er større enn 10, vil det altså indikere at investor foretrekker å ri på rentekurven fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi.

6.2.1.3 Robusthet

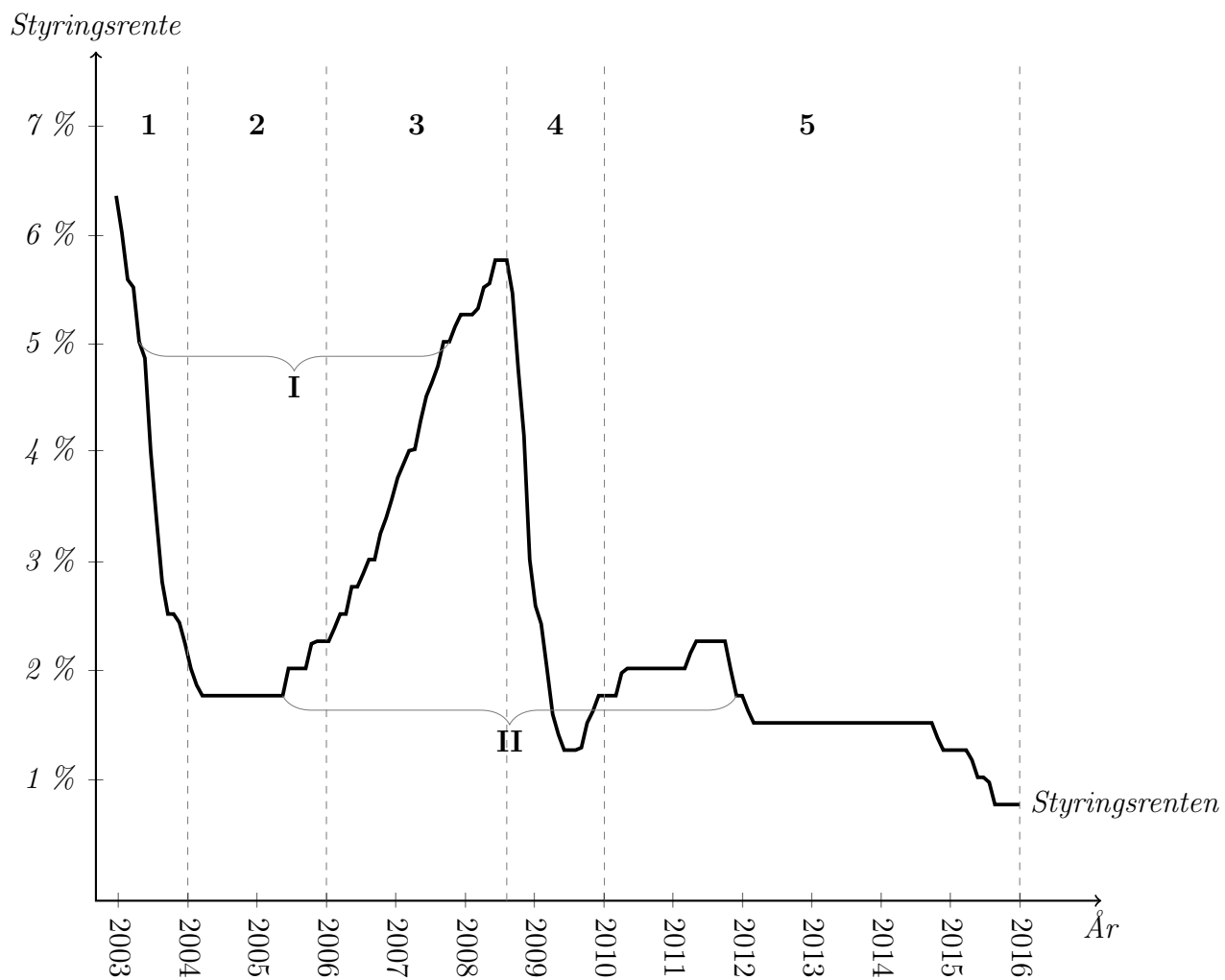
En potensiell svakhet ved fremgangsmåten beskrevet over vil være at fordelingen av renter vi får ved å benytte hele utvalget vil kunne påvirkes sterkt av enkelte (kortvarige) subutvalg. Rentenivået for den enkelte periode vil typisk kunne avhenge av makroøkonomiske variabler, som BNP og inflasjon, og disse vil kunne variere (sterkt) over tid. For perioder det inntreffer signifikante økonomiske hendelser, som finanskrise, vil vi kunne ha et rentenivå som i mindre grad sammenfaller med perioder uten tilsvarende hendelser. De terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten vi da får ved å benytte hele utvalget som datagrunnlag vil dermed kunne bli sterkt påvirket av kortvarige enkelthendelser, og således gi et feilaktig bilde av den reelle terskelverdien for risikoaversjonskoeffisienten. Et annet relevant poeng i denne sammenhengen er, som vi kan se av figur 1 på side 2 og figur 7 på side 25, at det generelle rentenivået har vært fallende for den tidsperioden vi

har undersøkt. En nedgang i rentenivået underveis når man rir på rentekurven vil påvirke resultatene fra strategien med å ri på rentekurven i positiv retning, og det utgangspunktet vi har kan således ikke sies å være nøytralt mellom en kjøp-og-hold-strategi og det å ri på rentekurven. Som følge av dette ønsker vi også å gjøre en robusthetstest på resultatene vi får ved å følge fremgangsmåtene beskrevet over. Dette foregår ved at vi for det første for den ubetingede strategien, med enkelte kombinasjoner av lengder på investeringshorisont og rideinstrument, det vil si rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, deler opp vårt utvalg i fem ulike subutvalg, og deretter følger samme fremgangsmåte som tidligere. Årsaken til at vi kun benytter den ubetingede strategien her er at det for de betingede strategiene typisk vil kunne være lange perioder der man ikke i det hele tatt rir på rentekurven, og således vil enkelte subutvalg kunne inneholde svært få – i verste fall ingen – observasjoner. Oppdelingen skjer på bakgrunn av utviklingen i den norske styringsrenten, som vi antar å være sterkt korrelert med utviklingen i våre estimerte nullkupongrenter. Utviklingen i styringsrenten er illustrert i figur 7, og perioden vi her ser på samsvarer med perioden vi undersøker. På bakgrunn av disse dataene har vi, som det fremkommer av figur 7, valgt å dele opp vårt utvalg i fem ulike subutvalg, der utviklingen i styringsrenten for hvert enkelt subutvalg er forholdsvis stabil. Tidspunktene de ulike subutvalgene løper fra og med og til og med er som følger:

- Subutvalg **1**: Januar 2003 – desember 2003
- Subutvalg **2**: Januar 2004 – desember 2005
- Subutvalg **3**: Januar 2006 – august 2008
- Subutvalg **4**: September 2008 – desember 2009
- Subutvalg **5**: Januar 2010 – februar 2016.

Den andre oppdelingen av utvalget skjer med utgangspunkt i et ønske om å se på tidsperioder der rentenivået ved begynnelsen og slutten av perioden er på (omtrent) samme nivå. Ved å gjøre dette får vi resultater som i større grad er basert på et mer nøytralt utgangspunkt, og som i mindre grad er rammet av den generelle nedgangen i rentenivået som vi har hatt for hele utvalget. Også her ser vi kun på den ubetingede strategien, og det av samme årsak som forklart over. Som det fremgår av figur 7 har vi valgt å dele opp i følgende to subutvalg, der tidspunktene igjen gjelder fra og med og til og med:

- Subutvalg **I**: Mai 2003 – oktober 2007
- Subutvalg **II**: Juni 2005 – desember 2011.



Figur 7: Utvikling i norsk styringsrente. Månedsgjennomsnitt.

7 Betingede strategier

Som vi har vært inne på, har flere, deriblant Bieri og Chincarini (2005), påvist at det å ri på rentekurven vil kunne gi positiv meravkastning – også når man justerer for risiko. En fellesnevner i tidligere undersøkelser er at de største meravkastningene riktignok ikke har oppstått ved at man ubetinget kontinuerlig har ridd på rentekurven. Derimot har visse strategier vært retningsgivende, det vil si betingelser som må oppfylles, for hvilke tidspunkt man har valgt å ri på rentekurven. Altså en betinget form av det å ri på rentekurven. Likevel er flere av disse strategiene i sin utforming såpass enkle at de i tillegg til å stride med forventningshypotesen (i sin enkleste form) heller ikke sammenfaller med Eugene F. Famas veletablerte hypotese om effisiente markeder (Fama, 1970), i svak¹⁴ og semi-sterk¹⁵ form, da strategiene er basert på informasjon enten fra rentekurven som gjelder på et gitt tidspunkt eller historiske makroøkonomiske variabler. Altså informasjon som enhver investor til ethvert tidspunkt vil kunne skaffe til veie (tilnærmet) kostnadsfritt.

Bieri og Chincarini (2005) definerer ulike strategier for hvilke tidspunkt man skal ri på rentekurven blant annet ved å ta utgangspunkt i de såkalte break-even rentene for rentekurven som gjelder på tidspunkt t , altså på samme tidspunkt som man tar beslutningen om man skal ri på rentekurven. En break-even rente uttrykker for hvilken effektiv rente, ved slutten av en investeringsperiode fra tidspunkt t til tidspunkt $t + h$, det å ri på rentekurven med et rentepapir med løpetid på m -dager, der $m > h$, vil gi en avkastning lik en passiv kjøp-og-hold-strategi i et rentepapir med løpetid på h -dager (Bieri og Chincarini, 2005). Break-even renten, $y_{m-h,t}^*$, kan altså uttrykkes som effektiv rente på tidspunkt t for et instrument med løpetid på $m - h$ -dager som medfører at det å ri på rentekurven over en periode med lengde h med et rentepapir som har løpetid m gir en meravkastning lik null, det vil si at $XH_{t+h} = 0$. Ved å sette (14) lik null og samtidig bytte ut $y_{m-h,t+h}$ med $y_{m-h,t}^*$, vil vi kunne løse for break-even rentene. Vi får da at

$$y_{m-h,t}^* = \left[\frac{(1 + y_{m,t})^{\frac{m}{z}}}{(1 + y_{h,t})^{\frac{h}{z}}} \right]^{\frac{z}{m-h}} - 1. \quad (31)$$

Ved å trekke de faktiske effektive $m - h$ -rentene på tidspunkt t , $y_{m-h,t}$, fra (31) kan vi nå løse for hvor mye de effektive $m - h$ -rentene må endre seg med fra tidspunkt t til tidspunkt $t + h$ for at det å ri på rentekurven ikke skal gi noen meravkastning. Vi definerer dette som rentesikkerheten ($RS_{m,h}$) fra det å ri på rentekurven med et m -dager langt rentepapir

¹⁴At markedet er effisient i svak form innebærer at markedsprisene reflekterer all historisk markedsinformasjon. Eksempelvis vil ikke historiske pris- og avkastningsdata kunne brukes til å predikere fremtidig prisutvikling.

¹⁵Semi-sterk form for markedseffisiens vil si at markedsprisene gjenspeiler all offentlig tilgjengelig informasjon, som regnskaps- og makrodata

over investeringshorisonten h . Rentesikkerheten blir altså

$$RS_{m,h} = \left[\frac{(1 + y_{m,t})^{\frac{m}{z}}}{(1 + y_{h,t})^{\frac{h}{z}}} \right]^{\frac{z}{m-h}} - (1 + y_{m-h,t}) = y_{m-h,t}^* - y_{m-h,t}. \quad (32)$$

Med bakgrunn i dette, kan vi enkelt definere ulike strategier som sier noe om for hvilke verdier eller relative nivåer av rentesikkerheten man skal beslutte å ri på rentekurven.

Vi vil nå se nærmere på fire ulike strategier som har som hensikt å peke ut tidspunkt det vil kunne være mer lønnsomt å ri på rentekurven enn å følge en passiv kjøp-og-hold-strategi i det korte rentepapiret. Tre av disse er direkte relatert til rentekurven, mens den fjerde er knyttet til bruttonasjonalprodukt. Strategiene er i hovedsak inspirert av Bieri og Chincarini (2005), men det vil likevel gjøres enkelte modifiseringer med det formål om å gjøre en tilpasning mot norske forhold.

7.1 Positiv rentesikkerhet

For å redusere risikoen for et potensielt tap, og dermed øke sannsynligheten for en mulig gevinst, ved innløsning av instrumentet med løpetid m på tidspunkt $t + h$, fremstår det som naturlig å ta utgangspunkt i tilfeller der man har positiv rentesikkerhet, det vil si at

$$RS_{m,h} = y_{m-h,t}^* - y_{m-h,t} > 0. \quad (33)$$

Som det fremkommer av (31) og (32), innebærer positiv rentesikkerhet at vi *kan* få et positivt skift i rentekurven uten at det å ri på rentekurven medfører en negativ meravkastning. Størrelsen på skiftet i rentekurven vil selvfølgelig være avgjørende for fortegnet på meravkastningen. Gitt uendret rentekurve fra tidspunkt t til tidspunkt $t + h$, vil altså positiv rentesikkerhet på tidspunkt t gi en garantert positiv meravkastning fra det å ri på rentekurven. Under denne strategien beslutter man å ri på rentekurven for enhver positiv rentesikkerhet.

7.2 75-persentilen

For et gitt nivå av volatiliteten til den effektive renten, er det åpenbart at en stor positiv rentesikkerhet vil gi større sannsynlighet for positiv meravkastning, fra det å ri på rentekurven, enn en lav positiv rentesikkerhet. Vi definerer derfor en ytterligere strategi ved at vi løpende beregner den realiserte fordelingen av rentesikkerheten over et 2-årig intervall før tidspunkt t . Strategien innebærer så at man velger å ri på rentekurven dersom rentesikkerheten på tidspunkt t er større eller lik 75-persentilen i den beregnede fordelingen.

7.3 Positivt stigningstall

Den tredje strategien, positivt stigningstall (*PS*), som også er den enkleste, tar utgangspunkt i rentekurvens stigningstall. Av ligning (14) kan vi blant annet se at desto brattere rentekurven er på tidspunkt t , det vil si for store verdier av $y_{m,t} - y_{h,t}$, jo større vil meravkastningen fra det å ri å rentekurven bli, gitt alt annet likt. Med en brattere rentekurve mener vi altså at stigningstallet for rentekurven blir mer positivt. Denne strategien innebærer simpelthen at man beslutter på tidspunkt t å ri på rentekurven dersom rentekurvens stigningstall er positivt. At rentekurvens stigningstall er positivt innebærer her at korte renter er lavere enn lange renter. Som antydnet, velger vi en tilnærming til rentekurvens stigningstall gitt ved

$$\text{Rentekurvens stigningstall} = y_{m,t} - y_{h,t}, \quad (34)$$

som på et gitt tidspunkt t altså vil kunne variere, avhengig av de effektive m -dagers og h -dagers rentene som legges til grunn. Det må bemerkes at dersom rentekurvens stigningstall for en kort og en lang effektiv rente er positivt, vil dette nødvendigvis ikke også være tilfellet for alle andre korte og lange renter på det samme tidspunktet, da vi kan ha en såkalt humpete rentekurve, som både er stigende og fallende.

7.4 BNP

I perioder med økonomisk tilbakegang, som vi her definerer som negativ vekst i Norges kvartalsvise sesongjusterte bruttonasjonalprodukt (BNP), vil man ofte kunne observere at rentekurven blir brattere. I følge Bieri og Chincarini (2005) kan reduksjonen i den økonomiske aktiviteten føre til at inflasjonspresset avtar, noe som åpner for at landets sentralbank, det vil si Norges Bank, kan redusere den retningsgivende styringsrenten for å stimulere til økt økonomisk aktivitet. Dette fører gjerne til en mer markant nedgang i de korte rentene enn i de lange rentene. De lange rentene er, dersom vi legger teoriene som bygger på den rene forventningshypotesen til grunn, som kjent en funksjon av fremtidig korte renter. Ettersom man på sikt forventer at aktivitetsnivået i økonomien skal tilbake til mer normale nivåer igjen, vil man også forvente høyere korte renter i fremtiden. Vi får dermed gjerne en mindre markant nedgang i lange renter når nåværende korte renter reduseres, og det skulle tale for en brattere rentekurve.

En brattere rentekurve innebærer altså en større differanse mellom lange og korte renter, og representerer således en mulighet til enda større gevinst fra det å ri på rentekurven, gitt ovenstående argumentasjon om meravkastning fra det å ri på rentekurven og positive endringer i rentekurvens stigningstall. Ut i fra dette ønsker vi å se nærmere på en

strategi som innebærer at man rir på rentekurven dersom Statistisk sentralbyrås siste publiserte kvartalsvise nasjonalregnskap viser en negativ vekst i kvartalsvis sesongjustert BNP. Ettersom Statistisk sentralbyrås kvartalsvise nasjonalregnskap publiseres med et visst tidsetterslep etter at et kvartal faktisk er avsluttet, er det viktig å bemerke at ved iverksettelse av strategien, vil det først skje etter at rapporten har blitt publisert. Videre innebærer strategien at man fortsetter å ri på rentekurven inntil det eventuelt, av Statistisk sentralbyrå, publiseres nye kvartalsvise nasjonalregnskap som viser ikke-negativ vekst i kvartalsvis sesongjustert BNP.

8 Data og metode

For de statsutstedte rentepapirene har vi hentet historisk data fra databasen TITLON, som er utviklet av Nasjonal Finansdatabase for Høyere Utdanning. De historiske dataene er fra hver enkelt handelsdag i perioden 02.01.2003 til 25.02.2016, og gir alt fra 48 til 2748 observasjoner for de ulike rentepapirene med løpetider som strekker seg fra dagen før forfall og opp til elleve år. Når disse dataene så benyttes til å estimere nullkupongrenter, får vi 3272 estimerte renter for totalt 13 ulike løpetider som varierer fra tre måneder til ti år.

Vi har hentet kjøps-, salgs- og sluttkurs, i tillegg til forfallsdato, utstedelsesdato og kupongrenter. Siden det ikke handles i alle statspapirene som er i markedet på hver enkelt handelsdag, har vi benyttet gjennomsnittet av kjøps- og salgsprisen i våre analyser, og dermed kommet frem til den såkalte midtkursen. Selv om det ikke foregår handel i løpet av en dag, så vil kjøps- og salgskurs noteres på Oslo Børs ettersom primærhandlerne av statspapirer er pliktet til å stille kjøps- og salgskurs hver dag (Norges Bank, 2015a,b).

De historiske prisene og rentene for swapkontraktene er hentet fra Bloomberg, en internasjonale leverandøren av finansielle data. Dataene strekker seg fra 07.04.2003 til 30.12.2015, med observasjoner fra hver enkelt handelsdag i denne perioden. Totalt 3157 observasjoner for hver av løpetidene, som er for hvert hele år fra og med ett år til og med ti år. Swapmarkedet er et mer likvid marked enn markedet for statspapirer, og det gjennomføres her daglige handler i instrumentene med ulik løpetid, og vi har derfor basert oss på sluttkursen for de ulike løpetidene. For løpetider under ett år, nærmere bestemt for tre og seks måneder, har vi fra Norges Banks hjemmesider hentet NIBOR-renter over den samme perioden som for swaprentene. Som for statspapirene, har vi også her informasjon om utstedelses- og forfallsdato samt størrelsen på kupongbetalingene, det vil si de faste rentebetalingene, fra swapkontraktene. Estimeringen gir totalt 2947 nullkupongrenter for hver av løpetidene som er nevnt over.

8.1 Egenskaper ved dataene

Å beregne de gjennomsnittlige meravkastningene for hver av strategiene vil i utgangspunktet være det samme som å utføre en tidsserieregresjon, der forklart variabel, y_{t+h} , er meravkastningen på tidspunkt $t + h$ fra det å ri på rentekurven fra tidspunkt t til tidspunkt $t + h$. På høyresiden av regresjonsligningen finner vi et konstantledd, β_0 , som vil være den gjennomsnittlige meravkastningen for hver enkelt strategi, samt feilledet,

Tabell 1: Deskriptiv statistikk for nullkupongrenter.

De ulike løpetidene for instrumentene angir varigheten på nullkupongrentene. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av rentene for perioden 02.01.2003 – 16.02.2016. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosent. Estimerte renter er basert på data fra **markedet for statspapirer**.

<i>Deskriptiv statistikk</i>					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Antall observasjoner
3 måneder	2,38	1,36	0,33	6,08	3272
6 måneder	2,45	1,39	0,39	6,18	3272
9 måneder	2,49	1,39	0,45	6,22	3272
1 år	2,52	1,38	0,50	6,20	3272
2 år	2,62	1,33	0,49	5,92	3272
3 år	2,76	1,29	0,52	5,66	3272
4 år	2,92	1,26	0,61	5,45	3272
5 år	3,07	1,24	0,73	5,59	3272
6 år	3,20	1,21	0,84	5,72	3272
7 år	3,32	1,18	0,96	5,81	3272
8 år	3,41	1,16	1,09	5,88	3272
9 år	3,50	1,13	1,19	5,92	3272
10 år	3,57	1,11	1,27	5,94	3272

u_{t+h} . Altså har vi den enkle likningen

$$y_{t+h} = \beta_0 + u_{t+h}. \quad (35)$$

Når vi så tester for om de gjennomsnittlige meravkastningene er signifikant forskjellige fra null, utfører vi en t -test, der testobservatoren er gitt som

$$t = \frac{\hat{\beta}_0}{SE(\hat{\beta}_0)}, \quad (36)$$

hvor $\hat{\beta}_0$ er den estimerte gjennomsnittlige meravkastningen og $SE(\hat{\beta}_0)$ er standardfeilen til $\hat{\beta}_0$.

Bak t -testen ligger noen sentrale forutsetninger, deriblant fravær av heteroskedastisitet¹⁶ og autokorrelasjon¹⁷ i restleddene, se for eksempel Brooks (2014) for en nærmere forklaring. Ved bruk av dataene vi har lagt til grunn, vil vi få store innslag av overlappende

¹⁶Når variansen til restleddene er konstant, det vil si at $var(u_{t+h}) = \sigma^2 < \infty$, så har vi homoskedastisitet. Heteroskedastisitet innebærer derimot at vi har tidsavhengig varians i restleddene, altså at $var(u_{t+h}) = \sigma_{t+h}^2$.

¹⁷Autokorrelasjon i restleddene vil si at restleddene er korrelerte, altså at $cov(u_{t+h}, u_{t+h+i}) \neq 0$, der $i \neq 0$.

investeringshorisonter. Eksempelvis vil to investeringer som er gjort på to dager som faller etter hverandre bestå av alle de samme dagene, unntatt én. Ettersom tilstøtende observasjoner i stor grad vil avhenge av de samme fundamentale forholdene, er det nærliggende å tro at restleddene i regresjonen vil være korrelerte over tid, noe som altså er et brudd på forutsetningen om fravær av autokorrelasjon. I tillegg, blant annet som følge tidvis svært turbulente tider i finansmarkedene, er det grunn til å anta at vi også kan ha ikke-konstant varians i restleddene, altså heteroskedastisitet. Også Bieri og Chincarini (2005) er observante på denne problemstillingen. Som Bieri og Chincarini (2005) velger vi en tilnærming der vi benytter Newey-West metoden for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Se Newey og West (1986) og Newey og West (1994) for en nærmere forklaring.

9 Analyse

Av våre funn og resultater fremstår det å ri på rentekurven som en svært attraktiv strategi. I det store bildet legger vi merke til at alle strategiene, både den ubetingede og de betingede, har gitt positive gjennomsnittlige meravkastninger ut over en tradisjonell kjøp-og-hold-strategi. Den minste og største annualiserte gjennomsnittlige meravkastningen er henholdsvis 0,10 og 7,99 prosentpoeng. I tillegg er alle de gjennomsnittlige meravkastningene signifikant forskjellige fra null på 1 %-nivået, se tabell 18-22 i appendiks B. I det følgende vil vi se nærmere på resultatene, herunder sentraltendens og spredning, fra hver enkelt strategi. Videre vil vi forsøke å analysere hvordan de betingede strategiene står seg mot den ubetingede strategien når vi blant annet benytter det risikjusterte målet Sharpe ratio. For å vurdere attraktiviteten ved det å ri på rentekurven mot en kjøp-og-hold-strategi, når vi tar risikoen ved å ri på rentekurven i betraktning, tar vi også utgangspunkt i to ulike formuleringer av investors nyttefunksjon.

Som vi har vært inne på og kan se av tabell 2, har det å ri ubetinget på rentekurven, i markedet for statspapirer, gitt positive meravkastninger for alle løpetider på m -dager over alle de ulike periodene på h -dager man faktisk rir på rentekurven. Videre legger vi merke til at den ubetingede strategien ser ut til å gi en økende meravkastning med lengden på løpetiden på rideinstrumentet, det vil si rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, samt at den til dels også er økende med varigheten på perioden man rir på rentekurven. Den største gjennomsnittlig meravkastningen finner vi ved å ri på rentekurven i ett år med en estimert tiårs nullkupongobligasjon¹⁸. Dette har gitt en gjennomsnittlig meravkastning på 4,61 prosentpoeng over en kjøp-og-hold-strategi i en ettårs nullkupongobligasjon. Tilsvarende er den laveste gjennomsnittlige meravkastningen på 0,15 prosentpoeng, og finnes ved å ri på rentekurven over ni måneder med et ettårs papir. Vi legger merke til at størrelsen på sistnevnte meravkastning er relativt lik det vi finner for øvrige investeringshorisonter med varighet på mindre enn ett år. Funnene stemmer, i grove trekk, godt overens med resultatene vi også finner ved å bruke swaprenter som utgangspunkt for å estimere statsutstedte nullkupongrenter. Av tabell 13 i appendiks B ser vi at laveste og høyeste gjennomsnittlig meravkastning er henholdsvis 0,19 og 4,02 prosentpoeng.

Som Bieri og Chincarini (2005) finner vi altså at meravkastningene ser ut til å være økende med løpetiden på rideinstrumentet. Men til gjengjeld er spredningen, målt ved standardavviket og minste og største observerte verdi for meravkastningene, også økende med løpetiden på rentepapiret man rir på rentekurven med. Eksempelvis er standardavviket og variasjonsbredden¹⁹ for det å ri på rentekurven med et tiårs rentepapir over

¹⁸Som kjent er alle priser og renter vi benytter estimerte, og vi vil i det følgende, for enkelthets skyld, utelate ordet "estimert" når vi spesifikt omtaler ulike løpetider realtert til lengde på investeringshorisont og rideinstrument for det å ri på rentekurven.

Tabell 2: Meravkastning fra det å ri på rentekurven ubetinget.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **markedet for statspapirer**.

$XH_{m,h}$					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,23	0,46	-1,04	3,27	0,51
9 måneder	0,36	0,97	-1,75	6,64	0,38
1 år	0,47	1,51	-3,03	10,22	0,31
6 måneder					
9 måneder	0,19	0,39	-0,66	2,14	0,47
1 år	0,30	0,83	-1,58	4,10	0,36
9 måneder					
1 år	0,15	0,33	-0,51	1,44	0,44
1 år					
2 år	0,49	1,07	-1,51	4,29	0,46
3 år	1,14	1,91	-2,52	6,93	0,60
4 år	1,81	2,63	-3,60	7,97	0,69
5 år	2,43	3,33	-4,52	10,42	0,73
6 år	2,97	4,04	-5,73	13,40	0,73
7 år	3,45	4,74	-7,07	15,95	0,73
8 år	3,87	5,42	-8,29	18,16	0,71
9 år	4,26	6,06	-9,42	20,13	0,70
10 år	4,61	6,68	-10,53	21,96	0,69
2 år					
3 år	0,47	0,69	-1,03	1,95	0,69
4 år	0,79	1,20	-2,20	3,05	0,66
5 år	1,65	1,76	-2,76	5,32	0,94
6 år	2,18	2,22	-3,28	7,21	0,98
7 år	2,65	2,65	-3,80	8,77	1,00
8 år	3,06	3,07	-4,32	10,04	0,99
9 år	3,41	3,48	-4,82	11,10	0,98
10 år	3,72	3,88	-5,30	12,01	0,96

ett år henholdsvis 6,68 og 32,49 prosentpoeng, mens tilsvarende spredningsmål for det å ri på rentekurven over ni måneder med et ettårs rentepapir er henholdsvis 0,33 og 1,95 prosentpoeng.

Standardavvikene øker likevel ikke, relativt til meravkastningene, med mer enn at det risikojusterte målet på meravkastningene, her representert ved Sharpe ratioen, også øker med løpetiden til rideinstrumentet. Sistnevnte er riktignok en sannhet med visse modifikasjoner. Vi ser at for det å ri på rentekurven over både ett og to år, så er Sharpe ratioen på sitt høyeste når løpetiden på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven er fem til syv år, før Sharpe ratioen videre flater ut, og etter hvert avtar. Dette er en tendens vi også finner igjen i dataene som er hentet fra swapmarkedet. Den høyeste Sharpe ratioen, på 1,00, finner vi ved å ri på rentekurven over to år med en syvårs nullkuponobligasjon. Mens de største meravkastningene var å finne for det å ri på rentekurven over ett år, så ser vi altså at de risikojusterte meravkastningene kommer best ut for det å ri på rentekurven over to år. Også dette funnet støttes av de statsutstedte nullkuponrentene som er estimert med data hentet fra markedet for swaprenter, se tabell 13 i appendiks B.

9.1 Positiv rentesikkerhet

Sammenlignet med den ubetingede strategien, ser vi av tabell 3 at den betingede strategien positiv rentesikkerhet stort sett gir en lavere gjennomsnittlig meravkastning – særlig for de korteste varighetene på både rideinstrumentet og for perioden man rir på rentekurven. Tendensen er den samme i resultatene basert på renter fra swapmarkedet, som vi kan se av tabell 14 i appendiks B. Av totalt 23 beregnede gjennomsnittlige meravkastninger, gir positiv rentesikkerhet i kun tre tilfeller en høyere gjennomsnittlig meravkastning enn den ubetingede strategien. Likevel er det nok en gang slik at de gjennomsnittlige meravkastningene øker med løpetiden på rideinstrumentet. Dette i samsvar med den rasjonelle forventningshypotesen og løpetidspremiehypotesen om at det eksisterer en (tidsvarierende) løpetidspremie som er økende med løpetiden på rentepapirene.

For positiv rentesikkerhet-strategien ser vi at standardavvik og variasjonsbredde, spesielt for de tre korteste periodene, det vil si tre, seks og ni måneder, man rir rentekurven, er lavere enn hva tilfellet er for den ubetingede strategien. Eksempelvis finner vi at standardavvik og variasjonsbredde for det å ri på rentekurven i tre måneder med et ettårs rentepapir er henholdsvis 1,05 og 10,87 prosentpoeng. Tilsvarende tall for den ubetingede strategien er henholdsvis 1,51 og 13,25 prosentpoeng. Når lengden på perioden man rir på rentekurven øker, uavhengig av løpetiden på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, så ser vi at både standardavvik og variasjonsbredde for positiv rentesikkerhet-strategien er tilnærmet lik som for den ubetingede strategien.

¹⁹Variasjonsbredden er differansen mellom største og minste observerte verdi.

Tabell 3: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **markedet for statspapirer**.

$XH_{m,h}^{RS}$					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,24	0,43	-0,49	3,27	0,55
9 måneder	0,32	0,80	-1,42	6,64	0,40
1 år	0,36	1,05	-2,50	8,37	0,34
6 måneder					
9 måneder	0,17	0,33	-0,43	2,14	0,50
1 år	0,25	0,54	-0,70	3,98	0,46
9 måneder					
1 år	0,12	0,25	-0,32	1,43	0,47
1 år					
2 år	0,35	0,85	-1,20	3,39	0,42
3 år	1,01	1,67	-2,52	6,03	0,60
4 år	1,70	2,53	-3,60	7,87	0,67
5 år	2,29	3,39	-4,52	10,42	0,67
6 år	2,86	4,20	-5,73	13,40	0,68
7 år	3,39	4,97	-7,07	15,95	0,68
8 år	3,87	5,70	-8,29	18,16	0,68
9 år	4,32	6,39	-9,42	20,13	0,68
10 år	4,75	7,04	-10,53	21,96	0,67
2 år					
3 år	0,39	0,70	-1,03	1,95	0,55
4 år	0,59	1,15	-2,20	2,92	0,51
5 år	1,45	1,79	-2,76	5,32	0,81
6 år	1,99	2,30	-3,28	7,21	0,87
7 år	2,49	2,78	-3,80	8,77	0,90
8 år	2,93	3,23	-4,32	10,04	0,91
9 år	3,33	3,67	-4,82	11,10	0,91
10 år	3,69	4,10	-5,30	12,01	0,90

Funnene over reflekteres i Sharpe ratioen. Som følge av lavere volatilitet, er Sharpe ratioen, for de korteste periodene man rir rentekurven, høyest for positiv rentesikkerhet når vi sammenligner med den ubetingede strategien. Likeså, som følge av lavere gjennomsnittlige meravkastninger og tilnærmet like standardavvik, er Sharpe ratioen, for det å ri på rentekurven i ett eller to år, lavere for positiv rentesikkerhet sammenlignet med den ubetingede strategien.

Igjen, som for den ubetingede strategien, ser vi at Sharpe ratioen for positiv rentesikkerhetstrategien, når man rir på rentekurven i ett eller to år, innledningsvis er økende med løpetiden på rideinstrumentet, før den etter hvert stabiliserer seg, og til slutt avtar. Relativt til de gjennomsnittlige meravkastningene er altså volatiliteten innledningsvis avtagende med løpetiden, før den etter hvert blir økende med løpetiden. Dette kan tyde på at markedsaktørene i sine prediksjoner undervurderer risikoen ved den lange og korte enden av rentekurven, og således gjør krav på en for lav løpetidspremie på kort og lang sikt, gitt at man uavhengig av løpetider forventer lik risikojustert meravkastning. Alternativt kan man si at markedsaktørene overvurderer risikoen på mellomlang sikt, og dermed krever en for høy løpetidspremie for de mellomlange rentene.

9.2 75-persentilen

Blant de betingede strategiene vi har tatt for oss, fremstår 75-persentilen som overlegen – også målt opp i mot den ubetingede strategien.

Av resultatene, som presenteres i tabell 4, kan vi se at de gjennomsnittlige meravkastningene, for de tre korteste periodene vi ser på det å ri på rentekurven, riktignok er lavere i fem av seks tilfeller for løpetiden på rideinstrumentet, når vi sammenligner med den ubetingede strategien. Men når perioden for å ri på rentekurven strekker seg til ett år eller mer, så er de gjennomsnittlige meravkastningene, for alle løpetider på rideinstrumentet, fra 75-persentilen høyere enn hva tilfellet er for den ubetingede strategien. Dette er noe vi også finner igjen i resultatene som er basert på renter hentet fra swapmarkedet, jamfør tabell 13 og 15 i appendiks B. Som et eksempel på strategiens overlegenhet, når vi tar utgangspunkt i gjennomsnittlig meravkastning, kan det nevnes at for det å ri på rentekurven over ett år med et åtteårig rentepapir, så viser 75-persentilen en gjennomsnittlig meravkastning på hele 7,11 prosentpoeng over en passiv kjøp-og-hold-strategi i et ettårig rentepapir. Dette er ikke langt i fra dobbelt så mye som tilsvarende resultat fra den ubetingede strategien på 3,87 prosentpoeng.

I Dyl og Joehnk (1981) er det tendenser til at meravkastningene øker, samt at nedsiden og volatiliteten reduseres, når både rentesikkerheten og varigheten på rideinstrumentet øker. For vår del ser vi et tilnærmet likt mønster. Ved å sammenligne 75-persentilen med posi-

tiv rentesikkerhet-strategien, ser vi at 75-persentilen, som nødvendigvis vil ha en høyere gjennomsnittlig rentesikkerhet enn positiv rentesikkerhet-strategien, generelt har høyere gjennomsnittlig meravkastning, lavere standardavvik og en mer begrenset nedside målt ved minste observerte verdi. De gjennomsnittlige meravkastningene avtar riktignok noe når perioden man rir på rentekurven øker fra ett til to år. Dette er likevel ikke urimelig, tatt i betraktning at toårsrenten vil, i henhold til den rasjonelle forventningshypotesen og løpetidspremiehypotesen, inneholde en (tidsvarierende) løpetidspremie som er større enn det som er innbakt i ettårsrenten. Bieri og Chincarini (2005) gjør tilsvarende funn som også tyder på at den gjennomsnittlige meravkastningen avtar når lengden på investeringshorisonten øker. Det er også verdt å nevne at antall ganger man rir på rentekurven reduseres betraktelig når man følger den betingede strategien 75-persentilen, sammenlignet med om man hadde fulgt den ubetingede strategien. Den akkumulerte meravkastningen over et helt år, som vi ikke har målt her, kan derfor komme ut lavere for 75-persentilen enn for den ubetingede strategien, til tross for høyere gjennomsnittlig meravkastning for 75-persentilen de gangene man faktisk rir på rentekurven.

I den grad lavest mulig spredning i og usikkerhet om resultatene er et ønsket mål, er 75-persentilen, når vi ser på spredningsmålene, også her overlegen den ubetingede strategien. Vi ser det at både standardavvik og variasjonsbredde for 75-persentilen er lavere for alle tilfeller av det å ri på rentekurven, når vi sammenligner med den ubetingede strategien. Den relative forskjellen ser likevel ut til å reduseres noe når løpetiden på rideinstrumentet øker. Dette gjelder særlig når perioden man rir på rentekurven er ett år. Det må for øvrig påpekes at alle minimumsverdier for observerte meravkastninger, for 75-persentilen, er mer positive (mindre negative) enn hva tilfellet er for den ubetingede strategien. Og når perioden man rir på rentekurven er på to år, så er alle minimumsverdier for observerte meravkastninger positive. Altså førte ikke det å følge den betingede strategien 75-persentilen, i noen av våre observerte tilfeller, ved å ri på rentekurven over to år til at man kom dårligere ut enn om man hadde fulgt en passiv kjøp-og-hold-strategi i et toårig rentepapir. Minste og største observerte minimumsverdi for det å ri på rentekurven i to år er henholdsvis 0,08 og 0,80 prosentpoeng. Funnene støttes, i henhold til tabell 15 i appendiks B, av resultatene som har sitt utspring i swaprenter.

Som følge av markant lavere variasjon og høyere gjennomsnittlige meravkastninger for (nesten) alle analyserte løpetider, er det naturlig at det risikjusterte målet på meravkastningene, Sharpe ratioen, også er høyere for 75-persentilen, sammenlignet med den ubetingede strategien. Vi finner at Sharpe ratioen, for alle perioder man rir på rentekurven og for alle løpetider av rideinstrumentet, for 75-persentilen er høyere enn for den ubetingede strategien. Den relative forskjellen er, i favør av 75-persentilen, størst for det å ri på rentekurven i to år. Og for det å ri på rentekurven i to år med en femårig nullkuponobligasjon finner vi at 75-persentilen gir en Sharpe ratio på 3,16, noe som er mer enn tre

ganger så stort som tilsvarende resultat fra den ubetingede strategien på 0,94.

Tabell 4: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **markedet for statspapirer**.

$XH_{m,h}^{75\text{-persentilen}}$					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,25	0,38	-0,49	3,15	0,64
9 måneder	0,26	0,48	-1,04	5,41	0,54
1 år	0,31	0,79	-1,91	8,37	0,39
6 måneder					
9 måneder	0,12	0,17	-0,23	1,81	0,70
1 år	0,16	0,32	-0,70	1,32	0,49
9 måneder					
1 år	0,10	0,14	-0,21	1,17	0,66
1 år					
2 år	0,56	0,35	-0,21	1,32	1,59
3 år	1,65	0,83	-0,37	3,25	1,99
4 år	2,88	1,46	-1,12	5,78	1,97
5 år	4,01	2,22	-1,77	8,18	1,81
6 år	5,15	3,04	-2,14	10,35	1,69
7 år	6,21	3,84	-2,27	12,22	1,62
8 år	7,11	4,61	-2,28	14,74	1,54
9 år	7,58	5,39	-4,54	16,99	1,41
10 år	7,81	6,09	-5,17	18,88	1,28
2 år					
3 år	0,73	0,25	0,19	1,34	2,92
4 år	1,25	0,56	0,08	2,62	2,24
5 år	2,65	0,84	0,72	4,94	3,16
6 år	3,46	1,20	0,78	6,54	2,89
7 år	4,13	1,53	0,80	7,80	2,69
8 år	4,67	1,80	0,70	8,19	2,59
9 år	5,30	2,10	0,52	9,20	2,52
10 år	5,91	2,44	0,28	10,22	2,43

9.3 Positivt stigningstall

Strategien med å ri på rentekurven når renten på rideinstrumentet er høyere enn renten for løpetiden som tilsvarer investeringshorisonten gir, som vi kan se av tabell 5, for 18 av 23 tilfeller lavere gjennomsnittlig meravkastning enn den ubetingede strategien. Vi kan se den samme tendensen for rentene estimert fra swapmarkedet i tabell 16 i appendiks B, der meravkastningen fra positivt stigningstall-strategien kun i ett tilfelle er høyere enn meravkastningen fra den ubetingede strategien. Vi ser også for denne strategien at de gjennomsnittlige meravkastningene øker med løpetiden på rideinstrumentet, og er høyest for å ri på rentekurven i ett år.

Sammenlignet med den ubetingede strategien, ser vi at standardavviket til strategien positivt stigningstall er lavere for investeringshorisonter under ett år. Det samme gjelder for variasjonsbredden. Vi ser også at standardavviket og variasjonsbredden øker med løpetiden på rideinstrumentet som benyttes. For investeringshorisont på ett år, ser vi at positivt stigningstall-strategien har lavere standardavvik for rideinstrument med opptil fem års løpetid, og for rideinstrument med lengre løpetid har den ubetingede strategien lavere standardavvik. For en investeringshorisont på to år ser vi det samme mønsteret. Rideinstrument med løpetid opptil fire år har, for positivt stigningstall-strategien, lavere standardavvik, men for rideinstrument med lengre løpetid har den ubetingede strategien lavere standardavvik. Variasjonsbredden er omtrent lik for den ubetingede strategien og strategien med positivt stigningstall når investeringshorisonten er ett og to år. Unntaket er for en investeringshorisont på ett år og løpetid på rideinstrumentet på fire år eller mindre.

Resultatene som er gjengitt over gjenspeiles også i Sharpe ratioen, som er høyere for positivt stigningstall-strategien for investeringshorisonter på under ett år, når vi sammenligner med den ubetingede strategien. Vi finner at Sharpe ratioen er avtagende med løpetiden på rideinstrumentet når investeringshorisonten er under ett år. Dette kommer av at den økte gjennomsnittlig meravkastningen ikke oppveier den økte risikoen, målt ved standardavviket. For en investeringshorisont på ett år, fremstår den ubetingede strategien og positivt stigningstall-strategien, justert for risiko, som like attraktive. Sharpe ratioen er jevnt over den samme. For noen rideinstrumenter er Sharpe ratioen til den ubetingede strategien marginalt høyere enn for positivt stigningstall-strategien, og vice versa. For en investeringshorisont på to år, fremstår positivt stigningstall-strategien som mindre attraktiv enn det å ri ubetinget på rentekurven. Sharpe ratioen er lavere for alle løpetider av rideinstrumentet, sammenlignet med den ubetingede strategien.

Tabell 5: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **markedet for statspapirer**.

$XH_{m,h}^{Positivt\ stigningstall}$					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,24	0,43	-0,49	3,27	0,55
9 måneder	0,33	0,84	-1,42	6,64	0,40
1 år	0,40	1,21	-2,50	9,53	0,33
6 måneder					
9 måneder	0,17	0,30	-0,35	2,14	0,56
1 år	0,25	0,54	-0,70	3,98	0,46
9 måneder					
1 år	0,11	0,21	-0,31	1,38	0,52
1 år					
2 år	0,35	0,85	-1,20	3,39	0,42
3 år	1,03	1,68	-2,52	6,03	0,61
4 år	1,75	2,49	-3,60	7,87	0,70
5 år	2,45	3,30	-4,52	10,42	0,74
6 år	2,94	4,16	-5,35	13,40	0,71
7 år	3,42	4,97	-7,07	15,95	0,69
8 år	3,88	5,71	-8,29	18,16	0,68
9 år	4,32	6,40	-9,42	20,13	0,68
10 år	4,74	7,04	-10,53	21,96	0,67
2 år					
3 år	0,36	0,67	-1,03	1,95	0,53
4 år	0,59	1,15	-2,20	2,92	0,51
5 år	1,46	1,80	-2,76	5,32	0,81
6 år	2,00	2,31	-3,28	7,21	0,87
7 år	2,49	2,79	-3,80	8,77	0,89
8 år	2,93	3,25	-4,32	10,04	0,90
9 år	3,33	3,69	-4,82	11,10	0,90
10 år	3,69	4,13	-5,30	12,01	0,89

9.4 BNP

I tabell 6 ser vi at strategien med å ri på rentekurven når sesongjustert BNP-vekst i Norge fra et kvartal til et annet er negativ gir høyere gjennomsnittlig meravkastning for alle investeringshorisonter og rideinstrumenter, når vi sammenligner med de tilsvarende resultatene for den ubetingede strategien fra tabell 2. Det samme ser vi når vi ser på resultatene fra rentene estimert fra swapmarkedet, som vist i tabell 17 i appendiks B. Vi ser også her den samme utviklingen som for den ubetingede strategien med at gjennomsnittlig meravkastning øker med løpetiden på rideinstrumentet som benyttes. Høyest gjennomsnittlig meravkastning finner vi for en investeringshorisont på ett år og et rideinstrument på ti år. Denne kombinasjonen gir en meravkastning ut over en kjøp-og-hold-strategi på 7,99 prosentpoeng.

For BNP-strategien ser vi at for en investeringshorisont på under ett år, så er standardavvikene høyere enn for den ubetingede strategien. Standardavvikene er også økende med lengden på rideinstrumentet som benyttes. Samtidig ser vi at variasjonsbreddene er lavere for BNP-strategien enn for den ubetingede strategien. Maksimumsverdien for meravkastningene er lavere, men det samme er også minimumsverdien. Generelt er altså spredningen i resultatene fra BNP-strategien lavere enn for den ubetingede strategien. For investeringshorisonter på ett år eller mer, ser vi derimot at standardavviket, med unntak av for en investeringshorisont på ett år og et rideinstrument på to år, er lavere for BNP-strategien målt mot den ubetingede strategien. Variasjonsbredden er også her lavere for alle rideinstrumenter sammenlignet med den ubetingede strategien. Både standardavviket og variasjonsbredden er økende med løpetiden på rideinstrumentet som benyttes.

Kombinasjonen av høyere gjennomsnittlig meravkastning og stort sett lavere standardavvik, fører til at BNP-strategien gir høyere Sharpe ratio enn den ubetingede strategien for alle kombinasjoner av varighet investeringshorisonten og rideinstrumentet. For investeringshorisonter på under ett år, ser vi at Sharpe ratioen er avtagende med tid til forfall for rideinstrumentet. For en investeringshorisont på ett år finner vi derimot at Sharpe ratioen er økende frem til løpetiden på rideinstrumentet er fem år, før den deretter stabiliserer seg og så faller for rideinstrumenter med lengre løpetider. Vi ser den samme tendensen for investeringshorisonter på to år, men her begynner Sharpe ratioen først å falle når løpetiden på rideinstrumentet går fra åtte til ni år. Enkelt sagt kan vi si at den økte gjennomsnittlige meravkastningen ikke oppveier den påfølgende økte risikoen, målt ved standardavviket til meravkastningen, når løpetiden på rideinstrumentet blir for lang.

Som for 75-persentil-strategien, er det kun i et fåtall tilfeller at BNP-strategien tilsier at investor skal ri på rentekurven. Dermed vil antall gjennomførte investeringer også med denne strategien være færre enn for den ubetingede strategien.

Tabell 6: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **markedet for statspapirer**.

$XH_{m,h}^{BNP}$					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,34	0,52	-1,04	2,80	0,65
9 måneder	0,50	1,03	-1,26	4,79	0,49
1 år	0,69	1,54	-1,91	6,44	0,45
6 måneder					
9 måneder	0,30	0,48	-0,31	1,98	0,63
1 år	0,56	1,01	-0,88	3,98	0,55
9 måneder					
1 år	0,26	0,44	-0,26	1,43	0,64
1 år					
2 år	1,00	1,14	-0,71	4,29	0,88
3 år	2,19	1,84	-0,54	6,93	1,19
4 år	3,33	2,38	-1,12	7,97	1,40
5 år	4,34	2,95	-1,78	10,42	1,47
6 år	5,24	3,57	-2,71	13,40	1,47
7 år	6,02	4,20	-3,73	15,95	1,44
8 år	6,73	4,81	-4,83	18,16	1,40
9 år	7,38	5,42	-5,86	20,13	1,36
10 år	7,99	6,03	-6,65	21,96	1,33
2 år					
3 år	0,65	0,53	-0,66	1,70	1,22
4 år	1,16	1,07	-1,50	3,05	1,08
5 år	2,29	1,52	-1,52	4,67	1,51
6 år	3,08	1,94	-1,66	6,29	1,58
7 år	3,79	2,33	-1,74	7,80	1,62
8 år	4,42	2,70	-1,79	9,17	1,64
9 år	4,99	3,06	-2,04	10,36	1,63
10 år	5,50	3,41	-2,36	11,37	1,61

9.5 Sammenligning av å ri på rentekurven med en kjøp-og-hold-strategi

Vi har sett at strategien med å ri på rentekurven har gitt positive meravkastninger som er signifikant forskjellige fra null for perioden vi har undersøkt. Vi har derimot også sett at dette kommer på bekostning av høyere risiko, målt ved standardavviket til meravkastningen. For å vurdere om strategien med å ri på rentekurven for investor, når vi hensyntar risiko, vil være mer attraktiv enn en kjøp-og-hold-strategi, følger vi samme metode som Grieves et al. (1999), og tar utgangspunkt i investors risikoaversjonskoeffisient. Nærmere bestemt ser vi på for hvilke verdier på risikoaversjonskoeffisienten investor er indifferent mellom å benytte en kjøp-og-hold-strategi og strategien med å ri på rentekurven, både ubetinget og betinget. Vi har benyttet to forskjellige nyttefunksjoner for å foreta denne sammenligningen, en mean-variance nyttefunksjon og en konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon.

9.5.1 Mean-variance nyttefunksjon

I tabell 7 finner vi investors terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten, A , som gjør investor indifferent mellom å ri på rentekurven og å velge en kjøp-og-hold-strategi.

Vi innleder med å se på verdiene for det å ri ubetinget på rentekurven. Her ser vi at de høyeste terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten fremkommer ved å ri på rentekurven over en tremåneders periode. Her ligger A mellom 73,46 og 76,63. Med utgangspunkt i at svært få investorer har en risikoaversjonskoeffisient på over 10, vil det å ri på rentekurven over en tremåneders periode, sammenlignet med en kjøp-og-hold-strategi, være en attraktiv strategi for enhver investor, unntatt de som har svært høy risikoaversjon. For investeringshorisonter på seks og ni måneder ser vi at terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten er avtagende. For en seksmåneders investeringshorisont ligger A mellom 30,15 og 35,81. For en investeringshorisont på ni måneder ligger A på 16,93, når lengden på rideinstrumentet er ett år. Dette samsvarer godt med resultatene til Grieves et al. (1999) fra det amerikanske markedet, som også finner at terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten er synkende med lengden på investeringshorisonten. Vi ser også at investors terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten for en investeringshorisont på ni måneder og et rideinstrument på ett år ligger over 10, og dermed er større enn verdien for risikoaversjonskoeffisienten for en representativ risikoavers investor.

For en investeringshorisont på ett år ser vi at A ligger mellom 20,83 og 36,12. Terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten er stigende når lengden på rideinstrumentet øker fra to til fire år, for deretter å være avtagende. Ved dette knekkpunktet vil ikke den økte avkastningen lenger veie opp for den økte risikoen investor opplever ved å ri på rentekurven.

Tabell 7: Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Ubetinget, RS, 75-persentilen, PS og BNP angir ulike strategier for det å ri på rentekurven. Verdier større enn 10 indikerer at investor normalt sett vil foretrekke å ri på rentekurven, for den aktuelle strategien med tilhørende varigheter på h og m for henholdsvis investeringshorisont og rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi med varighet h . Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Instrumet	A				
	Ubetinget	RS	75-persentilen	PS	BNP
3 måneder					
6 måneder	76,63	87,80	102,97	87,80	87,91
9 måneder	73,46	109,26	180,39	101,18	85,06
1 år	74,48	135,32	191,86	104,20	80,74
6 måneder					
9 måneder	30,15	37,06	43,17	42,56	36,33
1 år	35,81	71,14	90,88	71,14	41,35
9 måneder					
1 år	16,93	23,94	30,54	28,90	22,22
1 år					
2 år	24,43	58,72	445,96	58,72	34,16
3 år	32,85	65,88	381,91	69,08	48,58
4 år	36,12	48,08	277,23	58,36	59,60
5 år	35,27	37,50	200,14	46,11	64,09
6 år	32,30	31,63	139,11	33,63	62,53
7 år	28,84	27,33	102,54	27,75	57,99
8 år	25,67	23,99	78,51	24,04	52,75
9 år	23,01	21,41	58,73	21,42	47,77
10 år	20,83	19,43	46,14	19,42	43,28
2 år					
3 år	17,14	25,59	189,46	27,23	23,55
4 år	20,18	22,65	164,72	22,65	27,63
5 år	27,32	31,70	228,13	31,94	37,36
6 år	27,65	29,18	183,00	29,47	37,90
7 år	26,48	26,53	149,53	26,55	36,91
8 år	24,66	23,91	132,72	20,25	35,30
9 år	22,65	21,52	108,13	21,32	33,47
10 år	20,64	19,36	86,83	19,15	31,55

Vi ser samme utvikling for en investeringshorisont på to år. Terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten varierer her fra 17,14 til 27,65, og vi ser at den er økende for lengden på rideinstrumentet frem til og med seks år. For lengre løpetider på rideinstrumentet er A avtagende. Som vi har sett, har vi for øvrig at terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten, for alle lengder på rideinstrumentet og en investeringshorisont på ett eller to år, er større enn 10. Også her ser det altså ut til at strategien med å ri på rentekurven er mer attraktiv for investor, når vi sammenligner med en passiv kjøp-og-hold-strategi. Funnene over for den ubetingede strategien støttes i stor grad, som vi kan se av tabell 28 i appendiks B, av resultatene fra de statsutstedte nullkuponrentene estimert med utgangspunkt i swapmarkedet. Terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten er grovt sett de samme, men riktignok noe lavere når vi tar utgangspunkt i swapmarkedet.

For positiv rentesikkerhet-strategien ser vi, for en investeringshorisont på under ett år, samme tendens som for den ubetingede strategien, men terskelverdien av risikoaversjonskoeffisientene er høyere. Terskelverdien varierer fra 23,94, for en investeringshorisont på ni måneder og et rideinstrument på ett år, til 135,32, for en investeringshorisont på tre måneder og et rideinstrument på ett år. For en investeringshorisont på ett år ser vi at A varierer fra 19,43 til 65,88. Den høyeste terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten for en investeringshorisont på ett år finner vi for et rideinstrument på tre år. For rideinstrumenter med lengre løpetid er verdien på risikoaversjonskoeffisienten avtagende. Terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten for en investeringshorisont på ett år og rideinstrument på seks år eller lengre er lavere for positiv rentesikkerhet-strategien enn for den ubetingede strategien. Ser vi på en investeringshorisont på to år, ligger verdien av risikoaversjonskoeffisienten mellom 19,36 og 31,70. Den høyeste terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten oppnås for et rideinstrument på fem år. Den laveste verdien oppnås ved bruk av et rideinstrument på ti år. Også her ser vi at A blir mindre enn for den ubetingede strategien når varigheten på rideinstrumentet blir lang, noe som her innebærer åtte år eller mer. Selv om A er lavere for noen tilfeller når vi sammenligner positiv rentesikkerhet-strategien med den ubetingede strategien, ser vi at alle verdiene er over 10. De fleste investorer vil derfor også finne denne strategien attraktiv i forhold til kjøp-og-hold-strategien, når risiko er tatt i betraktning.

75-persentil-strategien gir jevnt over høyere terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten, de varierer fra 30,54 til 445,96, enn den ubetingede strategien og de øvrige betingede strategiene. Dette bekrefter våre tidligere indikasjoner om at 75-persentil-strategien er den mest attraktive strategien, også på et risikjustert grunnlag. Dette uavhengig av varigheten på investeringshorisonten og rideinstrumentet. Likevel er det slik at enkelte kombinasjoner av løpetider ser ut til å være mer attraktive enn andre. Som for de tidligere omtalte strategiene ser vi at for en investeringshorisont på under ett år, så er terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten høyest for en investeringshorisont på tre må-

neder, før den deretter faller når investeringshorisonten øker. Tar vi utgangspunkt i en investeringsperiode på ett år, ser vi at høyeste terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten oppnås ved å benytte et rideinstrument på to år. Etter dette, for økende løpetider på rideinstrumentet, er A synkende. For en investeringshorisont på to år oppnås høyest terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten ved å benytte et rideinstrument på fem år.

Positivt stigningstall-strategien har grovt sett de samme terskelverdiene for risikoaversjonskoeffisientene som positiv rentesikkerhet-strategien, likevel er det noen forskjeller. Vi kan se at terskelverdiene er noe lavere for eksempel for en investeringshorisont på ett år og et rideinstrument på ni måneder og ett år. Terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten er i tillegg noe høyere for en investeringshorisont på ett år og et rideinstrument med varighet på mellom tre og seks år. Foruten disse kombinasjonene, er terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten omtrent de samme for de to betingede strategiene positivt stigningstall og positiv rentesikkerhet.

Når investeringshorisonten er mindre enn ett år, gir BNP-strategien, i likhet med de andre strategiene, høyest terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten for en investeringshorisont på tre måneder, samtidig som at A er avtagende for en investeringshorisont på seks og ni måneder. Sammenlignet med de andre strategiene, kommer BNP-strategien dårligere ut enn de andre betingede strategiene for en investeringshorisont på mindre enn ett år. BNP-strategien kommer likevel bedre ut enn den ubetingede strategien, når vi legger terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten til grunn. For en investeringshorisont på ett år, gir BNP-strategien lavere terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten enn alle de andre betingede strategiene ved bruk av et rideinstrument med løpetid på to eller tre år. Ved bruk av et rideinstrument med løpetid på mer enn tre år, ser vi derimot at BNP-strategien kun gir lavere terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten enn 75-persentil-strategien. Det samme mønsteret kan vi se for en investeringshorisont på to år.

Som vi kan se av tabell 28 i appendiks B bekreftes resultatene over av rentene estimert fra swapmarkedet. Terskelverdiene er i noen tilfeller høyere og i andre tilfeller lavere, men alle verdiene følger de samme trendene som beskrevet over, og alle terskelverdiene er større enn 10.

Det vi kan se fra terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten når en mean-variance nyttefunksjon legges til grunn er at alle terskelverdiene av investors risikoaversjonskoeffisient ligger over 10. Alle strategiene med å ri på rentekurven fremstår derfor, når vi justerer for risiko, som mer attraktive for investor sammenlignet med en kjøp-og-hold-strategi. Vi kan også se at de betingede strategiene positivt stigningstall og positiv rentesikkerhet kommer bedre ut sammenlignet med den ubetingede strategien ved å sammenligne terskelverdiene av investors risikoaversjonskoeffisient enn når vi sammenligner de forskjellige strategiene ved bruk av Sharpe ratioen. Dette gjelder spesielt for investeringshorisonter

på under ett år, men også for investeringshorisonter på ett og to år og ved bruk av rideinstrumenter med kort løpetid. Positiv rentesikkerhet og positivt stigningstall-strategien kommer også bedre ut sammenlignet med BNP-strategien ved å legge resultatene fra mean-variance nyttefunksjonene til grunn i stedet for Sharpe ratioen, også her gjelder dette spesielt for investeringshorisonter på under ett år. Dette kan komme av at vi her benytter en nyttefunksjon som ikke hensyntar at investor vil mislike et tap mer sammenlignet med hvor mye han vil glede seg over en like stor gevinst. Ettersom strategiene positivt stigningstall og positiv rentesikkerhet oftere har negativ avkastning enn BNP, vil dette, som følge av forholdet nevnt ovenfor, kunne medføre at vi får unaturlig høye terskelverdier for positiv rentesikkerhet og positivt stigningstall-strategiene når vi benytter en mean-variance nyttefunksjon.

9.5.2 Konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon

Tabell 8 viser terskelverdiene for investors risikoaversjonskoeffisient med en konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon. Det første vi legger merke til er at terskelverdiene for investors risikoaversjonskoeffisient generelt er høyere ved bruk av denne nyttefunksjonen enn for mean-variance nyttefunksjonen.

For den ubetingede strategien ser vi at alle terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten ligger over 10. Dette indikerer at alle kombinasjoner av investors investeringshorisont og varigheten på rideinstrumentet som benyttes er mer attraktive for investor når vi, på et risikojustert grunnlag, sammenligner med en kjøp-og-hold-strategi. Vi legger spesielt merke til at for en investeringshorisont på under ett år, så fremstår strategien med å ri ubetinget på rentekurven som svært attraktiv, sammenlignet med kjøp-og-hold. Her ligger terskelverdiene av risikoaversjonskoeffisienten fra 329,32 til over 500. For en investeringshorisont på ett år, ser vi at terskelverdien av risikoaversjonskoeffisienten er fallende når løpetiden på rideinstrumentet som benyttes øker. Ved å benytte et rideinstrument med varighet på to år finner vi en terskelverdi på 263,82, og ved å benytte et rideinstrument med løpetid på ti år finner vi en terskelverdi på 24,51. For en investeringshorisont på to år finner vi terskelverdier som varierer mellom 29,46 og 323,61. Høyest terskelverdi oppnås for et rideinstrument med varighet på tre år. For rideinstrument med lengre løpetid er terskelverdien fallende, med unntak av at den øker når løpetiden på rideinstrumentet øker fra fire til fem år.

Positiv rentesikkerhet-strategien gir også relativt høye terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten. Vi ser det samme mønsteret som for den ubetingede strategien for en investeringshorisont på under ett år for hvilke kombinasjoner av lengde investeringshorisont og rideinstrument som gir høyest γ . For en investeringshorisont på ett år eller mer ser vi at positiv rentesikkerhet-strategien gir høyere terskelverdier for risikoaversjonskoeffisienten

Tabell 8: Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Ubetinget, RS, 75-persentilen, PS og BNP angir ulike strategier for det å ri på rentekurven. Verdier større enn 10 indikerer at investor normalt sett vil foretrekke å ri på rentekurven, for den aktuelle strategien med tilhørende varigheter på h og m for henholdsvis investeringshorisont og rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi med varighet h . Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Instrumet	γ				
	Ubetinget	RS	75-persentilen	PS	BNP
3 måneder					
6 måneder	>500	>500	>500	>500	>500
9 måneder	>500	>500	>500	>500	>500
1 år	329,32	479,17	384,35	>500	242,96
6 måneder					
9 måneder	>500	>500	>500	>500	>500
1 år	>500	>500	>500	>500	457,64
9 måneder					
1 år	>500	>500	>500	>500	>500
1 år					
2 år	263,82	>500	>500	>500	>500
3 år	121,41	184,45	>500	189,65	>500
4 år	76,91	90,29	>500	103,51	273,63
5 år	57,05	57,35	>500	75,04	153,75
6 år	45,11	43,87	323,14	48,64	102,01
7 år	37,09	35,87	265,49	36,78	74,95
8 år	31,47	30,35	178,92	30,47	59,22
9 år	27,45	26,44	108,37	26,43	49,52
10 år	24,51	23,64	80,70	23,62	43,36
2 år					
3 år	323,61	>500	>500	>500	392,22
4 år	63,61	64,00	411,60	64,00	108,07
5 år	64,96	65,29	411,60	65,46	138,91
6 år	51,71	51,24	>500	51,61	114,31
7 år	43,73	43,19	>500	43,33	97,03
8 år	37,89	37,30	>500	37,22	85,53
9 år	33,27	32,63	>500	32,57	70,79
10 år	29,46	28,80	>500	28,72	61,54

for rideinstrumenter med forholdsvis kort varighet, sammenlignet med den ubetingede strategien. Men for et rideinstrument med relativt lang løpetid, gir den ubetingede strategien høyere terskelverdier. Knekkpunktet for når den ubetingede strategien gir høyere terskelverdier enn positiv rentesikkerhet-strategien inntreffer når varigheten på rideinstrumentet går fra fem til seks år – både for en investeringshorisont på ett år og for en investeringshorisont på to år. Likevel ser vi at de laveste terskelverdiene for positivt stigningstall-strategien er høyere enn 10. Dette indikerer at selv om strategien kommer noe dårligere ut i forhold til den ubetingede strategien så vil investor, når risiko justeres for, fortsatt finne positiv rentesikkerhet-strategien mer attraktiv enn kjøp-og-hold-strategien.

75-persentil-strategien gir jevnt over forholdsvis høye terskelverdier av investors risikoaversjonskoeffisient. Den laveste terskelverdien finner vi for en investeringshorisont på ett år og et rideinstrument med varighet på ti år, og her er terskelverdien så høy som 80, 70, noe som er langt over verdien på risikoaversjonskoeffisienten til de fleste investorer, som vi legger til grunn at ligger mellom 1 og 10. Vi ser at terskelverdiene til 75-persentil-strategien er lik eller høyere, for alle kombinasjoner av lengde på investeringshorisont og rideinstrument, sammenlignet med tilsvarende kombinasjonener for de andre strategiene.

Positivt stigningstall-strategien gir, som i tilfellet med en mean-variance nyttefunksjon, i all hovedsak like terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient som det positiv rentesikkerhet-strategien gir. For relativt korte investeringshorisonter er de forholdsvis store, men avtar når lengden på både investeringshorisont og rideinstrument øker. Likevel er det slik at størrelsen på alle terskelverdiene tilsier at investor høyst sannsynlig, når risiko tas i betraktning, vil velge å ri på rentekurven i stedet for å benytte en kjøp-og-hold-strategi.

I likhet med de andre strategiene ser vi at også BNP-strategien gir terskelverdier av investors risikoaversjonskoeffisient som er høyere enn 10. Sammenlignet med de andre strategiene ser vi at BNP-strategien gir like eller lavere terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten for en investeringshorisont på under ett år. For investeringsperioder på ett og to år ser vi derimot at BNP-strategien kun gir lavere terskelverdier av risikoaversjonskoeffisienten enn 75-persentil-strategien. Videre ser vi at terskelverdiene typisk avtar med lengden på løpetiden til rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, men også her finnes det enkelte unntak.

Som vi kan se av tabell 29 i appendiks B støttes resultatene over også av rentene estimert fra swapmarkedet. De indikerer de samme trendene for alle de forskjellige strategiene.

Oppsummert finner vi at også her at alle terskelverdiene av investors risikoaversjonskoeffisient ligger over 10, og vi kan igjen se at alle strategiene fremstår som mer attraktive for investor sammenlignet med en kjøp-og-hold-strategi, risiko tatt i betraktning. Den største forskjellen vi kan se på terskelverdien for investors risikoaversjonskoeffisient når vi

sammenligner resultatene fra de ulike nyttefunksjonene er at strategien med å ri på rentekurven jevnt over, justert for risiko, fremstår som mer attraktiv når vi benytter konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon enn ved bruk av mean-variance nyttefunksjon. Også her finner vi at positiv rentesikkerhet og positivt stigningstall-strategiene, ved bruk av konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon og sammenligning mot en kjøp-og-hold-strategi, kommer bedre ut enn når vi benytter Sharpe ratioen som risikojustert sammenligningsgrunnlag mot den ubetingede strategien. I motsetning til for når vi benyttet mean-variance nyttefunksjon ser vi nå at BNP-strategien, særlig for en investeringshorisont på ett eller to år, kommer bedre ut enn strategiene positiv rentesikkerhet og positivt stigningstall. Som vi har vært inne på, kan dette være en følge av at konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjonen hensyntar at investor vanligvis har asymmetrisk risikoaversjon.

9.5.2.1 Test for robusthet

Som vi kan se av tabell 9 og 10, får vi en betydelig variasjon i terskelverdien av investors risikoaversjonskoeffisient når vi deler opp vårt utvalg i fem ulike subutvalg, der utviklingen i styringsrenten har vært relativt stabil innenfor det enkelte subutvalg. For en investeringshorisont på tre måneder og et rideinstrument med en løpetid på ett år ser vi at både A og γ varierer fra å være negativ/ikke definerbar til å være positiv og svært stor. Tilsvarende, riktignok ikke like stor, variasjon finner vi også mellom de ulike subutvalgene for andre kombinasjoner av varighet på investeringshorisont og rideinstrument. Ut fra dette kan det tyde på at investors terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten er tidsavhengig, og i ikke ubetydelig grad avhenger av rentenivået på det aktuelle investeringstidspunktet t og utviklingen i rentenivået fra dette tidspunktet til tidspunkt $t + h$, altså frem til det (ikke forfalte) lange rentepapiret selges.

Påstanden over understøttes når vi tar det enkelte subutvalg, både i tabell 9 og 10, nærmere i betraktning, og ser at variasjonen i terskelverdien av investors risikoaversjonskoeffisient er mye mindre innenfor det enkelte subutvalg enn hva den er mellom de ulike subutvalgene. Likevel er det slik at det også her finnes unntak. I så måte legger vi særlig merke til subutvalg 2, som løper fra og med januar 2004 til og med desember 2005. Dette var en periode med forholdsvis flat utvikling i rentenivået, som vi kan se av figur 7 på side 25. Subutvalg 5 knyttes også til en periode med forholdsvis flat, riktignok noe fallende, utvikling i rentenivået. I motsetning til for subutvalg 2 ser vi her at både A og γ er positive og ligger godt over 10 for alle undersøkte kombinasjoner av varighet på investeringshorisont og rideinstrument. Subutvalg 1 og 4, to perioder hovedsakelig preget av reduksjoner i rentenivået, som skulle tilsi at det å ri på rentekurven blir mer lønnsomt, gir høye verdier av A og γ . Mens for den perioden der rentenivået i all hovedsak var økende, det vil si for subutvalg 3, ser vi at størrelsen på terskelverdien av investors

risikoaversjonskoeffisient er noe blandet med hensyn til om investor, når risiko hensyntas, vil foretrekke å ri på rentekurven eller en kjøp-og-hold-strategi.

Tabell 9: Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon for ulike subutvalg.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Tidspunktene for de ulike subutvalgene er spesifisert i sammenheng med figur 7 på side 25. Verdier større enn 10 indikerer at investor normalt sett vil foretrekke å ri på rentekurven, for den aktuelle strategien med tilhørende varigheter på h og m for henholdsvis investeringshorisont og rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi med varighet h . Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Subutvalg Instrument	A				
	1	2	3	4	5
3 måneder					
1 år	469,24	>500	Negativ	76,00	222,12
6 måneder					
1 år	266,75	>500	4,59	37,51	141,56
9 måneder					
1 år	114,94	>500	12,59	21,11	73,19
1 år					
2 år	186,55	129,42	8,64	48,18	112,04
6 år	188,60	27,49	7,39	120,11	40,72
10 år	123,41	22,53	1,67	55,72	20,70
2 år					
3 år	111,05	Negativ	21,23	77,07	77,77
6 år	276,93	Negativ	22,24	118,07	52,58
10 år	358,39	4,88	16,46	64,14	26,38

Tabell 10: Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon for ulike subutvalg.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Tidspunktene for de ulike subutvalgene er spesifisert i sammenheng med figur 7 på side 25. I tilfeller der det å ri på rentekurven gir en gjennomsnittlig avkastning som er negativ, vil det for en CRRA nyttefunksjon ikke være mulig å løse for investors terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten. Slike tilfeller er her markert med "-". Verdier større enn 10 indikerer at investor normalt sett vil foretrekke å ri på rentekurven, for den aktuelle strategien med tilhørende varigheter på h og m for henholdsvis investeringshorisont og rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi med varighet h . Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Subutvalg Instrument	γ				
	1	2	3	4	5
3 måneder					
1 år	>500	>500	-	168,49	385,20
6 måneder					
1 år	>500	>500	7,56	102,79	>500
9 måneder					
1 år	>500	>500	36,22	126,33	>500
1 år					
2 år	>500	246,69	11,83	>500	259,52
6 år	>500	37,13	8,39	278,97	51,08
10 år	171,14	32,76	1,80	173,54	23,93
2 år					
3 år	310,20	-	28,34	>500	331,10
6 år	310,20	-	29,15	>500	152,67
10 år	310,20	5,31	21,95	>500	56,62

I tabell 11 finner vi terskelverdiene for investors risikoaversjonskoeffisient, regnet ut med både mean-variance nyttefunksjon og konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon, for to subutvalg der rentenivået er omtrent det samme ved begynnelsen og slutten av periodene. Som vi kan se, er disse terskelverdiene for investors risikoaversjonskoeffisient stort sett lavere enn de tilsvarende terskelverdiene når hele utvalgsperioden legges til grunn, men det er noen unntak. For mean-variance nyttefunksjonen får vi høyere terskelverdier for subutvalg I for investeringshorisonter på under ett år. Konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjonen gir høyere terskelverdier for subutvalg I for en investeringshorisont på tre måneder og seks måneder. I motsetning til når vi ser på terskelverdiene for hele perioden, ser vi her at enkelte av terskelverdiene er rundt og under 10. Vi har derfor noen tilfeller

Tabell 11: Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon og konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon for ulike subutvalg.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. γ og A er investors terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten for henholdsvis mean-variance nyttefunksjon og konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon. Tidspunktene for de ulike subutvalgene er spesifisert i sammenheng med figur 7 på side 25. Verdier større enn 10 indikerer at investor normalt sett vil foretrekke å ri på rentekurven, for den aktuelle strategien med tilhørende varigheter på h og m for henholdsvis investeringshorisont og rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi med varighet h . Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Subutvalg Instrumet	γ		A	
	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
3 måneder				
1 år	>500	88,60	180,53	39,57
6 måneder				
1 år	>500	52,31	126,46	17,52
9 måneder				
1 år	>500	81,47	64,49	11,34
1 år				
2 år	72,97	24,12	33,25	10,81
6 år	18,41	19,58	14,91	15,46
10 år	14,72	11,49	11,93	9,80
2 år				
3 år	18,14	16,36	12,60	10,96
6 år	15,43	13,74	12,83	11,49
10 år	14,03	8,63	11,93	7,50

der den gjengse investor ikke vil finne strategien med å ri på rentekurven mer attraktiv enn kjøp-og-hold-strategien, justert for risiko. Likevel ser vi at særlig investeringshorisonter på under ett år fortsatt gir terskelverdier høyere enn 10, og det samme gjelder stort sett for en investeringshorisont på ett år. Det er først for en investeringshorisont på to år at avkastningen ikke lenger oppveier for den økte risikoen investor opplever fra å benytte strategien med å ri på rentekurven.

Det vi altså kan trekke ut fra denne robusthetstesten er at vi må være forsiktige med å stole blindt på estimerte terskelverdier av investors risikoaversjonskoeffisient. Utviklingen i rentenivået for det utvalget som legges til grunn vil kunne ha innvirkning på de terskelverdiene man kommer frem til. Vi finner at det i hovedsak er slik at A og γ kommer ut relativt høyt når rentene faller, mens størrelsen på terskelverdiene er noe mer blandet når rentene har en stigende eller (tilnærmet) flat utvikling. Robusthetstesten indikerer altså at de høye terskelverdiene av investors risikoaversjonskoeffisient vi får ved å legge hele utvalget til grunn muligens er noe unaturlig høye. Likevel er det slik at resultatene våre viser at investor for perioder med både fallende, flat og stigende utvikling i det generelle rentenivået vil, på et risikojustert grunnlag, kunne finne det som mer attraktivt å ri på rentekurven fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi. Om vi går ut fra at investor har en terskelverdi av risikoaversjonskoeffisienten som ikke er større enn 10, finner vi i hele 34 av 36 undersøkte tilfeller, der rentenivået er omtrent det samme ved begynnelsen og slutten av perioden, at investor, når risiko hensyntas, vil foretrekke å ri på rentekurven fremfor en kjøp-og-hold-strategi. Tatt ovenstående i betraktning og det at størrelsene på A og γ er så store som de er når hele utvalget legges til grunn, finner vi ikke grunnlag for å påstå at størrelsene på A og γ , for hele utvalget, ville blitt mindre enn 10, slik at investor heller hadde foretrukket en kjøp-og-hold-strategi fremfor å ri på rentekurven, dersom utviklingen i rentenivået i vårt utvalg verken hadde favorisert strategien med å ri på rentekurven eller en kjøp-og-hold-strategi.

9.6 Implementering

Vi har benyttet estimerte nullkupongrenter for å avgjøre om strategien med å ri på rentekurven er lønnsom. For en investor som ønsker å benytte disse resultatene som grunnlag for investeringsbeslutninger er det noen forhold, blant annet ovenstående, som må hensyntas.

Den første utfordringen en investor vil møte på hvis strategien med å ri på rentekurven skal implementeres er at det ikke til enhver tid nødvendigvis vil være statspapirer med eksakt ønsket tid til forfall tilgjengelig. Som nevnt tidligere utstedes statskasseveksler fire ganger i året og statsobligasjonene med ett eller to års mellomrom slik at det finnes statspapirer med forskjellig løpetid i markedet, men utvalget er begrenset. Investor kan løse dette ved å benytte det statspapiret som har en tid til forfall som ligger nærmest ønsket tid til forfall. Vi har sett at de fleste strategiene gir høyest avkastning i forhold til risiko innenfor et visst intervall for løpetiden på rideinstrumentet. Investor kan ved å benytte et statspapir innenfor dette intervallet som rideinstrument utnytte resultatene vi har kommet frem til for potensielt å bedre sin risikojusterte avkastning.

Litt avhengig av hvor lang investeringshorisont investor har, vil en investor kunne motta kupongutbetalinger i løpet av investeringsperioden. Disse kupongene må igjen investeres

i nye investeringsobjekter, og dette kan påvirke strategiens avkastning. Størrelsen på kupongene på statsobligasjonene har variert noe over perioden vi har sett på. Den laveste og høyeste kupongrenten for perioden vi har undersøkt har vært på henholdsvis 1,75 % og 6,75 % av pålydende. For en gitt avkastning på reinvesteringene, vil altså betydningen for lønnsomheten ved reinvestering av kupongutbetalingene avhenge av størrelsen på kupongene.

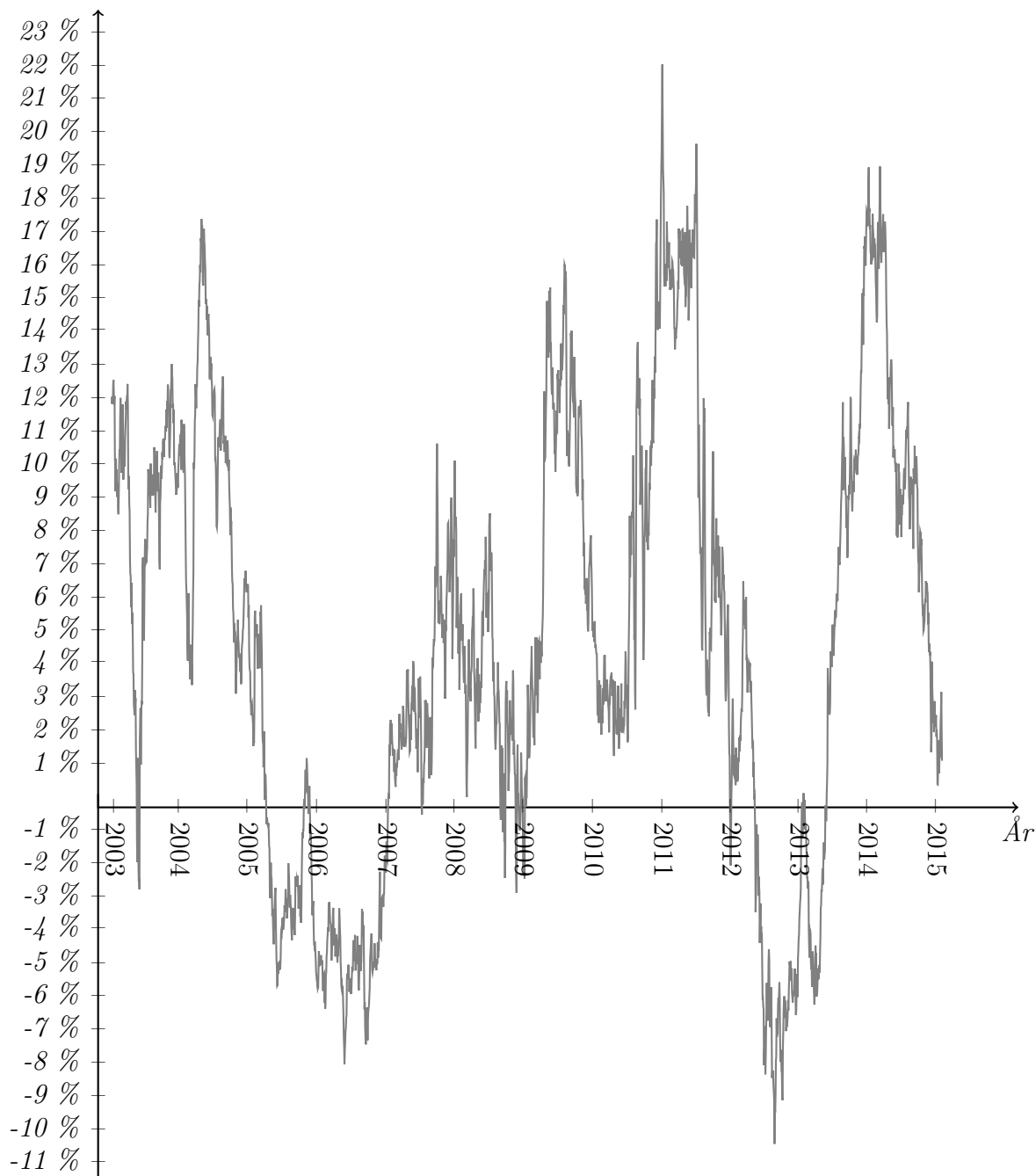
Transaksjonskostnader, som normalt sett vil påløpe ved handel i rentepapirer, vil påvirke strategiens lønnsomhet i negativ retning. Ved en kjøp-og-hold-strategi vil prisene på statspapirene være høyere enn prisene vi har benyttet ettersom vi har benyttet snittet av kjøps- og salgspris, og dette vil føre til lavere effektiv rente. På samme måte som for kjøp-og-hold-strategien, vil prisen på statspapiret investoren investerer i for å ri på rentekurven være høyere enn prisene vi har benyttet. I tillegg vil prisen statspapiret reelt kan selges for være lavere enn midtkursen som vi har benyttet som salgspris. Ettersom det norske markedet for statspapirer er relativt lite likvid vil denne spreaden kunne være av en betydelig størrelse, og således redusere lønnsomheten ved å ri på rentekurven. Samtidig vil den tidligere omtalte primærhandleravtalen hindre spreaden fra å bli veldig stor, ettersom denne avtalen begrenser hvor stor spread primærhandlerne kan tilby mellom kjøps- og salgskurs.

9.7 Lønnsomhet avhengig av investeringstidspunkt?

I figur 8 presenteres de annualiserte meravkastningene fra å ta beslutningen om å ri ubetinget på rentekurven, fra begynnelsen av 2003 til begynnelsen på 2015, med en tiårig nullkupongobligasjon over ett år. Som vi kan se, er det enkelte perioder som har vært mer lønnsomme enn andre. Eksempelvis var midten av 2004 og store deler av 2009 og 2011 perioder der strategien gjorde det svært godt, målt opp i mot en kjøp-og-hold-strategi. 2005, 2006 og 2012 er år som skiller seg ut i motsatt retning, der strategien gjorde det relativt sett en god del dårligere enn en kjøp-og-hold-strategi. Et tilsvarende mønster, der det er enkelte perioder som skiller seg ut i positiv og negativ retning, finner vi også for de betingede strategiene samt for øvrige lengder på perioden man rir på rentekurven og for løpetiden på rideinstrumentet. For de betingede strategiene har variasjonen, særlig for BNP og 75-persentilen, riktignok vært en god del mindre, noe som i og for seg også er hensikten med de betingede strategiene – man ønsker å finne tidspunkt der det å ri på rentekurven kan være særlig gunstig. Likevel kan det altså se ut til at det kan eksistere andre og mer grunnleggende faktorer og forhold enn de vi hittil har sett på i analysen som kan være med på å forklare hvorfor strategien med å ri på rentekurven har vært mer og mindre lønnsom for enkelte tidspunkt.

Sett i et historisk perspektiv, har økonomien vært relativt turbulent i perioden vi har ana-

Meravkastning



Figur 8: Annualisert meravkastning fra det å ri ubetinget på rentekurven over 1 år med et 10-års rentepapir.

lysert, med blant annet finanskrisen i store deler av verden og gjeldskrisen hos flere sentrale europeiske aktører. Det norske markedet har i mindre grad vært direkte rammet av disse hendelsene, men i større grad indirekte gjennom et relativt lite marked som avhenger av internasjonale hendelser samt rammede handelspartnere. Av figur 8 ser vi en tendens til at meravkastningene stabiliserer seg på et visst nivå, før de relativt brått skifter til et nytt nivå og stabiliserer seg der. Vi kan eksempelvis se at fra og med finanskrisens virkelige inntog mot slutten av 2008 og frem til begynnelsen på 2012, så ga det å ri på rentekurven

en stabil positiv meravkastning. Finanskrisen tvang mange av verdens sentralbanker, inklusive den norske (Norges Bank, 2016c), til å foreta gjentagende reduksjoner i rentene. Som vi har vært inne på, vil det underveis når vi rir på rentekurven være ugunstig om vi får et positivt skift i rentekurven, mens et negativt skift vil øke avkastningene fra strategien. Et relevant spørsmål i så måte er om perioden vi har analysert, med flere store internasjonale økonomiske hendelser og påfølgende kutt i rentene, i et makroøkonomisk perspektiv har vært særlig gunstig med hensyn til det å ri på rentekurven, og således kan være en forklaring bak de lovende funnene vi har gjort for strategien. S. Ang et al. (1998) mener at det kan være tilfellet, og at resultatene fra strategien i stor grad kan tilskrives regjerende økonomiske forhold på tidspunktet investeringsbeslutningen tas, og i mindre grad formen på rentekurven – som flere av våre betingede strategier avhenger av.

En annen mulig forklaring bak de tidsvarierende meravkastningene vi har sett, kan ligge i den tidligere forklarte markedssegmenteringshypotesen. Under markedssegmenteringshypotesen antar vi at rentekurven, avhengig av rentenes løpetider, deles opp i flere uavhengige segmenter, og rentekurven etableres som følge likevekter mellom tilbud og etterspørsel etter de ulike løpetidene. Noen markedsaktører kan ha særlige preferanser for enkelte løpetider. Tidligere eksemplifiserte vi dette gjennom det som i Myklebust (2005) omtales som at bedrifter ofte handler i rentepapirer med løpetider på ett år eller mindre av cash management-hensyn. Dette kan altså medføre et etterspørselspress i den korte enden av rentekurven, og således drive prisen og den effektive renten på de korte rentepapirene henholdsvis oppover og nedover. Som en forlengelse av dette, fremheves det i Hein (2003) at prisdannelsen i det norske markedet, tidvis, særlig vil kunne påvirkes av at blant annet livsforsikringsselskaper og pensjonskasser har insentiver til å investere i statspapirer som følge av reguleringer samt at et mer internasjonalt integrert marked har økt verdien av norske statspapirer hos internasjonale investorer som en diversifikasjonsmulighet. Hein (2003) påpeker i tillegg at de nevnte aktører, i perioder, vil kunne være lite prisfølsomme, og tilsvarende ha høy betalingsvillighet for norske statspapirer. Om etterspørselen blant disse er forholdsvis homogen, det vil si at de etterspør de samme løpetidene, vil det være nok et argument for etterspørselspress innenfor enkelte segmenter av rentekurven, og dermed tilsvarende følger som forklart ovenfor. I samsvar med markedssegmenteringshypotesen, er det altså ikke urimelig å gå ut i fra at det i perioder kan oppstå etterspørselspress, for enkelte løpetider, som gjør det å ri på rentekurven mer og mindre lønnsomt. Mer lønnsomt når etterspørselen på tidspunkt som samsvarer med når investeringsbeslutningen tas og underveis når man rir på rentekurven rettes mot løpetider tilsvarende henholdsvis investeringshorisonten og gjenværende tid til forfall etter investeringshorisonten for rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Og mindre lønnsomt når etterspørselen, på samme tidspunkt som investeringsbeslutningen tas, rettes mot løpetider tilsvarende rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven.

10 Konklusjon

I denne oppgaven har vi forsøkt å besvare spørsmålet om den aktive investeringsstrategien med å ri rentekurven, i markedet for norske statspapirer, er en lønnsom strategi. Vårt umiddelbare svar på problemstillingen er at strategien fremstår som svært attraktiv, når vi sammenligner med en tradisjonell kjøp-og-hold-strategi. I tilknytning til dette finner vi, som blant annet Campbell og Shiller (1991) og Sarno et al. (2007), at den rene forventningshypotesen, som sier at investeringer i rentepapirer som kun er forskjellig med hensyn til løpetid skal gi lik forventet avkastning over samme investeringshorisont, ikke holder.

Nærmere bestemt har vi analysert en periode som strekker seg fra begynnelsen av 2003 til begynnelsen på 2016. Vi finner at alle strategiene, både den ubetingede og de betingede, gir positive gjennomsnittlige meravkastninger. Minste og største annualiserte gjennomsnittlige meravkastning er henholdsvis 0,10 og 7,99 prosentpoeng. Løpetiden på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven ser ut til å være avgjørende for meravkastningene. Som Bieri og Chincarini (2005) finner vi en klar tendens til at meravkastningene øker med løpetiden på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, noe som er i tråd med den rasjonelle forventningshypotesen og løpetidspremiehypotesen om at det eksisterer en (tidsvarierende) løpetidspremie som øker med varigheten på rentepapirene. Som en forlengelse av dette argumentet finner vi også at meravkastningene avtar når perioden man rir på rentekurven øker fra ett til to år.

De økte meravkastningene ser derimot ut til å sammenfalle med høyere standardavvik. Tendensen er derimot slik at relativt til meravkastningene, så er standardavvikene innledningsvis økende med løpetiden på instrumentet som benyttes til å ri på rentekurven, før de etter hvert stabiliserer seg, og til slutt avtar. En følge av dette er at det risikjusterte målet vi har benyttet for å sammenligne mellom meravkastningene, Sharpe ratioen, i hovedsak er høyest når løpetiden på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven ligger i området 5-7 år. Den høyeste Sharpe ratioen, på 3,16, finner vi ved å ri på rentekurven over to år med en femårig nullkuponobligasjon når vi følger den betingede strategien 75-persentilen, mens laveste tilsvarende verdi, på 0,31, finner vi ved å ri på rentekurven over tre måneder med et rentepapir som har en varighet på ett år når vi følger den ubetingede strategien. Det er altså betydelig variasjon i de risikjusterte meravkastningene.

Blant de betingede strategiene vi har undersøkt, er det slik at strategiene vi har kalt positiv rentesikkerhet og positivt stigningstall i begrenset grad har noe for seg, når vi sammenligner med det å ri på rentekurven ubetinget. Strategiene BNP og 75-persentilen ser derimot ut til å kunne øke meravkastningene ytterligere. Ved anvendelse av disse strategiene ser det også ut til at vi får en reduksjon i spredningen, herunder standardavvikene.

Vi anser dette for å være et relativt unikt funn, da det sjelden kan observeres i finansielle data at avkastningene øker samtidig som at volatiliteten avtar. Funnets betydning forsterkes når vi tar i betraktning at strategiene beror på forutsetninger som i aller høyeste grad strider med Eugene F. Famas veletablerte hypotese om effisiente markeder (Fama, 1970). Nedsiden ved disse strategiene er at antall ganger man faktisk rir på rentekurven reduseres betraktelig, sammenlignet med om man hadde ridd ubetinget på rentekurven. Eksempelvis forekommer det ikke veldig ofte at sesongjustert kvartalsvis BNP-vekst er negativ. Som vi har vært inne på, er det altså ikke nødvendigvis slik at disse betingede strategiene, som kan fremstå som svært attraktive, vil gi høyere akkumulerte meravkastninger enn det den ubetingede strategien vil gi.

Den risikojusterte sammenligningen mellom å ri på rentekurven og det å følge en kjøp-og-hold-strategi, som tar utgangspunkt i investors risikoaversjonskoeffisient, viser i stor grad det samme mønsteret som vi fant for sammenligningen mellom de betingede strategiene og den ubetingede. Strategiene positiv rentesikkerhet og positivt stigningstall kommer riktignok noe bedre ut, men som vi har vært inne på, kan dette, for mean-variance nyttefunksjonen, være en følge av at vi har benyttet en nyttefunksjon som ikke hensyntar det at investor vanligvis vil mislike et tap mer enn hvor mye han verdsetter en like stor gevinst. I likhet med Grieves et al. (1999) finner vi at for investeringshorisonter på mindre enn ett år, så er det kun de mest risikoaverse investorene som vil foretrekke en kjøp-og-hold-strategi fremfor det å ri på rentekurven. For en investeringshorisont på ett eller to år, er det også slik at det i all hovedsak kun er de mest risikoaverse investorene som ikke vil foretrekke det å ri på rentekurven, uavhengig av om man hadde valgt den ubetingede strategien eller en av de betingede. Likevel er det en tendens til at terskelverdiene for investors risikoaversjonskoeffisient faller når varigheten på rentepapirene som benyttes til å ri på rentekurven øker.

Det å ri på rentekurven i markedet for norske statspapirer fremstår altså her som en lønnsom strategi. Enkelte betingede strategier ser ut til å kunne øke meravkastningene ytterligere, også når man justerer for risiko. Det man i og for seg må være oppmerksom på er at strategien vil kunne ha enkelte implementeringsproblemer i det som er et noe begrenset norsk marked, samt at regjerende forhold i økonomien for vår undersøkelsesperiode kan ha gjort at strategien fremstår som mer lønnsom enn hva den egentlig er. Transaksjonskostnader, herunder vide spredder mellom kjøps- og salgskurs, vil kunne påvirke meravkastningen i negativ retning.

Referanser

- Ang, A. (2014). *Asset management: A systematic approach to factor investing*. Oxford University Press (UK).
- Ang, S., Alles, L. og Allen, D. (1998). Riding the yield curve: An analysis of international evidence (digest summary). *Journal of Fixed Income*, 8(3), 57–74.
- Bank for International Settlements. (2005). *Zero-coupon yield curves: technical documentation* (Teknisk rapport). Paper No. 25, Bank of International Settlement.
- Bank for International Settlements. (2016, 29. februar). *Summary of debt securities outstanding*. Hentet 3. mai 2016 fra <http://stats.bis.org/statx/srs/table/c16>
- Bieri, D.S. og Chincarini, L.B. (2005). Riding the yield curve: a variety of strategies. *The Journal of Fixed Income*, 15(2), 6–35.
- Bliss, R.R. (1996). *Testing term structure estimation methods* (Teknisk rapport). Working paper, Federal Reserve Bank of Atlanta.
- Bodie, Z., Kane, A. og Marcus, A. (2001). *Investments, 5th edition*. UK, McGraw-Hill.
- Brooks, C. (2014). *Introductory econometrics for finance*. Cambridge university press.
- Campbell, J.Y. og Shiller, R.J. (1991). Yield spreads and interest rate movements: A bird's eye view. *The Review of Economic Studies*, 58(3), 495–514.
- Carmona, R. og Tehranchi, M.R. (2007). *Interest rate models: an infinite dimensional stochastic analysis perspective*. Springer Science & Business Media.
- Choudhry, M. (2011). *Analyzing and interpreting the yield curve*. Wiley Online Library.
- Chua, C.T., Koh, W.T. og Ramaswamy, K. (2006). Profiting from mean-reverting yield curve trading strategies. *The Journal of Fixed Income*, 15(4), 20.
- Cochrane, J. og Piazzesi, M. (2005). Bond risk premia. *American Economic Review*, 95(1), 138–160.
- Dyl, E.A. og Joehnk, M.D. (1981). Riding the yield curve: does it work? *The journal of portfolio management*, 7(3), 13–17.
- Fabozzi, F.J. og Mann, S.V. (2010). *Introduction to fixed income analytics: Relative value analysis, risk measures and valuation* (vol. 191). John Wiley & Sons.
- Fabozzi, F.J. og Mann, S.V. (2012). *The handbook of fixed income securities*. McGraw Hill Professional.

- Fama, E.F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
- Fama, E.F. og Bliss, R.R. (1987). The information in long-maturity forward rates. *The American Economic Review*, 680–692.
- Finans Norge. (Ukjent årstall). Nibor. Hentet 3. mai 2016 fra <https://www.finansnorge.no/tema/nibor-nowa-indikative-deporenter/nibor/>
- Fisher, I. (1896). *Appreciation and interest: A study of the influence of monetary appreciation and depreciation on the rate of interest with applications to the bimetallic controversy and the theory of interest* (vol. 11) (nr. 4). American economic association.
- Gilli, M., Große, S. og Schumann, E. (2010). Calibrating the nelson-siegel-svensson model. Available at SSRN 1676747.
- Grievies, R., Mann, S.V., Marcus, A.J. og Ramanlal, P. (1999). Riding the bill curve. *The Journal of Portfolio Management*, 25(3), 74–82.
- Grievies, R. og Marcus, A.J. (1992). Riding the yield curve: reprise. *The Journal of Portfolio Management*, 18(4), 67–76.
- Haug, E.G. (1995). *Otc rentederivater*. Derivatet.
- Hein, J. (2003). Likviditet og knapphet i det norske statsobligasjonsmarkedet. *Penger og Kreditt*(2/2003), 101–109.
- Kloster, A. (2000). Beregning og tolking av renteforventninger. *Penger og Kreditt*(1/2000), 29–36.
- Mann, S.V. og Ramanlal, P. (1997). The relative performance of yield curve strategies. *The Journal of Portfolio Management*, 23(4), 64–70.
- McCulloch, J.H. (1971). Measuring the term structure of interest rates. *The Journal of Business*, 44(1), 19–31.
- Myklebust, G. (2005). *Documentation of the method used by Norges bank for estimating implied forward rates* (Teknisk rapport). Staff Memo.
- Nelson, C.R. og Siegel, A.F. (1987). Parsimonious modeling of yield curves. *Journal of business*, 473–489.
- Newey, W.K. og West, K.D. (1986). *A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelationconsistent covariance matrix*. National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.

- Newey, W.K. og West, K.D. (1994). Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *The Review of Economic Studies*, 61(4), 631–653.
- NFF. (2015). *Anbefaling til konvensjoner for det norske sertifikat- og obligasjonsmarkedet* (Teknisk rapport). Versjon 3.0, Norske Finansanalytikerens Forening.
- Norges Bank. (2011). *Beregning av rente på statsobligasjoner*. Hentet februar 2016 fra <http://www.norges-bank.no/Statistikk/Rentestatistikk/Statsobligasjoner-Rente-Daglige-noteringer/Om-beregning-av-rente-pa-statsobligasjoner/>
- Norges Bank. (2015a). Primærhandleravtale for norske statskasseveksler i kalenderåret 2016. *Statsgjeldsforvaltningen*.
- Norges Bank. (2015b). Primærhandleravtale for norske statsobligasjoner i kalenderåret 2016. *Statsgjeldsforvaltningen*.
- Norges Bank. (2016a). *Annenhåndsmarkedet*. Hentet mars 2016 fra <http://www.norges-bank.no/Bank-og-marked/Statsgjeld/Annenhåndsmarkedet/>
- Norges Bank. (2016b). Pengepolitisk rapport med vurdering av finansiell stabilitet 1/16. *Pengepolitisk rapport*(1/2016), 23.
- Norges Bank. (2016c, april). *STYRINGSRENTEN MÅNEDSGJENNOMSNIITT*. Hentet 5. mai 2016 fra <http://www.norges-bank.no/Statistikk/Rentestatistikk/Styringsrente-manedlig/>
- Pelaez, R.F. (1997). Riding the yield curve: Term premiums and excess returns. *Review of Financial Economics*, 6(1), 113–119.
- Sarno, L., Thornton, D.L. og Valente, G. (2007). The empirical failure of the expectations hypothesis of the term structure of bond yields. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 42(01), 81–100.
- Sharpe, W.F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of business*, 39(1), 119–138.
- Shiller, R.J. og McCulloch, J.H. (1987). *The term structure of interest rates*. National Bureau of Economic Research Cambridge, Mass., USA.
- Svensson, L.E. (1994). *Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994* (Teknisk rapport). National Bureau of Economic Research.
- Trading Economics. (2016, 4. mai). *Norway | Credit Rating*. Hentet 4. mai 2016 fra <http://www.tradingeconomics.com/norway/rating>
- Valseth, S. (2003). Renteforventninger og betydningen av løpetidspremier. *Penger og Kreditt*(1/2003), 41–47.

Weil, R.L. (1973). Macaulay's duration: An appreciation. *The Journal of Business*, 46(4), 589–592.

A Estimering av rentekurven

Nullkupongrentene er estimert fra observerte priser på statskasseveksler og statsobligasjoner, og vi får dermed rentekurver som ikke er påvirket av kupongeffekten, noe rentene Norges Bank legger ut på sine hjemmesider er. Vi benytter Nelson-Siegel metoden med en utvidelse fra Svensson, en metode benyttet av flere sentralbanker (Bank for International Settlements, 2005) for å estimere renter med ulik tid til forfall.

A.1 Nelson-Siegel-Svensson metoden

Vi begynner med å se på noen viktige sammenhenger, hentet fra Svensson (1994), som modellen bygger på. Vi antar kontinuerlig forrentende renter.

A.1.1 Sammenhengen mellom spotrenter, diskonteringsfaktor og terminrenter

Vi lar $i_{t,T}$ (i prosent) være den kontinuerlig forrentede spotrenten for en nullkupongobligasjon handlet på tidspunkt t med forfall på tidspunkt $T > t$. Vi lar videre $m = T - t$ være tid til forfall. Vi lar $d_{t,T}$ være diskonteringsfunksjonen. Denne gir oss prisen på en nullkupongsobligasjon som betaler 1 krone på tidspunkt T . Vi ser videre på sammenhengen mellom spotrenten og diskonteringsfunksjonen

$$d_{t,T} = e^{\left(-\frac{i_{t,T}}{100}(T-t)\right)}. \quad (37)$$

Ved å benytte diskonteringsfunksjonen kan vi finne prisen på en obligasjon som betaler kuponger. Vi tar utgangspunktet i en statsobligasjon som har en hovedstol på 1000 og som betaler kuponger, c , årlig. Vi ser på et eksempel der tid til forfall er et heltall. Vi lar tid til forfall være m , og tid til kupongutbetalinger være $k, k = 1, 2, \dots, m$. Vi kan da skrive prisen på obligasjonen på tidspunkt t , $P_{t,t+m}$, som

$$P_{t,t+m} = \sum_{k=1}^m cd_{t,t+k} + 100d_{t,t+m}. \quad (38)$$

Videre ser vi på terminrenten for å kunne utlede funksjonen for spotrenten. Vi lar $f_{t,t',T}$ (målt i prosent) være den kontinuerlig forrentede impliserte terminrenten på en terminkontrakt fastsatt på tidspunkt t for en investering som begynner på tidspunkt $t' > t$ og som forfaller på tidspunkt $T > t'$. Vi får da følgende sammenheng mellom terminrenten og spotrenten

$$f_{t,t',T} = \frac{(T-t)i_{t,T} - (t'-t)i_{t,t'}}{T-t'}. \quad (39)$$

Vi definerer så den umiddelbare terminrenten som renten på en terminkontrakt med uendelig liten investeringsperiode etter oppgjørsdagen

$$f_{t,t'} = \lim_{T \rightarrow t'} f_{t,t',T}. \quad (40)$$

I praksis kan en terminkontrakt på overnattenrenter benyttes. Vi har videre at for en terminkontrakt med $T > t'$, så vil renten være gjennomsnittet av den umiddelbare terminrenten mellom t' og T

$$f_{t,t',T} = \frac{\int_{\tau=t'}^T f_{t,\tau} d\tau}{T-t'}. \quad (41)$$

Videre har vi at spotrenten er snittet av de umiddelbare terminkontraktene fra tidspunkt t til T

$$i_{t,T} = \frac{\int_{\tau=t}^T f_{t,\tau} d\tau}{T-t}. \quad (42)$$

A.1.2 Estimering av spotrente

Estimeringen av spotrenter følger i utgangspunktet McCulloch (1971) ved at det for hver handelsdag tilpasses en diskonteringsfunksjon til prisen på statskasseveksler og statsobligasjoner. I tillegg benytter vi en utvidelse av funksjonsformen til Nelson og Siegel (1987) i stedet for McCulloch sin originale cubic spline tilnærming.

Nelson og Siegel (1987) antar at den umiddelbare terminrenten er løsningen på en andre ordens differensiallikning med to like røtter. Vi forenkler notasjonen ved å la f_m være den umiddelbare terminrenten $f_{t,t+m}$ med tid til oppgjørsdagen lik m . Da kan vi skrive Nelson og Siegel sin terminrentefunksjon som

$$f_{m;b} = \beta_0 + \beta_1 e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)} + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)}, \quad (43)$$

hvor $b = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1)$ er en vektor av parametere.

Av uttrykket over kan vi se at terminrenten avhenger av tre komponenter. Den første er en konstant, β_0 , den andre er et eksponentielt ledd $\beta_1 e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)}$, hvis β_1 er positiv avtar komponenten monotont mot null når tid til oppgjørsdagen øker, og hvis β_1 er negativ øker

komponenten monotont mot null når tid til oppgjørsdagen øker. Den tredje komponenten skaper en hump-form som en funksjon av tid til oppgjørsdagen, $\beta_2 \frac{m}{\tau_1} e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)}$. Når tid til oppgjørsdagen går mot uendelig vil terminrenten gå mot konstanten β_0 , og når tid til oppgjørsdagen går mot null, går terminrenten mot konstanten $\beta_0 + \beta_1$.

For å øke fleksibiliteten og forbedre tilpasningen til rentekurven, vil vi benytte en utvidelse foreslått av Svensson (1994) som legger til et nytt ledd i funksjonen. Dette er et nytt hump-ledd, $\beta_3 \frac{m}{\tau_2} e^{\left(-\frac{m}{\tau_2}\right)}$, med to nye parameter, β_3 og τ_2 . Funksjonen blir nå

$$f_{m;b} = \beta_0 + \beta_1 e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)} + \beta_2 \frac{m}{\tau_1} e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)} + \beta_3 \frac{m}{\tau_2} e^{\left(-\frac{m}{\tau_2}\right)}, \quad (44)$$

hvor $b = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \tau_1, \tau_2)$.

Spotrenten kan utledes ved å integrere terminrenten som i likning (42). Om vi lar $i(m)$ være spotrenten $i(t, t + m)$ med tid til forfall lik m , for en gitt handelsdag, vil spotrenten da være gitt ved

$$i_{m;b} = \beta_0 + \beta_1 \frac{1 - e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)}}{\frac{m}{\tau_1}} + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)}}{\frac{m}{\tau_1}} - e^{\left(-\frac{m}{\tau_1}\right)} \right) + \beta_3 \left(\frac{1 - e^{\left(-\frac{m}{\tau_2}\right)}}{\frac{m}{\tau_2}} - e^{\left(-\frac{m}{\tau_2}\right)} \right). \quad (45)$$

Diskonteringsfunksjonen er da gitt som

$$d_{m;b} = e^{\left(-\frac{i_{m;b}}{100} m\right)}. \quad (46)$$

Diskonteringsfunksjonen estimeres for hver handelsdag ved å minimere enten det kvadrerte avviket mellom virkelig pris og estimert pris, eller det kvadrerte avviket mellom virkelig internrente og estimert internrente. Vi minimerer avviket mellom virkelig pris og estimert pris for å finne verdiene på parametrene.

Det å fokusere på avvik i prisen for å finne spotrenten kan føre til problemer. For å forstå dette problemet kan vi ta utgangspunkt i durasjonen til obligasjonene. Vi kan da se at en endring i renten på en kort obligasjon vil gi mye mindre endring i prisen på obligasjonen enn en tilsvarende endring i renten for en obligasjon med lengre løpetid. Vi benytter en teknikk som legger større vekt på det kvadrerte avviket til obligasjonene med kort løpetid enn obligasjonene med lengre løpetid for å korrigere for dette problemet. Dette gjøres ved å vekte hver obligasjon med en verdi tilsvarende den inverse av dens durasjon

$$w_i = \frac{\frac{1}{D_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i}}, \quad (47)$$

der D_i er Macaulay durasjonen for den i -ende obligasjonen og n er antall obligasjoner utsted på det aktuelle tidspunktet (Bliss, 1996).

Siden funksjonen i likning (45) er ikke-lineær i tauene vil dette kunne føre til problemer ved estimering av parameterverdiene. Grunnen til dette er at det vil være flere lokale minimumspunkter i tillegg til det globale minimumspunktet. Det er derfor egentlig ønskelig å estimere parameterne ved å benytte alle mulige kombinasjoner av startverdier på parameterne, men dette vil føre til en svært tidskrevende prosess. Ved for eksempel 5 unike startverdier og 6 unike parametere vil det være 15 625 mulige sett av startverdier for parameterne. Vi har prøvd å løse dette ved å benytte de samme begrensningene på hvilke startverdier parametrene kan ta som Gilli, Große og Schumann (2010) gjør. Videre har vi kjørt estimeringen ved å benytte 100 sett av startverdier der startverdiene er generert tilfeldig innenfor for begrensningene vi har satt, og deretter valgt den startverdien som gir den lavest summen av kvadrerte avvik for den aktuelle dato.

I likehet med flere sentralbanker har vi valgt å utelate statskasseveksler og -obligasjoner med kort tid igjen til forfall ved estimeringen av parametrene (Bank for International Settlements, 2005). Grunnen til å gjøre dette er at mange statspapirer med kort tid igjen til forfall vil kunne ha likviditetsproblemer (Carmona og Tehranchi, 2007), noe som gjør at prisen påvirkes mer av tilbud og etterspørsel enn den reflekterer markedsrenten. Vi har valgt å utelate statskasseveksler som har mindre enn én måned igjen til forfall og statsobligasjoner med mindre enn et halvt år igjen til forfall på den aktuelle dagen vi estimerer parametrene i modellen.

Etter vi har funnet verdiene på parametrene som minimerer summen av de kvadrerte avvikene kan vi finne de kontinuerlig forrentende spotrentene for alle løpetidene vi skulle ønske. Til slutt endrer vi rentene fra kontinuerlig forrentede renter til årlige forrentede renter

$$i_{m;b}^a = 100 \left[e^{\frac{i_{m;b}}{100}} - 1 \right], \quad (48)$$

der $i_{m;b}^a$ er årlig forrentet rente.

B Tabeller

Tabell 12: Deskriptiv statistikk for nullkuponrenter.

De ulike løpetidene for instrumentene angir varigheten på nullkuponrentene. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av rentene for perioden 07.04.2003 – 30.12.2015. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosent. Estimerte renter er basert på data fra **swapmarkedet**.

<i>Deskriptiv statistikk</i>					
Instrument	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Antall observasjoner
3 måneder	2,37	1,37	0,53	7,10	2947
6 måneder	2,45	1,41	0,49	7,05	2947
1 år	2,50	1,39	0,47	6,08	2947
2 år	2,58	1,35	0,46	5,88	2947
3 år	2,70	1,31	0,49	5,68	2947
4 år	2,85	1,27	0,60	5,51	2947
5 år	2,99	1,23	0,73	5,38	2947
6 år	3,12	1,20	0,87	5,31	2947
7 år	3,23	1,16	1,00	5,38	2947
8 år	3,32	1,13	1,12	5,44	2947
9 år	3,41	1,10	1,22	5,49	2947
10 år	3,47	1,08	1,30	5,53	2947

Tabell 13: Meravkastning fra det å ri på rentekurven ubetinget.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	$XH_{m,h}$				
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,23	0,54	-0,80	5,02	0,42
6 måneder					
1 år	0,19	0,80	-1,85	4,26	0,23
1 år					
2 år	0,36	1,05	-1,28	4,58	0,34
3 år	0,92	1,90	-2,45	7,47	0,49
4 år	1,53	2,65	-3,45	8,74	0,58
5 år	2,09	3,38	-4,34	9,18	0,62
6 år	2,57	4,11	-5,12	11,18	0,63
7 år	3,00	4,81	-6,18	12,94	0,62
8 år	3,38	5,48	-7,16	14,88	0,62
9 år	3,71	6,13	-8,01	16,72	0,61
10 år	4,02	6,75	-8,73	18,64	0,60
2 år					
3 år	0,55	0,70	-0,88	2,27	0,79
4 år	1,06	1,27	-1,96	3,59	0,83
5 år	1,64	1,76	-2,69	4,67	0,93
6 år	2,16	2,21	-3,25	6,13	0,98
7 år	2,60	2,63	-3,72	7,36	0,99
8 år	2,98	3,04	-4,15	8,43	0,98
9 år	3,31	3,45	-4,57	9,42	0,96
10 år	3,59	3,85	-4,99	10,46	0,93

Tabell 14: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{RS}$				
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,20	0,48	-0,80	5,02	0,41
6 måneder					
1 år	0,17	0,58	-0,89	4,26	0,29
1 år					
2 år	0,21	0,78	-1,24	2,29	0,27
3 år	0,76	1,61	-2,45	4,20	0,47
4 år	1,32	2,47	-3,45	6,74	0,54
5 år	1,80	3,37	-4,34	9,18	0,53
6 år	2,33	4,22	-5,12	11,18	0,55
7 år	2,81	5,03	-6,18	12,94	0,56
8 år	3,24	5,79	-7,16	14,88	0,56
9 år	3,64	6,50	-8,01	16,72	0,56
10 år	4,01	7,17	-8,73	18,64	0,56
2 år					
3 år	0,65	0,77	-0,88	2,27	0,84
4 år	0,87	1,27	-1,96	3,59	0,87
5 år	1,38	1,82	-2,69	4,67	0,76
6 år	1,92	2,33	-3,25	6,13	0,83
7 år	2,40	2,78	-3,72	7,36	0,87
8 år	2,81	3,22	-4,15	8,43	0,87
9 år	3,18	3,65	-4,57	9,42	0,87
10 år	3,50	4,11	-4,99	10,46	0,85

Tabell 15: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **swapmarkedet**.

$XH_{m,h}^{75\text{-persentilen}}$					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,27	0,37	-0,80	4,30	0,73
6 måneder					
1 år	0,19	0,34	-0,81	1,74	0,57
1 år					
2 år	0,63	0,31	0,01	1,23	2,04
3 år	1,60	0,93	-0,72	3,44	1,71
4 år	2,67	1,65	-1,29	6,00	1,62
5 år	3,80	2,48	-1,97	8,44	1,53
6 år	4,82	3,30	-2,61	10,60	1,46
7 år	5,83	4,06	-3,23	12,43	1,43
8 år	6,72	4,66	-3,88	14,01	1,44
9 år	7,45	5,24	-4,57	15,40	1,42
10 år	7,68	6,03	-5,49	17,06	1,28
2 år					
3 år	0,96	0,46	0,02	1,90	2,07
4 år	1,56	0,53	0,63	2,92	2,97
5 år	2,43	0,83	0,90	4,48	2,93
6 år	3,13	1,11	0,96	5,47	2,81
7 år	3,76	1,43	0,91	6,53	2,62
8 år	4,29	1,77	0,83	7,41	2,43
9 år	4,83	2,09	0,74	8,35	2,31
10 år	5,60	2,47	0,68	10,16	2,27

Tabell 16: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{\text{Positivt stigningstall}}$				
	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,20	0,48	-0,80	5,02	0,41
6 måneder					
1 år	0,08	0,28	-0,44	2,05	0,30
1 år					
2 år	0,21	0,78	-1,24	2,29	0,27
3 år	0,78	1,64	-2,45	4,20	0,47
4 år	1,47	2,49	-3,45	6,74	0,59
5 år	2,04	3,33	-4,34	9,18	0,61
6 år	2,38	4,22	-5,12	11,18	0,57
7 år	2,81	5,03	-6,18	12,94	0,56
8 år	3,24	5,78	-7,16	14,88	0,56
9 år	3,63	6,49	-8,01	16,72	0,56
10 år	3,98	7,15	-8,73	18,64	0,56
2 år					
3 år	0,65	0,77	-0,88	2,27	0,84
4 år	0,87	1,27	-1,96	3,59	0,68
5 år	1,40	1,82	-2,69	4,67	0,77
6 år	1,93	2,33	-3,25	6,23	0,83
7 år	2,40	2,81	-3,72	7,36	0,85
8 år	2,82	3,28	-4,15	8,43	0,86
9 år	3,19	3,72	-4,57	9,42	0,86
10 år	3,52	4,16	-4,99	10,46	0,85

Tabell 17: Meravkastning fra det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardavvik, minimum og maksimum er respektive verdier av meravkastningen for den aktuelle strategiene. Disse verdiene er annualiserte og oppgis i prosentpoeng. Sharpe ratioen er definert som gjennomsnittlig meravkastning dividert med standardavviket til meravkastningen. Estimerte renter er basert på data fra **swapmarkedet**.

$XH_{m,h}^{BNP}$					
Instrumet	Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	Maksimum	Sharpe ratio
3 måneder					
6 måneder	0,21	0,36	-0,80	1,91	0,58
6 måneder					
1 år	0,44	1,03	-0,89	4,26	0,43
1 år					
2 år	0,85	1,19	-0,56	4,58	0,71
3 år	1,96	1,93	-0,72	7,47	1,02
4 år	3,06	2,51	-1,29	8,74	1,22
5 år	4,06	3,11	-2,11	9,18	1,30
6 år	4,94	3,76	-3,12	11,18	1,32
7 år	5,72	4,42	-4,17	12,91	1,29
8 år	6,42	5,09	-5,21	14,47	1,26
9 år	7,04	5,77	-6,20	16,16	1,22
10 år	7,62	6,46	-7,14	17,72	1,18
2 år					
3 år	0,73	0,63	-0,33	1,90	1,16
4 år	1,37	1,01	-1,16	3,07	1,36
5 år	2,20	1,48	-1,52	4,48	1,49
6 år	2,98	1,89	-1,74	5,83	1,58
7 år	3,67	2,27	-1,88	6,96	1,62
8 år	4,29	2,63	-1,97	8,04	1,63
9 år	4,83	2,99	-2,04	9,09	1,61
10 år	5,32	3,37	-2,10	10,16	1,58

Tabell 18: Test av signifikans for det å ri på rentekurven ubetinget.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Instrumet	$XH_{m,h}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,23	0,000478	3071	4,90
9 måneder	0,36	0,001046	3071	3,48
1 år	0,47	0,001652	3071	2,87
6 måneder				
9 måneder	0,19	0,000479	2424	3,87
1 år	0,30	0,001018	2424	2,94
9 måneder				
1 år	0,15	0,000409	2377	3,57
1 år				
2 år	0,49	0,001350	2370	3,61
3 år	1,14	0,002394	2370	4,75
4 år	1,81	0,003286	2370	5,51
5 år	2,43	0,004162	2370	5,83
6 år	2,97	0,005046	2370	5,88
7 år	3,45	0,005922	2370	5,82
8 år	3,87	0,006771	2370	5,72
9 år	4,26	0,007582	2370	5,61
10 år	4,61	0,008356	2370	5,51
2 år				
3 år	0,47	0,000955	1631	4,95
4 år	0,79	0,001666	1631	4,76
5 år	1,65	0,002433	1631	6,78
6 år	2,18	0,003060	1631	7,14
7 år	2,65	0,003657	1631	7,25
8 år	3,06	0,004235	1631	7,22
9 år	3,41	0,004799	1631	7,11
10 år	3,72	0,005357	1631	6,94

Tabell 19: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{RS}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,24	0,000486	2273	4,86
9 måneder	0,32	0,000860	2151	3,71
1 år	0,36	0,001109	1952	3,25
6 måneder				
9 måneder	0,17	0,000410	1700	4,09
1 år	0,25	0,000655	1474	3,79
9 måneder				
1 år	0,12	0,000302	1542	3,87
1 år				
2 år	0,35	0,001171	1584	3,03
3 år	1,01	0,002209	1784	4,56
4 år	1,70	0,003245	1966	5,23
5 år	2,29	0,004283	2065	5,34
6 år	2,86	0,005304	2083	5,39
7 år	3,39	0,006277	2088	5,40
8 år	3,87	0,007193	2093	5,39
9 år	4,32	0,008064	2094	5,36
10 år	4,75	0,008904	2085	5,33
2 år				
3 år	0,39	0,001026	1208	3,78
4 år	0,59	0,001683	1389	3,51
5 år	1,45	0,002621	1388	5,53
6 år	1,99	0,003337	1412	5,97
7 år	2,49	0,004024	1417	6,18
8 år	2,93	0,004668	1424	6,28
9 år	3,33	0,005302	1425	6,28
10 år	3,69	0,005935	1423	6,21

Tabell 20: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{75\text{-persentilen}}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,25	0,000540	718	4,57
9 måneder	0,26	0,000432	679	5,97
1 år	0,31	0,001055	636	2,97
6 måneder				
9 måneder	0,12	0,000181	532	6,54
1 år	0,16	0,000541	498	2,94
9 måneder				
1 år	0,10	0,000208	499	4,60
1 år				
2 år	0,56	0,000675	393	8,35
3 år	1,65	0,001605	375	10,27
4 år	2,88	0,002890	352	9,95
5 år	4,01	0,004489	351	8,93
6 år	5,15	0,006214	348	8,29
7 år	6,21	0,007874	351	7,89
8 år	7,11	0,009347	366	7,60
9 år	7,58	0,010632	413	7,13
10 år	7,81	0,011610	465	6,73
2 år				
3 år	0,73	0,000516	253	14,13
4 år	1,25	0,001170	248	10,71
5 år	2,65	0,001681	246	15,76
6 år	3,46	0,002387	240	14,52
7 år	4,13	0,003123	239	13,22
8 år	4,67	0,003784	243	12,35
9 år	5,30	0,004444	275	11,93
10 år	5,91	0,005027	296	11,75

Tabell 21: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

$XH_{m,h}^{\text{Positivt stigningstall}}$				
Instrument	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,24	0,000486	2273	4,86
9 måneder	0,33	0,000937	2240	3,57
1 år	0,40	0,001336	2126	3,02
6 måneder				
9 måneder	0,17	0,000360	1558	4,62
1 år	0,25	0,000655	1474	3,79
9 måneder				
1 år	0,11	0,000264	1397	4,14
1 år				
2 år	0,35	0,001171	1584	3,03
3 år	1,03	0,002263	1716	4,53
4 år	1,75	0,003274	1827	5,36
5 år	2,45	0,004272	1912	5,74
6 år	2,94	0,005292	2037	5,55
7 år	3,42	0,006292	2066	5,43
8 år	3,88	0,007217	2082	5,38
9 år	4,32	0,008087	2086	5,35
10 år	4,74	0,008909	2086	5,32
2 år				
3 år	0,36	0,000974	1234	3,69
4 år	0,59	0,001683	1389	3,51
5 år	1,46	0,002645	1371	5,52
6 år	2,00	0,003370	1392	5,94
7 år	2,49	0,004061	1401	6,14
8 år	2,93	0,004739	1400	6,18
9 år	3,33	0,005366	1407	6,20
10 år	3,69	0,006011	1404	6,13

Tabell 22: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **markedet for statspapirer**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{BNP}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,34	0,000796	740	4,27
9 måneder	0,50	0,001635	740	3,08
1 år	0,69	0,002486	740	2,79
6 måneder				
9 måneder	0,30	0,000821	600	3,71
1 år	0,56	0,001738	600	3,21
9 måneder				
1 år	0,26	0,000701	559	3,66
1 år				
2 år	1,00	0,001907	570	5,23
3 år	2,19	0,003022	570	7,25
4 år	3,33	0,003856	570	8,64
5 år	4,34	0,004775	570	9,10
6 år	5,24	0,005792	570	9,04
7 år	6,02	0,006838	570	8,81
8 år	6,73	0,007879	570	8,54
9 år	7,38	0,008918	570	8,27
10 år	7,99	0,009974	570	8,01
2 år				
3 år	0,65	0,000972	396	6,70
4 år	1,16	0,001954	396	5,92
5 år	2,29	0,002782	396	8,22
6 år	3,08	0,003586	396	8,58
7 år	3,79	0,004335	396	8,74
8 år	4,42	0,005052	396	8,75
9 år	4,99	0,005757	396	8,67
10 år	5,50	0,006472	396	8,51

Tabell 23: Test av signifikans for det å ri på rentekurven ubetinget.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	$XH_{m,h}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,23	0,000620	2170	3,68
6 måneder				
1 år	0,19	0,000989	1976	1,89
1 år				
2 år	0,36	0,001364	1936	2,62
3 år	0,92	0,002467	1936	3,74
4 år	1,53	0,003446	1936	4,44
5 år	2,09	0,004406	1936	4,73
6 år	2,57	0,005356	1936	4,81
7 år	3,00	0,006282	1936	4,78
8 år	3,38	0,007175	1936	4,71
9 år	3,71	0,008029	1936	4,63
10 år	4,02	0,008844	1936	4,54
2 år				
3 år	0,55	0,001005	1420	5,51
4 år	1,06	0,001856	1420	5,69
5 år	1,64	0,002564	1420	6,41
6 år	2,16	0,003215	1420	6,72
7 år	2,60	0,003832	1420	6,79
8 år	2,98	0,004429	1420	6,73
9 år	3,31	0,005017	1420	6,59
10 år	3,59	0,005607	1420	6,40

Tabell 24: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positiv rentesikkerhet.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrument	$XH_{m,h}^{RS}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,20	0,000562	1708	3,50
6 måneder				
1 år	0,17	0,000716	1207	2,39
1 år				
2 år	0,21	0,001129	1219	1,86
3 år	0,76	0,002322	1438	3,26
4 år	1,32	0,003432	1607	3,86
5 år	1,80	0,004639	1676	3,88
6 år	2,33	0,005812	1680	4,01
7 år	2,81	0,006917	1683	4,06
8 år	3,24	0,007984	1678	4,06
9 år	3,64	0,008961	1679	4,06
10 år	4,01	0,009880	1679	4,06
2 år				
3 år	0,65	0,001207	945	5,36
4 år	0,87	0,001905	1142	4,55
5 år	1,38	0,002704	1166	5,11
6 år	1,92	0,003465	1173	5,54
7 år	2,40	0,004097	1204	5,86
8 år	2,81	0,004739	1214	5,94
9 år	3,18	0,005376	1219	5,91
10 år	3,50	0,006058	1212	5,78

Tabell 25: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien 75-persentilen.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{75\text{-persentilen}}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,27	0,000532	266	5,17
6 måneder				
1 år	0,19	0,000695	279	2,81
1 år				
2 år	0,63	0,000606	325	10,39
3 år	1,60	0,001866	341	8,55
4 år	2,67	0,003428	341	7,80
5 år	3,80	0,005168	346	7,35
6 år	4,82	0,006858	358	7,03
7 år	5,83	0,008393	363	6,95
8 år	6,72	0,009440	386	7,12
9 år	7,45	0,010429	404	7,14
10 år	7,68	0,011427	455	6,72
2 år				
3 år	0,96	0,001046	209	9,20
4 år	1,56	0,001148	222	13,56
5 år	2,43	0,001855	215	13,08
6 år	3,13	0,002530	207	12,37
7 år	3,76	0,003297	205	11,39
8 år	4,29	0,004003	213	10,73
9 år	4,83	0,004646	234	10,40
10 år	5,60	0,005521	283	10,14

Tabell 26: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien positivt stigningstall.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{\text{Positivt stigningstall}}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,20	0,000562	1708	3,50
6 måneder				
1 år	0,08	0,000349	1207	2,40
1 år				
2 år	0,21	0,001129	1219	1,86
3 år	0,78	0,002403	1363	3,23
4 år	1,47	0,003562	1475	4,13
5 år	2,04	0,004655	1577	4,39
6 år	2,38	0,005819	1663	4,09
7 år	2,81	0,006924	1680	4,07
8 år	3,24	0,007969	1681	4,07
9 år	3,63	0,008952	1681	4,06
10 år	3,98	0,009861	1685	4,04
2 år				
3 år	0,65	0,001207	945	5,36
4 år	0,87	0,001905	1142	4,55
5 år	1,40	0,002698	1178	5,18
6 år	1,93	0,003471	1174	5,56
7 år	2,40	0,004196	1172	5,72
8 år	2,82	0,004885	1172	5,77
9 år	3,19	0,005551	1172	5,74
10 år	3,52	0,006202	1179	5,67

Tabell 27: Test av signifikans for det å ri på rentekurven med den betingede strategien BNP.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Gjennomsnitt, standardfeil, antall observasjon og t -verdi er respektive verdier av den annualiserte meravkastningen for den aktuelle strategiene. t -verdi som er større enn 1,645, 1,96 og/eller 2,576 indikerer at den gjennomsnittlige meravkastningen er signifikant forskjellig fra null på henholdsvis 10 %-nivået, 5 %-nivået og 1 %-nivået. Newey-West metoden er benyttet for å korrigere for autokorrelasjon og heteroskedastisitet i standardfeilene. Basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	$XH_{m,h}^{BNP}$			
	Gjennomsnitt	Standardfeil	Antall observasjoner	t -verdi
3 måneder				
6 måneder	0,21	0,000535	552	3,94
6 måneder				
1 år	0,44	0,001899	466	2,33
1 år				
2 år	0,85	0,002115	488	4,08
3 år	1,96	0,003360	488	5,82
4 år	3,06	0,004343	488	7,03
5 år	4,06	0,005414	488	7,49
6 år	4,94	0,006576	488	7,51
7 år	5,72	0,007783	488	7,35
8 år	6,42	0,009012	488	7,12
9 år	7,04	0,010265	488	6,86
10 år	7,62	0,011555	488	6,59
2 år				
3 år	0,73	0,001216	365	6,01
4 år	1,37	0,001915	365	7,17
5 år	2,20	0,002824	365	7,81
6 år	2,98	0,003632	365	8,21
7 år	3,67	0,004379	365	8,39
8 år	4,29	0,005109	365	8,39
9 år	4,83	0,005855	365	8,25
10 år	5,32	0,006643	365	8,01

Tabell 28: Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med mean-variance nyttefunksjon.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Ubetinget, RS, 75-persentilen, PS og BNP angir ulike strategier for det å ri på rentekurven. Verdier større enn 10 indikerer at investor normalt sett vil foretrekke å ri på rentekurven, for den aktuelle strategien med tilhørende varigheter på h og m for henholdsvis investeringshorisont og rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi med varighet h . Basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	A				
	Ubetinget	RS	75-persentilen	PS	BNP
3 måneder					
6 måneder	67,34	61,28	72,82	61,28	82,55
6 måneder					
1 år	24,20	42,29	324,67	26,11	38,77
1 år					
2 år	18,80	54,97	495,98	54,97	30,08
3 år	28,18	71,45	364,26	72,18	44,13
4 år	31,60	49,24	244,19	57,91	54,75
5 år	30,75	34,52	155,77	42,33	58,80
6 år	28,06	28,28	110,79	29,13	57,19
7 år	25,04	23,87	85,81	23,92	52,65
8 år	22,29	20,62	73,06	20,69	47,24
9 år	19,95	18,24	62,49	18,28	41,96
10 år	18,00	16,42	46,74	16,41	37,14
2 år					
3 år	19,16	37,02	281,27	37,02	30,89
4 år	23,58	33,83	270,69	33,83	36,27
5 år	26,94	33,16	272,36	32,46	40,23
6 år	27,47	30,10	243,01	29,99	40,77
7 år	26,39	27,04	193,83	26,76	39,73
8 år	24,58	24,15	142,31	23,70	37,87
9 år	22,50	21,48	108,76	21,00	35,55
10 år	20,39	18,99	81,57	18,64	32,96

Tabell 29: Estimerte terskelverdier for investors risikoaversjonskoeffisient med konstant relativ risikoaversjon nyttefunksjon.

Løpetider i **uthevet** skrift er investors investeringshorisont h , altså lengden på perioden man rir på rentekurven. Påfølgende løpetid(er) under løpetidene med uthevet skrift angir varigheten m på rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven. Ubetinget, RS, 75-persentilen, PS og BNP angir ulike strategier for det å ri på rentekurven. Verdier større enn 10 indikerer at investor normalt sett vil foretrekke å ri på rentekurven, for den aktuelle strategien med tilhørende varigheter på h og m for henholdsvis investeringshorisont og rentepapiret som benyttes til å ri på rentekurven, fremfor å velge en kjøp-og-hold-strategi med varighet h . Basert på data fra **swapmarkedet**.

Instrumet	γ				
	Ubetinget	RS	75-persentilen	PS	BNP
3 måneder					
6 måneder	>500	>500	>500	>500	>500
6 måneder					
1 år	>500	>500	444,15	>500	289,35
1 år					
2 år	255,01	>500	>500	>500	>500
3 år	102,87	182,07	>500	187,72	463,58
4 år	65,64	77,08	>500	96,52	219,17
5 år	48,87	47,27	>500	61,63	129,71
6 år	38,85	37,18	409,28	38,31	87,40
7 år	32,19	30,57	276,46	30,61	64,59
8 år	27,54	25,99	209,97	26,04	51,05
9 år	24,18	22,77	161,64	22,80	42,43
10 år	21,71	20,45	70,99	20,44	36,65
2 år					
3 år	204,36	>500	>500	>500	>500
4 år	128,24	139,28	>500	139,28	411,60
5 år	76,61	76,36	>500	76,38	171,20
6 år	59,64	59,21	>500	59,22	140,55
7 år	49,81	49,32	>500	49,23	130,00
8 år	42,69	42,11	>500	41,97	125,41
9 år	37,01	36,36	>500	36,20	122,16
10 år	32,32	31,56	>500	31,43	117,17