NATIONALEKONOMISKA INSTITUTIONEN
Uppsala Universitet
Kandidatuppsats
Författare: Jonas Gustafsson och Peter Tram
Handledare: Sebastian Arslanogullari
VT 2005

UPPSALA UNIVERSITET

Constant Proportion Portfolio Insurance

En undersökning av två CPPI-strategier

Förord

Vi vill rikta ett tack till Robur AB, speciellt vår handledare Sebastian Arslanogullari för att har försett oss med data samt för hans hjälp och vägledning.

Sammanfattning

I denna uppsats förklaras hur CPPI (Constant Proportion Portfolio Insurance) fungerar som investeringsstrategi. Dessutom undersöks hur CPPI reagerar på olika typer av marknadssituationer. Det görs genom simuleringar i Matlab med hjälp av simuleringsmetoderna Monte-Carlo och bootstrapping. Två olika CPPI-strategier jämförs sinsemellan men även mot en passiv investeringsstrategi. Slutsatsen blir att CPPI-strategierna ger ett bättre skydd mot stora förluster samtidigt som de genererar lägre risk i form av lägre standardavvikelse på den årliga avkastningen.

Innehållsförteckning

1 Inledning

1.1 Introduktion

Utvecklingen på Stockholmsbörsen har under den senaste tioårsperioden varit väldigt ojämn. Tiden mellan 1995-1999 fick vi uppleva en kraftig börsuppgång. Som mest steg Stockholmsbörsen med hela 66 % år 1999. Men under början av 2000-talet fram till 2003 följde en ovanlig lång och djup nedgång bland annat som en följd av att it-bubblan sprack[1]. På grund av de kraftiga svängningarna på aktiemarknaden och med särskild hänsyn till den svåra nedgången i början av år 2000 fram till år 2003, har riskspridning och ökad säkerhet blivit en allt viktigare fråga [2].

Tidningen Dagens industri gav storbankerna svidande kritik i en artikel från år 2004[3]. Enligt tidningen har nio av tio fonder gått sämre än dess marknadsindex de senaste fem åren fram till år 2005. Storbankerna försvarar sig med att indexjämförelsen inte ger en rättvis bild vid utvärdering av en fondförvaltares prestationer och säger att man även måste väga in det aktiva risktagandet. Även om det stämmer motiveras inte varför så många fonder har gått sämre än sitt marknadsindex, särskilt under en så lång period som fem år.

Mot bakgrund av kritiken av de nu använda investeringsstrategierna har ett antal strategier vuxit fram med mål att skydda det initiala investeringsbeloppet. CPPI (Constant Proportional Portfolio Insurance) är en av dem[4]. CPPI är en automatisk ombalanseringsstrategi vars tanke är att kunna ge investerarna ett skydd mot stora förluster men samtidigt kunna erbjuda dem att följa med vid kursuppgångar.

[1] http://www.fondbolagen.se/upload/fondsparande_i_ett_10-%C3%A5rspektiv1994-2004.pdf
[2] http://www.fondbolagen.se/upload/fondsparande_i_ett_10-%C3%A5rspektiv1994-2004.pdf
[3] http://www.robur.se/nyheter/nyhetsmall.asp?lngPageID=2642
[4] Begreppet CPPI förklaras mer utförligt i avsnitt 2.1.3

1.2 Syfte

Syftet med denna uppsats är att med hjälp av bootstrapping och Monte-Carlo-simulering[5] jämföra två olika CPPI-strategier sinesemellan men även mot en passiv investeringsstrategi med avseende på avkastning och risk.

De frågeställningar som behandlas är följande:

- Reduceras risken för stora förlusterna med CPPI-strategier?
- Under vilka marknadssituationer är CPPI-strategierna att föredra framför den passiva strategin?
- Hur förhåller sig de två olika CPPI-strategierna till olika marknadssituationer?

1.3 Avgränsningar

En CPPI-strategi innehåller flera parametrar som kan modifieras på oändligt många sätt. I denna uppsats har vi avgränsat oss till att endast undersöka för två olika CPPI-strategier med varsin parameteruppsättning.

Vidare begränsar vi oss till att bara jämföra CPPI-strategierna sinsemellan och mot en passiv investeringsstrategi.

För simuleringen med bootstrapping har bara historiska data för två olika givna index använts under en tidsperiod på 9 år. I Monte-Carlo-simuleringen utförs analysen för 8 olika marknadsscenarion.

10 000 simuleringar görs för simuleringen med bootstrapping och för varje scenario i Monte-Carlo-simuleringen då detta ger en tillräckligt stor mängd för analys. Fler simuleringar skulle bli för datorintensivt.

Denna uppsats tar inte hänsyn till transaktionskostnader.

[5] Simuleringsmetoderna bootstrapping och Monte-Carlo beskrivs i avsnitt 2.2

1.4 Metod

En överblick över hur de olika strategierna fungerar görs genom att först studera deras beteende på historiska kurser. Vi kommer att generera kurserna för respektive strategi, baserade på två historiska indexkurser under några bestämda perioder. De två index som används är SIXPRX och OMRX TOTAL[6]. Dessa index studeras under perioden 1996-2004. En studie görs för hela perioden, men även specifikt utvalda år under perioden studeras för att undersöka skillnader i avkastningar och standardavvikelser mellan de olika åren. Valet av perioden 1996-2004 grundar sig på att den i sig innehåller flera intressanta börsutvecklingsperioder samt spänner sig över en tillräckligt lång tidsperiod.

Fördelningarna för den årliga avkastningen för respektive strategi används för att i detalj studera skillnaderna mellan de olika strategierna. Simuleringsmetoderna, Bootstrapping och Monte-Carlo, används för att få fram fördelningarna på den årliga avkastningen och volatiliteterna. Detta görs genom att simulera kursutvecklingar för en 1-års-period.

Simuleringen med bootstrapping är baserad på de historiska kurserna för de två indexen SIXPRX och OMRX TOTAL under perioden 1996-2004 medan simuleringen med Monte-Carlo är baserad på två simulerade index som tas fram för 8 olika marknadsscenarion.

Matlab används för att programmera algoritmerna för de olika investeringsstrategierna och simuleringarna[7].

[6] Förklaras i avsnitt 1.5
[7] Matlabkoderna finns inkluderad i Appendix 2

1.5 Data

De data som användes i översiktsstudien och bootstrapping är SIXPRX och OMRX TOTAL.

SIXPRX (Six Portfolia Return Index) är ett svensk börsindex som visar den genomsnittliga utvecklingen för Stockholmsbörsen (A-listan och O-listan) medan OMRX TOTAL är OM:s totalindex för obligationer.

Datamängden för de båda indexen innehåller deras respektive dagliga kurser under perioden 1/1 1996 – 31/12 2004.

2 Teori

2.1 Investeringsstrategier

I inledningen beskrevs hur de senaste årens nedåtgående trend på marknaden lett till att många av dem som har investerat i fonder gjort förluster, ibland riktig stora förluster. CPPI (Constant Proportion Portfolio Insurance) påstås kunna erbjuda investerare ett skydd mot stora förluster. Detta avsnitt inleds med att introducera tanken bakom strategin kärn-satellit. Vidare förklaras vad en passiv strategi innebär och två olika typer av CPPI-strategier kommer att beskrivas.

2.1.1 Kärn-satellit

Kärn-satellit är en strategi som innebär att man delar upp portföljen i två delar, en kärna C[8] och en satellit S. Kärnan består av tillgångar i portföljen med förhållandevis låga risker medan satelliten innehåller tillgångar som är tänkta att generera högre förväntad avkastning, vilket medför att dessa tillgångar generellt har högre risk. Kärnan får betraktas som en passiv komponent i portföljen vars innehåll är förbestämt och satelliten som en aktiv komponent vars innehåll bestäms av portföljförvaltaren.

Syftet med en kärn-satellit-strategi är att ge innehavaren av portföljen ett lättare sätt att kontrollera risken jämfört med traditionella strategier samtidigt som man ökar effektiviteten på hela portföljen[9]. Det görs genom att bara låta portföljförvaltaren hantera den aktiva delen av portföljen utifrån de riktlinjer och restriktioner som strategin och investeraren ger denne. På detta sätt reduceras risken för att portföljförvaltarens eventuella dåliga investeringar ska påverka hela portföljen.

Kärnan och satelliten kommer i uppsatsen att representeras av varsitt index. Det betyder att portföljförvaltarens hantering av den aktiva delen kommer att representeras av satellitens index.

Vid bootstrapping används de historiska värdena för OMRX TOTAL i kärnan och SIXPRX i satelliten för simulering. För Monte-Carlo-simuleringen simuleras ett index för kärnan respektive satellit för olika scenarion.

---

[8] Beteckningen C kommer från det engelska ordet core för kärna
[9] N Amenc, P Malaise and L Martellini, (2004). Revisiting Core-Satellite Investing-A dynamic model of risk management, *Working Paper, EDHEC risk and asset management research centre*

2.1.2 Passiv investeringsstrategi (Passiv)

Den passiva strategin går ut på att investeraren investerar 50 % av portföljens initialvärde i satelliten och 50 % i kärnan vid början av investeringsperioden. Till skillnad från CPPI-strategierna kommer inga omallokeringar att ske utan portföljen kommer att vara låst under investeringsperioden. Det blir som att köpa två tillgångar och hålla på dem under en hel period.

2.1.3 Constant Proportion Portfolio Insurance

2.1.3.1 Standard CPPI med rörlig kudde (CPPI 1)

Constant-Proportion-Portfolio-Insurance (CPPI) introducerades först av Black och Jones[10] (1987), och Perold och Sharpe[11] (1988). Strategin är definierad att användas för två tillgångar (en aktiv och en passiv) men N Amenc, P Malaise och L Martellini[12] visade att det går att använda CPPI ur ett kärn-satellit-perspektiv, där kärnan får representera den passiva delen och satelliten den aktiva. Vi tittar här på CPPI ur kärn-satellit-perspektivet.

CPPI går ut på att systematiskt omfördela vikten i en portfölj mellan kärnan och satelliten. Omfördelningarna sker vid förbestämda tidpunkter under investeringsperioden.

Strategin innehåller parametrarna golv, multiplikator och kudde, där de två förstnämnda är förbestämda medan parametern kudde beror på utvecklingen i kärnan respektive satelliten. De numeriska värdena på parameterna bestämmer hur mycket som ska investeras i kärnan och hur mycket som ska investeras i satelliten. Nedan följer en beskrivning av parametrarna:

1. Golv G

   Golvet fungerar som ett lägsta tolererande gräns för portföljen. Om portföljen når golvet allokeras hela värdet på portföljen till kärnan. Golvet ger ett skydd mot förluster som beror på utvecklingen i satelliten. När portföljen når golvet anses den vara död och all investering allokeras till kärnan under den resterande investeringsperioden.

2. Kudde K

   Kudden är definierad som differensen mellan värdet på den totala portföljen och värdet på golvet. Kudden definieras som: $K = P - G$

[10] F. Black and R. Jones, (1987). Simplifying Portfolio Insurance. *The Journal of Portfolio Management*, s 48-51.
[11] A. Perold and W.F. Sharpe, (1988). Dynamic Strategies for Asset Allocation. *Financial Analysts Journal,* January-February, s 16-27.
[12] N Amenc, P Malaise and L Martellini, (2004). Revisiting Core-Satellite Investing-A dynamic model of risk management. *Working Paper, EDHEC risk and asset management research centre*

3. Multiplikator *m*
   Multiplikatorn används för att ge investeraren möjligheten att kunna investera mer och mer i satelliten om den ger bättre avkastning än kärnan. Multiplikatorn multiplicerad med kudden bestämmer hur mycket av portföljens värde som ska investeras i satelliten, $S = m \bullet K$ där $m>0$. Den resterande delen av portföljen investeras i kärnan, $C = P - m \bullet K$

Valet av de numeriska värdena för parametrarna golv G och multiplikatorn m beror helt på investerarens riskpreferens och syn på marknadsutvecklingen. Till exempel indikerar ett lågt värde på golvet att investeraren har en hög risknivå men det kan även bero på tron att satelitten ska ge bra avkastning redan i början av investeringsperioden eftersom en stor andel av portföljen initialt investeras i satelliten.

Både golvet och multiplikatorn kan väljas så att de varierar under investeringsperioden men i uppsatsen kommer de att betraktas som konstanta under hela investeringsperioden.

Golvet kan antingen sättas som ett fast initialt belopp av det initiala portföljvärdet eller som en procentuell andel av kärnans normaliserade kurs. I denna uppsats sker normaliseringen genom att sätta startkursen för portföljen, kärnan och satelliten till 100 punkter. Det första alternativet för golvet används när kärnan är riskfri och inte genererar några avkastningar. Skillnaden mellan golvet och det initiala investeringsbeloppet anger den största förlusten investeraren är beredd att utsätta sin investering för[13]. Det andra alternativet används när kärnan inte är riskfri utan kan generera både negativa och positiva avkastningar. Om satelliten har en sämre utveckling än kärnan kommer portföljen bestående en kärna och en satellit att få ett lägre värde än portföljen som bara består av en kärna. Golvet blir ett mått på hur mycket utvecklingen för satelliten får underprestera utveckligen för kärnan innan hela portföljen allokeras till kärnan.

För att få ett perfekt skydd mot förluster som är större än den förlust investeraren är beredd att ta då golvet bestäms, måste omfördelningen av portföljen ske kontinuerligt. I praktiken är detta väldigt svårt då det skulle innebära alldeles för höga transaktionskostnader. Omfördelningarna sker därför för diskreta tidpunkter. Det betyder att skyddet inte är perfekt eftersom det kan

[13] Notera att även om kärnan är riskfri kan en förlust inträffa på den totala portföljen eftersom satelliten är riskfylld.

inträffa att satelliten upplever ett ras som medför att portföljvärdet understiger golvet mellan två omfördelningstidpunkter.

Då utvecklingen för satelliten är bättre än för kärnan kommer kudden och multiplikatorn att medföra att mer och mer investeras i satelliten. För standard CPPI blir effekten att andelen som investeras i satelliten kan överstiga 100 % av portföljens värde. Kärnan blir då en belånade del som ska finansiera den del investerad i satelliten som överstiger portföljens värde.

För att illustrera hur CPPI fungerar används följande exempel[14]:

Tabell 1

	T0
Marknadsindex	100
Portföljvärde	100
Satellit	40
Kärna	60
Golv	90
Kudde	10

Tabell 1 visar innehållet av portföljen ser ut vid tiden t=T_0. Kärnan antas vara riskfri och generar inga avkastningar. Satellitens kursutveckling följer utvecklingen för marknadsindex. Vid t=T_0 börjar portföljvärdet och marknadsindex på 100. Golvet *G* sätts till 90 vilket betyder att vid detta värde anser investeraren att hela portföljen bör allokeras till kärnan. Multiplikatorn *m* sätts till 4. Kudden blir lika med 10 (portföljvärdet minus golvet). Investeringen i satelliten blir kudden gånger multiplikatorn, 40 (10 • 4). Portföljvärdet minus investeringen i satelliten blir investeringen i kärnan 60 (100 – 40).

Tabell 2

	T0				T1				T2
Marknadsindex	100	10%	110		110	9,10%	100		100
Portföljvärde	100		104		104		98,91		98,91
Satellit	40	→	44	→	56	→	50,91	→	35,64
Kärna	60		60	→	48		48	→	63,27
Golv	90				90				90
Kudde	10				14				8,91

[14] N Amenc, P Malaise och L Martellini, *Revisiting Core-Satellite Investing-A dynamic model of risk management*, Working Paper, EDHEC risk and asset management research centre

För att undersöka vad som händer om marknadsindex stiger och faller vid olika tidpunkter läggs tidpunkterna T_1 och T_2 till i tabell 2. Marknadsindex antas först stiga med 10 % under perioden T_0-T_1 för att sedan falla tillbaka till utgångskursen vid tidpunkten T_2. Initialt investeras 60 i kärnan och 40 i satelliten.

Mellan T_0 och T_1 går marknadsindex upp med 10 % vilket gör att det totala värdet på marknadsindex blir 110. Då satelliten har samma utveckling som marknadsindex kommer även den att gå upp med 10 %. Det totala värdet på satelliten blir 44 ($40 \cdot 1{,}1$). Totala portföljvärdet blir således satellitens plus kärnans värde 104 (44 + 60) . Eftersom portföljvärdet har förändrats under perioden påverkar det kudden. Den nya kudden blir 14 (104-90) vilket gör att vikten i satelliten måste justeras från 44 till 56 ($14 \cdot 4$). Kärnan justeras i sin tur till 48 (104-56).

Marknadsindex går ner med 9,1 % mellan T_1 och T_2 och blir 100. Detta påverkar satellitens värde som sjunker med 9,1 % till 50,91. Det nya totala portföljvärdet blir 98,91 (50,91 + 48). Vid T_2 har kudden sjunkit med 9,1 % till ett värde på 8,91 (98,91-90). Satelliten justeras till 35,64 ($8{,}91 \cdot 4$) vilket ger kärnan ett värde på 63,27.

2.1.3.2 CPPI med fast kudde (CPPI 2)

CPPI med fast kudde (CPPI 2) har en annan utformning än vad CPPI 1 har. CPPI 2 investerar en fast andel av portföljen i satelliten (fast kudde), givet att portföljvärdet inte understiger det initiala investeringsbeloppet[15]. Om portföljen understiger detta belopp kommer CPPI 2 att agera som CPPI 1 d.v.s. kudden kommer att vara rörlig.

Om satelliten har en utveckling som är bättre än kärnan kommer CPPI 1 öka andelen i satelliten då kudden i denna strategi alltid är rörlig. CPPI 2 har istället en konstant investeringsnivå i satelliten för samma utveckling eftersom att den använder sig av en fast kudde. Liksom tidigare är andelen som investeras i satelliten lika med kudden multiplicerat med multiplikatorn. Det betyder att CPPI 2 sätter av vinsten i satelliten till kärnan jämfört med CPPI 1. CPPI 2 har samma skydd som CPPI 1 mot stora förluster.

Även här tas ett exempel upp för att bättre förklara strategin för CPPI 2. Förutsättningarna är samma som för exemplet med CPPI 1 (samma golv, multiplikator och initiala värden för marknadsindex och portföljvärdet). Även utvecklingen för marknadsindex är densamma.

Tabell 3

	T0				T1				T2
Marknadsindex	100	10%	110		110	9,10%	100		100
Portföljvärde	100		104		104		100,4		100,4
Satellit	40	→	44	→	40	→	36,4	→	40
Kärna	60		60	→	64		64	→	60,4
Golv	90				90				90
Kudde	10				10				10

Tabell 3 visar att när marknadsindex stiger med 10% mellan T_0 och $T_{1,}$ stiger även satelliten med 10% från 40 till 44. Till skillnad från det föregående exemplet där kudden steg från 10 till 14, kommer kudden i detta exempel att vara konstant på 10 vid värden över det initiala värdet på portföljen. Den effekt detta har på portföljen är att i stället för att allokera mer till satelliten vid T_1 för CPPI 1, kommer CPPI 2 att säkra vinsten, genom att allokera vinsten till kärnan vid T_1. Detta kan ses vid jämförelse av kärnan för de olika exemplen. För CPPI 2 sjunker investeringen i kärnan när portföljvärdet stiger medan investeringen i kärnan för CPPI 1 ökar för samma scenario (jämför tabell 2 och tabell 3).

[15] gäller i fallet då kärnan är riskfri och inte generar några avkastningar. I fallet när kärnan inte är riskfri och kan genererar avkastingar gäller fast kudde för CPPI 2 så länge portföljvärdet inte understiger kärnans värde.

När kursen för marknadsindex sjunker med 9,1% till 100 mellan T_1 och T_2 är portföljvärdet högre än marknadsindex. Även här uppstår en skillnad jämfört med resultatet från tabell 2 där portföljvärdet vid T_2 var lägre än marknadsindex. Det beror på att vid T_1 investerades en större belopp i satelliten i exemplet för CPPI 1 (56) jämfört med detta exempel för CPPI 2 (40). När marknadsindex sjönk mellan T_1 och T_2 gjorde portföljen för CPPI 1 en större förlust då den hade mer investerad i satelliten. Det totala portföljvärdet vid T_2 blir lika med 100,4 (36,4 + 64). Vid T_2 kommer kudden fortfarande att ligga kvar på 10, vilket gör att satelliten blir oförändrad på 40 (10 · 4). Kärnan justeras från 64 till 60,4 (100,4-40).

Notera att vi här inte har illustrerat för situationer då portföljvärdet understiger det initiala värdet (här 100). I det fallet kommer inte kudden att hållas konstant utan blir då som för CPPI 1, portföljvärdet minus golvet ($K = P - G$).

2.2 Simuleringsmetoder

Ordet simulering kommer från det latinska ordet ”simulo” som betyder låtsas. En simulering går ut på att försöka efterlikna verkligheten med en modell där beräkningar och experiment utförs. Om modellen är bra blir utfallen av beräkningarna och experimenten att simulera verklighetens utfall bra och vice versa.

För att simulera framtida aktiekurser använder vi oss av två olika simuleringsmetoder, bootstrapping och Monte-Carlo.

2.2.1 Bootstrapping

Simulering med bootstrapping brukar användas när datamängden är given men där fördelningen och dess ingående parametrar är okända. Metoden bygger på att ta slumpmässiga och upprepliga stickprov med återläggning ur datamängden. Eftersom stickprov tas med återläggning kan några data återkomma mer än två gånger medan andra data inte alls finns representerade. Då detta upprepas tusen eller tiotusen gånger kommer en pseudodatamängd fås vars fördelning approximerar den ursprungliga datamängdens fördelning. Pseudodatamängden kan nu användas för analys av den ursprungliga datamängden. För att pseudodatamängdens fördelning ska bli en bra approximation av den verkliga måste den givna datamängden innehålla ett stort antal data.

2.2.2 Monte-Carlo-simulering

En av de vanligaste numeriska metoderna för simulering är annars Monte-Carlo. Den är baserad på slumptal d.v.s. tal som beter sig som om de vore dragna från en bestämd statistisk fördelning. Monte Carlo-fördelningen förutsätter därmed att fördelningen och dess parametrar för den data genererade processen är känd. Om ett stort antal simuleringar görs där ett stickprov dras från den givna fördelningen kommer fördelningen av stickproven att approximera den givna fördelningen för data.

Monte Carlo-simulering är väldigt flexibel. Det går att använda den för simulering till alla modeller, givet att fördelningen för data och dess parametrar är kända. Dock är Monte Carlo-simuleringen ganska datorintensiv och kräver många simuleringar. Det kan ta ganska mycket tid (timmar, dagar) beroende på modellens komplexitet.

3 Utförande

I uppsatsen har Matlab använts för undersökningarna. Där har en kod skrivits för var och en av investeringsstrategierna. Detta avsnitt börjar med att beskriva utförandet av undersökningen med historiska kurser och sedan för simulering med bootstrapping och Monte-Carlo.

Startportföljen samt startvärdena för kärnan och satelliten sätts till ett värde på 100 punkter för varje investeringsstrategi. De historiska och de simulerade kurserna räknas om till avkastningar som får ange utvecklingen för kärnan respektive satelliten. Dagsavkastningar simuleras för en 1-års-period.

För simulering med bootstrapping och Monte-Carlo har 10 000 simuleringar av en årlig kursutveckling gjorts för både satelliten och kärnan för varje simuleringsmetod. Vid simuleringen med bootstrapping som är baserad på historiska kurser gör vi 10 000 simuleringar 1 gång men för simulering med Monte-Carlo där vi undersöker för 8 olika scenarion gör vi 10 000 simuleringar 8 gånger.

I undersökningen med historiska kurser och bootstrapping används OMRX TOTAL för att simulera kärnans utveckling och SIXPRX för att simulerar satellitets utveckling.

Eftersom kärnan för undersökningarna inte är riskfria och kan generar avkastningar väljs dem som en procentuel andel av kärnans kurs. För enkelhetens skull har de numeriska värdena för golvet och multiplikatorn valts att vara samma som i exemplen för CPPI-strategierna. Golvet sätts därmed till 90% av kärnans kurs och multiplikatorn till 4 för de båda CPPI-strategierna för alla undersökningar/simuleringar.

3.1 Undersökning med historiska kurser

Denna undersökning ska ge en överblick över hur de specifika investeringsstrategierna fungerar genom att undersöka kursutvecklingen för respektive strategi baserade de historiska kurserna för SIXPRX och OMRX TOTAL. Undersökningen sker för hela perioden 1996-2004 men även för specifika år under perioden (år 1999, år 2000, år 2001 och år 2003). Skälet till varför dessa år valts ut är att de innehåller intressanta kursutvecklingar för SIXPRX. Däremot tas inte hänsyn till utvecklingen för OMRX TOTAL vid val av specifika år, eftersom den har likartat utseende för hela perioden 1996-2004, det vill säga konstant uppåtgående utan större avvikelser.

År 1999 hade kursen för SIXPRX en rejäl uppgång med en årsavkastning på mer än 50 %. Denna uppgång fortsatte en bit in på år 2000 för att sedan gå över till en kraftig nedgång. År 2001 hade kursen för SIXPRX en ständig neråtgående trend för de tre första kvartalen men svängde upp lite under det sista kvartalet. För år 2003 gick kursen för SIXPRX ner under första kvartalet men återhämtade sig snabbt och årsavkastning blev cirka 33 %.

3.2 Simulering med bootstrapping

Undersökningen inleds med att läsa in de historiska kurserna för de båda indexen SIXPRX och OMRX TOTAL över perioden 1996-2004. Med hjälp av kurserna erhålls de historiska avkastningarna under samma period. Dessa avkastningar sparas ner i en vektor för SIXPRX och OMRX TOTAL separat:

$$\overline{\mu}_{1996-2004}^{OMRX\ TOTAL} = \{avkastningsvektorn\ för\ OMRX\ TOTAL\ 1996-2004\}$$
$$\overline{\mu}_{1996-2004}^{SIXPRX} = \{avkastningsvektorn\ för\ SIXPRX\ 1996-2004\}$$

I denna simulering förutsätter vi att avkastningarna i den givna datamängden är oberoende, vilket är ett krav för bootstrapping. I verkligheten kan existera viss korrelation mellan avkastningar under vissa perioder. Om den gör det så är den i praktiken mycket låg. Den effektiva marknadshypotesen säger att avkastningarna är oberoende[16], vilket kan antas i denna simulering.

Avkastningar för OMRX TOTAL och SIXPRX simuleras för ett år framåt. Antalet handelsdagar under ett år antas vara 261, då detta är det genomsnittliga handelsdagar för använd datamängd. Det innebär att i varje simulering dras 260 stickprov ur avkastningsvektorerna för de båda indexen som sparas i varsin vektor. Första elementet i vektorn blir avkastningen mellan den första och andra handelsdagen o.s.v.. Sista elementet i vektorn innehåller således avkastningen mellan den näst sista och den sista dagen. Simuleringen sker med hjälp av Matlabs egen funktion bootstrp( ). De simulerade avkastningsvektorerna betecknas som:

$$\overline{\mu}^{OMRX\ TOTAL,sim}, \overline{\mu}^{SIXPRX,sim}$$

Med dessa avkastningsvektorer kan en simulerad kursutveckling för ett år räknas ut:

$$S_{t+1}^{OMRXTOTAL,sim} = S_t^{OMRXTOTAL,sim} \times \mu_t^{OMRXTOTAL,sim}$$
$$S_{t+1}^{SIXPRX,sim} = S_t^{SIXPRS,sim} \times \mu_t^{SIXPRX,sim}$$

Simuleringen upprepas 10 000 gånger och 10 000 vektorer erhålls för var och en av indexen, där varje vektor innehåller kursutvecklingen för varje dag av de 260 handelsdagar.

[16] Fama E., 1970, Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, s 386-387.

En vektor från vartdera index väljs ut och de tre investeringsstrategier tillämpas på dessa. För varje strategi beräknas en årlig avkastning och standardavvikelse. Detta upprepas 10 000 gånger och 10 000 simulerade årsavkastningar fås. Även 10 000 årliga standardavvikelser för var och en av strategierna erhålls. För att undersöka fördelningarna för årsavkastningarna ritas årsavkastningarna upp i ett histogram.

Värdena för medianerna, medelvärdena, 5%-percentilen och 95%-percentilen är intressanta för denna undersökning och fås av Matlabs inbyggda funktioner .

3.3 Simulering med Monte-Carlo

Med Monte-Carlo-simuleringen undersöks 8 olika scenarion. Det betyder att 8 x 10 000 simuleringar får utföras för var och en av investeringsmetoderna.

För satelliten simuleras för 4 olika årliga förväntade avkastningar (-15%, -5%, 5% , 15%) med två olika volatiliteter (5% och 20%) d.v.s. 8 scenarion. Anledningen till de valda förväntade avkastningarna och volatiliteterna är att dessa antas spegla de olika möjliga marknadsutvecklingarna bra (mycket negativ avkastning med hög volatilitet respektive låg volatilitet, kraftig positiv avkastning med hög volalitet o.s.v.).

Den förväntade årliga avkastningen och volatiliteten för kärnan är däremot konstanta på 2% respektive 0.5%, vid alla scenarion.

För att simulera utvecklingen för satelliten och kärnan används Matlabkoden *Webstockrnd.m*, skriven av J. Akao[17] (1998). Den är skriven för simulering av aktiekurser men går likväl bra för simulering av indexkurser. Modifiering av koden görs för kunna gå ihop vår kod för de olika investeringsstrategierna. I koden har författaren gjort antagandet att aktiekurser är lognormalfördelade, vilket vi även har gjort för våra indexkurser. För givna förväntade årsavkastningar och standardavvikelser kan kursutveckling för ett år framåt simuleras fram. Modellen blir:

$$\ln S_{t+1} = \ln S_t + \mu\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}\varepsilon_t \tag{1}$$

[17] http://www.mit.edu/afs/athena.mit.edu/course/6/6.555/OldFiles/matweb/

där S_t=indexkursen vid tiden t, μ= förväntad avkastning, σ= volatilitet och ε_t =slumptal vid tiden t och N(0,1)

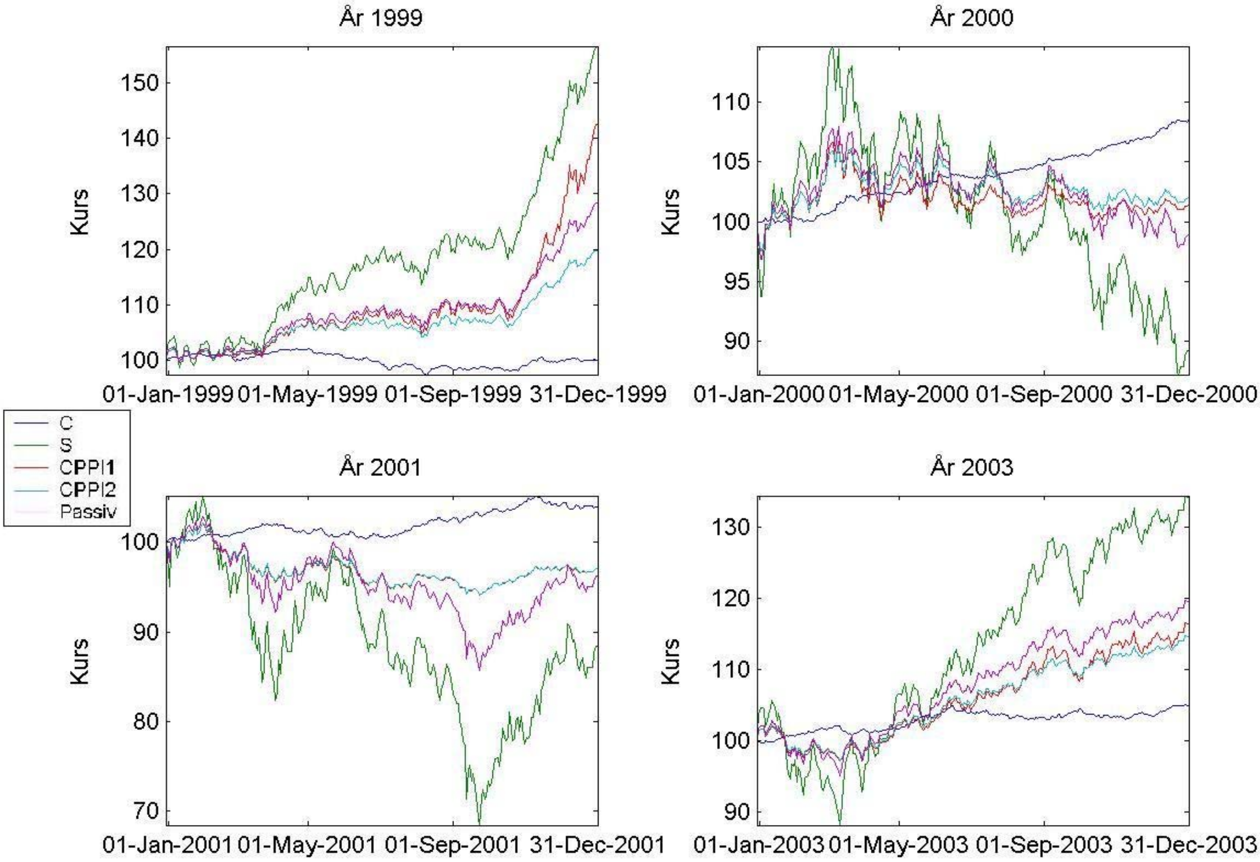
Författaren till Matlabkoden *Webstockrnd.m* definierar 365 handelsdagar på ett år.

Samma process utförs som för bootstrapping och därefter kan fördelningarna för investeringsstrategierna fås och även värdena för percentilerna, medianerna, medelvärden samt standardavvikelserna.

Allt detta upprepas 8 gånger för de 8 olika scenariona i varje investeringsstrategi.

4 Resultat

4.1 Historiska kursutvecklingar



Figur 1 Historiska kurser under några utvalda år för strategierna CPPI 1, CPPI 2 och Passiv

Figur 1 avser kursutvecklingen för kärnan C, satelliten S och för portföljstrategierna CPPI 1, CPPI2 och Passiv för de historiska data för åren 1999, 2000, 2001 och 2004. Det som kan utläsas från graferna är att kursutvecklingen för portföljstrategin CPPI 1 har gått bättre än för CPPI 2 för starkt positiva kursutvecklingar i satelliten utan större negativa avkastningsperioder (år 1999). Däremot är CPPI 2 att föredra framför CPPI 1 vid kraftiga svängningar i kursutvecklingen (år 2000, 2001, 2004) eftersom den årliga avkastningen för CPPI 2 är högre än för CPPI 1 (jämför årens slutkurs).

Vid jämförelsen mellan den passiva strategin och CPPI-strategierna syns från år 2000 och 2001 att CPPI-strategierna ger bättre skydd vid negativa kursutvecklingar i satelliten. För positiva utvecklingar i satelliten är den passiva strategin däremot bättre än CPPI 2 (år 1999, 2003). Detta beror på att satellitandelen i den passiva portföljen är 50% medan den bara är 40% i CPPI 2 (konstant kudde på 40%) vid positiva kursutvecklingar. Svårare är det att dra slutsatser vad gäller jämförelsen mellan CPPI 1 och Passiv vid positiva utvecklingar. År 1999 gick det bättre för CPPI 1 tack vare multiplikatoreffekten och inga djupa negativa avkastningsperioder. Enligt algoritmen för CPPI 1 investeras en allt större andel i satelliten om det går bra för den. För år 2000 hade satelliten flera djupa negativa avkastningsperioder varför den passiva strategin uppvisade bättre resultat.

Tabell 4 Årliga standardavvikelser %

	1999	2000	2001	2003
CPPI 1	11,32	7,86	5,73	7,97
CPPI 2	6,47	7,51	5,75	6,34
Passiv	8,4	10,56	12,12	9,22

Ur *tabell 4* för de årliga avkastningarna syns det att CPPI 1 alltid ger en högre standardavvikelse än CPPI 2. Med undantag från år 2001 då vi hade en väldigt negativ kursutveckling i satelliten. Standardavvikelsen för 2001 är nästan densamma för båda CPPI-strategierna, vilket är logisk då vår algoritm för CPPI 2 säger att den ska bete sig som CPPI 1 då satelliten har en kraftigt negativ kursutveckling. Standardavvikelsen för den passiva strategin är högre än CPPI-strategierna år 2000, 2001 och 2003 men lägre än CPPI 1 år 1999. Det beror återigen på multiplikatoreffekten i CPPI 1 som förstärker kursutvecklingen i satelliten vid starkt positiva kursutvecklingar.

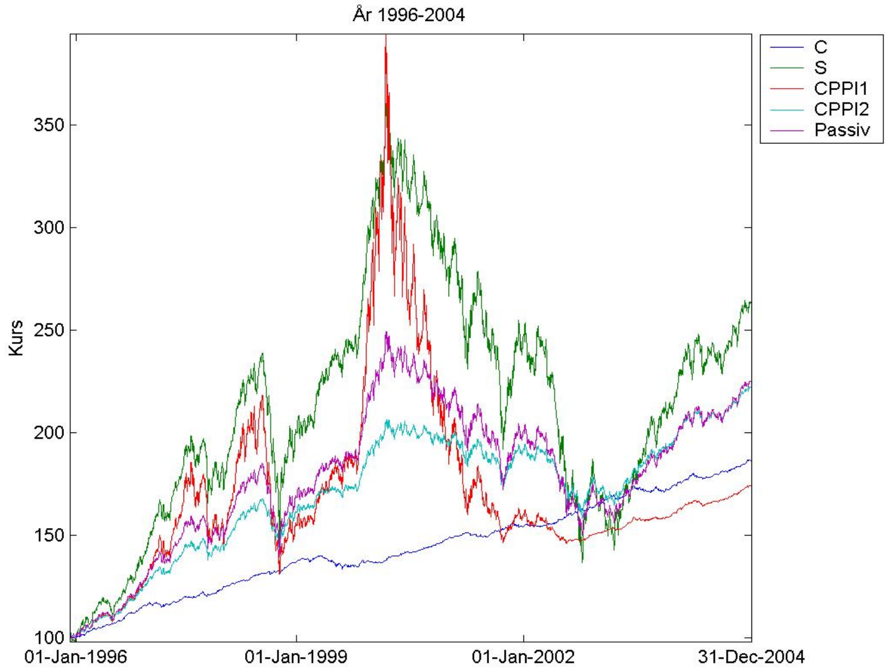


Figure 2: Historiska kurser för perioden 1996-2004 för strategierna CPPI 1, CPPI 2 och Passiv

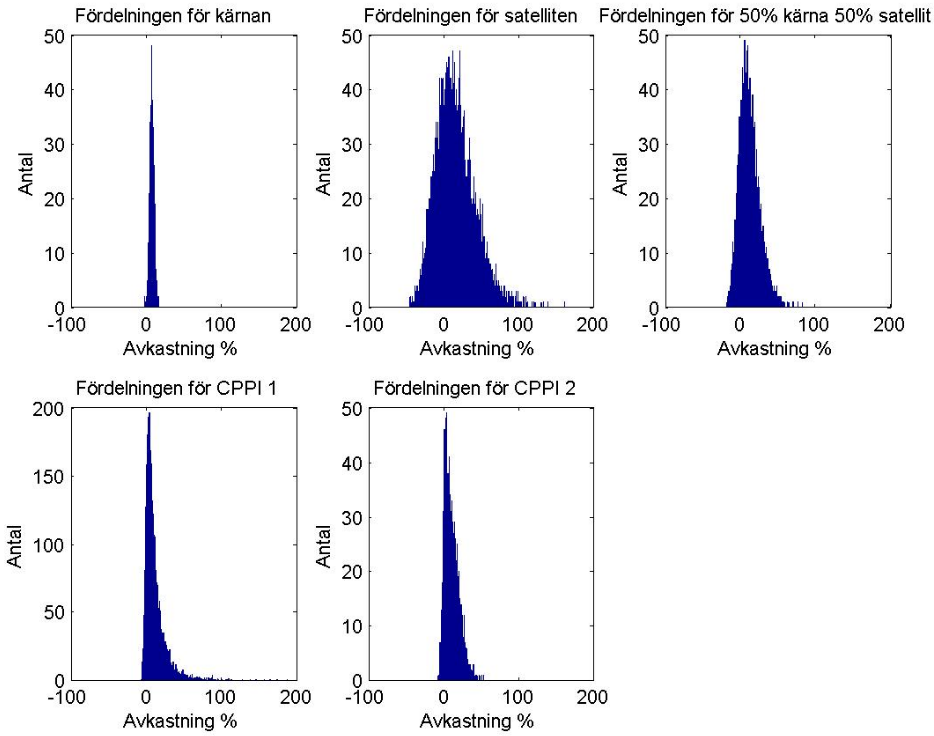
Kursutveckling för kärnan under perioden 1996-2004 har varit konstant stigande utan större svängningar. Satelliten däremot har haft kraftiga svängningsperioder, vilket har påverkat våra investeringsstrategier olika. Kursen för den passiva strategin har legat mellan satellitens och kärnans kurser vilket är som sig bör. Skillnaderna mellan CPPI 1 och CPPI 2 är väsentliga. CPPI 2 svänger inte lika kraftigt som CPPI 1.

Kursutvecklingen för CPPI 1 är intressant. För början av år 2000 är kursen för CPPI 1 högre än själva satelliten. Det beror multiplikatoreffekten som gör att investeringen i satelliten kan överstiga 100 % av portföljens värde för tidpunkten. För att kunna finansiera denna investering måste investeraren belåna från investeringen i kärnan d.v.s investeraren har en negativ investering i kärnan. Belåningsräntan blir densamma som avkastningen för kärnan. Eftersom investeraren investerar mer än 100 % i satelliten betyder det att den kraftiga uppgången under 1999-2000 förstärks och kursen för CPPI 2 kan hamna på en högre nivå än för satelliten.

Kursen för CPPI 1 från och med mitten av 2002 fram till år 2005 har följt kursutvecklingen för kärnan under samma period. Orsak till det är att satelliten hade en häftig nedgång från år 2001 till år 2002. Detta ledde till att allt mer investerades i kärnan under perioden. Vid mitten av år 2002

CPPI 1:s kurs sjunkit till 90 % av kärnans kurs. Med algoritmen för CPPI 1 betyder det att allt skulle investeras i kärnan. CPPI 1 kan betecknas som ”död”.

4.2 Resultat av simulering med bootstrapping



Figur 3: Fördelningarna för de olika strategierna CPPI 1, CPPI 2 och Passiv

Tabell 5

Avkastningar %	CPPI 1	CPPI 2	Passiv	Kärna	Satellit
5% percentilen	-1,81	-1,6	-6,71	3,2	-20,54
95% percentilen	34,71	25,55	32,24	11,35	57,33
Median	6,49	8,14	9,54	7,18	11,9
Medelvärde	10,37	9,6	10,76	7,21	14,31
Standardavvikelse %	9,41	7,3	10,47	2,32	20,58

Figur 3 visar tydligt att CPPI-strategierna verkligen reducera risken för stora förluster. Vi ser att fördelningarnas vänstra svans mer eller mindre har kapats av.

Resultaten av bootstrapping baserad på historiska indexkurser för OMRX (kärna) och SIX TOTAL (satellit) visar att 5%-percentilen för CPPI-strategierna ligger på en nivå som är 5 %-enheter högre än för den passiva strategin. Att den passiva strategins 95%-percentil ligger mellan CPPI 1:s och CPPI 2:s beror på definitionen för strategierna. Medianvärdena för strategierna är störst för den passiva och minst för CPPI 1 med en skillnad på cirka 3%-enheter. Samma mönster kan ses för medelvärdena men där är skillnaden cirka 1%-enheter. Standardavvikelsen för CPPI 2 ligger på en mycket lägre nivå, 2%-enheter lägre än CPPI 1 och 3%-enheter lägre än för Passiv.

4.3 Resultat för simulering med Monte-Carlo

För att sammanfatta simuleringarna till att lätt och överskådligt se vad resultaten säger görs 4 diagram. Två av dem visar medianvärdena och percentilerna (5% och 95%) på avkastningarna för de 3 investeringsstrategierna för de olika förväntade avkastningarna i satelliten. Det första för en satellit med en volatilitet på 5% och det andra med 20%. De två andra diagrammen visar standardavvikelserna på den årliga avkastningen för respektive strategi för de olika förväntade avkastningarna i satelliten. Även här är det ene diagrammet för volatiliteten 5% i satelliten och det andra för volatiliteten 20%.

Notera att kärnans förväntande årliga avkastning och standardavvikelse är konstant på 2% respektive 0.5%.

Appendix 1 inkluderar de simulerade fördelningarna för de olika strategierna för de 8 olika scenarion.

4.3.1 Satellit med volatilitet 5%

Figur 4 visas 95%-percentilen, 5%-percentilen samt medianen av avkastningen på portföljerna för CPPI1, CPPI2 och den passiva strategin för olika förväntade årlig avkastningar i satelliten (– 15 %), (-3 %), 3 % och 15 %. Här är satellitens volatilitet konstant på 5%. Som tidigare nämnts använder vi en kärna som alltid har en förväntad årlig avkastning på 2% och en volatilitet på 0,5% för samtliga Monte-Carlo-simulering.

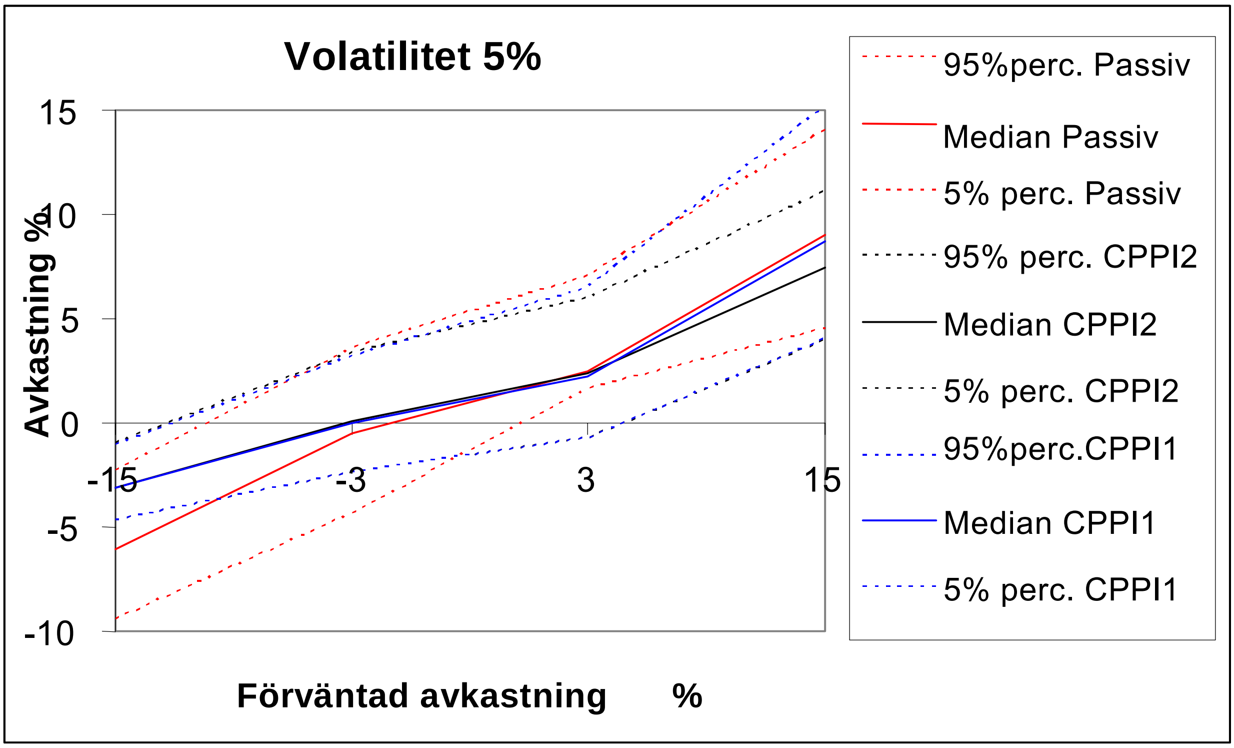
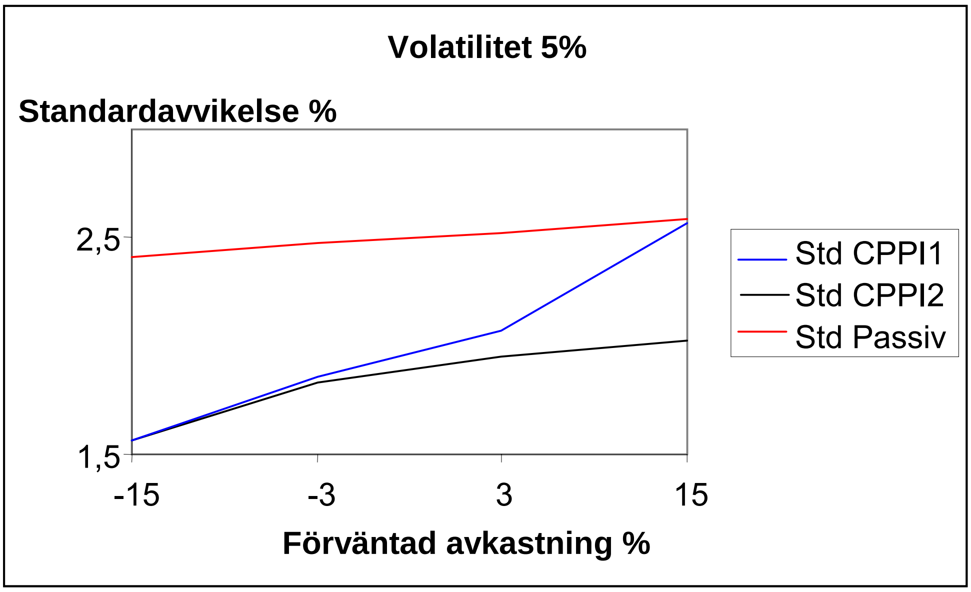


Figure 4: Median- samt percentilavkastningar för olika förväntade avkastningar i satelliten för de olika investeringsstrategierna

Figur 4 visar att medianavkastningen för den passiva strategin ger större förlust än de andra strategierna när den förväntade avkastningen är kraftig negativ. Däremot genererar den passiva strategin högre avkastning vid positiva förväntade avkastningar i våra simuleringar. Den stora skillnaden mellan CPPI-strategierna är att medianavkastningen för CPPI 1 genererar en högre avkastning vid positivt förväntade avkastningarna än om kudden är konstant. Vid negativt förväntade avkastningarna följer de båda CPPI strategierna varandra och ger ungefär samma resultat.

Det kan förklaras med hjälp av 5%-percentilerna är att för de båda CPPI-strategierna reduceras risken för stora förluster av vid negativa förväntade avkastningarna jämfört med den passiva strategin. 95%-percentilen för CPPI 1 visar att CPPI 1 genererar större chans till högre avkastning än de andra strategierna vid positiva förväntade avkastningar.

Vid jämförelse av den passiva strategin och CPPI 2 så har den passiva strategin större chans till högre avkastningar vid positiva förväntade avkastningarna.



Figur 5: Standardavvikelser för olika förväntade avkastningar i satelliten för de olika investeringsstrategierna

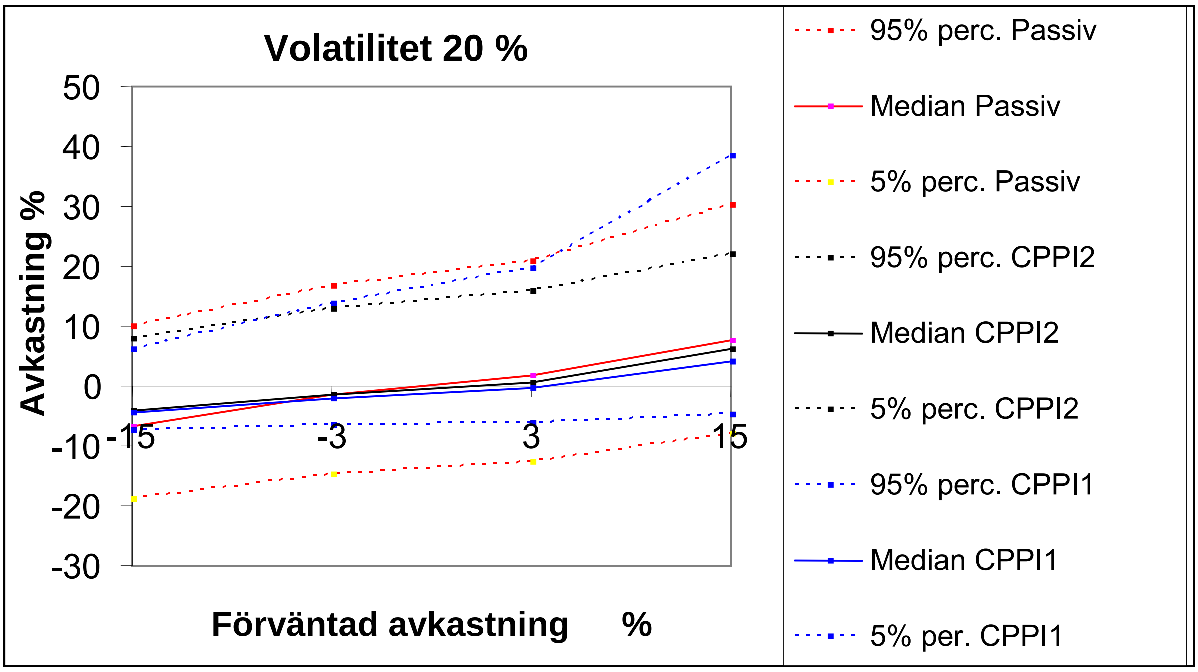
Figur 5 visar standardavvikelsen för de tre olika strategierna. Resultatet erhålls av simuleringarna med en volatilitet på 5 % samt att 4 olika förväntade avkastningar för satelliten är satta till (– 15 %), (-3 %), 3 % och 15 %

Den passiva strategin har högst och CPPI 2 har lägst standardavvikelser. Däremot kommer CPPI 1 att ha samma standardavvikelse som CPPI 2 vid negativa värdena på den förväntade avkastningen i intervallet. När den förväntade avkastningen går mot högre positiva värden ökar standardavvikelsen för CPPI 1 till ungefär samma nivå som standard avvikelsen för den passiva strategin. Om intervallet för den förväntade avkastningen skulle haft en högre förväntad avkastning än 15 % är det möjligt att standardavvikelsen för CPPI 1 blir högre än för den passiva strategin. Det beror på multiplikatorn för CPPI 1 gör att andelen som investeras i satelliten ökar då satellitens värde ökar. Det är möjligt att andelen som investeras i satelliten överstiger 100% av portföljvärdet.

Orsaken till att den passiva strategin tillsammans med CPPI 2 har standardavvikelser som inte fluktuerar så mycket relativt med CPPI 1 beror på att ju större värde på den förväntade avkastningen för satelliten desto högre blir kuddens värde för CPPI 1. Det leder till att portföljen för den strategin kommer att allokeras till satelliten som har en högre volatilitet än kärnan.

Däremot kommer CPPI 2 att allokera den positiva avkastningen som är större än det ursprungliga värdet på kudden till kärnan som har en lägre volatilitet, därmed får denna strategi generellt lägre standardavvikelser.

4.3.2 Satellit med volatilitet 20%



Figur 6: Median- samt percentilavkastningar för olika förväntade avkastningar i satelliten för de olika investeringsstrategierna

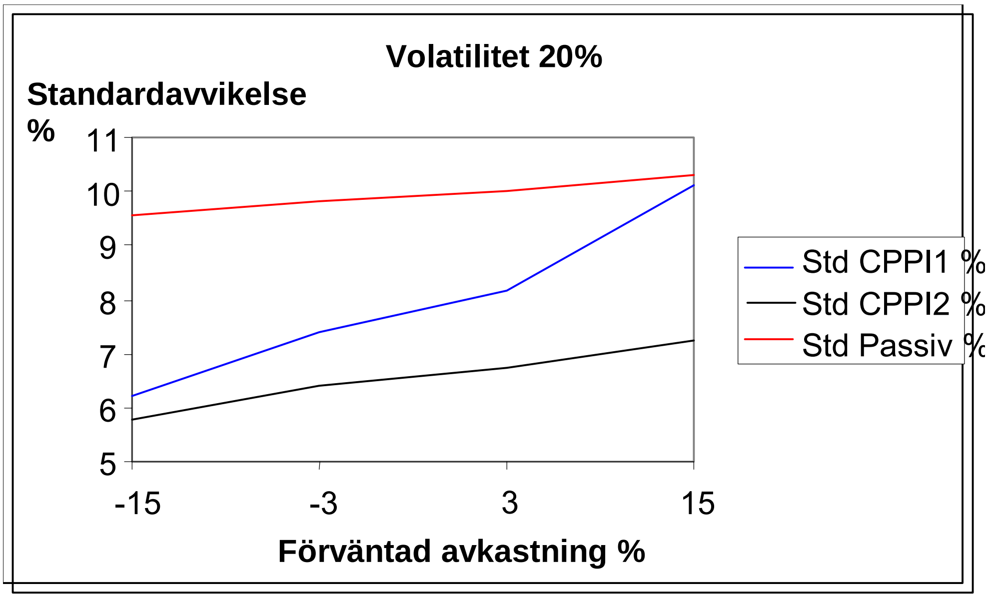
Om simuleringarna görs med en volatilitet på 20 %, visar uppvisar den passiva strategin en medianavkastning med större förlust än CPPI-strategierna när förväntade avkastningen är negativ (se figur 6). Den genererar fortfarande högre avkastning vid positiva förväntade avkastningarna i genomförda simuleringarna.

Den stora skillnaden mellan CPPI-strategierna är jämfört mot en satellit med volatilitet 20% är att medianavkastningen för CPPI 2 generera högre avkastning än CPPI 1 vid positiva förväntade avkastningar.

Åter igen följer de båda CPPI-strategierna varandra väl och ger ungefär samma resultat vid negativa förväntade avkastningar.

5 % percentilerna visar att för CPPI-strategierna reducerar risken för stora förluster vid negativt förväntade avkastningar jämfört med den passiva strategin.

95%-percentilen visar att CPPI 1 genererar större chans till högre avkastning. Skillnaderna för 95%-percentiler med de olika strategierna är större vid en volatilitet på 20% än för 5% för höga förväntade avkastningar. Även för 5%-percentilen skiljer strategier mer åt än vid en volatilitet på 20% jämfört med en volatilitet på 5%.



Figur 7: Standardavvikelser för olika förväntade avkastningar i satelliten för de olika investeringsstrategierna

Figur 7 har nästan samma utseende som för Figur 5, där volatilitet var på 5%. Den stora skillnaden mot Figur 5 är att värdet på standardavvikelsen för samtliga strategier ligger på en högre nivå. Orsaken till de är baserade på två olika volatiliteter (5% mot 20%).

5 Slutsats

Resultaten från bootstrapping och Monte-Carlo-simuleringarna visar att CPPI-strategierna reducerar risken för stora förluster. För vår undersökning med ett golv för CPPI-strategierna definierad som 90% av kärnans värde, understiger värdet på våra CPPI-portföljer aldrig 90% av kärnans värde.

CPPI-strategierna påverkas inte lika mycket som den passiva strategin av svängningar i satelliten vid en kraftig nedgång. Det beror på att CPPI-strategierna allokerar majoriteten av portföljen till kärnan när satelliten går ner kraftigt

För negativa förväntade avkastningar i satelliten innebär den passiva strategin större risk för förluster än de båda CPPI-strategierna oberoende av volatilitet i satelliten. Vi ser att standardavvikelserna för de båda CPPI-strategierna befinner sig på en mycket lägre nivå än för den passiva strategin (3%-enheter respektive 4% för CPPI 1 och CPP2 vid 20% volatilitet i satelliten och 1%-enhet för båda CPPI-strategierna vid 5% volatilitet i satelliten).

För de positiva förväntade avkastningar vi tittat på, kan man se en tydlig trend oavsett volatilitet, att standardavvikelsen för CPPI 1 närmar sig standardavvikelsen för den passiva strategin. Dessutom ser man att standardavvikelsen för CPPI 2 är förhållandevis korrelerad med standardavvikelsen för den passiva strategin. Den enda skillnaden är att standardavvikelsen för CPPI 2 ligger på en lägre nivå för båda volatiliteterna.

Våra undersökningar visar CPPI-strategierna generellt ger en lägre standardavvikelse i jämförelse med den passiva strategin, i alla fall för de förväntade avkastningar som undersökts. Å andra sidan genererar den passiva strategin högre avkastning än båda CPPI-strategierna när den förväntade avkastningen är positiv. Däremot kan man se att skillnaden mellan avkastningarna för de båda CPPI strategierna varierar beroende på volatiliteten vid de positiva förväntade avkastningarna.

Valet av multiplikatorn är satt till 4 och golvet till 90 % av kärnan. Det påverkar våra resultat i hög grad eftersom det bestämmer hur mycket som allokeras till satellieten. Andra numeriska värden på multiplikatorn och golvet hade givit annorlunda resultat. Samma sak gäller för antalet simuleringar vi gjort i Monte-Carlo och bootstrapping där vi valt att göra 10 000 simuleringar i varje simuleringsmetod. Om vi skulle ha gjort dessa med fler än 10 000 simuleringar t ex hundra tusen eller en miljon så skulle de värden som genereras vara mer signifikanta. Detsamma gäller för de förväntade avkastningarna och volatiliteten i Monte-Carlo-simuleringarna där fler värden på dessa skulle generera ett mer signifikant resultat.

En brist i analysen är att vi inte har tagit hänsyn till transaktionskostnader. Transaktionskostnader för CPPI-strategierna i denna uppsats borde rimligtvis vara ganska höga eftersom de omallokales väldigt ofta (varje dag). Det leder till att stor del av avkastningen kommer att ätas upp av transaktionskostnaderna.

Ett annat problem med CPPI är att veta när och hur ofta man bör allokera om portföljen för att optimera avkastningen relativt kostnaderna.

Vidare kan vi konstatera att resultaten från bootstrapping simuleringarna är specifika för just OMRX Total och SIXPRX. Det säger inget generellt om skillnaderna mellan CPPI-strategierna och den passiva strategin.

Litteraturlista

Fama E. (1997), *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*

Internetadresser:

Fondbolagen.

http://www.fondbolagen.se

http://www.fondbolagen.se/upload/fondsparande_i_ett_10-%C3%A5rspektiv1994-2004.pdf

Matlabkod för Monte-Carlo-simulering:

http://www.mit.edu/afs/athena.mit.edu/course/6/6.555/OldFiles/matweb/

RoburAB:

http://www.robur.se

http://www.robur.se/nyheter/nyhetsmall.asp?lngPageID=2642

Artiklar:

F. Black and R. Jones, (1987). Simplifying Portfolio Insurance. *The Journal of Portfolio Management*, s48-51.

A. Perold and W.F. Sharpe, (1988). Dynamic Strategies for Asset Allocation. *Financial Analysts Journal*, January-February, s 16-27.

N Amenc, P Malaise och L Martellini, (2004). Revisiting Core-Satellite Investing-A dynamic model of risk management, *Working Paper, EDHEC risk and asset management research centre*

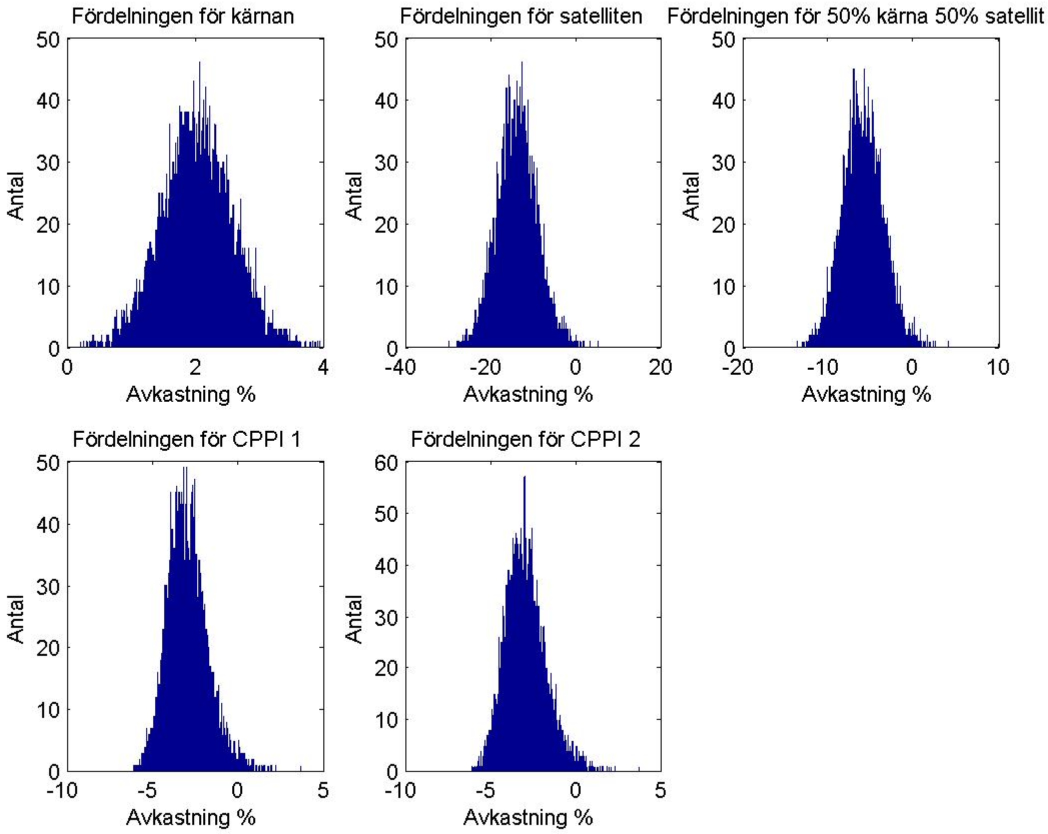
Appendix 1

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till -15 % med en volatilitet på 5 %

Tabell 6 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna Passiv, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet

Tabell 6

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,2	-20,84	-9,45	-4,69	-4,69
95%-percentilen	2,84	-6,68	-2,28	-1,04	-1,02
Median	2,02	-14,05	-6,04	-3,11	-3,11
Medelvärde	2,02	-13,94	-5,96	-3,02	-3,01
Standard avvikelse	0,5	5	2,41	1,56	1,56



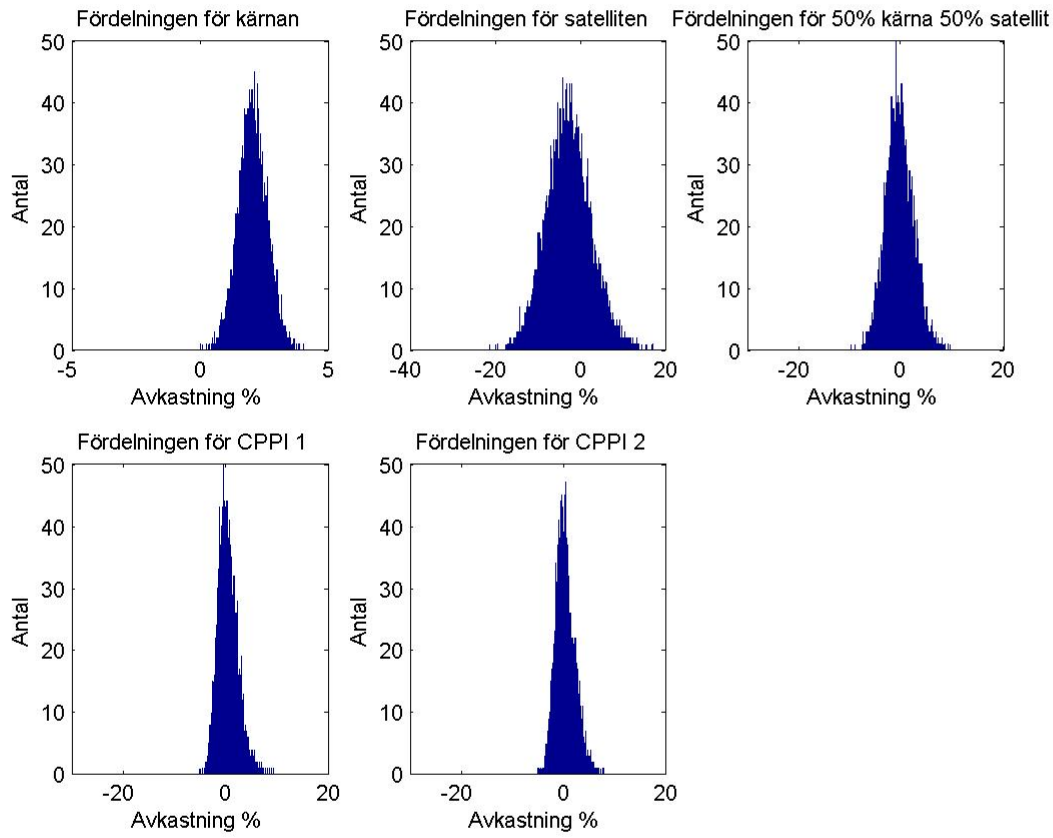
Figur 8: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till -3 % med en volatilitet på 5 %

Tabell 7 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna passivt innehav, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet.

Tabell 7

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,2	-10,73	-4,38	-2,38	-2,37
95%-percentilen	2,85	5,11	3,64	3,23	3,32
Median	2,02	-3,06	-0,52	0,03	0,06
Medelvärde	2,02	-2,99	-0,49	0,16	0,19
Standard avvikelse	0,5	5	2,48	1,86	1,83



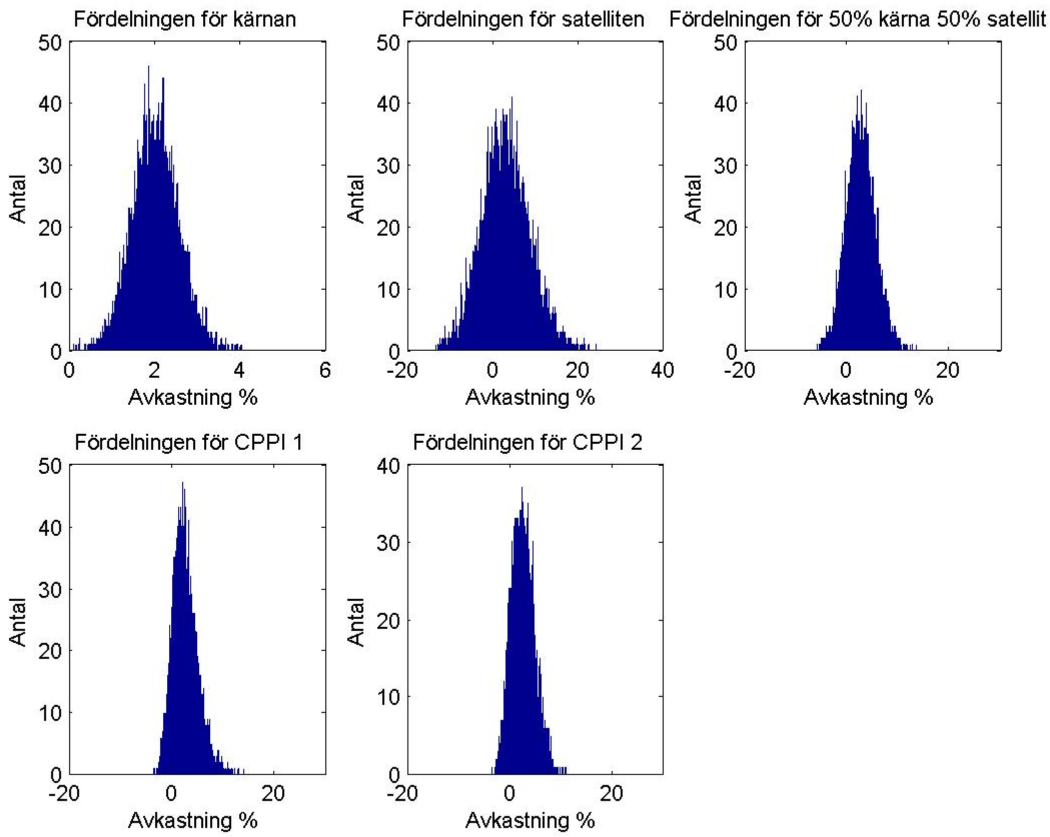
Figur 9: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till 3 % med en volatilitet på 5 %

Tabell 8 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna passivt innehav, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet.

Tabell 8

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,17	-5,2	1,61	-0,73	-0,72
95%-percentilen	2,84	12,01	7,03	6,44	5,95
Median	2,01	2,94	2,48	2,24	2,34
Medelvärde	2,01	3,09	2,55	2,45	2,42
Standard avvikelse	0,5	5,01	2,52	2,07	1,95



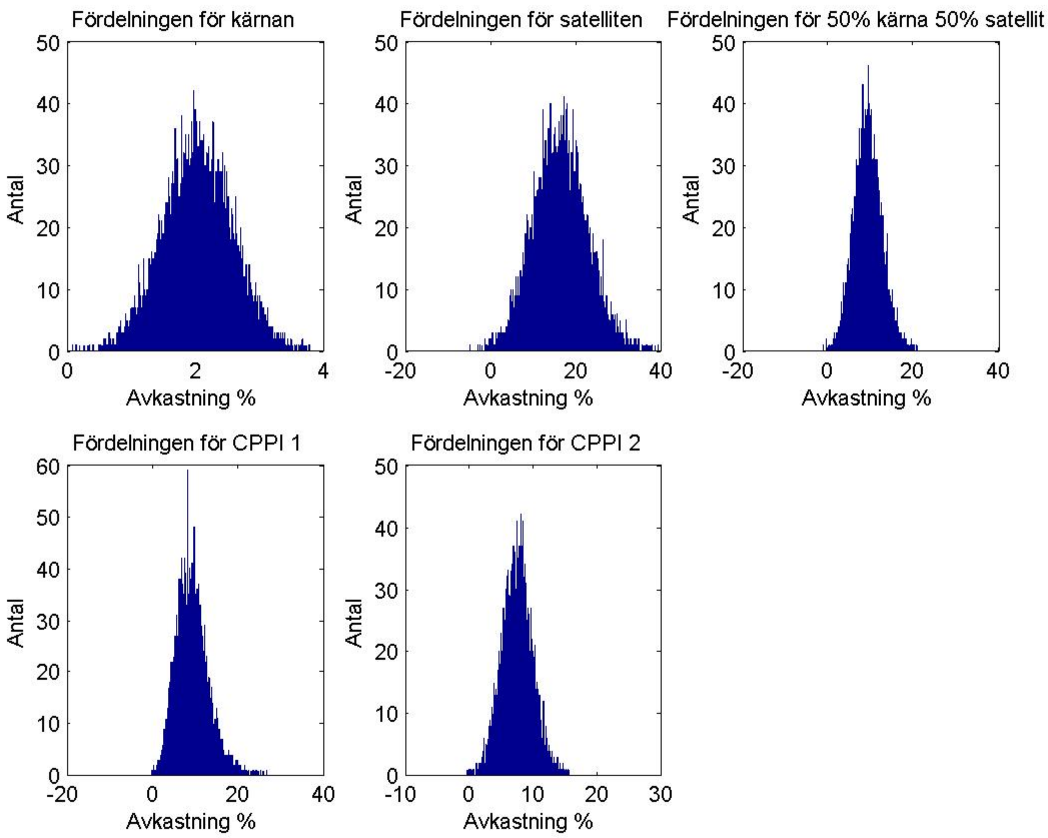
Figur 10: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till 15 % med en volatilitet på 5 %

Tabell 9 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna passivt innehav, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet.

Tabell 9

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,21	7,12	4,52	3,99	3,97
95%-percentilen	2,86	26	14	15,16	11,07
Median	2,02	16,09	9,04	8,65	7,44
Medelvärde	2,03	16,22	9,12	9	7,47
Standard avvikelse	0,5	5,01	2,59	2,57	2,02



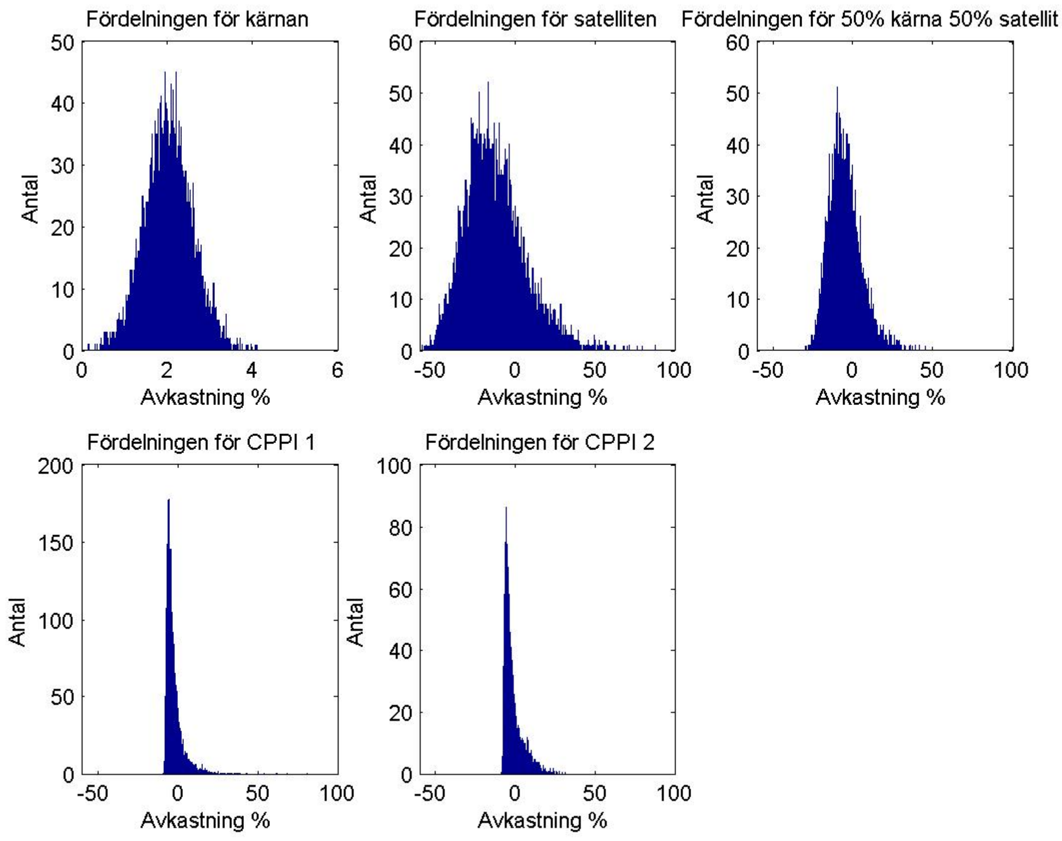
Figur 11: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till -15 % med en volatilitet på 20 %

Tabell 10 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna passivt innehav, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet.

Tabell 10

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,19	-39,33	-18,68	-7,29	-7,28
95%-percentilen	2,86	17,85	9,97	6,11	7,82
Median	2,01	-15,39	-6,7	-4,39	-4,22
Medelvärde	2,02	-13,73	-5,86	-2,97	-2,61
Standard avvikelse	0,5	20,01	9,56	6,23	5,76



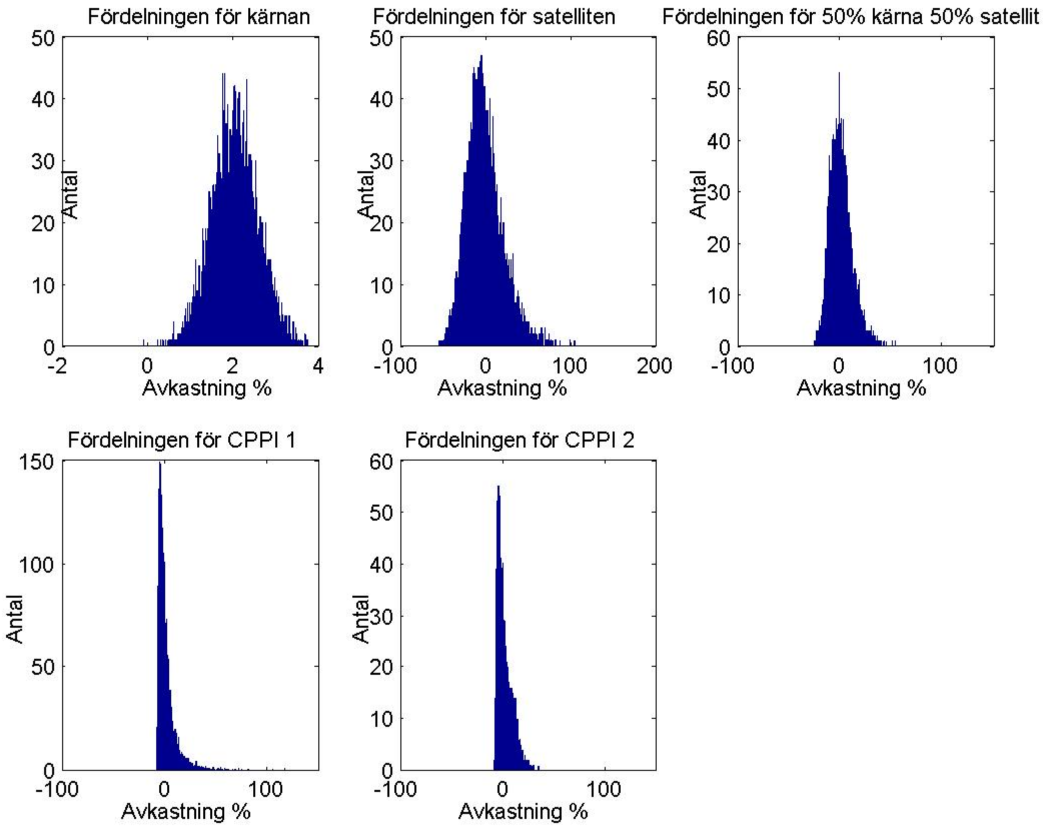
Figur 12: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till -3 % med en volatilitet på 20 %

Tabell 11 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna passivt innehav, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet.

Tabell 11

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,19	-31,57	-14,76	-6,59	-6,55
95%-percentilen	2,88	31,25	16,7	13,93	13,07
Median	2,01	-4,76	-1,4	-2,06	-1,54
Medelvärde	2,023	-2,86	-0,42	0,2	0,45
Standard avvikelse	0,5	20,01	9,84	7,41	6,4



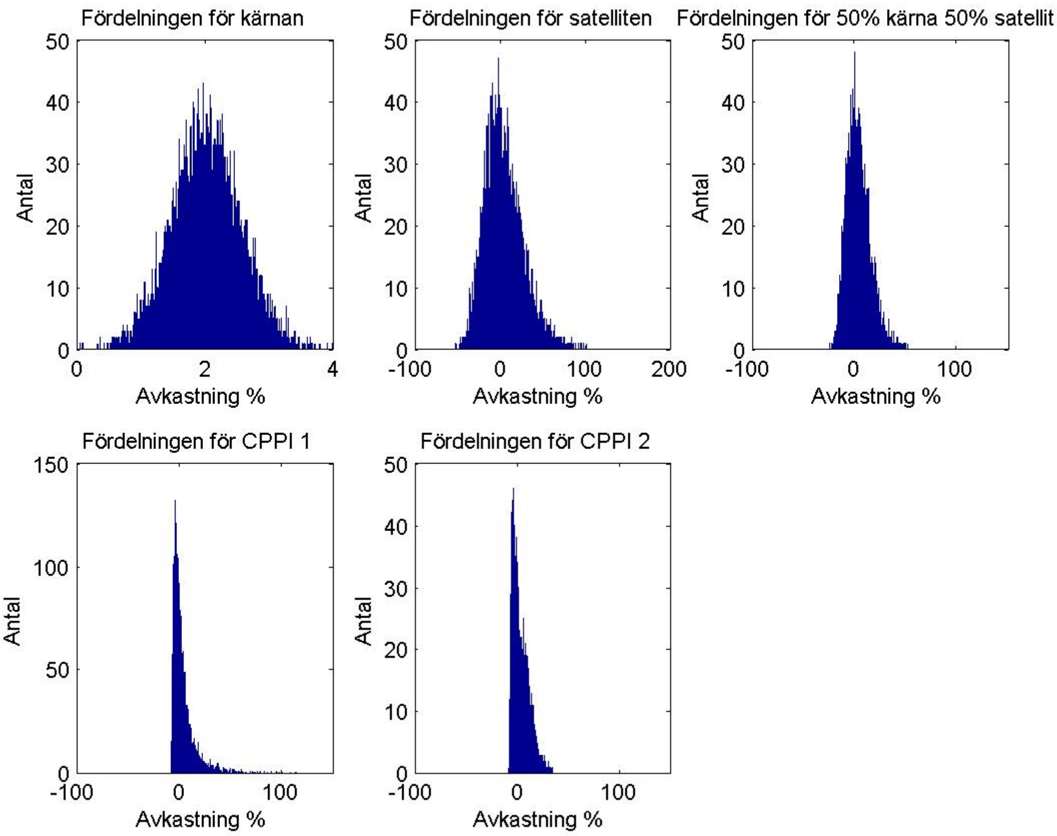
Figur 13: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till 3 % med en volatilitet på 20 %

Tabell 12 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna passivt innehav, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet.

Tableau 12

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,17	-27,12	-12,56	-6,12	-6,06
95%-percentilen	2,86	39,4	20,8	19,73	15,8
Median	2,02	1,22	1,64	-0,4	0,64
Medelvärde	2,02	3,11	2,56	2,41	2,37
Standard avvikelse	0,5	20,01	9,99	8,17	6,72



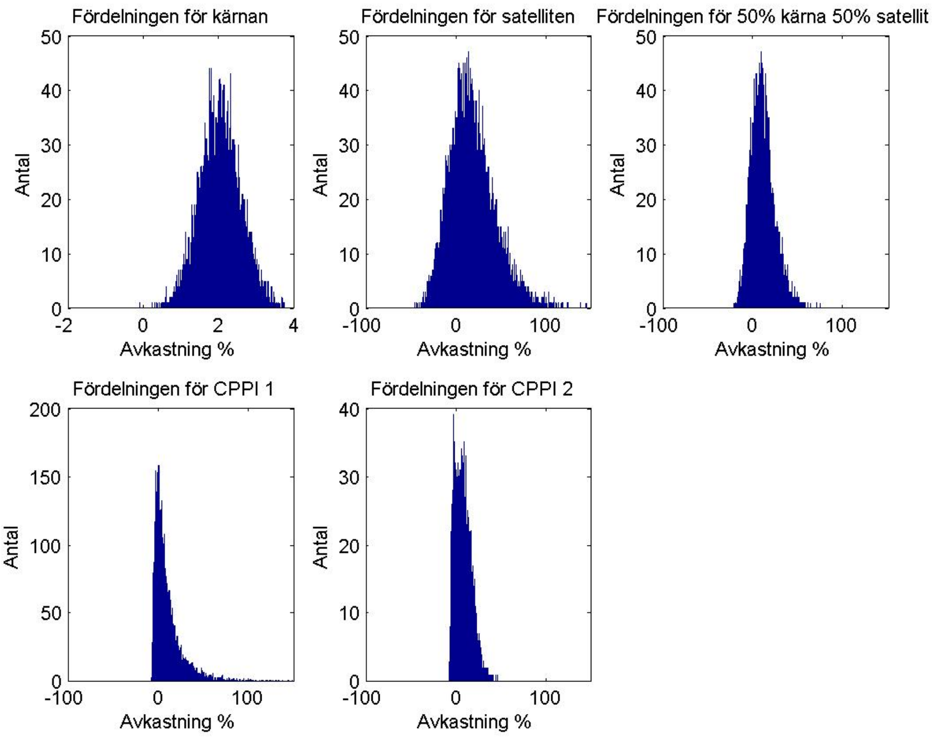
Figur 14: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Monte Carlo simulering med förväntad avkastning för satelliten satt till 15 % med en volatilitet på 20 %

Tabell 13 visar 5%-percentilen, 95%-percentilen, medianen, medelvärdet samt standard avvikelsen för kärnan, satelliten samt de tre investeringsstrategierna passivt innehav, CPPI 1 som är den strategin där kudden är rörlig, samt CPPI 2 där kudden är konstant när det totala värdet på portföljen är lika eller högre än det initierade värdet

Tabell 13

	Kärnan	Satelliten	Passiv	CPPI 1	CPPI 2
5%-percentilen	1,19	-17,84	-7,9	-4,84	-4,69
95%-percentilen	2,86	58,6	30,27	38,56	22,08
Median	2,01	13,58	7,77	4,14	6,12
Medelvärde	2,02	16,02	9,02	8,87	6,86
Standard avvikelse	0,5	20,03	10,3	10,11	7,25



Figur 15: Graferna visar fördelningen för den årliga avkastningen i procent för kärnan, satelliten, passiv strategi, CPPI 1 samt CPPI 2.

Appendix 2

Matlabkod för Bootstrapping

```
clear all;
% ::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
% C-uppsats Nationalekonomi Vt-2005
% Handledare Sebastian Arslanogullari
% Peter Tram, Jonas Gustavsson
% ::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
%-----------------------------------------------------------
% Parse inputs from the page

numsim=10000;
ar1996=load('1996.txt');
ar1997=load('1997.txt');
ar1998=load('1998.txt');
ar1999=load('1999.txt');
ar2000=load('2000.txt');
ar2001=load('2001.txt');
ar2002=load('2002.txt');
ar2003=load('2003.txt');
ar2004=load('2004.txt');
ar2005=load('2005.txt');
%SIX, OMRX
ar19962005=[ar1996; ar1997; ar1998; ar1999; ar2000; ar2001; ar2002; ar2003; ar2004; ar2005];
kC=ar19962005(:,2);
kS=ar19962005(:,1);
rC=(diff(kC)./kC(1:end-1));
rS=(diff(kS)./kS(1:end-1));
%bootstrapping för ett år framåt mha historisk data
rCC=(bootstrp(numsim,'g',rC))';
rSS=(bootstrp(numsim,'g',rS))';
spot=100;
k=length(rSS(1,:));
kCC(1,1:k)=spot*ones(1,1:k);
kSS(1,1:k)=kCC(1,1:k);
n=260-1;

for i=1:n
    kCC(i+1,:)=kCC(i,:).*(1+rCC(i,:));
    kSS(i+1,:)=kSS(i,:).*(1+rSS(i,:));
end
kPPass =0.5*kCC+0.5*kSS;
%:::::::::::::::::::::::::::::::::::::
p=0.9;              %procent av core
m =4;               %multiplikator
%:::::::::::::::::::::::::::::::::::::
  returnsV_P1_P2_C_S_B_P=[];
  StdV_P1_P2_C_S_B_P=[];
  TEV_P1_P2=[];
...
```

Matlabkod för Monte-Carlo-simulering

```
clear all;
% ::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
% C-uppsats Nationalekonomi Vt-2005
% Handledare Sebastian Arslanogullari
% Peter Tram, Jonas Gustavsson
% ::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
%-------------------------------------------------------------
% datainputs
rS      = input('r for S= ');
sigmaS  = input('sigma for S= ');
rC=2;
sigmaC=0.5;
%rC      = input('r for C= ');
%sigmaC  = input('sigma for C= ');
spot=100;
numsim=2;
t = (0:365)'/365; %antal dagar för simuleringen
kSS=[];
kCC=[];
kSS =localstockrnd(spot, rS/100, t, sigmaS/100, numsim); %simulera fram kurserna för satelliten
kCC =localstockrnd(spot, rC/100, t, sigmaC/100, numsim); %simulera fram kurserna för kärnan (Core)
kPPass =0.5*kCC+0.5*kSS; %passiva portföljen med innehav 50% i Core och 50% i satellit
%:::::::::::::::::::::::::::::::::::
p=0.9;              %procent av core
m =4;               %multiplikator
%:::::::::::::::::::::::::::::::::::
  returnsV_P1_P2_C_S_B_P=[];
  StdV_P1_P2_C_S_B_P=[];
  TEV_P1_P2=[];
for b=1:numsim
    kC=kCC(:,b);
    kS=kSS(:,b);

    kPass=kPPass(:,b);
    kP(1)=kC(1);
    F =p*kC(1);            %Floor
    C =kP(1)-F;            %Cushion
    IS=m*C;                %investering i satellit
    IC=kP(1)-IS;           %investering i core

    %-------------------
    % fall 1: Fast floor
    %-------------------
    ISs=[];
    ICc=[];
    n=length(kC)-1;
    kP=100*ones(n+1,1);
    for i=1:n

        IC = IC/kC(i)*kC(i+1); %antal ggr pris
        IS = IS/kS(i)*kS(i+1);
        kP(i+1) = IC + IS;
        F  = p*kC(i+1);
        C  = kP(i+1)-F;
        IS = m*C;
        IC = kP(i+1)-IS;
        ISs=[ISs IS];
        ICc=[ICc IC];
    end

    kP1=kP; %kursen for fall 1
    rP1=(diff(kP1)./kP1(1:end-1));

    % fall 2: Konstant cushion givet kP >kC annars som fall 1
    % ----------------------------------------------------
    F =p*kC(1);            %Floor
    C =kP(1)-F;            %Cushion
    IS=m*C;                %investering i satellit
    IC=kP(1)-IS;           %investering i core

    for i=1:n
        IC = IC/kC(i)*kC(i+1);
        IS = IS/kS(i)*kS(i+1);

        kP(i+1) = IC + IS;
        if kP(i+1) >= kC(i+1) %portfoljens varde overstiger core
            C  = (1-p)*kP(i+1);
            IS = m*C;
            IC = kP(i+1)-IS;
        end

        if kP(i+1) < kC(i+1) %som fall 1
            F  = p*kC(i+1);
            C  = kP(i+1)-F;
            IS = m*C;
```

```
            IC = kP(i+1)-IS;
        end
    end
    kP2=kP; %kursen for fall 1
    rP2=(diff(kP2)./kP2(1:end-1));

    rC=(diff(kC)./kC(1:end-1));
    rS=(diff(kS)./kS(1:end-1));
    rPass=(diff(kPass)./kPass(1:end-1));


    returns_P1_P2_C_S_B_P=[kP1(end) kP2(end) kC(end) kS(end) kB(end) kPass(end)]-100*ones(1,6);
    Std_P1_P2_C_S_B_P=[std(rP1) std(rP2) std(rC) std(rS) std(rB) std(rPass)];
    TE_P1_P2=[std(rP1-rB) std(rP2-rB)];

    returnsV_P1_P2_C_S_B_P=[ returnsV_P1_P2_C_S_B_P; returns_P1_P2_C_S_B_P];
    StdV_P1_P2_C_S_B_P=[ StdV_P1_P2_C_S_B_P; Std_P1_P2_C_S_B_P];
    TEV_P1_P2=[TEV_P1_P2; TE_P1_P2];

    % kC-kursen for core
    % kP1- kursen for fall 1 (fast floor)
    % kP2- kursen for fall 2 (kostanst cushion)
    % kS - kursen for satelliten (aktie-index)
    subplot(1,2,b)
    i=366;
    t=1:length(kC)
    plot(t,kC,t,kS,t,kP1,t,kP2,t,kP)
    axis tight
    xlabel('t')
    ylabel('Returns %')
    title(['Simulation ' int2str(b)])
    %legend('C','S','CPPI 1','CPPI 2','Passiv',-1)
end
legend('C','S','CPPI 1','CPPI 2','Passiv',-1)
%returnsV_P1_P2_C_S_B=returnsV_P1_P2_C_S_B
%StdV_P1_P2_C_S_B=StdV_P1_P2_C_S_B
% TEV_P1_P2=TEV_P1_P2

%

% rSP1=sort(returnsV_P1_P2_C_S_B_P(:,1));

% rSP2=sort(returnsV_P1_P2_C_S_B_P(:,2));

% rSC=sort(returnsV_P1_P2_C_S_B_P(:,3));

% rSS=sort(returnsV_P1_P2_C_S_B_P(:,4));

% rSB=sort(returnsV_P1_P2_C_S_B_P(:,5));

% rSP=sort(returnsV_P1_P2_C_S_B_P(:,6));

%

% StdSP1=sort(StdV_P1_P2_C_S_B_P(:,1));

% StdSP2=sort(StdV_P1_P2_C_S_B_P(:,2));

% StdSC=sort(StdV_P1_P2_C_S_B_P(:,3));

% StdSS=sort(StdV_P1_P2_C_S_B_P(:,4));

% StdSB=sort(StdV_P1_P2_C_S_B_P(:,5));

% StdSP=sort(StdV_P1_P2_C_S_B_P(:,6));

%

% n=numsim;

% 5%-percentil

% p=0.05;

% pz=p*n;
% rP5ZP1=rSP1(pz)
% rP5ZP2=rSP2(pz)
% rP5ZC=rSC(pz)

% rP5ZS=rSS(pz)
% rP5ZB=rSB(pz)
% rP5ZP=rSP(pz

% 95%-percentil
% p=0.95;
% pz=p*n;
% rP95ZP1=rSP1(pz)
```

```
% rP95ZP2=rSP2(pz)
% rP95ZC=rSC(pz)
% rP95ZS=rSS(pz)
% rP95ZB=rSB(pz)
% rP95ZP=rSP(pz)

% median
% rPMedianZP1=median(rSP1)
% rPMedianZP2=median(rSP2)
% rPMedianZC=median(rSC)
% rPMedianZS=median(rSS)
% rPMedianZB=median(rSB)
% rPMedianZP=median(rSP)

% mean
% rPMeanZP1=mean(rSP1)
% rPMeanZP2=mean(rSP2)
% rPMeanZC=mean(rSC)
% rPMeanZS=mean(rSS)
% rPMeanZB=mean(rSB)
% rPMeanZP=mean(rSP)

% mean Std
% ndays=366;
% StdMeanP1=mean(StdSP1)*sqrt(ndays)
% StdMeanP2=mean(StdSP2)*sqrt(ndays)
% StdMeanC=mean(StdSC)*sqrt(ndays)
% StdMeanS=mean(StdSS)*sqrt(ndays)
% StdMeanB=mean(StdSB)*sqrt(ndays)
% StdMeanP=mean(StdSP)*sqrt(ndays)
%
% subplot(2,3,1)
% hist(rSC,1000)
% title('Fördelningen för kärnan')
% xlabel('Avkastning ')
% ylabel('Antal')
%
% subplot(2,3,2)
% hist(rSS,1000)
% title('Fördelningen för satelliten')
% xlabel('Avkastning ')
% ylabel('Antal')
%
% subplot(2,3,3)
% hist(rSP,1000)
% title('Fördelningen för 50kärna 50% satellit')
% xlabel('Avkastning ')
% ylabel('Antal')
%
% subplot(2,3,4)
% hist(rSP1,1000)
% title('Fördelningen för CPPI 1')
% xlabel('Avkastning ')
% ylabel('Antal')
%
% subplot(2,3,5)
% hist(rSP2,1000)
% title('Fördelningen för CPPI 2')
% xlabel('Avkastning ')
% ylabel('Antal')
%
% rP5zPP1_P2_V_S_B_P=[rP5ZP1 rP5ZP2 rP5ZC rP5ZS rP5ZB rP5ZP]
% rP95zPP1_P2_V_S_B_P=[rP95ZP1 rP95ZP2 rP95ZC rP95ZS rP95ZB rP95ZP]
% rPMedianP1_P2_C_S_B_P=[rPMedianZP1 rPMedianZP2 rPMedianZC rPMedianZS rPMedianZB rPMedianZP ]
% rPMean_P1_P2_C_S_B_P=[rPMeanZP1 rPMeanZP2 rPMeanZC rPMeanZS rPMeanZB rPMeanZP ]
% stdMean_P1_P2_C_S_B_P=[StdMeanP1 StdMeanP2 StdMeanC StdMeanS StdMeanB StdMeanP]


function S = localstockrnd(s0, r, t, sig, NUMRND)
% reorder the times
[t, torder] = sort(t(:));
NT = length(t);

% compute interval lengths dt
dt = zeros(NT,1);
dt(1) = t(1);
dt(2:end) = diff(t);

% increment parameters in time
logdrifts = (r - 0.5*sig.*sig).*dt;
logstds = sig.*sqrt(dt);

% logS : sum the increments along time if needed
if (NT==1)
  % scalar multiplication and addition
  logS = logdrifts + logstds*randn(1,NUMRND);
else
```

```
  % expand logdrifts and logstds to NT by NUMRND
  logS = cumsum( logdrifts(:,ones(1,NUMRND)) + ...
      logstds(:,ones(1,NUMRND)).*randn(NT,NUMRND) );
end

% compute the stock values
S = s0*exp(logS);

% place the times back into the original order
S(torder,:) = S;
```