

# Afkastmodeller og det danske aktiemarked

En empirisk undersøgelse af CAPM og Fama og Frenchs trefaktormodel



©Scanpix/Iris<sup>1</sup>

Studerende:  
Thomas Christiansen

Vejleder:  
Niels Lehde Pedersen

---

<sup>1</sup> Via <http://penge.dk/investering/c20-i-historisk-indeks-1000>



## Indholdsfortegnelse

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Indledning.....                                   | 1  |
| Problembaggrund.....                              | 1  |
| Problemstilling.....                              | 2  |
| Problemformulering.....                           | 2  |
| Afgrænsning .....                                 | 2  |
| Undersøgelsesdesign.....                          | 3  |
| Modelvalg.....                                    | 3  |
| Fremgangsmåden .....                              | 4  |
| Kvalitetsmæssige overvejelser .....               | 4  |
| Modellernes teoretiske fundament .....            | 5  |
| Capital Asset Pricing Model.....                  | 5  |
| Fama og Frenchs trefaktormodel .....              | 6  |
| Forberedelse af testen .....                      | 8  |
| Datagrundlaget og klargøring af data.....         | 8  |
| Supplerende overvejelser vedrørende testdata..... | 9  |
| Regressionsmodellernes forudsætninger .....       | 9  |
| Mere om porteføljekonstruktionen .....            | 11 |
| Konstruktion af de forklarende variable .....     | 25 |
| Konstruktion af de afhængige variable .....       | 26 |
| Tidsperioden for dataanalysen.....                | 26 |
| Test af modellerne: "single pass"-regression..... | 27 |
| Modelformulering .....                            | 27 |
| Regressionsstatistikker for CAPM.....             | 27 |
| Regressionsstatistikker for FF3FM.....            | 36 |
| Kontrol af multikollinearitet .....               | 46 |
| Kontrol af autokorrelation.....                   | 50 |
| Test af modellerne: "second pass"-regression..... | 51 |
| Lidt om enkeltaktiver.....                        | 55 |
| Sammenfatning og konklusion .....                 | 57 |
| Perspektivering.....                              | 59 |
| Litteraturliste .....                             | A  |
| Elektroniske bilag.....                           | i  |

## Indledning

Hvad er et aktiv værd? Dette spørgsmål har optaget mange økonomer i adskillige år. Kender man den sande værdi af et aktiv, har man også mulighed for at handle såfremt aktivet er forkert prissat. Viden om prisfastsættelse kan bruges i mange sammenhænge, herunder porteføljesammensætning, risikostyring og præstationsmåling samt fastsættelse af afkastkravet til egenkapitalen.

En klassisk tilgang til prisfastsættelse er, at nutidsværdien af et aktiv er lig den tilbagediskonterede værdi af fremtidige pengestrømme genereret af aktivet. Det lyder besnærende simpelt, men i praksis kendes ofte, hverken de fremtidige pengestrømme eller diskonteringsrenten.

Særligt diskonteringsrenten fylder meget i økonomisk teori, da denne udgør vores forventninger til et fremtidig afkast. Jo mere præcist diskonteringsrenten kan bestemmes, desto mere præcis bliver prisfastsættelsen mv. – alt andet lige.

Risiko- og afkastmodeller er et essentielt bidrag til såvel teorien bag prisfastsættelse som det praktiske arbejde i investerings- og finansieringsøjemed. Risiko- og afkastmodeller søger at beskrive sammenhængen mellem et aktivs eksponering mod kendte risikofaktorer og afkastet på aktivet. Den meste udbredte af disse modeller er den såkaldte Capital Asset Pricing Model (CAPM), som blev introduceret i 1960'erne. Efterfølgende er der stillet spørgsmålstejn ved såvel modellens teoretiske fundament som dens empiriske resultater, og utallige variationer og alternativer kommet til, uden at nogle af dem dog har kunnet udfordre den "oprindelige" CAPM's popularitet blandt praktikere.

### PROBLEMBAGGRUND

Prisfastsættelse af aktiver er en central disciplin i finansiering og investering. Korrekt prisfastsættelse sikrer, at man ikke køber noget for dyrt eller sælger for billigt. Prisfastsættelse kan foregå på adskillige måder, men overordnet set tales oftest om enten absolut eller relativ prisfastsættelse. Absolut prisfastsættelse søger at fastslå et aktivs værdi gennem dets eksponering mod kendte risikofaktorer. Relativ prisfastsættelse søger derimod at fastslå værdien med udgangspunkt i sammenlignelige aktiver [Cochrane, 2000, p8].

En væsentlig parameter i den absolutte prisfastsættelse af såvel finansielle som materielle aktiver, er den såkaldte diskonteringsrente, som knyttes til afkastet, der genereres af aktivet.

Der findes adskillige modeller, som har til formål at bestemme dette afkast – CAPM formentlig som den mest kendte og oftest anvendte. En anden model, som har vundet indpas i akademiske miljøer, er Fama og Frenchs trefaktor-model [Cochrane, 2000, p399]. Hvor CAPM er en teoretisk funderet model, er Fama og French-modellen i højere grad empirisk begrundet.

Fælles for mange af disse modellerne er, at de er udviklet af amerikanske økonomer, og at empirien oftest er baseret på amerikanske data. Det er således interessant, om modellernes resultater kan overføres til Danmark.

## Problemstilling

Risiko- og afkastmodeller (herefter blot afkastmodeller) er en væsentligt redskab i såvel finansieringsteori som praktikerens værktøjskasse. Når f.eks. afkastkravet til egenkapitalen skal bestemmes, eller en porteføljes "performance" skal vurderes, vil en eller flere modeller oftest blive bragt i spil. CAPM er den foretrukne model blandt praktikere på trods af, at forskere gennem mere end 50 år har kritiseret modellen for såvel dens teoretiske fundament som dens empiriske resultater. Siden introduktionen af CAPM er flere afkastmodeller kommet til, og heraf nyder særligt Fama og Frenchs trefaktormodel (herefter FF3FM) udbredelse i akademiske kredse.

## Problemformulering

Denne opgave vil forsøge at belyse, hvorvidt CAPM og FF3FM holder på det danske aktiemarked, og om en af modellerne kan siges at være bedre end den anden. Jeg ønsker derfor at undersøge følgende:

1. Hvad er teorien bag modellerne, og hvilken kritik er rettet mod modellerne?
2. Hvordan estimeres modellerne, og er modellernes parametre statistisk signifikante?
3. Hvor gode er modellerne til at beskrive udviklingen i afkastet på danske aktier?

## Afgrænsning

Den empiriske undersøgelse omfatter aktier noteret på Nasdaq København/Københavns Fondsbørs i tidsperioden 01-01-1990 til 31-12-2015 – i det omfang data har været tilgængelige i databanken Thomson Reuters Datastream (Datastream). Adgangen til Datastream er sket via biblioteket på CBS, Solbjerg Plads.

Undersøgelserne laves blot for den samlede periode af praktiske hensyn. Der testes med andre ord ikke for forskellige tidsperioder ligesom der ikke laves out-of-sample-tests. I stedet er der fokuseret på at teste forskellige porteføljesammensætninger, da dette vurderes at have væsentlig betydning for resultatet.

De anvendte modeller begrænses til den "klassiske" CAPM samt Fama og Frenchs trefaktormodel for aktier<sup>2</sup>.

Forudsætningerne for de statistiske modeller testes ligesom der arbejdes med forskellige måder at konstruere inputvariablene på. Brud på forudsætningerne vil dog kun blive forsøgt udbedret i begrænset omfang. F.eks. vurderes transformering af variable eller avancerede regressionsmodeller at falde uden for opgavens omfang, idet litteraturen, der danner grundlag for opgaven, ikke inddrager disse teknikker.

---

<sup>2</sup> Fama og French introducerer en variant for obligationer i deres 1993-artikel [Fama og French, 1993]

## Undersøgellesdesign

### MODELVALG

CAPM er den dominerende afkastmodel i såvel den akademiske litteratur som i praksis. En spørgeskemaundersøgelse fra 1999 med 392 CFO'er som respondenter viste, at CAPM er langt den foretrukne metode til at beregne afkastkravet til egenkapitalen. 73,49% brugte altid eller næsten altid CAPM. Herefter fulgte det gennemsnitlige, historiske afkast på aktier med 39,41%. CAPM med ekstra risikofaktorer blev brugt af 34,29% af respondenterne [Graham og Harvey, 1999, tabel 3].

Undersøgelsen spurgte også respondenterne, hvilke risikofaktorer diskonteringsrenten tilpasses med. Renterisiko kom ind på førstepladsen med 15,3%, firmastørrelse (som indgår i FF3FM) tog andenpladsen med 14,57%. Kurs/indre værdi, som kan sammenstilles med Fama og French-modellens "Book-to-Market"-faktor, havde dog kun opbakning fra 3,98% [Graham og Harvey, 1999, tabel 4].

CAPM's dominans fastlås også i en undersøgelse foretaget af AFP fra 2011, hvor hele 87% brugte CAPM. 3% brugte dividendemodellen, 1% brugte APT-modellen og 9% brugte "andre modeller" [AFP, 2011, p9].

W. Todd Brotherson m.fl. publicerede i 2013 resultatet af en række telefoninterviews med virksomhedsrepræsentanter og finansielle rådgivere. Derudover gennemgik forfatterne en række bredt anvendte akademiske tekstbøger med henblik på at belyse, hvordan praktikere og akademikere forholder sig til de samme spørgsmål vedr. kapitalomkostninger. Undersøgelsen viste, at CAPM blev brugt af 95% af virksomhederne, 100% af de finansielle rådgivere og indgik ligeledes i 100% af lærebøgerne. 5% af virksomhederne brugte CAPM i kombination med f.eks. dividendemodellen og 5% brugte modificerede afkastmodeller. Udover CAPM nævnte tekstbøgerne også f.eks. dividendemodellen, APT og Fama og Frenchs trefaktormodel [Brotherson et al., 2013, p5ff].

CAPM er med andre ord et naturligt udgangspunkt for en opgave om afkastmodeller. Derimod er Fama og French-modellen et mindre åbenlyst valg. Fama og French-modellen har dog klare fordele, at den bygger videre på CAPM, og at modellens opbygning (dvs. variablene og konstruktionen af disse) er klart defineret. Fama og French-modellen inkorporerer firmastørrelse, som også er en relevant risikofaktor blandt praktikere jf. ovenstående. Den empiriske relevans af firmastørrelse underbygges af en undersøgelse af M. Lambert og G. Hübner, mens de stiller spørgsmål ved signifikansen af "Book-to-Market" [Lambert og Hübner, 2014]. I år 2000-udgaven af sin bog "Asset Pricing" beskriver John H. Cochrane dog Fama og French-modellen som den "aktuelt mest populære flerfaktormodel" [Cochrane, 2000, p172].

Fama og French introducerede i 2014 [Fama og French, 2015]<sup>3</sup> en femfaktormodel som bygger videre på trefaktormodellen. Denne model er fravalgt primært af praktiske årsager, ligesom f.eks. Mark M. Carharts firefaktormodel, der udvider trefaktormodellen med en momentumfaktor [Carhart, 1997].

---

<sup>3</sup> Artiklen blev publiceret i år 2014 i en 2015-udgave af Journal of Financial Economics

## FREMGANGSMÅDEN

FF3FM er en videreudvikling af CAPM, hvilket medfører, at modellerne kan testes på samme vis.

Fremgangsmåden i denne opgave er særligt inspireret af Fama og Frenchs egne tests i deres to artikler fra 1992<sup>4</sup> og 1993<sup>5</sup>. Detaljerne vil blive beskrevet i de relevante afsnit.

Undersøgelsen bygger på kvantitative sekundærdata fra Datastream.

Alle tests udføres med et signifikansniveau på 5%.

## KVALITETSMÆSSIGE OVERVEJELSER

### Reliabilitet

Begrebet reliabilitet siger noget om nøjagtigheden af et måleinstrument [Andersen, 2013, p84f]. En væsentlig parameter er, at resultater skal kunne genskabes.

Måden hvorpå modellerne konstrueres og testes kan have enorm betydning for resultatet. Beta-værdien (regressionskoefficienten på markedsproxyen) i CAPM og FF3FM er f.eks. ekstremt følsom overfor såvel valg af afkastinterval, tidsperiodens længde samt markedsproxy [Damodaran, 1998]. Fama og French bruger porteføljer i deres tests af såvel CAPM som FF3FM, men anerkender at resultaterne formentlig ikke kan overføres til enkeltaktiver [Fama og French, 1993, p54]

Disse problemstillinger behandles ikke indgående i opgaven; dels fordi de vurderes at være almindelig kendte og derfor mindre interessante; dels fordi opgaven i vid udstrækning følger fremgangsmåderne i Fama og Frenchs artikler fra 1992<sup>4</sup> og især 1993<sup>5</sup>.

### Validitet

Begrebet validitet knyttes til et resultats gyldighed og relevans [Andersen, 2013, p84].

Det kvalitative aspekt af validitet knytter sig til modelvalgene, som er begrundet ovenfor. Modellerne vurderes at være bredt anerkendte, behandlet i utallige akademiske tekster, og det formodes ukontroversielt at påstå, at modellerne er relevante for opgavens fokus.

Validitetsproblemerne i relation til de kvantitative data knytter sig i væsentlighed valget af datakilde. Data fra Datastream ses anvendt i mange empiriske undersøgelser, men det er naturligvis ikke en garant for kvalitet.

En væsentlig udfordring ved empiriske undersøgelser af ikke-amerikanske aktier er, at datagrundlaget ganske enkelt er ikke så godt som for de amerikanske aktier. Tidsserierne er kortere, og mængden af data er mindre omfattende.

Ozgur S. Ince og R. Burt Porter sammenligner data fra Datastream med den, i akademiske sammenhænge, oftest anvendte kilde for amerikanske aktiedata, Center for Research in Security Prices (CRSP). De finder væsentlige problemer med f.eks. klassifikation af aktiver og beregning af totalafkastet for individuelle aktiver, når der kompenseres for corporate actions [Ince og Porter, 2006].

---

<sup>4</sup> [Fama og French, 1992]

<sup>5</sup> [Fama og French, 1993]

Roman Brückner vurderer kvaliteten af data fra Datastream for det tyske marked og finder alvorlige problemer med data fra før 1990. Brückner fraråder, at Datastream anvendes som primær datakilde i akademiske undersøgelser i relation til de tyske marked før 1990 [Brückner, 2013].

Når Datastream alligevel er valgt som datakilde for denne opgave, er det først og fremmest et praktisk begrundet valg. Adskillige datakilder er forsøgt afprøvet, men ingen tilbyder samme kombination af søgemuligheder og dækning af data.

Datastream har adskillige leverandører af data foruden dem selv, og det kan være svært at finde det bedste valg, når flere variable på papiret beskriver det samme. Datastream tilbyder selv hjælp til brugeren gennem stjernemarkering af populære variable. Der er foretaget stikprøvekontrol af data, hvilket ikke har afsløret alvorlige afvigelser. Hertil skal dog bemærkes, at stikprøvekontrollen primært er udført i forhold til officielle årsrapporter, som er gjort tilgængelige på selskabernes hjemmesider. Mange selskaber stiller kun de seneste fem årsrapporter til rådighed, og der er ikke fundet årsrapporter fra før år 2000.

Det har også været nødvendigt, at efterbehandle data for at gøre dem klar til brug, hvilket beskrives nedenfor i afsnittet Datagrundlaget og klargøring af data.

## Modellernes teoretiske fundament

### CAPITAL ASSET PRICING MODEL

Teorien bag moderne porteføljeteori blev introduceret af Harry Markowitz i 1952 [Markowitz, 1952]. Markowitz påviste, at porteføljer bør sammensættes med både risiko og afkast for øje og udviklede matematikken bag porteføljedyversifikation; herunder udledningen af den efficiente rand. I 1958 viste James Tobin, hvordan investorer med forskellige risikopræferencer vælger den optimale portefølje ved tilstedeværelsen af et risikofrit aktiv [Tobin, 1958].

Markowitz og Tobins arbejde dannede grundlag for en række teorier omkring sammenhængen mellem risiko og afkast. William F. Sharpe [Sharpe, 1964] og John Lintner [Lintner, 1965] krediteres oftest for at have opfundet den model, der senere skulle blive kendt som Capital Asset Pricing Model (CAPM), men før dem udviklede Jack L. Treynor modellen i nogle manuskripter [bl.a. Treynor, 1961], som ikke blev publiceret dengang, men som i dag kan findes online. Herefter er teorierne gennem årene blevet konsolideret i en samlet udgave af modellen.

CAPM tilsiger, at afkastet på risikofyldt aktiv kan bestemmes som afkastet på et risikofrit aktiv plus risikopræmien på markedet justeret for aktivets følsomhed over for markedet.

I ligningsform kan modellen opstilles således:

$$R_i = R_f + \beta_i(R_m - R_f)$$

hvor  $R_f$  = den risikofri rente

og  $(R_m - R_f)$  = risikopræmien på markedet

$$\text{og } \beta_i = \frac{\text{kovariansen mellem aktiv } i \text{ og markedet}}{\text{variansen på markedet}}$$



De oprindelige CAPM-artikler bygger på en række forudsætninger, hvor der er mindre forskelle artiklerne i mellem<sup>6</sup>. Forudsætningerne til den konsoliderede version, der anvendes i litteraturen i dag, kan opsummeres som følger [Bodie et al., 2014, p304]:

- Der er ingen skatter og transaktionsomkostninger
- Investorerne er rationelle, risikoaverse, homogene forventninger til fremtidige afkast og tænker kun en periode frem
- Der findes et risikofrit aktiv og alle investorer kan låne til den risikofri rente
- Alle aktiver kan handles, der er fuld tilgængelighed af information og kortsalg er tilladt

CAPM er en teoretisk begrundet model. Sammenhængen mellem det forventede afkast og aktivets følsomhed over for markedet er intuitiv og rationel. Modellen er dog ikke uden problemer. I 1977 publiceredes en artikel af Richard Roll, hvori han påpeger problemer med modellens antagelser og muligheden for at teste disse [Roll, 1977]. Rolls kritik er efterfølgende blevet standardpensum på lige fod med selve CAPM-modellen i den finansielle litteratur. Roll opsummerer selv sine pointer som følger [Roll, 1977, p129f]:

- a. Litteraturen har ikke produceret en eneste korrekt og utvetydig test af modellen
- b. Der er praktisk talt ingen mulighed for at en sådan test kan gennemføres i fremtiden

Rolls kritik udfordrer teorien bag CAPM og knytter sig til det faktum, at den sande markedsportefølje ikke er kendt. Tests af CAPM vil således i stedet blive en test af den anvendte proxy for markedsporteføljen.

Nok så relevant er der gennemført utallige empiriske undersøgelser af CAPM, som også drager tvivl om modellens validitet<sup>7</sup>, om end ikke alle fører til klare afvisninger [Fama og Macbeth, 1973, p633f].

Kritikken har dog ikke afholdt folk fra at anvende CAPM, hverken i praksis eller i litteraturen.

## FAMA OG FRENCHS TREFAKTORMODEL

Fama og French introducerer i 1992 en model, som udvider CAPM med to yderligere faktorer [Fama og French, 1992]. Modellen bygger på andres arbejde med identificere variable (risikofaktorer), som kan forklare noget af variationen i aktivers afkast, som ikke opfanges af CAPM. Fama og French vælger at inkludere firmastørrelse (kaldet "Size" eller "ME") og forholdet mellem den bogførte værdi af egenkapitalen og markedsværdien (kaldet "Book-to-Market", "BE/ME", "Value" eller "Growth") som yderligere risikofaktorer. Valgene er empirisk begrundede, og Fama og French præsenterer ingen teorier for, hvilke risici variablene dækker over. De bemærker, at firmaer med et højt "Book-to-Market"-forhold (dvs. en lav markedsværdi i forhold til den bogførte værdi) typisk udviser en lav afkastningsgrad, og at dette forhold er gældende fem år før og efter målingen af "Book-to-Market"-forholdet. Omvendt gælder at firmaer med et lavt "Book-to-Market"-forhold (dvs. en høj markedsværdi i forhold til den bogførte værdi) typisk udviser vedvarende, høj indtjening. Tilsvarende bemærker Fama og French, at firmastørrelse (markedsværdi) relaterer sig til indtjeningen, idet små firmaer har en tendens til lavere afkastningsgrad end store firmaer [Fama og French, 1993, p7f].

---

<sup>6</sup> Se f.eks. Craig W. Frenchs artikel, hvor modellerne sammenlignes [C. French, 2003, p64].

<sup>7</sup> F.eks. [Black et al., 1972]. For en bredere gennemgang af såvel empiriske tests og kritikken af teorien bag CAPM kan henvises til en artikel af Fama og French [Fama og French, 2004]

I ligningsform kan FF3FM-modellen opstilles således:

$$R_i = R_f + \beta_i(R_i - R_f) + S_i(SMB) + H_i(HML)$$

*hvor  $R_f$  = den risikofri rente*

*og  $(R_i - R_f)$  = risikopræmien på markedet*

$$\text{og } \beta_i = \frac{\text{kovariansen mellem aktiv i og markedet}}{\text{variansen på markedet}}$$

$$\text{og } S_i = \frac{\text{kovariansen mellem aktiv i og SMB-faktoren}}{\text{variansen på SMB-faktoren}}$$

$$\text{og } H_i = \frac{\text{kovariansen mellem aktiv i og HML-faktoren}}{\text{variansen på HML-faktoren}}$$

Konstruktionen af SMB- og HML-faktorerne beskrives nedenfor i afsnittet Konstruktion af de forklarende variable.

Kritikken af FF3FM kan generelt opsummeres til, at modellen ikke er begrundet af økonomisk teori, at måden hvorpå de forklarende variable konstrueres er uhensigtsmæssig, og at de forklarende variable har ringe signifikans<sup>8</sup>.

Aswath Damodaran anfægter metoden bag modellen og påpeger, at med mere og mere data tilgængelig, vil man kunne finde alle mulige variable, der har en forklaringsgrad over for aktieafkast [Damodaran, 2009].

Da FF3FM bygger på CAPM er Rolls kritik naturligvis også gældende for FF3FM.

Fama og French-modellens relative succes i forhold til andre flerfaktor modeller kan formentlig tilskrives en kombination af timing, og at såvel opbygning som fremgangsmåde for ombygning af modellen er velbeskrevet. Fama og French definerer ikke blot hvilke faktorer, der indgår i modellen, man giver også klare retningslinjer for, hvordan faktorerne konstrueres. Dette står i klar kontrast til de mere teoretisk funderede modeller, hvor faktorerne ikke altid er defineret, og hvor fremgangsmetoden er overladt til brugeren<sup>9</sup>.

#### Fama og Frenchs femfaktormodel

Fama og French introducerer i 2014 en femfaktormodel, der bygger videre på deres trefaktormodel. I tillæg til "Size" og "Value"-faktorerne inkluderes nu også faktorer for profitabilitet og investeringer. Modellen behandles ikke særskilt i denne opgave, men det bemærkes, at inklusionen af de nye faktorer ifølge Fama og French selv gør "Value"-faktoren ("Book-to-Market") insignifikant [Fama og French, 2014, p2], uden at de af den grund finder anledning til at udelade den. Proxymodeller som Fama og French-modellerne omtales somme tider som statistiske modeller<sup>10</sup>, men det må bemærkes, at modellernes opfindere tager sig visse friheder.

---

<sup>8</sup> F.eks. [Lambert og Hübner, 2014]

<sup>9</sup> F.eks. Mertons ICAPM [Merton, 1973] eller Ross' APT-model [Ross, 1976]

<sup>10</sup> F.eks. [Damodaran, 2011]

## Forberedelse af testen

### DATAGRUNDLAGET OG KLARGØRING AF DATA

Hvor Fama og French inkluderer aktier fra flere amerikanske børser (New York Stock Exchange, American Stock Exchange og Nasdaq) [Fama og French, 1993, p4] inkluderer denne opgave blot aktier noteret på Nasdaq Copenhagen (tidligere Københavns Fondsbørs).

Fama og French bruger CRSP (Center for Research in Security Prices) som leverandør af data [Fama og French, 1993, p8], hvor denne opgave bruger Datastream.

De generelle, kvalitetsmæssige overvejelser ved Datastream er behandlet i det ovenstående, hvorfor dette afsnit vil beskæftige sig med de praktiske udfordringer gældende for denne opgave.

Datastream skelner mellem såkaldte "Static data" (stamdata) og "Time series (tidsserier)", hvor eksempler på førstnævnte kan være firmanavn, ISIN-kode, landekode, børsnavn mv. og eksempler på sidstnævnte kan være kurs, markedsværdi og regnskabstal som f.eks. bogført værdi af egenkapitalen.

For at undgå "survivorship bias" i datagrundlaget er alle danske aktier fremsøgt, ved at filtrere på Danmark i datakategorien "Equity". Uheldigvis indeholder denne kategori andet og mere end blot ordinære aktier – væsentligst investeringsforeningsbeviser i stor stil. Mange af aktiverne er desuden ikke kategoriseret entydigt, hvorfor det har været nødvendigt at rydde op i data. Følgende fremgangsmåde er anvendt:

1. Lav indledende grovsortering af stamdata<sup>11</sup>
  - a. Frasorter observationer uden ISIN-kode
  - b. Gennemgå resten af listen manuelt for at fjerne observationer, der åbenlyst ikke er ordinære aktier
2. Brug listen fra punkt 1 til at filtrere tidsserierne<sup>12</sup>
  - a. Frasorter observationer uden værdier for den bogførte værdi af egenkapitalen
  - b. Frasorter observationer der ikke har mindst 24 måneders data<sup>13</sup>
    - i. Når et firma ophører med at eksistere vil Datastream populere variablene med den sidst kendte værdi. Det har derfor været nødvendigt at fjerne evt. gentagne observationer i slutningen af tidsserierne for ophørte virksomheder<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> Elektroniske bilag nr. 23, Danish equities static data.xlsx

<sup>12</sup> Elektronisk bilag nr. 22, Danish equities full time series.xlsx

<sup>13</sup> Fama og French inkluderer kun selskaber med mindst to års data for den bogførte værdi af egenkapitalen [Fama og French, 1993, p9]

<sup>14</sup> En praktisk udfordring ved dette er, at nogle virksomheders aktier er meget illikvide. Der er derfor tilladt to måneders gentagne observationer i slutningen af tidsserien. Ved mere end to gentagelser fjernes alle gentagelser frem til seneste unikke værdi. Adskillige stikprøver indikerer, at fremgangsmåden er robust. Dvs. den har med succes formået at adskille ophørte virksomheder fra levende, men illikvide virksomheder

3. Nogle virksomheder optræder med flere aktier på listen. Aktier er manuelt grupperet efter virksomhed og ved tilfælde af flere aktier, er der beregnet en samlet markedsværdi for selskabet<sup>15</sup>
  - a. Det fremgår ikke tydeligt af Fama og Frenchs artikler, hvorvidt de har lavet en lignende inddeling. Det har de sandsynligvis ikke, medmindre CRSP indeholder oplysninger, der nemt muliggør en sådan gruppering
  - b. Ved at beregne en samlet markedsværdi af egenkapitalen, kan BE/ME beregnes mere præcist for samtlige virksomheder

Resultatet af punkt 1-3 er en liste med 340 aktier fordelt på 310 firmaer i perioden 1. januar 1980 til 29. februar 2016.

Som en ekstra kontrol er resultatet af ovenstående sammenholdt med data fra Nasdaq<sup>16</sup>, som publicerer en liste over antallet af virksomheder noteret på deres nordiske børser hver måned tilbage til april 2007 [Nasdaq, 2016]. Afvigelseerne er generelt negative (Nasdaqs liste indeholder flere selskaber end listen anvendt til denne opgave) om end enkelte måneder har positive afvigelser op til 3. Det bemærkes, at firmaer med flere noteringer kun tælles med for den hjemlige børs i Nasdaqs, hvilket muligvis kan forklare nogle af de positive afvigelser.

Det bemærkes at Fama og French i deres 1993-artikel (i modsætning til 1992-artiklen) inkluderer finansielle virksomheder i undersøgelsen<sup>17</sup>, hvilket denne opgave også gør.

## SUPPLERENDE OVERVEJELSER VEDRØRENDE TESTDATA

Fama og French bruger porteføljer til at teste deres modeller. I 1992-artiklen anvendes ligevægtede porteføljer, hvor firmaer inddeles efter markedsværdi ("Size") og beta (regressionskoefficienten i CAPM) [Fama og French, 1992, p432f]. I tillæg er ekstreme observationer fjernet fra data [Fama og French, 1992, p439]. I 1993-artiklen anvendes værdivægtede porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" [Fama og French, 1993, p4]. Fama og Frenchs testmetoder er i øvrigt inspireret af tidligere artikler af Fama og MacBeth [Fama og MacBeth, 1973] samt Black, Jensen og Scholes [Black et al., 1972] som begge anvender porteføljer inddelt efter beta. Porteføljesammensætningen kan tænkes at have indflydelse på resultatet, hvorfor der vil blive kigget nærmere på dette.

I tillæg gør Fama og French ikke meget ud af teste forudsætningerne for deres regressionsmodeller, hvorfor også dette vil blive undersøgt nærmere med henblik på at skabe et bedre sammenligningsgrundlag.

## REGRESSIONSMODELLERNES FORUDSÆTNINGER

Lineær regressionsanalyse bygger på fire forudsætninger [Makridakis et al., 1998, p260], som Fama og French ikke adresserer i deres artikler:

1. Linearitet i forholdet mellem den forklarede variabel og den/de forklarende variable

---

<sup>15</sup> Datastream indeholder en variabel for selskabets samlede markedsværdi. Denne anvendes dog ikke, da den kun indeholder data tilbage til primo 2000. Derudover afviger værdierne i nogle tilfælde fra det forventede. Det er med andre ord ikke klart, hvordan Datastream beregner værdien. Der henvises i øvrigt til elektronisk bilag nr. 42, Market value of equity v1\_0.xlsm

<sup>16</sup> Elektronisk bilag nr. 43, Number companies comparison v1\_0.xlsx

<sup>17</sup> [Fama og French, 1993, p8] og [Fama og French, 1992, p429]

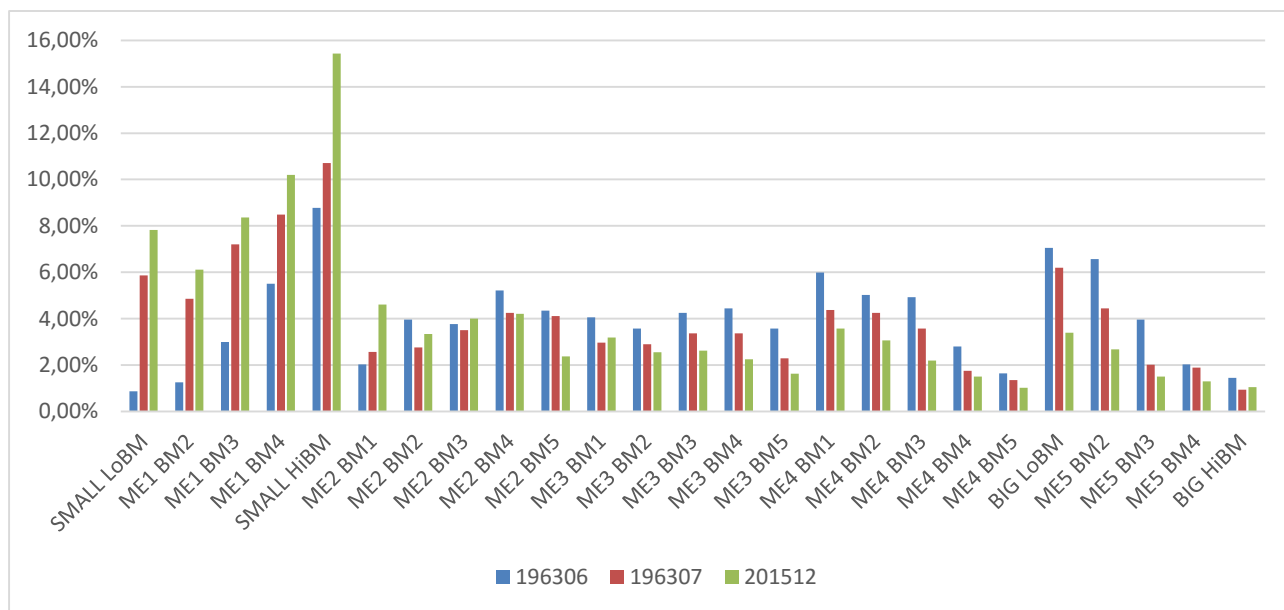
2. Stokastisk uafhængighed i residualerne
3. Konstant varians i residualerne
4. Normalitet i residualerne

Derudover antages ofte, at afkast er normalfordelte [Fama og Macbeth, 1973, p607], men dette er ikke en forudsætning for selve regressionen.

Som nævnt bekymrer Fama og French sig ikke med at teste forudsætningerne i deres artikler. Til gengæld stiller Kenneth French dataene til rådighed på sin hjemmeside [French, 2016], hvormed man selv kan gennemføre disse tests. Kenneth datasæt strækker sig helt tilbage til juli 1926 og opdateres løbende.

Fama og French bruger data fra juli 1963 til december 1991 [Fama og French, 1993, p8]. Elektronisk bilag nr. 15<sup>18</sup> indeholder beskrivende statistikker for fordelingerne for de 25 afhængige porteføljer og de 3 forklarende porteføljer. Resultaterne vil ikke blive gennemgået i detaljer her, men generelt kan det siges, at om end data ikke er eksakt normalfordelte, synes afvigelserne at være så begrænsede, at normalfordelingsantagelsen er rimelig. Det bemærkes i øvrigt, at datasættet indeholder 342 måneders data. Datasæt med mere end ca. 30 observationer kan ofte antages normalfordelte ligesom den dobbeltsidede t-test er robust over for brud på normalfordelingsantagelsen [Agresti og Franklin, 2013, p431].

Billedet ændrer sig væsentlig, hvis tidsperioden udvides til at inkludere data fra 1926 og frem<sup>19</sup>. Fordelingerne for de fleste porteføljer bliver nu markant højreskæve. Den præcise årsag vides ikke, men det bemærkes, at der kommer markant flere firmaer i datasættet fra juni 1963 (1.036) til juli 1963 (1.484), og at disse primært placeres i grupperne af små virksomheder. Udviklingen, hvormed andelen af små virksomheder øges, er blot fortsat frem til nu som vist i Figur 1 nedenfor.



Figur 1: Fordelingen af virksomheder i de afhængige porteføljer i Fama og Frenchs datasæt på udvalgte tidspunkter<sup>20</sup>

<sup>18</sup> Fama French variables 1963 -1991 distribution statistics.doc

<sup>19</sup> Elektronisk bilag nr. 14, Fama French variables 1926 -1991 distribution statistics.doc

<sup>20</sup> Figuren er tilvirket med data fra Kenneth R. Frenchs hjemmeside [French, 2016]

Fama og Frenchs regressionsmodeller udviser forklaringsgrader, der spænder fra det rimelige til fornemme. Fokuseres alene på modellen med risikopræmien på markedet som risikofaktor (svarende til CAPM) ses forklaringsgrader i spændet 0,61-0,92 med de fleste over 0,8 [Fama og French, 1993, p20].

Hvis man selv udfører regressionen med Fama og Frenchs data ses, at regressionsmodellens forudsætninger synes at være rimeligt opfyldt. Dog med en svag tendens til stigende varians i residualerne<sup>21</sup>.

Gennemføres regressionen i stedet for data i perioden 1926-1991 ses forklaringsgrader ned til 0,51. Ændringerne i forklaringsgraderne er naturligvis størst for de porteføljer, hvor sammensætning af firmaer er ændret mest jf. Figur 1<sup>22</sup>.

Hvad kan man udlede af dette? Muligvis at data fra før juli 1963 ikke er repræsentative, hvilket kan tænkes at være årsagen til, at Fama og French har udeladt dem. Men det understreger også, at sammensætningen af porteføljerne har betydning, hvilket kan tænkes at have betydning for en analyse af det danske marked, hvor der er langt færre børsnoterede selskaber – heraf relativt få små selskaber.

## MERE OM PORTEFØLJEKONSTRUKTIONEN

Fama og French opnår generelt pæne forklaringsgrader for deres CAPM-tests. Dette er i sig selv et udtryk for, at de afhængige variable, porteføljerne, er højt korrelerede med markedsproxyen.

For at undersøge effekten af porteføljesammensætningen er korrelationen mellem en række forskellige porteføljer bestående af danske aktier og markedsproxyen (ligeledes bestående af danske aktier) beregnet. Porteføljerne skal ses som kandidater til den egentlige test, der følger senere. Detaljerne om variabelernes konstruktion følger i afsnittene Konstruktion af de forklarende variable samt Konstruktion af de afhængige variable.

### De afhængige variable

- Ni porteføljer med danske aktier sorteret på "Size" og "Book-to-Market"<sup>23</sup>
- De underliggende seks "Size"- og "Book-to-Market"-porteføljer
- Fem hhv. ti porteføljer med danske aktier konstrueret på baggrund af rangerede beta-værdier<sup>24</sup>

Såvel de afhængige variable som markedsproxyen konstrueret i værdi- samt ligevægtede versioner – med og uden ekstreme observationer<sup>25</sup>.

---

<sup>21</sup> Elektronisk bilag nr. 52, Fama French simple regression 1963 -1991.doc

<sup>22</sup> Elektronisk bilag nr. 13, Fama French simple regression 1926 -1991.doc

<sup>23</sup> Svarende til porteføljerne i [Fama og French, 1993] – men færre i antal grundet færre firmaer

<sup>24</sup> Som i [Fama og MacBeth, 1973] og [Black et al., 1972]

<sup>25</sup> Ekstreme observationer er fjernet med metoden anvendt i [Fama og French, 1992]

Tabel 1<sup>26</sup> nedenfor viser en række grundlæggende oplysninger om sammensætningen af porteføljerne. Perioden er januar 1990-december 2015 (312 måneder).

**Tabel 1: Oplysninger om antal og markedsværdier af firmaer i markedsproxyen og de afhængige porteføljer<sup>27</sup>**

- Gns. n er det gennemsnitlige antal firmaer, der indgår i porteføljerne i hele perioden
- Min. n er det mindste antal firmaer, der indgår i porteføljerne i hele perioden
- Maks. n er det maksimale antal firmer, der indgår i porteføljerne i hele perioden
- Total MV gns. er gennemsnittet af den samlede markedsværdi for alle firmaer per måned
- Min. MV er den minimale markedsværdi for et selskab i porteføljen i hele perioden
- Gns. min MV er den gennemsnitlige markedsværdi for de mindste firmaer, der indgår i porteføljerne i hele perioden
- Maks. MV er den maksimale markedsværdi for et selskab i porteføljen i hele perioden
- Gns. maks. MV er den gennemsnitlige markedsværdi for de største firmaer, der indgår i porteføljerne i hele perioden

|                                                                             | Gns. n | Min. n | Maks. n | Total MV gns. | Min. MV | Gns. min MV | Maks. MV   | Gns. maks. MV |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------|--------|---------|---------------|---------|-------------|------------|---------------|
| <b>Markedsproxyen</b>                                                       |        |        |         |               |         |             |            |               |
| RM                                                                          | 202,41 | 144    | 256     | 824.214,59    | 0,00    | 3,00        | 824.819,00 | 165.445,75    |
| <b>Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<sup>28</sup></b> |        |        |         |               |         |             |            |               |
| S1/BM1                                                                      | 7,99   | 1      | 17      | 815,94        | 0,00    | 33,82       | 1.247,82   | 224,83        |
| S1/BM2                                                                      | 13,08  | 5      | 20      | 1.294,61      | 0,00    | 21,66       | 1.701,87   | 217,02        |
| S1/BM3                                                                      | 24,41  | 12     | 34      | 2.211,39      | 0,00    | 5,33        | 899,60     | 253,13        |
| S2/BM1                                                                      | 14,96  | 9      | 20      | 6.744,11      | 0,00    | 115,90      | 5.112,18   | 1.017,73      |
| S2/BM2                                                                      | 22,29  | 7      | 30      | 9.448,23      | 0,00    | 121,36      | 3.898,11   | 963,70        |
| S2/BM3                                                                      | 18,48  | 8      | 26      | 7.549,10      | 0,00    | 115,41      | 3.847,44   | 977,11        |
| S3/BM1                                                                      | 29,88  | 18     | 38      | 448.412,16    | 0,00    | 646,30      | 824.819,00 | 168.827,81    |
| S3/BM2                                                                      | 17,18  | 13     | 24      | 204.653,56    | 0,00    | 717,78      | 331.977,40 | 91.352,19     |
| S3/BM3                                                                      | 9,87   | 3      | 16      | 73.681,76     | 0,00    | 737,04      | 316.951,50 | 49.928,97     |
| <b>Tre porteføljer inddelt efter "Size"</b>                                 |        |        |         |               |         |             |            |               |
| S1                                                                          | 63,41  | 48     | 77      | 5.248,21      | 0,00    | 1,81        | 1.701,87   | 340,27        |
| S2                                                                          | 62,79  | 47     | 76      | 25.891,95     | 0,00    | 61,91       | 6.865,58   | 1.328,97      |
| S3                                                                          | 62,99  | 47     | 77      | 788.067,31    | 0,00    | 333,65      | 824.819,00 | 185.621,41    |
| <b>Tre porteføljer inddelt efter "Book-to-Market"</b>                       |        |        |         |               |         |             |            |               |
| BM1                                                                         | 56,11  | 28     | 72      | 483.619,88    | 0,00    | 21,54       | 824.819,00 | 170.707,87    |
| BM2                                                                         | 55,69  | 27     | 73      | 218.924,00    | 0,00    | 11,56       | 331.977,40 | 91.670,23     |
| BM3                                                                         | 56,02  | 27     | 73      | 84.720,11     | 0,00    | 3,88        | 316.951,50 | 49.939,69     |

<sup>26</sup> Data fra elektronisk bilag nr. 44, Portfolio analysis variables v1\_0.xlsx

<sup>27</sup> Om afkast regnes som ligevægtet eller værdivægtet, med eller uden ekstreme observationer, har ingen indflydelse på sammensætningen af porteføljerne, hvorfor de forskellige varianter ikke vises i tabellen

<sup>28</sup> Porteføljerne udgør fællesmængderne af tre "Size"-porteføljer (S1, S2 og S3) og tre "Book-to-Market"-porteføljer (BM1, BM2 og BM3), hvor tallet (hhv. 1, 2 og 3) angiver værdier gående fra små til store. F.eks. er de mindste firmaer placeret i porteføljen S1, og firmaer med en høj bogført værdi af egenkapital relativ til dens markedsværdi er placeret i porteføljen BM3

Tabel 1 (fortsat)

|                                                        | Gns. n | Min. n | Maks. n | Total MV gns. | Min. MV | Gns. min MV | Maks. MV   | Gns. maks. MV |
|--------------------------------------------------------|--------|--------|---------|---------------|---------|-------------|------------|---------------|
| <b>Fem porteføljer inddelt efter Beta<sup>29</sup></b> |        |        |         |               |         |             |            |               |
| G1                                                     | 35,19  | 8      | 43      | 91.672,05     | 0,00    | 23,42       | 457.490,40 | 55.585,19     |
| G2                                                     | 34,63  | 8      | 43      | 73.963,16     | 0,00    | 22,97       | 570.177,10 | 39.487,77     |
| G3                                                     | 34,69  | 7      | 43      | 71.250,48     | 0,00    | 37,56       | 150.161,00 | 27.523,10     |
| G4                                                     | 34,66  | 8      | 43      | 209.458,62    | 0,00    | 14,81       | 785.873,60 | 99.673,08     |
| G5                                                     | 35,04  | 8      | 43      | 351.179,41    | 0,00    | 31,14       | 824.819,00 | 123.904,01    |
| <b>Ti porteføljer inddelt efter Beta<sup>29</sup></b>  |        |        |         |               |         |             |            |               |
| G1                                                     | 17,72  | 4      | 22      | 45.751,83     | 0,00    | 25,76       | 335.154,90 | 29.623,66     |
| G2                                                     | 17,46  | 4      | 21      | 45.920,23     | 0,00    | 37,44       | 457.490,40 | 36.130,08     |
| G3                                                     | 17,29  | 4      | 22      | 45.522,61     | 0,00    | 42,89       | 570.177,10 | 30.619,18     |
| G4                                                     | 17,33  | 4      | 21      | 28.440,56     | 0,00    | 28,70       | 115.745,90 | 16.388,15     |
| G5                                                     | 17,51  | 4      | 22      | 34.232,08     | 0,00    | 54,13       | 100.103,60 | 16.659,70     |
| G6                                                     | 17,18  | 3      | 21      | 37.018,40     | 0,00    | 53,79       | 150.161,00 | 18.289,62     |
| G7                                                     | 17,20  | 4      | 21      | 74.584,82     | 0,00    | 33,42       | 184.134,80 | 38.135,64     |
| G8                                                     | 17,46  | 4      | 22      | 134.873,80    | 0,00    | 36,88       | 785.873,60 | 83.089,84     |
| G9                                                     | 17,25  | 4      | 21      | 169.513,72    | 0,00    | 91,32       | 824.819,00 | 87.665,42     |
| G10                                                    | 17,79  | 4      | 22      | 181.665,69    | 0,00    | 104,66      | 316.951,50 | 92.603,60     |

Problemet med at dobbeltsortere porteføljerne tydeliggøres af oversigten. Den ni porteføljer inddelt efter "Size" (S1-3 i oversigten) og "Book-to-Market" (BM1-3 i oversigten) udgøres af fællesmængden af de respektive "Size"- og "Book-to-Market"-porteføljer. Således udgøres S1/BM1 periodevis blot af et enkelt firma. Det er konsekvensen af ikke at have flere aktier at gøre godt med.

Derudover er det åbenlyst, at springet i markedsværdi fra de største virksomheder ned til alle de andre er enormt. Dermed risikeres alvorlig skævvridning af afkastene for de værdivægtede porteføljer.

Tabel 2<sup>26</sup> nedenfor viser en række beskrivende statistikker for ovennævnte porteføljers tidsrækker i værdi- og ligevægtede varianter; med og uden ekstreme observationer. For kompletthedens skyld er også Fama og French-faktorerne SMB og HML inkluderet<sup>30</sup>.

<sup>29</sup> Konstruktionen af de fem respektive ti porteføljer inddelt efter Beta følger samme fremgangsmåde, men ved at gå fra fem til ti porteføljer halveres antallet af firmaer i hver portefølje, hvilket kan tænkes at have betydning for resultatet

<sup>30</sup> Grundet måden, hvorpå disse variable konstrueres, giver det ikke mening at gøre op i antal firmaer eller markedsværdi, hvorfor de er udeladt af Tabel 1



**Tabel 2: Beskrivende statistikker for samtlige portefølgers tidsrækker samt Fama og French-faktorerne SMB og HML**

- "-RF" angiver at variablen er beregnet som en risikopræmie (dvs. merafkast ift. den risikofri rente)
- "val" angiver at variablen er værdivægtet (dvs. vægtet ift. firmaernes markedsværdi)
- "eq" angiver at variablen er ligevægtet (dvs. et simpelt gennemsnit)
- "no" angiver at ekstreme observationer er frasortet

|                                                                                                                                                        | Middelværdi | Standardafvigelse | Min værdi | Maks værdi | Skævhed | Overskudskurtosis | Årligt afkast |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------|------------|---------|-------------------|---------------|
| <b>Risikopræmien på markedsproxyen</b><br><b>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)</b>                                  |             |                   |           |            |         |                   |               |
| RM-RF val                                                                                                                                              | 1,20%       | 4,80%             | -15,00%   | 20,90%     | -0,19   | 1,16              | 15,45%        |
| RM-RF eq                                                                                                                                               | 0,58%       | 4,21%             | -17,08%   | 19,92%     | -0,01   | 3,27              | 7,13%         |
| RM-RF val no                                                                                                                                           | 1,08%       | 4,21%             | -10,72%   | 11,61%     | -0,23   | -0,01             | 13,70%        |
| RM-RF eq no                                                                                                                                            | 0,14%       | 2,99%             | -9,94%    | 11,47%     | -0,28   | 1,12              | 1,73%         |
| <b>Afkastet på SMB-faktoren til FF3FM-modellen</b><br><b>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)</b>                      |             |                   |           |            |         |                   |               |
| SMB val                                                                                                                                                | 0,43%       | 4,44%             | -18,39%   | 19,67%     | 0,00    | 2,29              | 5,29%         |
| SMB eq                                                                                                                                                 | 0,19%       | 3,47%             | -10,02%   | 31,13%     | 2,60    | 20,35             | 2,31%         |
| SMB val no                                                                                                                                             | -0,39%      | 3,29%             | -10,19%   | 9,00%      | -0,23   | 0,17              | -4,53%        |
| SMB eq no                                                                                                                                              | -0,43%      | 2,11%             | -7,67%    | 5,29%      | 0,04    | 0,16              | -5,09%        |
| <b>Afkastet på HML-faktoren til FF3FM-modellen</b><br><b>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)</b>                      |             |                   |           |            |         |                   |               |
| HML val                                                                                                                                                | -0,15%      | 4,88%             | -16,29%   | 20,96%     | 0,20    | 2,35              | -1,83%        |
| HML eq                                                                                                                                                 | 0,14%       | 4,75%             | -43,84%   | 18,01%     | -2,69   | 24,19             | 1,67%         |
| HML val no                                                                                                                                             | -0,06%      | 3,34%             | -10,52%   | 9,16%      | -0,09   | 0,50              | -0,75%        |
| HML eq no                                                                                                                                              | 0,34%       | 2,37%             | -6,88%    | 6,28%      | 0,03    | -0,03             | 4,19%         |
| <b>Risikopræmien på ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"</b><br><b>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med ekstreme observationer)</b> |             |                   |           |            |         |                   |               |
| S1/BM1 val-RF                                                                                                                                          | 2,31%       | 13,11%            | -25,78%   | 114,91%    | 4,01    | 26,74             | 31,48%        |
| S1/BM2 val-RF                                                                                                                                          | 1,41%       | 5,40%             | -16,20%   | 31,04%     | 1,62    | 7,23              | 18,29%        |
| S1/BM3 val-RF                                                                                                                                          | 2,37%       | 8,27%             | -13,78%   | 77,42%     | 4,96    | 37,37             | 32,43%        |
| S2/BM1 val-RF                                                                                                                                          | 1,24%       | 5,74%             | -17,49%   | 22,18%     | 0,29    | 1,34              | 15,94%        |
| S2/BM2 val-RF                                                                                                                                          | 1,12%       | 4,78%             | -12,65%   | 30,60%     | 1,72    | 9,12              | 14,37%        |
| S2/BM3 val-RF                                                                                                                                          | 1,28%       | 5,49%             | -17,11%   | 24,22%     | 0,40    | 2,41              | 16,44%        |
| S3/BM1 val-RF                                                                                                                                          | 1,26%       | 4,53%             | -13,66%   | 12,06%     | -0,34   | 0,23              | 16,28%        |
| S3/BM2 val-RF                                                                                                                                          | 1,09%       | 6,24%             | -24,88%   | 35,37%     | 0,47    | 4,59              | 13,91%        |
| S3/BM3 val-RF                                                                                                                                          | 1,21%       | 7,27%             | -25,12%   | 33,38%     | 0,25    | 2,42              | 15,51%        |
| S1/BM1 eq-RF                                                                                                                                           | 1,18%       | 13,07%            | -25,78%   | 120,04%    | 4,56    | 32,84             | 15,07%        |
| S1/BM2 eq-RF                                                                                                                                           | 0,46%       | 4,51%             | -16,06%   | 23,51%     | 0,62    | 4,11              | 5,70%         |
| S1/BM3 eq-RF                                                                                                                                           | 0,99%       | 5,88%             | -17,02%   | 52,55%     | 3,04    | 21,95             | 12,61%        |
| S2/BM1 eq-RF                                                                                                                                           | 0,00%       | 5,79%             | -22,87%   | 19,03%     | -0,29   | 1,84              | 0,05%         |
| S2/BM2 eq-RF                                                                                                                                           | 0,18%       | 4,01%             | -14,05%   | 20,25%     | 0,47    | 3,69              | 2,24%         |
| S2/BM3 eq-RF                                                                                                                                           | 0,45%       | 5,31%             | -21,36%   | 30,75%     | 0,43    | 4,91              | 5,59%         |
| S3/BM1 eq-RF                                                                                                                                           | 0,40%       | 4,90%             | -17,28%   | 20,90%     | -0,52   | 2,12              | 4,85%         |
| S3/BM2 eq-RF                                                                                                                                           | 0,64%       | 5,24%             | -24,19%   | 22,20%     | -0,19   | 2,92              | 7,94%         |
| S3/BM3 eq-RF                                                                                                                                           | 0,56%       | 5,93%             | -23,37%   | 28,97%     | -0,10   | 2,70              | 6,94%         |

Tabel 2 (fortsat)

|                                                                                                                                                  | Middelværdi | Standardafvigelse | Min værdi | Maks værdi | Skævhed | Overskudskurtosis | Årligt afkast |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------|------------|---------|-------------------|---------------|
| <b>Risikopræmien på ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; uden ekstreme observationer) |             |                   |           |            |         |                   |               |
| S1/BM1 val no-RF                                                                                                                                 | 0,03%       | 5,43%             | -16,07%   | 17,51%     | 0,07    | 0,69              | 0,36%         |
| S1/BM2 val no-RF                                                                                                                                 | 0,58%       | 3,35%             | -12,82%   | 13,75%     | 0,13    | 2,32              | 7,19%         |
| S1/BM3 val no-RF                                                                                                                                 | 0,92%       | 3,35%             | -10,01%   | 14,16%     | 0,03    | 0,88              | 11,63%        |
| S2/BM1 val no-RF                                                                                                                                 | 0,65%       | 4,08%             | -11,68%   | 13,27%     | -0,07   | 0,07              | 8,13%         |
| S2/BM2 val no-RF                                                                                                                                 | 0,63%       | 3,25%             | -9,17%    | 13,59%     | 0,02    | 1,17              | 7,79%         |
| S2/BM3 val no-RF                                                                                                                                 | 0,78%       | 4,06%             | -12,75%   | 15,86%     | -0,15   | 0,79              | 9,83%         |
| S3/BM1 val no-RF                                                                                                                                 | 1,20%       | 4,21%             | -11,65%   | 12,06%     | -0,24   | 0,07              | 15,43%        |
| S3/BM2 val no-RF                                                                                                                                 | 0,86%       | 5,10%             | -12,87%   | 16,71%     | -0,12   | 0,23              | 10,77%        |
| S3/BM3 val no-RF                                                                                                                                 | 0,96%       | 6,09%             | -14,26%   | 16,68%     | -0,08   | -0,12             | 12,16%        |
| S1/BM1 eq no-RF                                                                                                                                  | -0,70%      | 4,96%             | -16,07%   | 17,51%     | 0,13    | 1,34              | -8,04%        |
| S1/BM2 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,01%       | 3,05%             | -12,17%   | 12,48%     | -0,03   | 1,86              | 0,08%         |
| S1/BM3 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,20%       | 3,04%             | -11,05%   | 12,04%     | -0,16   | 1,19              | 2,38%         |
| S2/BM1 eq no-RF                                                                                                                                  | -0,22%      | 4,01%             | -12,98%   | 10,75%     | -0,22   | 0,12              | -2,60%        |
| S2/BM2 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,03%       | 3,15%             | -9,86%    | 13,64%     | 0,04    | 1,65              | 0,37%         |
| S2/BM3 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,21%       | 3,88%             | -12,66%   | 14,81%     | -0,20   | 0,95              | 2,55%         |
| S3/BM1 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,41%       | 3,94%             | -11,52%   | 12,60%     | -0,41   | 0,49              | 5,01%         |
| S3/BM2 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,46%       | 4,31%             | -12,15%   | 12,72%     | -0,26   | 0,32              | 5,64%         |
| S3/BM3 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,46%       | 4,86%             | -12,58%   | 13,46%     | -0,21   | -0,07             | 5,62%         |
| <b>Risikopræmien på tre porteføljer inddelt efter "Size"</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med ekstreme observationer)                     |             |                   |           |            |         |                   |               |
| S1 val-RF                                                                                                                                        | 2,39%       | 6,01%             | -16,68%   | 43,44%     | 2,42    | 12,36             | 32,81%        |
| S2 val-RF                                                                                                                                        | 1,19%       | 4,51%             | -14,13%   | 22,37%     | 0,50    | 3,14              | 15,23%        |
| S3 val-RF                                                                                                                                        | 1,18%       | 4,92%             | -15,10%   | 21,27%     | -0,20   | 1,08              | 15,08%        |
| S1 eq-RF                                                                                                                                         | 1,02%       | 4,91%             | -14,76%   | 24,03%     | 1,37    | 5,23              | 12,94%        |
| S2 eq-RF                                                                                                                                         | 0,19%       | 4,26%             | -17,65%   | 17,34%     | -0,15   | 2,73              | 2,29%         |
| S3 eq-RF                                                                                                                                         | 0,53%       | 4,81%             | -19,41%   | 23,65%     | -0,24   | 2,95              | 6,51%         |
| S1 val no-RF                                                                                                                                     | 0,70%       | 2,76%             | -10,24%   | 12,29%     | 0,06    | 1,64              | 8,74%         |
| S2 val no-RF                                                                                                                                     | 0,68%       | 3,25%             | -9,55%    | 12,56%     | -0,12   | 0,86              | 8,46%         |
| S3 val no-RF                                                                                                                                     | 1,08%       | 4,34%             | -10,92%   | 11,86%     | -0,24   | -0,05             | 13,71%        |
| S1 eq no-RF                                                                                                                                      | -0,05%      | 2,54%             | -9,38%    | 10,27%     | -0,10   | 1,50              | -0,59%        |
| S2 eq no-RF                                                                                                                                      | -0,01%      | 3,20%             | -10,46%   | 11,36%     | -0,22   | 0,96              | -0,17%        |
| S3 eq no-RF                                                                                                                                      | 0,47%       | 3,94%             | -11,18%   | 12,85%     | -0,35   | 0,44              | 5,79%         |

Tabel 2 (fortsat)

|                                                                                                                                        | Middelværdi | Standardafvigelse | Min værdi | Maks værdi | Skævhed | Overskudskurtosis | Årligt afkast |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------|------------|---------|-------------------|---------------|
| <b>Risikopræmien på tre porteføljer inddelt efter "Book-to-Market"</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med ekstreme observationer) |             |                   |           |            |         |                   |               |
| BM1 val-RF                                                                                                                             | 1,25%       | 4,63%             | -14,25%   | 16,43%     | -0,27   | 0,66              | 16,02%        |
| BM2 val-RF                                                                                                                             | 1,13%       | 5,86%             | -24,16%   | 30,56%     | 0,31    | 4,02              | 14,42%        |
| BM3 val-RF                                                                                                                             | 1,41%       | 6,66%             | -24,04%   | 31,70%     | 0,17    | 2,63              | 18,28%        |
| BM1 eq-RF                                                                                                                              | 0,44%       | 5,13%             | -17,93%   | 22,42%     | 0,10    | 2,94              | 5,40%         |
| BM2 eq-RF                                                                                                                              | 0,37%       | 3,79%             | -16,74%   | 21,58%     | 0,13    | 4,86              | 4,57%         |
| BM3 eq-RF                                                                                                                              | 0,68%       | 4,64%             | -18,66%   | 22,32%     | 0,20    | 3,64              | 8,44%         |
| BM1 val no-RF                                                                                                                          | 1,17%       | 4,17%             | -11,50%   | 12,03%     | -0,23   | 0,13              | 15,02%        |
| BM2 val no-RF                                                                                                                          | 0,88%       | 4,82%             | -12,65%   | 16,24%     | -0,16   | 0,41              | 11,15%        |
| BM3 val no-RF                                                                                                                          | 1,05%       | 5,52%             | -13,85%   | 16,30%     | -0,13   | 0,15              | 13,34%        |
| BM1 eq no-RF                                                                                                                           | 0,08%       | 3,55%             | -10,63%   | 11,09%     | -0,38   | 0,33              | 1,02%         |
| BM2 eq no-RF                                                                                                                           | 0,16%       | 3,05%             | -9,94%    | 12,99%     | -0,14   | 1,63              | 1,99%         |
| BM3 eq no-RF                                                                                                                           | 0,24%       | 3,30%             | -11,97%   | 13,19%     | -0,29   | 1,32              | 2,90%         |
| <b>Risikopræmien på fem porteføljer inddelt efter Beta</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med ekstreme observationer)             |             |                   |           |            |         |                   |               |
| G1 val-RF                                                                                                                              | 1,43%       | 4,82%             | -16,34%   | 29,03%     | 1,06    | 6,00              | 18,59%        |
| G2 val-RF                                                                                                                              | 1,23%       | 4,59%             | -15,38%   | 17,96%     | 0,54    | 1,43              | 15,77%        |
| G3 val-RF                                                                                                                              | 1,18%       | 5,83%             | -32,56%   | 30,82%     | -0,12   | 6,41              | 15,10%        |
| G4 val-RF                                                                                                                              | 1,16%       | 5,32%             | -13,35%   | 28,04%     | 0,40    | 2,90              | 14,91%        |
| G5 val-RF                                                                                                                              | 0,98%       | 6,40%             | -26,15%   | 33,80%     | -0,10   | 3,21              | 12,48%        |
| G1 eq-RF                                                                                                                               | 0,78%       | 4,52%             | -15,90%   | 33,84%     | 2,03    | 13,92             | 9,79%         |
| G2 eq-RF                                                                                                                               | 0,48%       | 4,08%             | -17,69%   | 24,31%     | -0,04   | 6,24              | 5,91%         |
| G3 eq-RF                                                                                                                               | 0,69%       | 4,64%             | -20,32%   | 27,62%     | 0,42    | 6,39              | 8,60%         |
| G4 eq-RF                                                                                                                               | 0,57%       | 5,30%             | -18,82%   | 27,87%     | 0,60    | 4,43              | 7,04%         |
| G5 eq-RF                                                                                                                               | 0,37%       | 6,09%             | -19,19%   | 25,96%     | 0,34    | 2,16              | 4,58%         |
| G1 val no-RF                                                                                                                           | 0,97%       | 3,67%             | -11,95%   | 13,04%     | 0,00    | 0,82              | 12,34%        |
| G2 val no-RF                                                                                                                           | 0,98%       | 4,08%             | -11,24%   | 15,26%     | 0,40    | 0,75              | 12,40%        |
| G3 val no-RF                                                                                                                           | 1,00%       | 4,62%             | -14,80%   | 16,81%     | -0,03   | 1,12              | 12,70%        |
| G4 val no-RF                                                                                                                           | 0,92%       | 4,59%             | -11,31%   | 14,41%     | -0,10   | 0,45              | 11,67%        |
| G5 val no-RF                                                                                                                           | 0,91%       | 5,43%             | -14,77%   | 15,80%     | -0,19   | -0,05             | 11,46%        |
| G1 eq no-RF                                                                                                                            | 0,21%       | 2,52%             | -10,11%   | 8,16%      | -0,33   | 2,08              | 2,49%         |
| G2 eq no-RF                                                                                                                            | 0,25%       | 3,01%             | -10,12%   | 11,97%     | -0,11   | 1,34              | 3,01%         |
| G3 eq no-RF                                                                                                                            | 0,23%       | 3,21%             | -10,97%   | 11,78%     | -0,37   | 1,27              | 2,84%         |
| G4 eq no-RF                                                                                                                            | 0,18%       | 3,79%             | -11,87%   | 12,88%     | -0,21   | 0,92              | 2,14%         |
| G5 eq no-RF                                                                                                                            | -0,07%      | 4,29%             | -11,45%   | 12,30%     | -0,27   | 0,03              | -0,87%        |

Tabel 2 (fortsat)

|                                                                                                                            | Middelværdi | Standardafvigelse | Min værdi | Maks værdi | Skævhed | Overskudskurtosis | Årligt afkast |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------|------------|---------|-------------------|---------------|
| <b>Risikopræmien på ti porteføljer inddelt efter Beta<br/>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med ekstreme observationer)</b> |             |                   |           |            |         |                   |               |
| G1 val-RF                                                                                                                  | 1,54%       | 5,08%             | -18,01%   | 36,78%     | 0,95    | 8,55              | 20,19%        |
| G2 val-RF                                                                                                                  | 1,16%       | 5,68%             | -13,10%   | 35,51%     | 1,99    | 10,51             | 14,90%        |
| G3 val-RF                                                                                                                  | 1,05%       | 4,91%             | -17,74%   | 23,66%     | 0,81    | 2,77              | 13,38%        |
| G4 val-RF                                                                                                                  | 1,19%       | 5,31%             | -17,89%   | 22,03%     | 0,51    | 2,14              | 15,30%        |
| G5 val-RF                                                                                                                  | 0,91%       | 6,08%             | -33,49%   | 31,95%     | -0,11   | 6,03              | 11,51%        |
| G6 val-RF                                                                                                                  | 1,29%       | 5,99%             | -25,38%   | 22,36%     | 0,10    | 2,83              | 16,64%        |
| G7 val-RF                                                                                                                  | 1,23%       | 5,32%             | -19,23%   | 18,16%     | -0,10   | 0,94              | 15,75%        |
| G8 val-RF                                                                                                                  | 1,22%       | 6,42%             | -18,79%   | 46,70%     | 1,30    | 9,37              | 15,73%        |
| G9 val-RF                                                                                                                  | 0,96%       | 6,27%             | -23,03%   | 22,27%     | 0,08    | 0,89              | 12,19%        |
| G10 val-RF                                                                                                                 | 0,92%       | 6,96%             | -29,22%   | 38,07%     | -0,10   | 3,93              | 11,61%        |
| G1 eq-RF                                                                                                                   | 1,18%       | 7,16%             | -18,36%   | 72,91%     | 5,09    | 42,80             | 15,18%        |
| G2 eq-RF                                                                                                                   | 0,38%       | 4,28%             | -15,23%   | 29,76%     | 1,34    | 9,76              | 4,65%         |
| G3 eq-RF                                                                                                                   | 0,47%       | 4,02%             | -16,78%   | 17,18%     | -0,28   | 2,77              | 5,82%         |
| G4 eq-RF                                                                                                                   | 0,49%       | 4,98%             | -20,98%   | 31,45%     | 0,71    | 8,57              | 5,99%         |
| G5 eq-RF                                                                                                                   | 0,53%       | 4,49%             | -20,11%   | 19,06%     | -0,09   | 3,69              | 6,51%         |
| G6 eq-RF                                                                                                                   | 0,85%       | 6,00%             | -20,54%   | 50,70%     | 2,16    | 17,48             | 10,72%        |
| G7 eq-RF                                                                                                                   | 0,75%       | 5,81%             | -17,15%   | 55,19%     | 2,89    | 25,71             | 9,33%         |
| G8 eq-RF                                                                                                                   | 0,40%       | 6,04%             | -21,56%   | 33,70%     | 0,49    | 4,13              | 4,85%         |
| G9 eq-RF                                                                                                                   | 0,31%       | 6,41%             | -19,36%   | 29,60%     | 0,60    | 3,24              | 3,73%         |
| G10 eq-RF                                                                                                                  | 0,44%       | 6,98%             | -26,15%   | 28,25%     | 0,30    | 2,59              | 5,45%         |
| G1 val no-RF                                                                                                               | 1,09%       | 3,87%             | -12,03%   | 10,97%     | -0,11   | 0,69              | 13,86%        |
| G2 val no-RF                                                                                                               | 0,68%       | 4,02%             | -11,76%   | 14,64%     | 0,10    | 0,74              | 8,52%         |
| G3 val no-RF                                                                                                               | 0,79%       | 4,17%             | -11,02%   | 15,61%     | 0,44    | 0,77              | 9,86%         |
| G4 val no-RF                                                                                                               | 0,99%       | 4,71%             | -14,01%   | 16,86%     | 0,27    | 0,84              | 12,56%        |
| G5 val no-RF                                                                                                               | 0,81%       | 4,99%             | -15,05%   | 17,21%     | 0,03    | 1,03              | 10,14%        |
| G6 val no-RF                                                                                                               | 1,05%       | 4,80%             | -13,50%   | 14,11%     | 0,02    | 0,23              | 13,30%        |
| G7 val no-RF                                                                                                               | 1,10%       | 4,83%             | -13,04%   | 14,49%     | -0,08   | 0,12              | 14,01%        |
| G8 val no-RF                                                                                                               | 0,92%       | 5,17%             | -13,77%   | 16,57%     | -0,08   | 0,47              | 11,57%        |
| G9 val no-RF                                                                                                               | 0,87%       | 5,64%             | -13,44%   | 14,99%     | -0,02   | -0,14             | 10,91%        |
| G10 val no-RF                                                                                                              | 0,86%       | 5,84%             | -15,42%   | 17,58%     | -0,13   | 0,19              | 10,76%        |
| G1 eq no-RF                                                                                                                | 0,29%       | 2,73%             | -11,47%   | 9,09%      | -0,27   | 1,58              | 3,55%         |
| G2 eq no-RF                                                                                                                | 0,12%       | 2,86%             | -11,20%   | 9,50%      | -0,20   | 1,48              | 1,47%         |
| G3 eq no-RF                                                                                                                | 0,29%       | 2,98%             | -10,96%   | 10,28%     | -0,22   | 0,86              | 3,54%         |
| G4 eq no-RF                                                                                                                | 0,20%       | 3,51%             | -10,18%   | 13,66%     | 0,14    | 1,19              | 2,45%         |
| G5 eq no-RF                                                                                                                | 0,26%       | 3,33%             | -11,49%   | 10,04%     | -0,40   | 1,25              | 3,21%         |
| G6 eq no-RF                                                                                                                | 0,20%       | 3,61%             | -10,86%   | 13,64%     | -0,17   | 0,92              | 2,43%         |
| G7 eq no-RF                                                                                                                | 0,31%       | 3,70%             | -11,39%   | 11,83%     | -0,26   | 0,49              | 3,74%         |
| G8 eq no-RF                                                                                                                | 0,05%       | 4,32%             | -12,90%   | 15,43%     | -0,11   | 0,96              | 0,57%         |
| G9 eq no-RF                                                                                                                | -0,13%      | 4,36%             | -12,11%   | 12,39%     | -0,20   | -0,08             | -1,55%        |
| G10 eq no-RF                                                                                                               | -0,01%      | 4,70%             | -13,74%   | 13,42%     | -0,22   | 0,15              | -0,17%        |

### Risikopræmien på markedsproxyen

Det bemærkes, at de værdivægtede varianter har markant højere afkast end de ligevægtede. Fjernelse af ekstreme observationer har kun mindre indvirkning på den værdivægtede variant (1,2% til 1,08% per måned), men en markant indvirkning på den ligevægtede variant (0,58% til 0,14% per måned). Det årlige afkast på de værdivægtede varianter er bemærkelsesværdigt højt, mens det årlige afkast på den ligevægtede variant uden ekstreme observationer kan synes til den lave side.

Alle varianter, måske med undtagelse af den ligevægtede med ekstreme observationer, udviser begrænset skævhed og overskudskurtosis, hvilket kan indikere, at data er tæt ved normalfordelt.

### Afkastet på SMB- og HML-faktorerne til FF3FM-modellen

Grundet måden, hvorpå disse variable er konstrueret, er det svært at udlede noget særligt af tallene. Det bemærkes dog, at de ligevægtede varianter, hvor ekstreme observationer ikke er fjernet, næppe kan antages normalfordelte.

### Risikopræmien på de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"

Mest bemærkelsesværdigt er de meget høje afkast på de værdivægtede varianter med ekstreme observationer samt at risikopræmierne er højest for de mindre "Size"-porteføljer. Det indikerer, at der en "størrelseseffekt" på det danske marked, men at denne er modsat, hvad Fama og French har observeret på det amerikanske marked, hvor større firmaer giver højere afkast.

Billedet ændres dog, hvis ekstreme observationer fjernes. Her viser både den værdivægtede og den ligevægtede variant et mønster mere i overensstemmelse med Fama og Frenchs resultater.

### Risikopræmien på de tre porteføljer inddelt efter "Size"

Her tydeliggøres ovennævnte observationer. Med ekstreme observationer ligger afkastene for de mindste firmaer markant over de største. Fjernes ekstreme observationer ændres billedet totalt.

### Risikopræmien på de tre porteføljer inddelt efter "Book-to-Market"

Billedet er lidt mere mudret for porteføljerne inddelt efter "Book-to-Market". Det er ikke noget klart mønster i data, og det er i hvert ikke tydeligt, at firmaer med et lavt "Book-to-Market"-forhold præsterer bedre end de øvrige, sådan som Fama og French har kunnet konstatere på det amerikanske marked.

### Risikopræmien på de fem respektive ti porteføljer inddelt efter Beta

Det mest iøjnefaldende er, at fordelingerne på tværs af porteføljerne lader til at være bimodale med modus i de lave og midterste grupper.

Tabel 3<sup>31</sup> nedenfor viser hvordan de forskellige porteføljer korrelerer med markedsproxyen i dens forskellige varianter. Formålet er, at sandsynliggøre, hvilke porteføljer der bedst vil kunne genskabe Fama og Frenchs resultater. Der henvises i øvrigt til elektronisk bilag nr. 44.

---

<sup>31</sup> Data fra elektronisk bilag nr. 43, Portfolio analysis variables v1\_0.xlsx

**Tabel 3: Korrelationsmatrix mellem variationer af markedsproxyen, FF3FM-faktorerne og de afhængige porteføljer**

- Korrelationer mellem 0,8 og 1 er fremhævet med grøn
- 0,6 til 0,8 er fremhævet gult
- 0 til 0,6 er fremhævet med rød
- Under 0 er ikke fremhævet

|                                                                                                                                                 | RM-RF val | RM-RF eq | RM-RF val no | RM-RF eq no |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|--------------|-------------|
| <b>Risikopræmien på markedsproxyen</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)                                  |           |          |              |             |
| RM-RF val                                                                                                                                       | 1,00      | 0,76     | 0,99         | 0,80        |
| RM-RF eq                                                                                                                                        | 0,76      | 1,00     | 0,73         | 0,96        |
| RM-RF val no                                                                                                                                    | 0,99      | 0,73     | 1,00         | 0,79        |
| RM-RF eq no                                                                                                                                     | 0,80      | 0,96     | 0,79         | 1,00        |
| <b>Afkastet på SMB-faktoren til FF3FM-modellen</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)                      |           |          |              |             |
| SMB val                                                                                                                                         | -0,46     | -0,01    | -0,45        | -0,07       |
| SMB eq                                                                                                                                          | -0,38     | -0,06    | -0,38        | -0,18       |
| SMB val no                                                                                                                                      | -0,64     | -0,21    | -0,66        | -0,24       |
| SMB eq no                                                                                                                                       | -0,62     | -0,41    | -0,62        | -0,45       |
| <b>Afkastet på HML-faktoren til FF3FM-modellen</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)                      |           |          |              |             |
| HML val                                                                                                                                         | 0,00      | 0,13     | -0,03        | 0,10        |
| HML eq                                                                                                                                          | -0,12     | -0,11    | -0,11        | -0,06       |
| HML val no                                                                                                                                      | 0,03      | 0,20     | 0,00         | 0,19        |
| HML eq no                                                                                                                                       | -0,12     | 0,04     | -0,12        | 0,04        |
| <b>Risikopræmien på ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med ekstreme observationer) |           |          |              |             |
| S1/BM1 val-RF                                                                                                                                   | 0,27      | 0,41     | 0,26         | 0,36        |
| S1/BM2 val-RF                                                                                                                                   | 0,43      | 0,55     | 0,41         | 0,55        |
| S1/BM3 val-RF                                                                                                                                   | 0,29      | 0,49     | 0,27         | 0,41        |
| S2/BM1 val-RF                                                                                                                                   | 0,59      | 0,75     | 0,57         | 0,75        |
| S2/BM2 val-RF                                                                                                                                   | 0,46      | 0,70     | 0,45         | 0,71        |
| S2/BM3 val-RF                                                                                                                                   | 0,58      | 0,79     | 0,56         | 0,80        |
| S3/BM1 val-RF                                                                                                                                   | 0,91      | 0,62     | 0,93         | 0,67        |
| S3/BM2 val-RF                                                                                                                                   | 0,80      | 0,69     | 0,76         | 0,71        |
| S3/BM3 val-RF                                                                                                                                   | 0,73      | 0,69     | 0,70         | 0,70        |
| S1/BM1 eq-RF                                                                                                                                    | 0,25      | 0,47     | 0,22         | 0,37        |
| S1/BM2 eq-RF                                                                                                                                    | 0,44      | 0,60     | 0,42         | 0,59        |
| S1/BM3 eq-RF                                                                                                                                    | 0,41      | 0,66     | 0,39         | 0,58        |
| S2/BM1 eq-RF                                                                                                                                    | 0,63      | 0,80     | 0,59         | 0,79        |
| S2/BM2 eq-RF                                                                                                                                    | 0,52      | 0,80     | 0,50         | 0,81        |
| S2/BM3 eq-RF                                                                                                                                    | 0,57      | 0,82     | 0,54         | 0,82        |
| S3/BM1 eq-RF                                                                                                                                    | 0,88      | 0,85     | 0,86         | 0,87        |
| S3/BM2 eq-RF                                                                                                                                    | 0,78      | 0,81     | 0,76         | 0,83        |
| S3/BM3 eq-RF                                                                                                                                    | 0,74      | 0,82     | 0,71         | 0,84        |

Tabel 3 (fortsat)

|                                                                                                                                                  | RM-RF val | RM-RF eq | RM-RF val no | RM-RF eq no |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|--------------|-------------|
| <b>Risikopræmien på ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; uden ekstreme observationer) |           |          |              |             |
| S1/BM1 val no-RF                                                                                                                                 | 0,39      | 0,49     | 0,39         | 0,50        |
| S1/BM2 val no-RF                                                                                                                                 | 0,45      | 0,62     | 0,44         | 0,65        |
| S1/BM3 val no-RF                                                                                                                                 | 0,52      | 0,75     | 0,51         | 0,77        |
| S2/BM1 val no-RF                                                                                                                                 | 0,61      | 0,77     | 0,60         | 0,80        |
| S2/BM2 val no-RF                                                                                                                                 | 0,55      | 0,77     | 0,54         | 0,81        |
| S2/BM3 val no-RF                                                                                                                                 | 0,62      | 0,81     | 0,61         | 0,85        |
| S3/BM1 val no-RF                                                                                                                                 | 0,88      | 0,59     | 0,92         | 0,65        |
| S3/BM2 val no-RF                                                                                                                                 | 0,83      | 0,71     | 0,82         | 0,75        |
| S3/BM3 val no-RF                                                                                                                                 | 0,72      | 0,66     | 0,72         | 0,70        |
| S1/BM1 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,41      | 0,54     | 0,40         | 0,55        |
| S1/BM2 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,45      | 0,64     | 0,43         | 0,66        |
| S1/BM3 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,57      | 0,81     | 0,55         | 0,83        |
| S2/BM1 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,63      | 0,81     | 0,61         | 0,83        |
| S2/BM2 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,55      | 0,81     | 0,54         | 0,85        |
| S2/BM3 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,63      | 0,85     | 0,61         | 0,89        |
| S3/BM1 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,89      | 0,84     | 0,88         | 0,88        |
| S3/BM2 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,82      | 0,83     | 0,81         | 0,88        |
| S3/BM3 eq no-RF                                                                                                                                  | 0,73      | 0,80     | 0,71         | 0,85        |
| <b>Risikopræmien på tre porteføljer inddelt efter "Size"</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)             |           |          |              |             |
| S1 val-RF                                                                                                                                        | 0,42      | 0,71     | 0,39         | 0,60        |
| S2 val-RF                                                                                                                                        | 0,63      | 0,86     | 0,60         | 0,87        |
| S3 val-RF                                                                                                                                        | 1,00      | 0,74     | 0,99         | 0,78        |
| S1 eq-RF                                                                                                                                         | 0,48      | 0,85     | 0,44         | 0,71        |
| S2 eq-RF                                                                                                                                         | 0,67      | 0,93     | 0,63         | 0,93        |
| S3 eq-RF                                                                                                                                         | 0,90      | 0,90     | 0,87         | 0,92        |
| S1 val no-RF                                                                                                                                     | 0,59      | 0,84     | 0,57         | 0,85        |
| S2 val no-RF                                                                                                                                     | 0,68      | 0,90     | 0,66         | 0,94        |
| S3 val no-RF                                                                                                                                     | 0,98      | 0,71     | 1,00         | 0,77        |
| S1 eq no-RF                                                                                                                                      | 0,60      | 0,88     | 0,58         | 0,90        |
| S2 eq no-RF                                                                                                                                      | 0,68      | 0,92     | 0,66         | 0,96        |
| S3 eq no-RF                                                                                                                                      | 0,90      | 0,89     | 0,89         | 0,94        |

Tabel 3 (fortsat)

|                                                                                                                                                | RM-RF val | RM-RF eq | RM-RF val no | RM-RF eq no |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|--------------|-------------|
| <b>Risikopræmien på tre porteføljer inddelt efter "Book-to-Market"</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer) |           |          |              |             |
| BM1 val-RF                                                                                                                                     | 0,94      | 0,66     | 0,94         | 0,70        |
| BM2 val-RF                                                                                                                                     | 0,81      | 0,72     | 0,77         | 0,74        |
| BM3 val-RF                                                                                                                                     | 0,75      | 0,74     | 0,72         | 0,75        |
| BM1 eq-RF                                                                                                                                      | 0,78      | 0,90     | 0,74         | 0,86        |
| BM2 eq-RF                                                                                                                                      | 0,71      | 0,90     | 0,69         | 0,91        |
| BM3 eq-RF                                                                                                                                      | 0,65      | 0,90     | 0,61         | 0,87        |
| BM1 val no-RF                                                                                                                                  | 0,91      | 0,62     | 0,94         | 0,68        |
| BM2 val no-RF                                                                                                                                  | 0,84      | 0,72     | 0,83         | 0,77        |
| BM3 val no-RF                                                                                                                                  | 0,74      | 0,70     | 0,74         | 0,74        |
| BM1 eq no-RF                                                                                                                                   | 0,85      | 0,89     | 0,84         | 0,93        |
| BM2 eq no-RF                                                                                                                                   | 0,72      | 0,89     | 0,71         | 0,94        |
| BM3 eq no-RF                                                                                                                                   | 0,70      | 0,91     | 0,68         | 0,94        |
| <b>Risikopræmien på fem porteføljer inddelt efter Beta</b><br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer)             |           |          |              |             |
| G1 val-RF                                                                                                                                      | 0,50      | 0,56     | 0,49         | 0,55        |
| G2 val-RF                                                                                                                                      | 0,53      | 0,60     | 0,55         | 0,65        |
| G3 val-RF                                                                                                                                      | 0,72      | 0,74     | 0,67         | 0,72        |
| G4 val-RF                                                                                                                                      | 0,82      | 0,70     | 0,80         | 0,74        |
| G5 val-RF                                                                                                                                      | 0,92      | 0,69     | 0,90         | 0,74        |
| G1 eq-RF                                                                                                                                       | 0,41      | 0,71     | 0,38         | 0,61        |
| G2 eq-RF                                                                                                                                       | 0,58      | 0,84     | 0,55         | 0,84        |
| G3 eq-RF                                                                                                                                       | 0,66      | 0,87     | 0,64         | 0,84        |
| G4 eq-RF                                                                                                                                       | 0,74      | 0,90     | 0,70         | 0,88        |
| G5 eq-RF                                                                                                                                       | 0,78      | 0,87     | 0,76         | 0,86        |
| G1 val no-RF                                                                                                                                   | 0,60      | 0,61     | 0,59         | 0,64        |
| G2 val no-RF                                                                                                                                   | 0,53      | 0,58     | 0,57         | 0,64        |
| G3 val no-RF                                                                                                                                   | 0,75      | 0,74     | 0,72         | 0,75        |
| G4 val no-RF                                                                                                                                   | 0,84      | 0,70     | 0,84         | 0,75        |
| G5 val no-RF                                                                                                                                   | 0,91      | 0,66     | 0,92         | 0,73        |
| G1 eq no-RF                                                                                                                                    | 0,58      | 0,82     | 0,56         | 0,85        |
| G2 eq no-RF                                                                                                                                    | 0,62      | 0,85     | 0,60         | 0,89        |
| G3 eq no-RF                                                                                                                                    | 0,72      | 0,89     | 0,71         | 0,92        |
| G4 eq no-RF                                                                                                                                    | 0,79      | 0,91     | 0,77         | 0,95        |
| G5 eq no-RF                                                                                                                                    | 0,85      | 0,86     | 0,84         | 0,91        |



Tabel 3 (fortsat)

|                                                                                                                            | RM-RF val | RM-RF eq | RM-RF val no | RM-RF eq no |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|--------------|-------------|
| Risikopræmien på ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(hhv. værdivægtet og ligevægtet; med og uden ekstreme observationer) |           |          |              |             |
| G1 val-RF                                                                                                                  | 0,46      | 0,48     | 0,45         | 0,48        |
| G2 val-RF                                                                                                                  | 0,38      | 0,49     | 0,37         | 0,48        |
| G3 val-RF                                                                                                                  | 0,48      | 0,55     | 0,50         | 0,59        |
| G4 val-RF                                                                                                                  | 0,48      | 0,56     | 0,48         | 0,60        |
| G5 val-RF                                                                                                                  | 0,63      | 0,68     | 0,58         | 0,65        |
| G6 val-RF                                                                                                                  | 0,67      | 0,70     | 0,64         | 0,70        |
| G7 val-RF                                                                                                                  | 0,69      | 0,63     | 0,69         | 0,68        |
| G8 val-RF                                                                                                                  | 0,74      | 0,63     | 0,71         | 0,65        |
| G9 val-RF                                                                                                                  | 0,80      | 0,57     | 0,81         | 0,63        |
| G10 val-RF                                                                                                                 | 0,84      | 0,66     | 0,80         | 0,69        |
| G1 eq-RF                                                                                                                   | 0,28      | 0,51     | 0,25         | 0,40        |
| G2 eq-RF                                                                                                                   | 0,41      | 0,64     | 0,38         | 0,63        |
| G3 eq-RF                                                                                                                   | 0,53      | 0,77     | 0,51         | 0,78        |
| G4 eq-RF                                                                                                                   | 0,52      | 0,76     | 0,49         | 0,75        |
| G5 eq-RF                                                                                                                   | 0,58      | 0,77     | 0,55         | 0,77        |
| G6 eq-RF                                                                                                                   | 0,59      | 0,77     | 0,57         | 0,72        |
| G7 eq-RF                                                                                                                   | 0,59      | 0,76     | 0,57         | 0,74        |
| G8 eq-RF                                                                                                                   | 0,72      | 0,85     | 0,68         | 0,85        |
| G9 eq-RF                                                                                                                   | 0,67      | 0,75     | 0,67         | 0,75        |
| G10 eq-RF                                                                                                                  | 0,75      | 0,83     | 0,72         | 0,82        |
| G1 val no-RF                                                                                                               | 0,50      | 0,52     | 0,49         | 0,53        |
| G2 val no-RF                                                                                                               | 0,51      | 0,58     | 0,51         | 0,62        |
| G3 val no-RF                                                                                                               | 0,51      | 0,54     | 0,54         | 0,59        |
| G4 val no-RF                                                                                                               | 0,49      | 0,56     | 0,50         | 0,60        |
| G5 val no-RF                                                                                                               | 0,65      | 0,67     | 0,62         | 0,67        |
| G6 val no-RF                                                                                                               | 0,67      | 0,68     | 0,65         | 0,71        |
| G7 val no-RF                                                                                                               | 0,68      | 0,60     | 0,70         | 0,67        |
| G8 val no-RF                                                                                                               | 0,79      | 0,66     | 0,78         | 0,70        |
| G9 val no-RF                                                                                                               | 0,80      | 0,57     | 0,82         | 0,63        |
| G10 val no-RF                                                                                                              | 0,81      | 0,62     | 0,81         | 0,68        |
| G1 eq no-RF                                                                                                                | 0,52      | 0,73     | 0,50         | 0,75        |
| G2 eq no-RF                                                                                                                | 0,53      | 0,75     | 0,52         | 0,79        |
| G3 eq no-RF                                                                                                                | 0,58      | 0,78     | 0,57         | 0,82        |
| G4 eq no-RF                                                                                                                | 0,57      | 0,80     | 0,55         | 0,83        |
| G5 eq no-RF                                                                                                                | 0,64      | 0,81     | 0,63         | 0,84        |
| G6 eq no-RF                                                                                                                | 0,69      | 0,84     | 0,67         | 0,87        |
| G7 eq no-RF                                                                                                                | 0,73      | 0,85     | 0,72         | 0,90        |
| G8 eq no-RF                                                                                                                | 0,76      | 0,87     | 0,74         | 0,90        |
| G9 eq no-RF                                                                                                                | 0,81      | 0,83     | 0,81         | 0,87        |
| G10 eq no-RF                                                                                                               | 0,80      | 0,81     | 0,79         | 0,85        |

### Risikopræmien på markedsproxyen

Det bemærkes at korrelationen mellem den værdivægtede proxy med ekstreme observationer (RM-RF val) og den værdivægtede proxy uden ekstreme observationer (RM-RF val no) er særdeles høj; 0,99. Det samme er til dels gældende for de tilsvarende ligevægtede proxyer, der har en korrelation på 0,96. Dette indikerer, at fjernelsen af ekstreme observationer ikke har stor betydning, når porteføljen er sammensat af mange firmaer.

### Afkastet på SMB- og HML-faktorerne til FF3FM-modellen

Disse er mest inkluderet for komplekthedens skyld, da de ikke inddrages i overvejelserne omkring valg af afhængige variable. Det er dog værd at bemærke, at faktorerne generelt har en ringe korrelation med markedsproxyen, hvilket er ønskværdigt.

### Risikopræmien på de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"

De ni porteføljer sorteret på "Size" og "Book-to-Market" med værdivægtede afkast har generelt har en middelmådig korrelation med markedsproxyen i alle dens variationer. Især de tre mindste "Size"-porteføljer har en ringe korrelation med samtlige variationer af markedsproxyen. De midterste "Size"-porteføljerne har en rimelig korrelation med de ligevægtede markedsporteføljer, men ikke med de værdivægtede. De tre største "Size"-porteføljer klarer sig godt over for den værdivægtede markedsproxy med ekstreme observationer og rimeligt over for de øvrige.

### Risikopræmien på de tre porteføljer inddelt efter "Size"

Det mest bemærkelsesværdige resultat er korrelationskoefficienten mellem den værdivægtede portefølje af de største firmaer (S3) og den værdivægtede markedsproxy, hvor der ikke er fjernet ekstreme observationer. Korrelationen er her på 1 (!) – dvs. S3 er i praktisk taget lig markedsporteføljen i den værdivægtede udgave. Det understreger en særlig problemstilling på det danske marked, hvor enkelte virksomheder ganske enkelt er væsentlig større end resten. Det kan indikere, at måden hvorpå Fama og French konstruerer deres variable ikke er egnet til det danske marked.

### Risikopræmien på de tre porteføljer inddelt efter "Book-to-Market"

Porteføljerne inddelt efter "Book-to-Market" opnår generelt pæne forklaringsgrader over alle variationer af markedsproxyen. Her er det dog interessant, at især gruppen af firmaer med lav "Book-to-Market" (dvs. hvor den bogførte egenkapital udgør en relativt lille del af markedsværdien), også kaldet vækstaktier ("Growth") af Fama og French [Fama og French, 2015, p4], har en høj korrelationsgrad med den værdivægtede markedsproxy. Dette indikerer at de store firmaer overvejende befinder sig i denne gruppe.

### Risikopræmien på fem porteføljer inddelt efter Beta

Det ses, at forklaringsgraderne stiger med sammen beta for de værdivægtede porteføljer. Gøres porteføljerne ligevægtede og fjernes ekstreme observationer opnås pæne forklaringsgrader for alle fem porteføljer over for de to ligevægtede markedsproxyer (både med og uden ekstreme observationer).

### Risikopræmien på ti porteføljer inddelt efter Beta

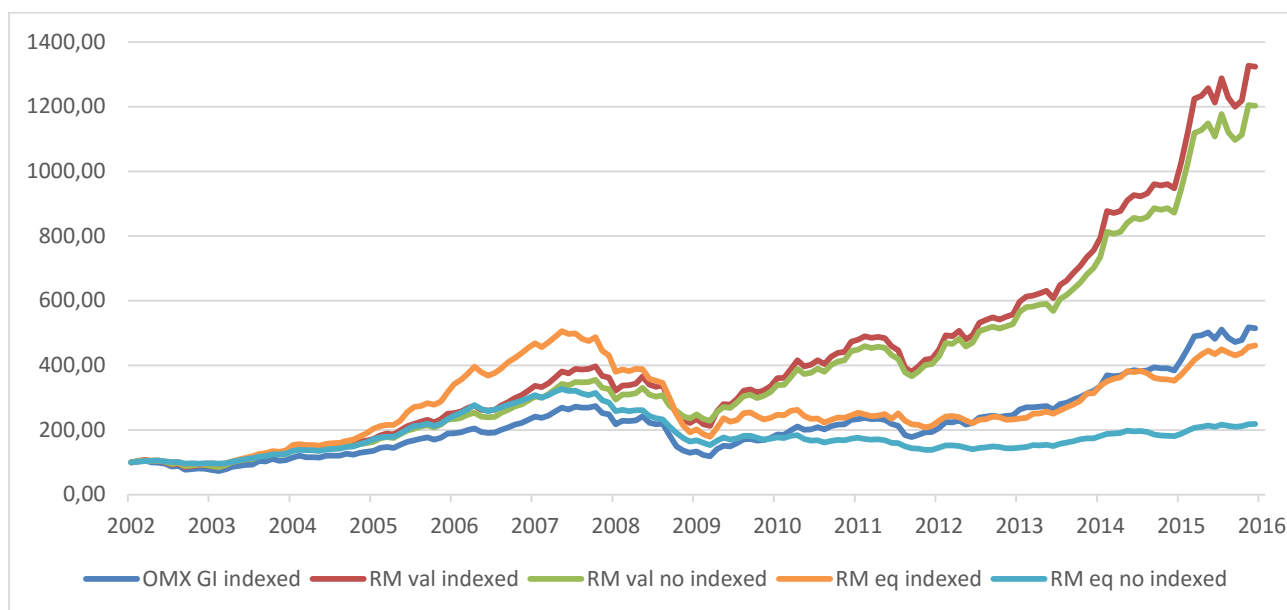
De ti beta-porteføljer viser resultater, der minder meget om billedet for de fem beta-porteføljer. Forklaringsgrader er en smule dårligere for de ti porteføljer, hvilket må formodes at være en konsekvens af, at der indgår halvt så mange firmaer i de enkelte porteføljer.

## Sammenfatning

Forklaringsgrader over 0,8 er nødvendige for at have en chance for at genskabe Fama og Frenchs resultater. Derfor vil analysen inddrage de 10 porteføljer inddelt efter beta med ligevægtede afkast uden ekstreme observationer i tillæg til værdivægtede porteføljer inddelt efter "Size" og "BE/ME" som i Fama og Frenchs 1993-artikel. De ti beta-porteføljer er foretrukket frem for de fem beta-porteføljer for at få flere data til "second pass"-regressionen. Ydermere vil analysen inddrage ligevægtede versioner af de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market", da risikopræmierne for de ligevægtede porteføljer vurderes at have et mere realistisk niveau end de værdivægtede.

Det virker rimeligt – hvis man køber præmissen, at porteføljer er et rimeligt grundlag for test af afkastmodeller – at bruge ligevægtede afkast, evt. uden ekstreme observationer, for det danske marked, hvor antallet af børsnoterede selskaber er begrænset. Meget store selskaber vil naturligt skrævvride de markedsvægtede afkast, mens ekstreme observationer nemt kan gøre det samme for især de ligevægtede afkast.

Det bemærkes i øvrigt, at de ligevægtede markedsproxyer følger afkastet på Nasdaqs Copenhagen all-share index væsentligt tættere (se Figur 2). Middelværdierne for de værdivægtede proxyer er også ekstremt høje, 1,2% og 1,08%, svarende til en årlig risikopræmie på hhv. 15,5% og 13,4%. Årsagen til diskrepansen i forhold Nasdaq-indekset er ikke kendt, idet Nasdaq-indekset så vidt vides er markedsvægtet (og ikke "cappet") og beregnes i både en prisversion, der ikke indregner corporate actions og totalafkast-version, der gør. Den markedsvægtede markedsproxy og Nasdaq-indekset burde ligge tættere på hinanden, end tilfældet er.



Figur 2: indekserede afkast på konstruerede markedsproxyer og Nasdaq Copenhagen all-share-indekset. Jan. 2002 = indeks 100<sup>32</sup>

Figur 2 viser at den ligevægtede markedsproxy uden ekstreme observationer (RM eq no indexed) følger Nasdaq-indekset (OMX GI indexed) ganske tæt indtil 2009, hvorefter udviklingen i proxyen ligger fladt. Den ligevægtede proxy med ekstreme observationer (RM eq indexed) ligger derimod væsentligt over Nasdaq-indekset frem til 2009, hvorefter de følger hinanden ganske tæt. De værdivægtede proxyer (RM val indexed og RM val no indexed) følger Nasdaq-indekset tæt frem til 2009, men stiger herefter markant mere.

<sup>32</sup> Figur fra elektronisk bilag nr. 47, RM-RF v1\_0.xlsx

## KONSTRUKTION AF DE FORKLARENDE VARIABLE<sup>33</sup>

De forklarende variable konstrueres som i Fama og Frenchs 1993-artikel [Fama og French, 1993, p7ff] med mindre justeringer i og med, at vi bevæger os fra det amerikanske til det danske aktiemarked.

I juni af hvert år 1 rangeres firmaerne<sup>34</sup> efter størrelse (samlet markedsværdi jf. afsnittet Datagrundlaget og klargøring af data). Medianen beregnes og virksomhederne inddeles herefter i to porteføljer "S" og "B" (hhv. "Small" og "Big")<sup>35</sup>.

Tilsvarende rangeres firmaerne efter forholdet mellem den bogførte værdi<sup>36</sup> af egenkapitalen ("BE") og markedsværdien ("ME"). Herefter inddeles de i tre porteføljer, "L", "M" og "H", efter 30% og 70%-fraktilerne (hhv. "Low", "Medium" og "High")<sup>37</sup>.

BE/ME for år  $t$  beregnes som BE for regnskabsåret, der slutter i  $t-1$ <sup>38</sup> divideret med ME for ultimo december  $t-1$ . Firmaer med et negativt BE/ME-forhold inkluderes ikke i porteføljerne.

Herefter konstrueres seks porteføljer ("S/L", "S/M", "S/H", "B/L", "B/M" og "B/H") som fællesmængden af de to "Size"-porteføljer og de tre "book-to-market"-porteføljer. Såvel de værdivægtede afkast som de ligevægtede afkast med og uden ekstreme observationer beregnes for porteføljerne for juli år  $t$  til juni år  $t+1$ .

Processen gentages for hvert år.

Endelig konstrueres de forklarende variable for hhv. "Size"- og "Book-to-Market"-faktorerne.

"SMB" ("Small Minus Big") er forskellen mellem det simple gennemsnit af de tre "Small"-porteføljer porteføljer ("S/L", "S/M" og "S/H") og de tre "Big"-porteføljer porteføljer ("B/L", "B/M" og "B/H").

"HML" ("High Minus Low") er forskellen mellem det simple gennemsnit af de to "High BE/ME"-porteføljer og de to "Low BE/ME"-porteføljer.

Proxy for markedsporteføljen udgøres af alle aktier i datasættet. Afkastet beregnes i værdivægtede samt ligevægtede varianter – sidstnævnte med og uden ekstreme observationer. Risikopræmien for markedet er

---

<sup>33</sup> Adskillige regneark indgår i konstruktionen af disse variable. Der henvises til oversigten over elektroniske bilag i slutningen af opgaven

<sup>34</sup> Fama og French skriver, at de rangerer aktier [Fama og French, 1993, p8]. Den i opgaven anvendte fremgangsmåde er valgt, for at forholdet mellem den bogførte værdi af egenkapitalen og markedsværdien bliver meningsfyldt også for virksomheder med flere aktieklasser

<sup>35</sup> Fama og French beregner medianen for NYSE-aktier, men inkluderer herefter Amex- og Nasdaq-aktier i porteføljerne, hvilket medfører at "Small"-porteføljen indeholder et forholdsvis stort antal aktier [Fama og French, 1993, p8]. Man kunne have overvejet at ændre skæringspunktet, således at den mængdemæssige fordeling af firmaerne i stedet blev sammenlignelig. Dette er fravalgt, bl.a. fordi Fama og French ikke redegør for bagtanken med fremgangsmåden, og fordi at to ligeligt fordelte porteføljer giver færre problemer senere i processen, når "Size"-porteføljerne kombineres med "book-to-market"-porteføljerne

<sup>36</sup> Fama og French definerer den bogførte værdi af egenkapitalen som: "COMPUSTAT book value of stockholder's equity, plus balance-sheet deferred taxes and investment tax credit (if available), minus the book value of preferred stock [Fama og French, 1993, p8]." Grundet datatilgængelighed definerer den bogførte værdi af egenkapital i denne opgave som den bogførte værdi af egenkapitalen minus udskudt skat

<sup>37</sup> Igen bemærkes, at Fama og French beregner skæringspunkterne på baggrund af NYSE-aktier, hvorefter Amex- og Nasdaq-aktier inkluderes i porteføljerne

<sup>38</sup> Rent praktisk anvendes den bogførte værdi af egenkapitalen for januar i  $t-1$  på grund af måden, hvorpå Datastream populere de relevante variable

merafkastet i forhold til den risikofri rente. Den risikofri rente defineres i denne opgave som renten på en to-årig dansk statsobligation. Valget er praktisk begrundet, da den 2-årige statsobligation er den korteste løbetid med en tilstrækkeligt lang tidsserie. Fama og French bruger renten på en T-Bill med 1 måneds løbetid som den risikofri rente [Fama og French, 1993, p10].

### KONSTRUKTION AF DE AFHÆNGIGE VARIABLE<sup>39</sup>

Fama og French beregner månedlige risikopræmier for 25 porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" [Fama og French, 1993, p10]. Grundet det væsentligt mindre antal aktier på det danske marked, er det ikke muligt at lave samme finmaskede opdeling til brug for denne opgave. I stedet er sammensat ni porteføljer på baggrund af tre "Size"-porteføljer ("S1", "S2" og "S3") og tre "BE/ME"-porteføljer ("BM1", "BM2" og "BM3"), hvor skæringspunkterne er 1/3- og 2/3-fraktilerne. Fremgangsmåden er i øvrigt som for de forklarende variable. Risikopræmierne for de ni porteføljer er beregnet i både værdivægtede og ligevægtede varianter.

I tillæg er sammensat 10 porteføljer sorteret efter beta. Denne fremgangsmåde er inspireret af de tidlige tests af CAPM<sup>40</sup> samt fremgangsmåden i Fama og Frenchs 1992-artikel [Fama og French, 1992]<sup>41</sup>.

I juni af hvert år 1 beregnes beta for hver enkelt firma på baggrund af 2-5 års afkast. Den forklarende variabel i regressionen er risikopræmien på markedet jf. ovenstående. Herefter inddeles firmaerne i ti porteføljer på baggrund af deres beta-værdi (fra lav til høj). For juli år  $t$  til juni år  $t+1$  beregnes ligevægtede risikopræmier for hver portefølje på baggrund af afkastdata, hvor ekstreme observationer er fjernet<sup>42</sup>.

### TIDSPERIODEN FOR DATAANALYSEN

Måden porteføljerne sammensættes på sammenholdt med de begrænsede antal aktier, bevirker at ikke alle porteføljer indeholder data før januar 1990. Tilsvarende giver tilgængeligheden af data for den bogførte værdi af egenkapital problemer sidst i perioden. Analysen afgrænses derfor til januar 1990 frem til december 2015.

---

<sup>39</sup> Adskillige regneark indgår i konstruktionen af disse variable. Der henvises til oversigten over elektroniske bilag i slutningen af opgaven

<sup>40</sup> Se [Black et al., 1972] samt [Fama og Macbeth, 1973]

<sup>41</sup> Fama og French sorterer dog både på beta og størrelse, svarende til porteføljekonstruktionen i [Fama og French, 1993]

<sup>42</sup> Som i [Fama og French, 1992, p439]

## Test af modellerne: "single pass"-regression

Tidsserie-regressionen følger fremgangsmåden anvendt i [Fama og French, 1993] som igen følger metoden anvendt i [Black et al., 1972]. De afhængige variable er porteføljernes risikopræmier, hvormed skæringspunktet i regressionsmodellen ikke må være signifikant forskelligt fra nul.

### MODELFORMULERING

CAPM omskrives i testen til:

$$R_i - R_f = \alpha + \beta_i(RM - R_f) + \varepsilon_i, \quad \text{hvor } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma), s. u.$$

Mens FF3FM omskrives til:

$$R_i - R_f = \alpha + \beta_i(RM - R_f) + S_i(SMB) + H_i(HML) + \varepsilon_i, \quad \text{hvor } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma), s. u.$$

### Forudsætninger

Linearitet, konstant varians og normalitet

### Signifikanstest

$H_0: \alpha = \beta = S = H = 0$

### REGRESSIONSSTATISTIKKER FOR CAPM

Tabel 4<sup>43</sup> nedenfor viser regressionsstatistikkerne for modellen svarende til CAPM.

**Tabel 4: Regressionsstatistikker for faktormodel med risikopræmien på markedsproxyen som forklarende variabel (CAPM)<sup>44</sup>**

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdivægtet) |        |        |        |         |        |         |         |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|
| CAPM                                                                     | S1/BM1 | S1/BM2 | S1/BM3 | S2/BM1  | S2/BM2 | S2/BM3  | S3/BM1  | S3/BM2  | S3/BM3  |
| b(RM-RF)                                                                 | 0,7437 | 0,4818 | 0,5027 | 0,7099  | 0,4610 | 0,6664  | 0,8549  | 1,0339  | 1,1013  |
| a                                                                        | 0,0141 | 0,0083 | 0,0176 | 0,0039  | 0,0057 | 0,0047  | 0,0024  | -0,0015 | -0,0012 |
| standardfejl b(RM-RF)                                                    | 0,1492 | 0,0577 | 0,0936 | 0,0547  | 0,0501 | 0,0528  | 0,0227  | 0,0447  | 0,0590  |
| standardfejl a                                                           | 0,0074 | 0,0029 | 0,0046 | 0,0027  | 0,0025 | 0,0026  | 0,0011  | 0,0022  | 0,0029  |
| t-værdi b(RM-RF)                                                         | 4,9832 | 8,3441 | 5,3725 | 12,9803 | 9,2101 | 12,6324 | 37,6753 | 23,1246 | 18,6746 |
| t-værdi a                                                                | 1,9134 | 2,9060 | 3,8120 | 1,4267  | 2,3031 | 1,8167  | 2,0965  | -0,6965 | -0,4038 |
| P-værdi b(RM-RF)                                                         | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000  | 0,0000 | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi a                                                                | 0,0566 | 0,0039 | 0,0002 | 0,1547  | 0,0219 | 0,0702  | 0,0369  | 0,4866  | 0,6866  |
| R <sup>2</sup>                                                           | 0,0742 | 0,1834 | 0,0852 | 0,3521  | 0,2148 | 0,3398  | 0,8208  | 0,6330  | 0,5294  |
| F-værdi                                                                  | 24,83  | 69,62  | 28,86  | 168,49  | 84,83  | 159,58  | 1419,43 | 534,75  | 348,74  |
| P-værdi F-test                                                           | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000  | 0,0000 | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |

<sup>43</sup> Der henvises til elektroniske bilag nr. 17, Analysis - Beta v1\_0.xlsx samt nr. 18, Analysis - Size-BM v1\_0.xlsx

<sup>44</sup> Modellens parametre præsenteres i en "omvendt" rækkefølge af, hvad man normalt vil forvente, da Excels LINREGR-funktion af uforklarlige årsager præsenterer data i denne rækkefølge

Tabel 4 (fortsat)

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet)          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CAPM                                                                             | S1/BM1  | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1  | S3/BM2  | S3/BM3  |         |
| b(RM-RF)                                                                         | 1,4481  | 0,6434  | 0,9154  | 1,0947  | 0,7618  | 1,0395  | 0,9879  | 1,0082  | 1,1572  |         |
| a                                                                                | 0,0034  | 0,0009  | 0,0047  | -0,0063 | -0,0025 | -0,0014 | -0,0017 | 0,0006  | -0,0011 |         |
| standardfejl b(RM-RF)                                                            | 0,1559  | 0,0487  | 0,0599  | 0,0472  | 0,0324  | 0,0406  | 0,0349  | 0,0415  | 0,0455  |         |
| standardfejl a                                                                   | 0,0066  | 0,0021  | 0,0025  | 0,0020  | 0,0014  | 0,0017  | 0,0015  | 0,0018  | 0,0019  |         |
| t-værdi b(RM-RF)                                                                 | 9,2891  | 13,2130 | 15,2847 | 23,1857 | 23,4797 | 25,5781 | 28,3275 | 24,2814 | 25,4076 |         |
| t-værdi a                                                                        | 0,5176  | 0,4468  | 1,8393  | -3,1271 | -1,8436 | -0,8367 | -1,1721 | 0,3284  | -0,5483 |         |
| P-værdi b(RM-RF)                                                                 | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |         |
| P-værdi a                                                                        | 0,6051  | 0,6553  | 0,0668  | 0,0019  | 0,0662  | 0,4034  | 0,2421  | 0,7428  | 0,5839  |         |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,2177  | 0,3603  | 0,4298  | 0,6343  | 0,6401  | 0,6785  | 0,7213  | 0,6554  | 0,6756  |         |
| F-værdi                                                                          | 86,29   | 174,58  | 233,62  | 537,58  | 551,30  | 654,24  | 802,45  | 589,58  | 645,55  |         |
| P-værdi F-test                                                                   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |         |
| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| CAPM                                                                             | G1      | G2      | G3      | G4      | G5      | G6      | G7      | G8      | G9      | G10     |
| b(RM-RF)                                                                         | 0,6841  | 0,7553  | 0,8204  | 0,9734  | 0,9388  | 1,0460  | 1,1090  | 1,2926  | 1,2689  | 1,3267  |
| a                                                                                | 0,0019  | 0,0001  | 0,0017  | 0,0006  | 0,0013  | 0,0005  | 0,0015  | -0,0014 | -0,0031 | -0,0020 |
| standardfejl b(RM-RF)                                                            | 0,0344  | 0,0332  | 0,0321  | 0,0373  | 0,0339  | 0,0342  | 0,0312  | 0,0363  | 0,0406  | 0,0477  |
| standardfejl a                                                                   | 0,0010  | 0,0010  | 0,0010  | 0,0011  | 0,0010  | 0,0010  | 0,0009  | 0,0011  | 0,0012  | 0,0014  |
| t-værdi b(RM-RF)                                                                 | 19,8916 | 22,7791 | 25,5196 | 26,1023 | 27,6679 | 30,5887 | 35,5411 | 35,5812 | 31,2675 | 27,8330 |
| t-værdi a                                                                        | 1,8759  | 0,1344  | 1,7997  | 0,5592  | 1,2725  | 0,4928  | 1,5864  | -1,2606 | -2,5652 | -1,4264 |
| P-værdi b(RM-RF)                                                                 | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi a                                                                        | 0,0616  | 0,8932  | 0,0729  | 0,5764  | 0,2041  | 0,6225  | 0,1137  | 0,2084  | 0,0108  | 0,1548  |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,5607  | 0,6260  | 0,6775  | 0,6873  | 0,7118  | 0,7511  | 0,8029  | 0,8033  | 0,7593  | 0,7142  |
| F-værdi                                                                          | 395,67  | 518,89  | 651,25  | 681,33  | 765,52  | 935,67  | 1263,17 | 1266,02 | 977,66  | 774,68  |
| P-værdi F-test                                                                   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |

## Kommentarer til Tabel 4

## Generelt

F-testen viser at samtlige modeller er signifikante. Med blot en enkelt forklarende variabel, kan det således ikke overraske at markedsproxymen er en signifikant forklarende variabel. Alle beta-koefficienterne er positive som forventet. Beta-værdierne for de værdivægtede porteføljer ligger generelt under de betaerne for de ligevægtede porteføljer.

Skæringspunkterne er generelt ikke signifikant forskellige fra nul på nær for de værdivægtede porteføljer.

## Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (værdivægtet)

Skæringspunktet er signifikant forskelligt fra nul for fire af porteføljerne (og ligger tæt på grænsen for to yderligere), hvormed nulhypotesen ikke kan accepteres for samtlige porteføljer. Med andre ord et blandet resultat. Sammenholdt med de overvejende meget lave forklaringsgrader (kun en enkelt portefølje er over 0,8 og blot tre i alt er over 0,5) er det dog ikke et prangende resultat for CAPM. De tre porteføljer med de mindste firmaer udviser de markant dårligste forklaringsgrader (helt ned til 0,07), mens de tre porteføljer

med de største selskaber har de bedste forklaringsgrader. Det var også forventet givet observationer i afsnittet Mere om porteføljekonstruktionen.

For de værdivægtede porteføljer lader det til, at betaværdierne stiger med firmastørrelsen og falder med "Book-to-Market".

#### **Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (ligevægtet)**

Resultaterne for de ni ligevægtede porteføljer er bedre uden dog at imponere. Forklaringsgraderne øges for samtlige porteføljer på nær porteføljen S3/BM1 (firmaerne med størst markedsværdi og lavest "Book-to-Market") som går fra 0,82 til 0,72. Skæringspunktet er nu kun signifikant forskelligt fra nul for en enkelt portefølje, S2/BM1, om end to yderligere ligger tæt på signifikansniveauet på 0,05.

Det ovennævnte mønster i betaværdierne for de værdivægtede porteføljer kan ikke observeres i de ligevægtede porteføljer.

#### **Ti porteføljer inddelt efter Beta (ligevægtet og uden ekstreme observationer)**

Med de ti porteføljer inddelt efter beta forbedres resultaterne markant, om end forklaringsgraderne ikke helt når op på niveauet i Fama og Frenchs 1993-artikel [Fama og French, 1993, p20].

Den laveste forklaringsgrad er 0,56 for porteføljen med de laveste beta-værdier (G1). Bundniveauet er dermed hævet markant, men vurderet som en statistisk model lader det stadig en del tilbage at ønske. Blot et enkelt skæringspunkt for portefølje G9 er signifikant forskelligt fra nul, om end også portefølje G1 er tæt på at være det ved et signifikansniveau på 0,05.

Ikke overraskende stiger betaværdierne med grupperne, som jo er inddelt efter beta.

Tabel 5 nedenfor viser regressionsplots for samtlige ovennævnte modeller. Det er tydeligt, at ekstreme observationer udgør et problem især for de værdivægtede porteføljer, hvor kun de tre største porteføljer viser en lineær sammenhæng med markedspoxyen. Billedet er pænere for de ligevægtede porteføljer, men det bliver først rigtig pænt med de ligevægtede porteføljer uden ekstreme observationer.

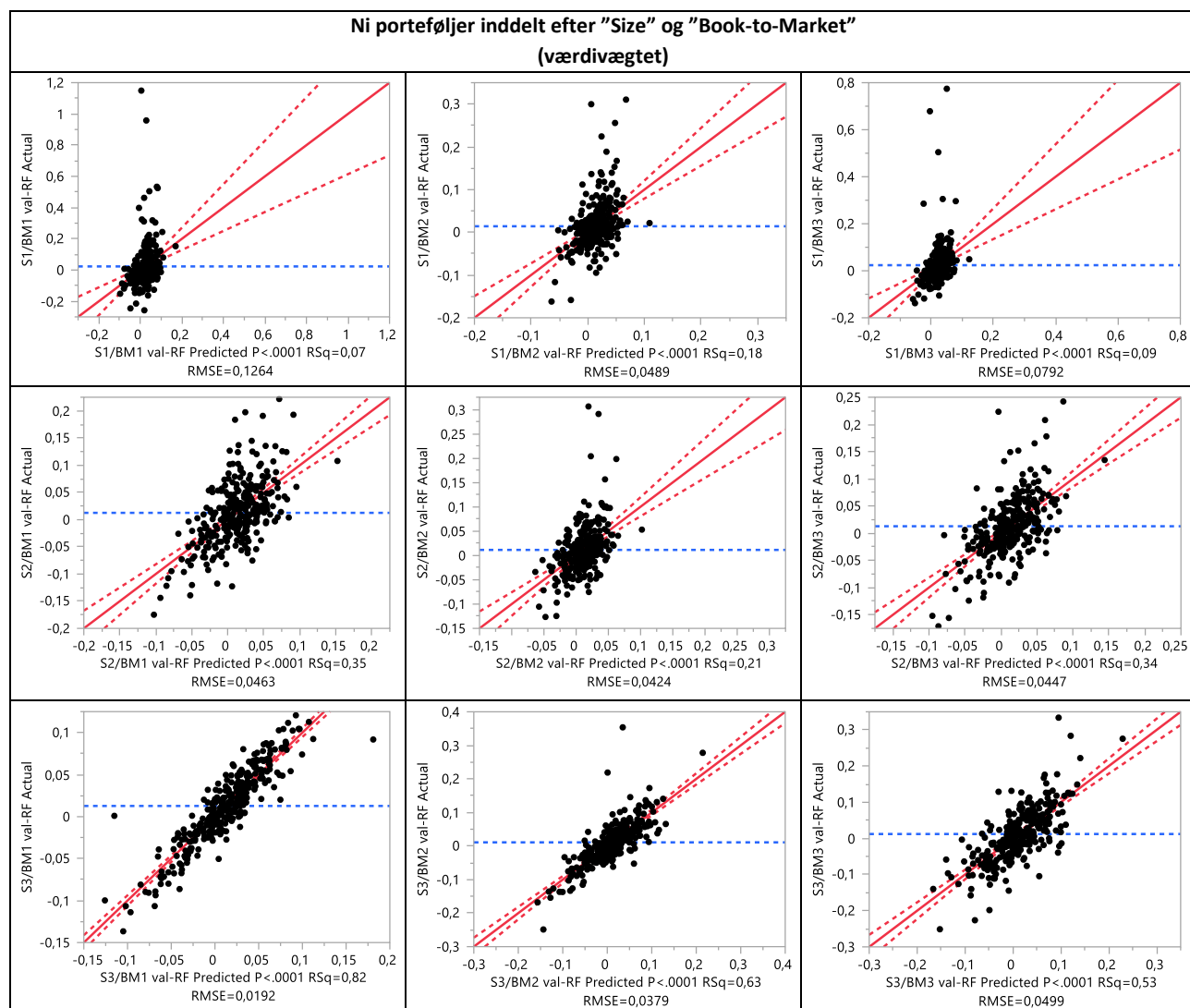
Tabel 6 nedenfor viser residualplots for førnævnte modeller. Generelt betragtet er det kun de ti beta-porteføljer, der viser residualer, som kan antages at opfylde forudsætningerne<sup>45</sup>.

---

<sup>45</sup> Se evt. også elektronisk bilag nr. 1, 1st pass Beta portfolios CAPM residuals.doc; nr. 5, 1st pass Size-BM equal weighted CAPM residuals.doc samt nr. 9, 1st pass Size-BM value weighted CAPM residuals.doc som viser fordelingsbeskrivelser af modellernes standardiserede residualer. Normalfordelingsantagelsen kan generelt antages opfyldt for de ti beta-porteføljer, men generelt ikke for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" – hverken i de værdivægtede eller de ligevægtede varianter

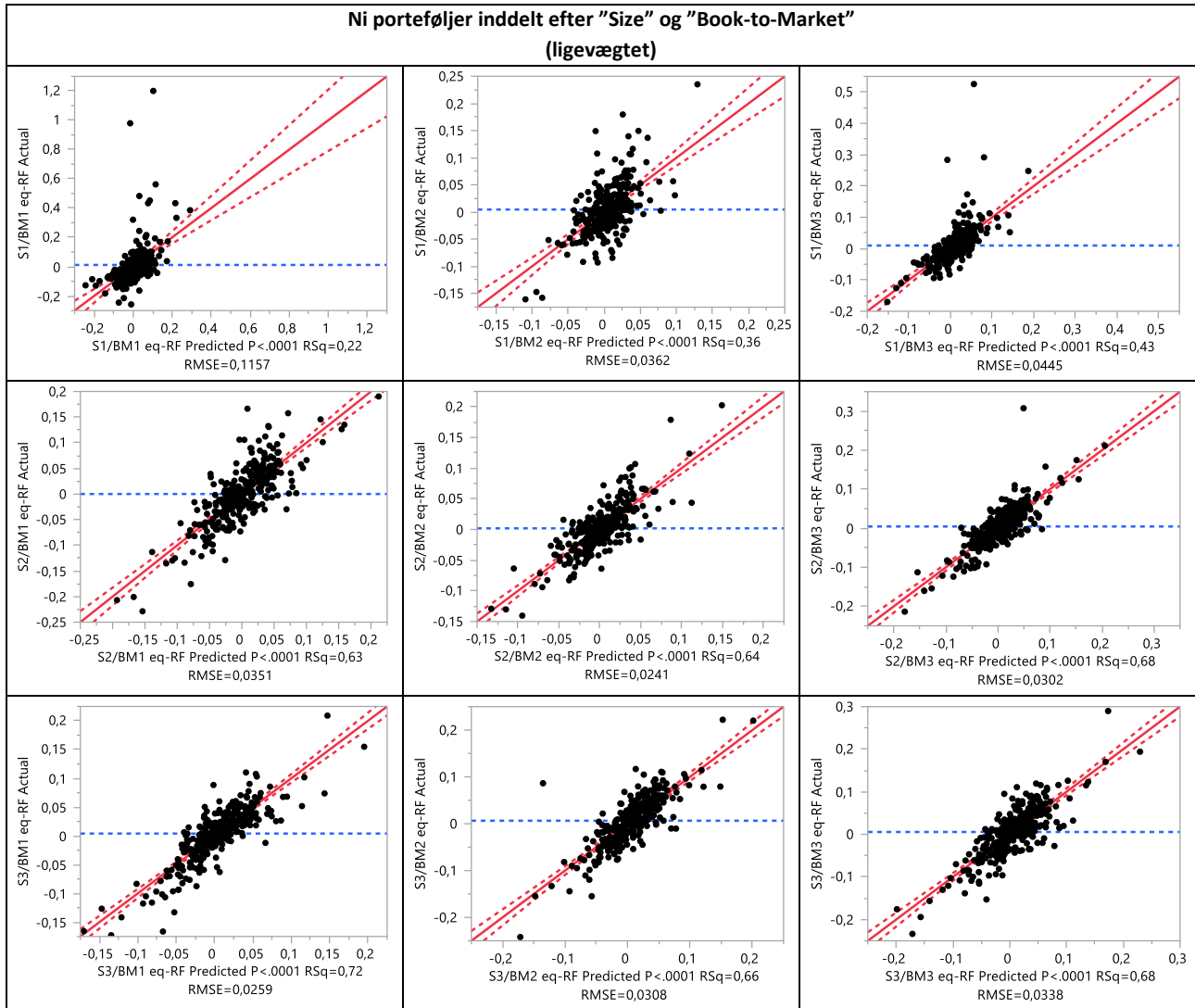


Tabel 5: Regressionsplots for faktormodel med risikopræmien på markedsproxyen som forklarende variabel (CAPM)<sup>46</sup>

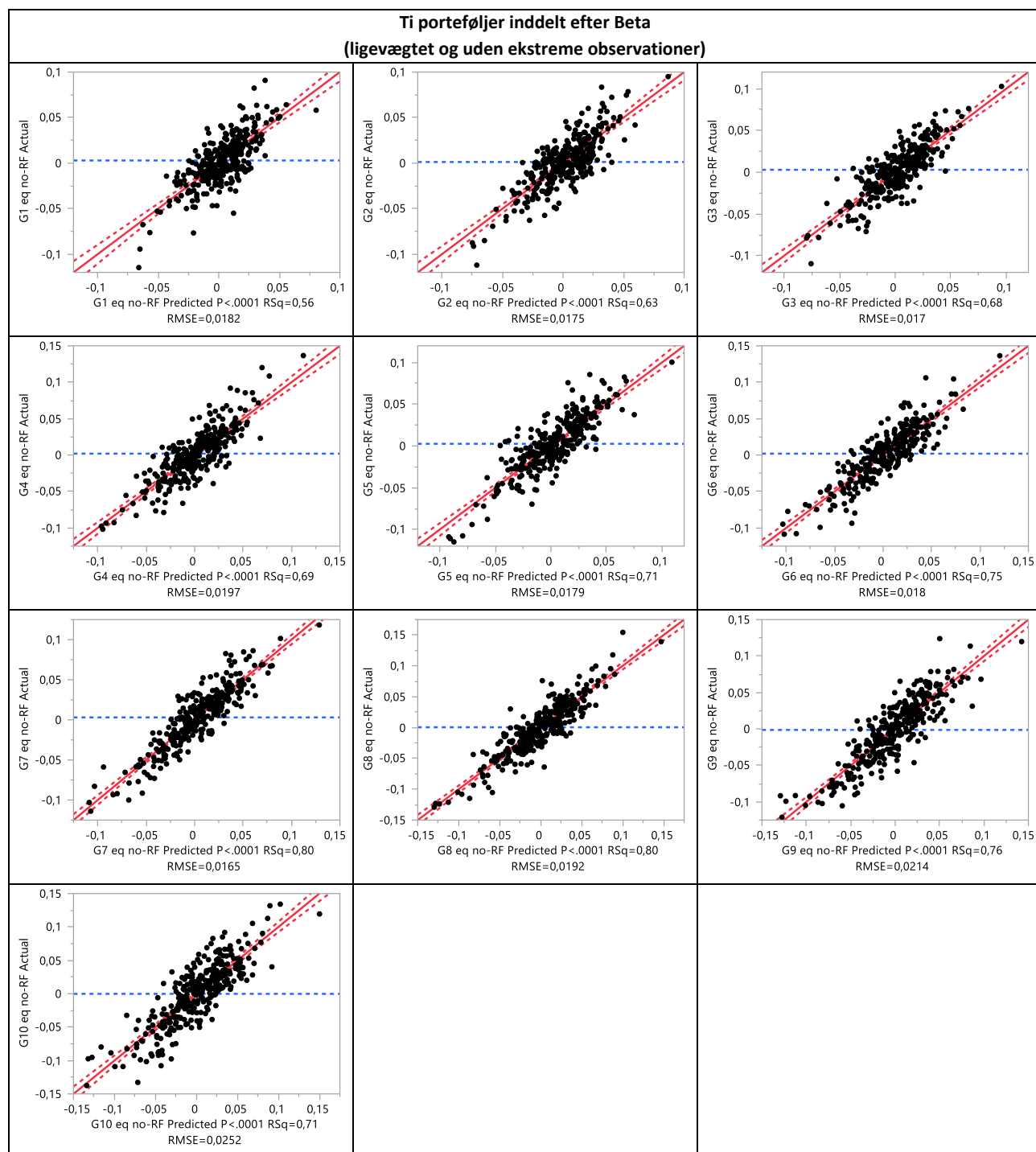


<sup>46</sup> Figurerne er dannet med statistikprogrammet JMP. Der henvises til elektronisk bilag nr. 2, 1st pass Beta portfolios CAPM.doc; nr. 6, 1st pass Size-BM equal weighted CAPM.doc samt nr. 10, 1st pass Size-BM value weighted CAPM.doc

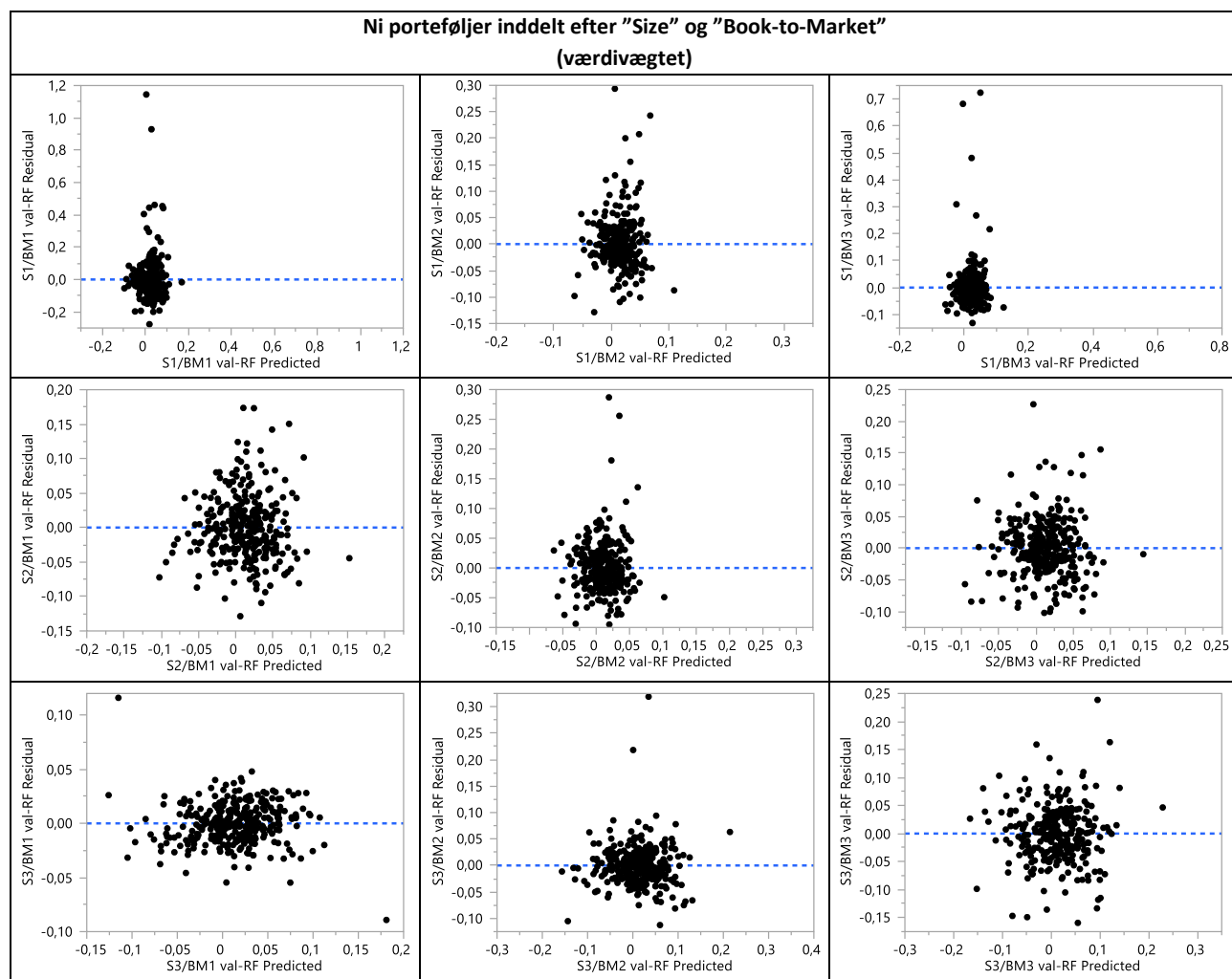
Tabel 5 (fortsat)



Tabel 5 (fortsat)

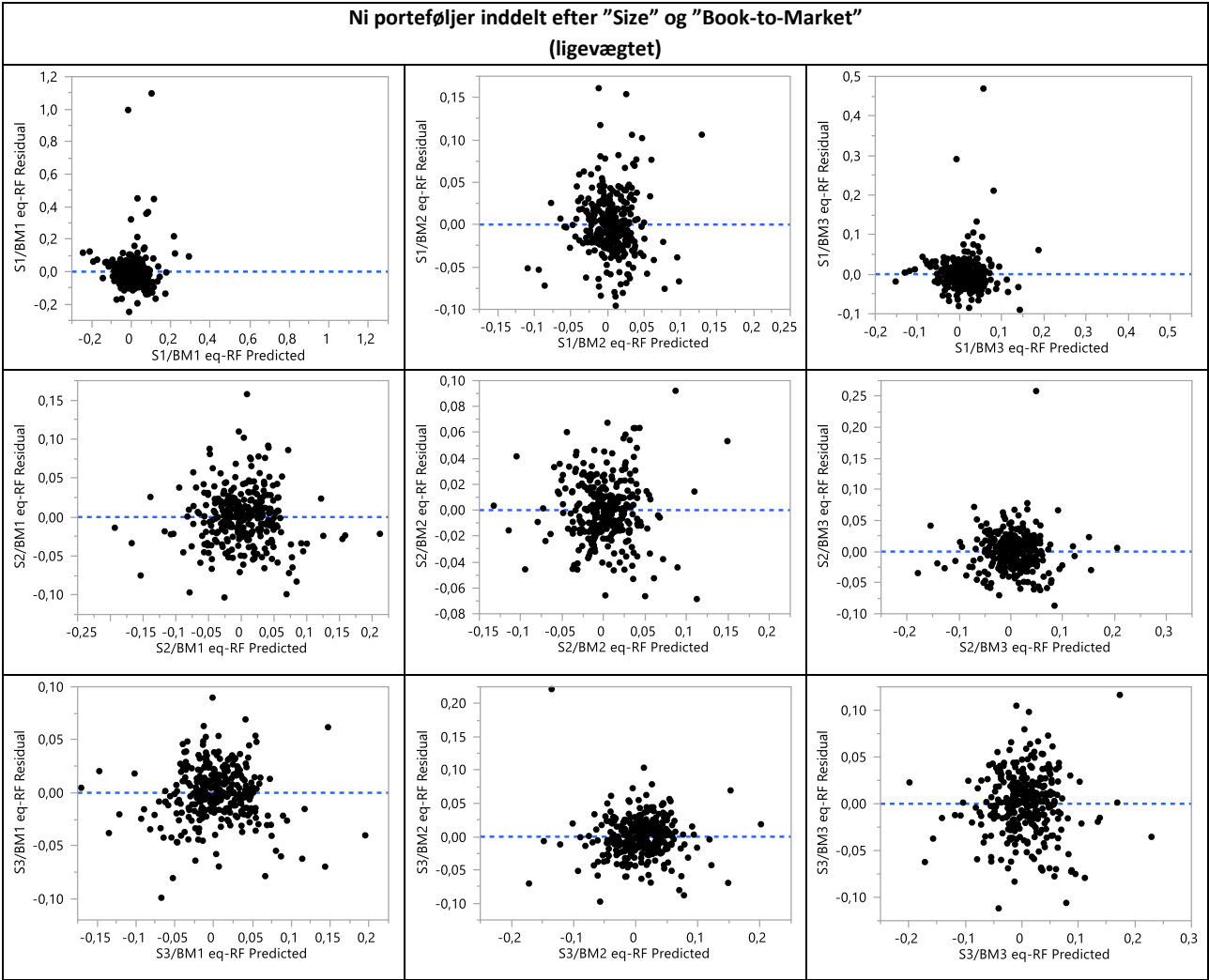


Tabel 6: Residualplots for faktormodel med risikopræmien på markedsproxyn som forklarende variabel (CAPM)<sup>47</sup>

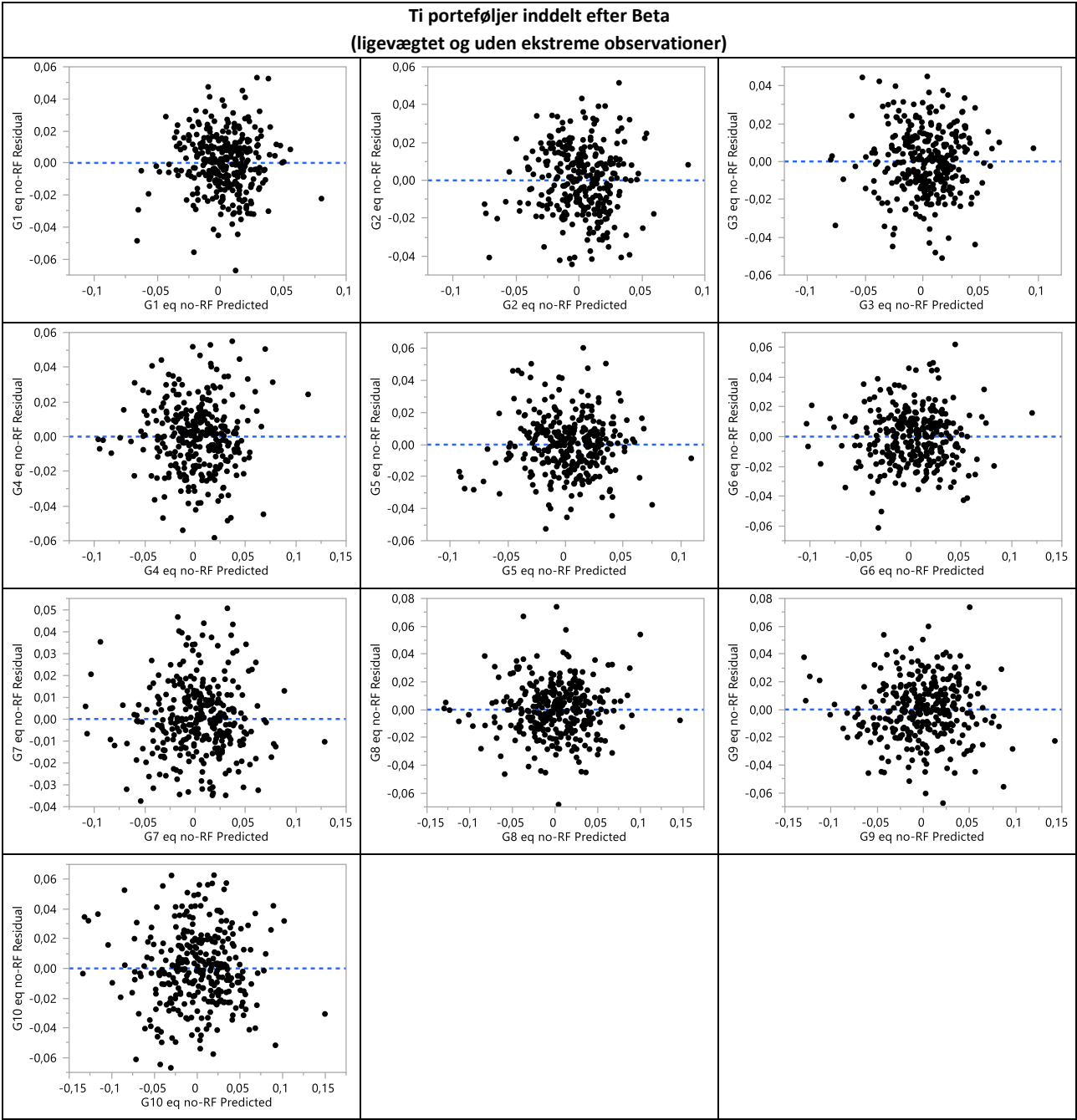


<sup>47</sup> Figurerne er dannet med statistikprogrammet JMP. Der henvises til elektronisk bilag nr. 2, 1st pass Beta portfolios CAPM.doc; nr. 6, 1st pass Size-BM equal weighted CAPM.doc samt nr. 10, 1st pass Size-BM value weighted CAPM.doc

Tabel 6 (fortsat)



Tabel 6 (fortsat)



## REGRESSIONSSTATISTIKKER FOR FF3FM

Tabel 7 nedenfor viser regressionsstatistikker for Fama og Frenchs trefaktormodel for aktier.

**Tabel 7: Regressionsstatistikker for trefaktormodel, hvor risikopræmien på markedet suppleres med to faktorer; SMB og HML<sup>48</sup>**

| Fama French 3 factor  | Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdivægtet) |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                       | S1/BM1                                                                   | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1  | S3/BM2  | S3/BM3  |
| h(HML)                | -0,3867                                                                  | 0,0758  | 0,8663  | -0,0321 | 0,1884  | 0,4427  | -0,1676 | 0,1393  | 0,5948  |
| s(SMB)                | 1,1665                                                                   | 0,4367  | 1,2101  | 0,5910  | 0,5755  | 0,5610  | -0,0512 | -0,0593 | -0,0287 |
| b(RM-RF)              | 1,2336                                                                   | 0,6659  | 1,0147  | 0,9585  | 0,7038  | 0,9039  | 0,8328  | 1,0093  | 1,0909  |
| a                     | 0,0026                                                                   | 0,0043  | 0,0076  | -0,0017 | 0,0006  | 0,0001  | 0,0026  | -0,0008 | 0,0000  |
| standardfejl h(HML)   | 0,1383                                                                   | 0,0557  | 0,0696  | 0,0481  | 0,0438  | 0,0437  | 0,0212  | 0,0449  | 0,0490  |
| standardfejl s(SMB)   | 0,1708                                                                   | 0,0688  | 0,0860  | 0,0594  | 0,0541  | 0,0539  | 0,0262  | 0,0555  | 0,0605  |
| standardfejl b(RM-RF) | 0,1531                                                                   | 0,0617  | 0,0771  | 0,0533  | 0,0485  | 0,0483  | 0,0235  | 0,0497  | 0,0542  |
| standardfejl a        | 0,0069                                                                   | 0,0028  | 0,0035  | 0,0024  | 0,0022  | 0,0022  | 0,0011  | 0,0022  | 0,0024  |
| t-værdi h(HML)        | -2,7960                                                                  | 1,3597  | 12,4396 | -0,6669 | 4,2961  | 10,1413 | -7,8888 | 3,1007  | 12,1499 |
| t-værdi s(SMB)        | 6,8301                                                                   | 6,3438  | 14,0701 | 9,9422  | 10,6286 | 10,4048 | -1,9497 | -1,0686 | -0,4750 |
| t-værdi b(RM-RF)      | 8,0557                                                                   | 10,7887 | 13,1590 | 17,9858 | 14,4977 | 18,6983 | 35,4025 | 20,2921 | 20,1249 |
| t-værdi a             | 0,3787                                                                   | 1,5606  | 2,1971  | -0,7255 | 0,2694  | 0,0662  | 2,4476  | -0,3475 | -0,0059 |
| P-værdi h(HML)        | 0,0055                                                                   | 0,1749  | 0,0000  | 0,5053  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0021  | 0,0000  |
| P-værdi s(SMB)        | 0,0000                                                                   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0521  | 0,2861  | 0,6352  |
| P-værdi b(RM-RF)      | 0,0000                                                                   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi a             | 0,7052                                                                   | 0,1197  | 0,0288  | 0,4687  | 0,7878  | 0,9473  | 0,0149  | 0,7284  | 0,9953  |
| R <sup>2</sup>        | 0,2456                                                                   | 0,2781  | 0,5193  | 0,5239  | 0,4284  | 0,5710  | 0,8509  | 0,6485  | 0,6923  |
| F- værdi              | 33,43                                                                    | 39,54   | 110,90  | 112,96  | 76,96   | 136,68  | 585,90  | 189,41  | 230,97  |
| P-værdi F-test        | 0,0000                                                                   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |

<sup>48</sup> Der henvises til elektroniske bilag nr. 17, Analysis - Beta v1\_0.xlsx samt nr. 18, Analysis - Size-BM v1\_0.xlsx

Tabel 7 (fortsat)

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet) |          |         |         |         |         |         |          |         |         |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| Fama French 3 factor                                                    | S1/BM1   | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1   | S3/BM2  | S3/BM3  |
| h(HML)                                                                  | -1,1422  | 0,1116  | 0,6622  | -0,2703 | 0,0927  | 0,2595  | -0,3351  | -0,0601 | 0,0191  |
| s(SMB)                                                                  | 1,4654   | 0,2169  | 0,8012  | -0,2767 | 0,0297  | 0,0607  | -0,6198  | -0,4546 | -0,5056 |
| b(RM-RF)                                                                | 1,3734   | 0,6682  | 1,0389  | 1,0468  | 0,7750  | 1,0756  | 0,9150   | 0,9785  | 1,1351  |
| a                                                                       | 0,0026   | 0,0002  | 0,0015  | -0,0051 | -0,0028 | -0,0021 | 0,0003   | 0,0017  | 0,0000  |
| standardfejl h(HML)                                                     | 0,0993   | 0,0475  | 0,0421  | 0,0441  | 0,0318  | 0,0374  | 0,0214   | 0,0363  | 0,0384  |
| standardfejl s(SMB)                                                     | 0,1352   | 0,0647  | 0,0573  | 0,0600  | 0,0433  | 0,0509  | 0,0291   | 0,0494  | 0,0523  |
| standardfejl b(RM-RF)                                                   | 0,1015   | 0,0486  | 0,0430  | 0,0450  | 0,0325  | 0,0382  | 0,0219   | 0,0371  | 0,0392  |
| standardfejl a                                                          | 0,0043   | 0,0020  | 0,0018  | 0,0019  | 0,0014  | 0,0016  | 0,0009   | 0,0016  | 0,0017  |
| t-værdi h(HML)                                                          | -11,5017 | 2,3483  | 15,7433 | -6,1344 | 2,9123  | 6,9410  | -15,6707 | -1,6558 | 0,4980  |
| t-værdi s(SMB)                                                          | 10,8404  | 3,3528  | 13,9926 | -4,6125 | 0,6858  | 1,1923  | -21,2936 | -9,2070 | -9,6744 |
| t-værdi b(RM-RF)                                                        | 13,5332  | 13,7574 | 24,1670 | 23,2462 | 23,8271 | 28,1496 | 41,8743  | 26,3966 | 28,9295 |
| t-værdi a                                                               | 0,6170   | 0,1041  | 0,8409  | -2,6857 | -2,0452 | -1,3216 | 0,3589   | 1,0900  | 0,0035  |
| P-værdi h(HML)                                                          | 0,0000   | 0,0195  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0038  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0988  | 0,6188  |
| P-værdi s(SMB)                                                          | 0,0000   | 0,0009  | 0,0000  | 0,0000  | 0,4933  | 0,2340  | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi b(RM-RF)                                                        | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi a                                                               | 0,5377   | 0,9172  | 0,4011  | 0,0076  | 0,0417  | 0,1873  | 0,7199   | 0,2766  | 0,9972  |
| R <sup>2</sup>                                                          | 0,6795   | 0,3847  | 0,7159  | 0,6784  | 0,6502  | 0,7252  | 0,8942   | 0,7345  | 0,7672  |
| F- værdi                                                                | 217,65   | 64,18   | 258,77  | 216,53  | 190,83  | 270,98  | 867,93   | 283,98  | 338,37  |
| P-værdi F-test                                                          | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000   | 0,0000  | 0,0000  |



Tabel 7 (fortsat)

| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Fama French 3 factor                                                             | G1      | G2      | G3      | G4      | G5      | G6      | G7      | G8      | G9      | G10     |
| h(HML)                                                                           | 0,1022  | 0,1580  | 0,1483  | 0,1646  | 0,0994  | -0,0068 | -0,0363 | -0,0706 | -0,2186 | -0,3144 |
| s(SMB)                                                                           | 0,2554  | 0,2397  | 0,1665  | 0,2455  | 0,0942  | 0,0907  | -0,1099 | -0,2450 | -0,3704 | -0,3208 |
| b(RM-RF)                                                                         | 0,7622  | 0,8264  | 0,8684  | 1,0462  | 0,9654  | 1,0752  | 1,0751  | 1,2167  | 1,1581  | 1,2352  |
| a                                                                                | 0,0026  | 0,0005  | 0,0019  | 0,0010  | 0,0013  | 0,0009  | 0,0012  | -0,0021 | -0,0038 | -0,0022 |
| standardfejl h(HML)                                                              | 0,0428  | 0,0409  | 0,0403  | 0,0464  | 0,0434  | 0,0440  | 0,0400  | 0,0456  | 0,0489  | 0,0580  |
| standardfejl s(SMB)                                                              | 0,0541  | 0,0517  | 0,0509  | 0,0586  | 0,0549  | 0,0557  | 0,0506  | 0,0577  | 0,0618  | 0,0733  |
| standardfejl b(RM-RF)                                                            | 0,0373  | 0,0357  | 0,0351  | 0,0405  | 0,0379  | 0,0384  | 0,0349  | 0,0398  | 0,0426  | 0,0505  |
| standardfejl a                                                                   | 0,0010  | 0,0010  | 0,0010  | 0,0011  | 0,0010  | 0,0010  | 0,0010  | 0,0011  | 0,0012  | 0,0014  |
| t-værdi h(HML)                                                                   | 2,3861  | 3,8615  | 3,6799  | 3,5489  | 2,2885  | -0,1540 | -0,9070 | -1,5478 | -4,4706 | -5,4248 |
| t-værdi s(SMB)                                                                   | 4,7182  | 4,6337  | 3,2694  | 4,1864  | 1,7172  | 1,6289  | -2,1721 | -4,2465 | -5,9922 | -4,3798 |
| t-værdi b(RM-RF)                                                                 | 20,4086 | 23,1563 | 24,7172 | 25,8604 | 25,5007 | 28,0030 | 30,7851 | 30,5672 | 27,1564 | 24,4382 |
| t-værdi a                                                                        | 2,5279  | 0,5457  | 1,9573  | 0,9257  | 1,2796  | 0,8387  | 1,2333  | -1,9172 | -3,2773 | -1,6090 |
| P-værdi h(HML)                                                                   | 0,0176  | 0,0001  | 0,0003  | 0,0004  | 0,0228  | 0,8777  | 0,3651  | 0,1227  | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi s(SMB)                                                                   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0012  | 0,0000  | 0,0870  | 0,1044  | 0,0306  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi b(RM-RF)                                                                 | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |
| P-værdi a                                                                        | 0,0120  | 0,5856  | 0,0512  | 0,3553  | 0,2017  | 0,4023  | 0,2184  | 0,0561  | 0,0012  | 0,1086  |
| R2                                                                               | 0,5929  | 0,6596  | 0,6973  | 0,7109  | 0,7181  | 0,7535  | 0,8061  | 0,8145  | 0,7911  | 0,7475  |
| F- værdi                                                                         | 149,55  | 198,93  | 236,55  | 252,44  | 261,48  | 313,76  | 426,71  | 450,68  | 388,82  | 303,98  |
| P-værdi F-test                                                                   | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  | 0,0000  |

### Kommentarer til Tabel 7

#### Generelt

F-testene viser at samtlige modeller er signifikante, hvorfor de forklarende variable ikke samtidig kan udelades. Alle betaværdier er positive og signifikant forskellige fra nul. Tilføjelsen af SMB- og HML-faktorerne invaliderer således ikke risikopræmien på markedet som en relevant risikofaktor (!).

Der lader til at være en negativ sammenhæng mellem porteføljerne med laveste "Book-to-Market"-forhold og HML-faktoren. Dette er i overensstemmelse med Fama og Frenchs resultater (Fama og French, 1993, p24). Det samme gør sig gældende for beta-porteføljerne G6-G10.

Tilsvarende lader der til at være en negativ sammenhæng mellem størrelse og SMB-faktoren, hvilket også er i overensstemmelse med Fama og Frenchs resultater (Fama og French, 1993, p24). Den negative sammenhæng ses også for betaporteføljerne G7-G10.

Hvor betakoefficienterne er konsekvent signifikante, kan det samme ikke siges om SMB- og HML-faktorernes koefficienterne. SMB-faktoren klarer sig marginalt bedre end HML-faktoren, hvilket ikke helt stemmer overens med Fama og Frenchs resultater. SMB-faktoren er insignifikant for blot én af deres porteføljer, mens HML-faktoren er insignifikant for fire af porteføljerne (og én yderligere lige på grænsen).

Skæringspunkterne er generelt ikke signifikant forskellige fra nul.

### Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (værdivægtet)

HML-faktoren klarer sig en smule bedre for de værdivægtede porteføljer end SMB-faktoren, idet den er signifikant forskellig fra nul for syv af porteføljerne mod seks for SMB (dog med en enkelt portefølje meget tæt på signifikansniveauet 0,05).

Tilføjelsen af SMB- og HML-faktorerne forhøjer forklaringsgraderne markant for nogle af porteføljerne (S1/BM3 med mere end 500% - se Tabel 8), men forklaringsgraderne er stadig generelt lave.

### Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (ligevægtet)

SMB- og HML-faktorerne klarer sig ca. lige godt for de ligevægtede porteføljer, idet de begge er signifikante for syv ud af ni porteføljer.

Der er også pæne forbedringer af forklaringsgraderne, men kun én portefølje kan præstere en forklaringsgrad over 0,8 (tæt på 0,9). Én portefølje har en forklaringsgrad på 0,38, mens resten ligger over 0,65. Det er stadig ikke rigtig godt.

### Ti porteføljer inddelt efter Beta (ligevægtet og uden ekstreme observationer)

HML-faktoren er signifikant for syv ud af de ti betaporteføljer, mens SMB-faktoren er signifikant for otte porteføljer.

Der præsteres moderate forbedringer af forklaringsgraderne, men det er tydeligt, at Fama og French-modellen ikke har samme mulighed for at vise sig frem, når de ekstreme observationer fjernes.

Tabel 8 viser den procentvise ændring i forklaringsgraden ved inddragelse af "Size"- og "Book-to-Market"-faktorerne. Der bemærkes markante forbedringer for nogle af porteføljerne, om end forbedringen i bedste fald ændrer forklaringsgraden fra ringe til middelmådig. Det står i skærende kontrast til Fama og Frenchs resultater, som viser forklaringsgrader over 0,9 for alle på nær fire porteføljer (ud af 25) og ingen under 0,8 med trefaktormodellen [Fama og French, 1993, p25]. Mønstret er dog ikke så forskelligt fra Fama og Frenchs resultater. Forskellen er blot at deres forbedringer sker fra et bedre udgangspunkt, idet blot fem af deres porteføljer viser forklaringsgrader under 0,7 med CAPM (og ikke under 0,61).

Det virker ikke usandsynligt, at Fama og Frenchs resultater kan genskabes for det danske marked med den "rigtige" porteføljesammensætning.

**Tabel 8: Ændring i forklaringsgrad ved at gå fra enfaktor- til trefaktormodel (CAPM til FF3FM)<sup>49</sup>**

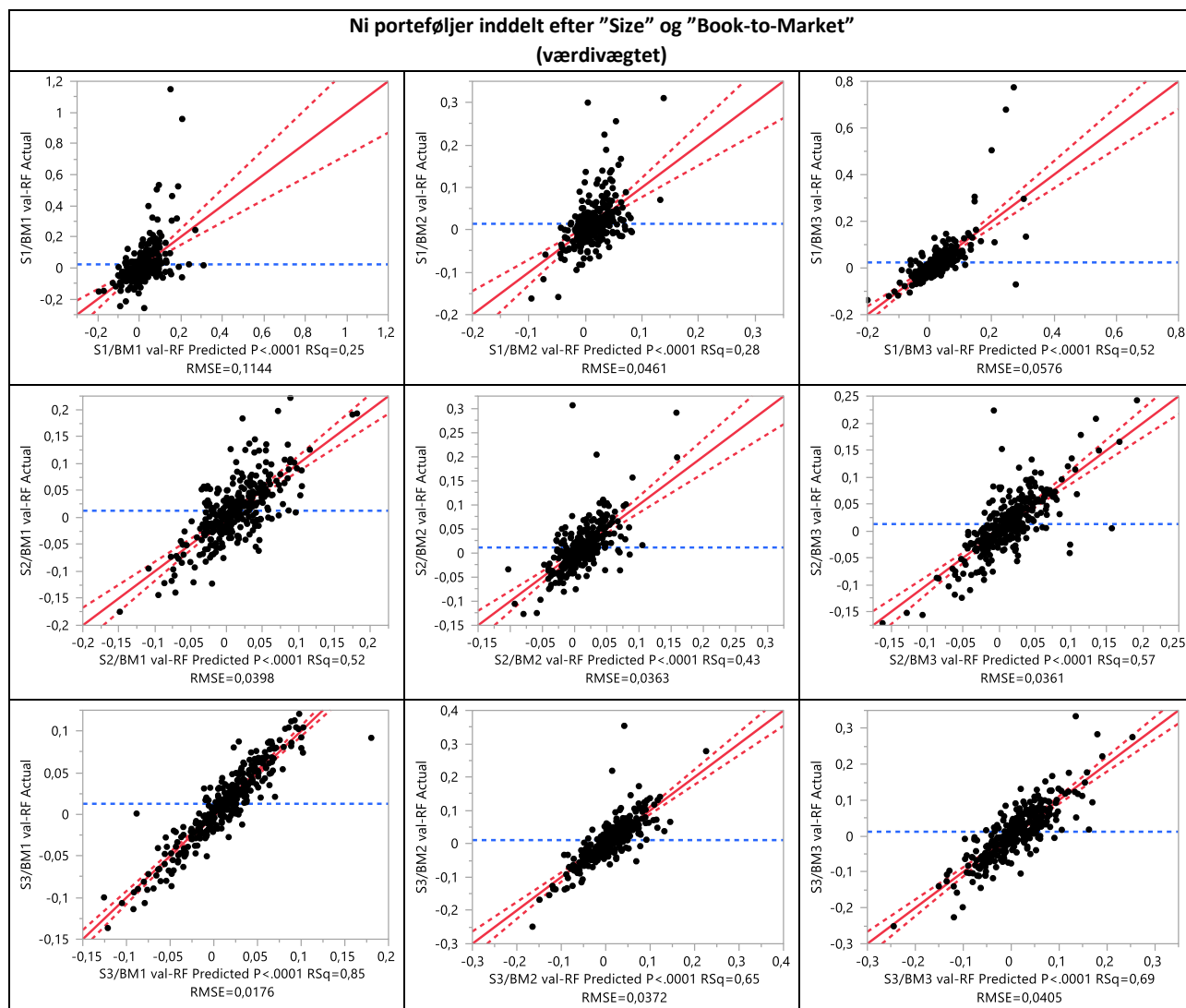
| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdivægtet)         |        |         |        |        |        |        |        |        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| S1/BM1                                                                           | S1/BM2 | S1/BM3  | S2/BM1 | S2/BM2 | S2/BM3 | S3/BM1 | S3/BM2 | S3/BM3 |       |
| 231,21%                                                                          | 51,62% | 509,63% | 48,77% | 99,42% | 68,04% | 3,67%  | 2,44%  | 30,76% |       |
| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet)          |        |         |        |        |        |        |        |        |       |
| S1/BM1                                                                           | S1/BM2 | S1/BM3  | S2/BM1 | S2/BM2 | S2/BM3 | S3/BM1 | S3/BM2 | S3/BM3 |       |
| 212,06%                                                                          | 6,77%  | 66,60%  | 6,95%  | 1,58%  | 6,89%  | 23,97% | 12,06% | 13,56% |       |
| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |        |         |        |        |        |        |        |        |       |
| G1                                                                               | G2     | G3      | G4     | G5     | G6     | G7     | G8     | G9     | G10   |
| 5.75%                                                                            | 5.36%  | 2.93%   | 3.43%  | 0.88%  | 0.31%  | 0.39%  | 1.39%  | 4.20%  | 4.67% |

<sup>49</sup> Der henvises til elektroniske bilag nr. 17, Analysis - Beta v1\_0.xlsx samt nr. 18, Analysis - Size-BM v1\_0.xlsx

Tabel 9 nedenfor viser regressionsplots for ovennævnte Fama og French-modeller. Det er tydeligt, at de værdivægtede porteføljer stadig har problemer med ekstreme observationer – om end i mindre grad. Problemerne går i nogen grad igen hos de ligevægtede porteføljer, mens kun porteføljerne uden ekstreme observationer ser rigtigt pæne ud.

Tabel 10 nedenfor viser residualplots for førnævnte Fama og French-modeller. Som tidligere er det generelt betragtet kun de ti beta-porteføljer, der viser residualer, som kan antages at opfylde forudsætningerne.<sup>50</sup>

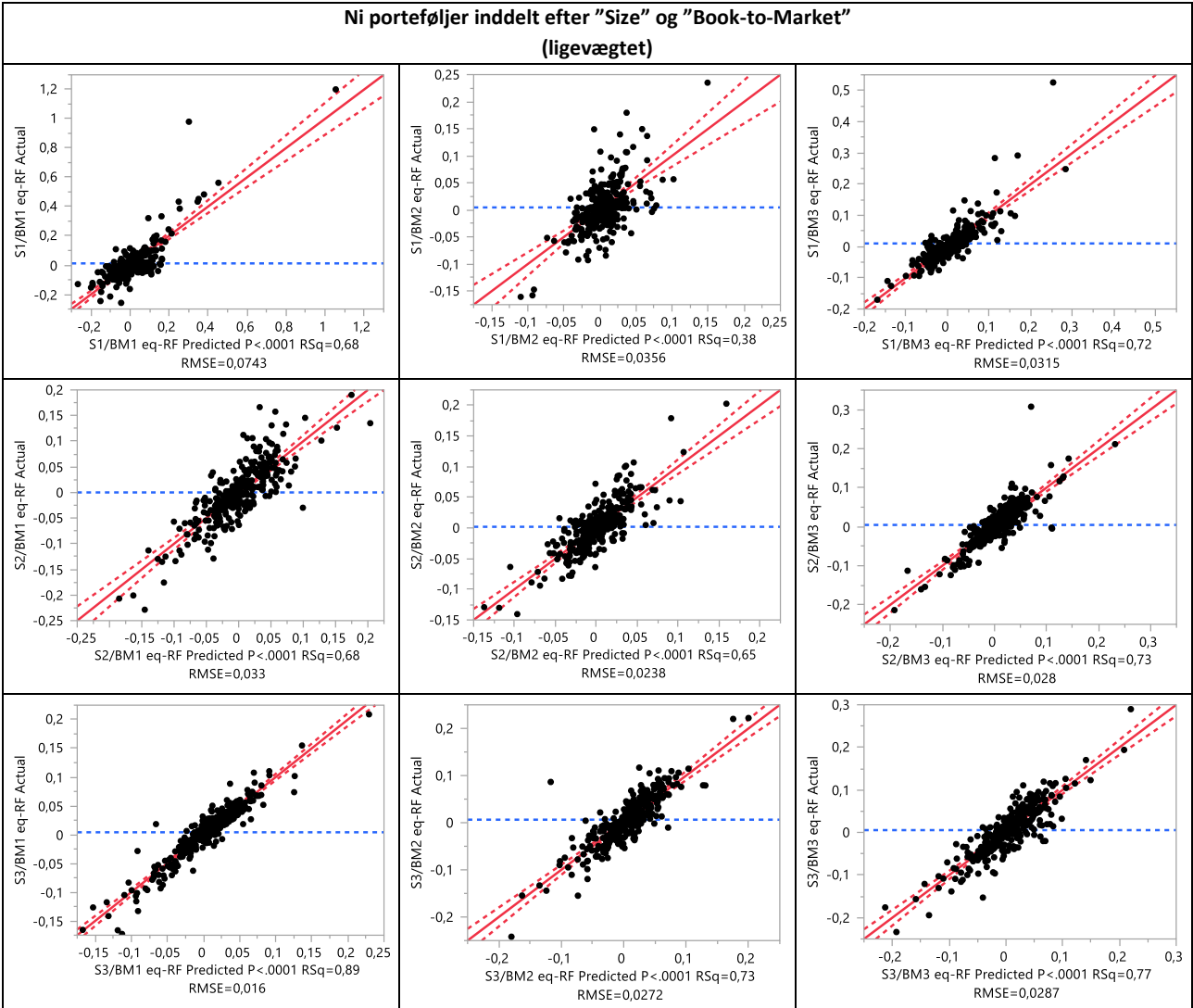
**Tabel 9: Regressionsplots for trefaktormodel, hvor risikopræmien på markedet suppleres med to faktorer; SMB og HML<sup>51</sup>**



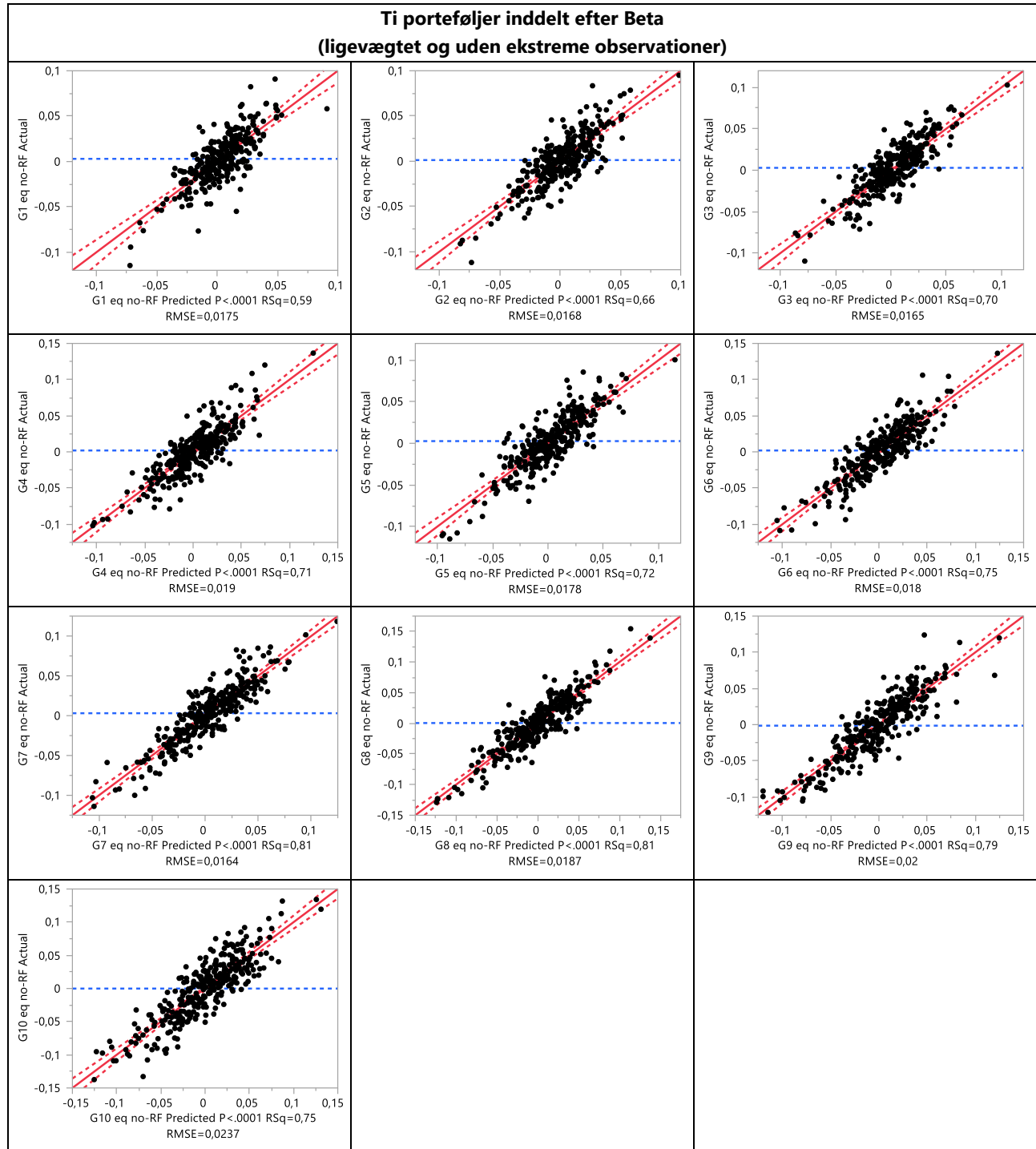
<sup>50</sup> Se evt. også elektronisk bilag nr. 3, 1st pass Beta portfolios FF3FM residuals.doc; nr. 7, 1st pass Size-BM equal weighted FF3FM residuals.doc samt nr. 11, 1st pass Size-BM value weighted FF3FM residuals.doc som viser fordelingsbeskrivelser af modellernes standardiserede residualer. Normalfordelingsantagelsen kan generelt antages opfyldt for de ti beta-porteføljer, men generelt ikke for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" – hverken i de værdivægtede eller de ligevægtede varianter

<sup>51</sup> Figureerne er dannet med statistikprogrammet JMP. Der henvises til elektronisk bilag nr. 4, 1st pass Beta portfolios FF3FM.doc; nr. 8, 1st pass Size-BM equal weighted FF3FM.doc samt nr. 12, 1st pass Size-BM value weighted FF3FM.doc

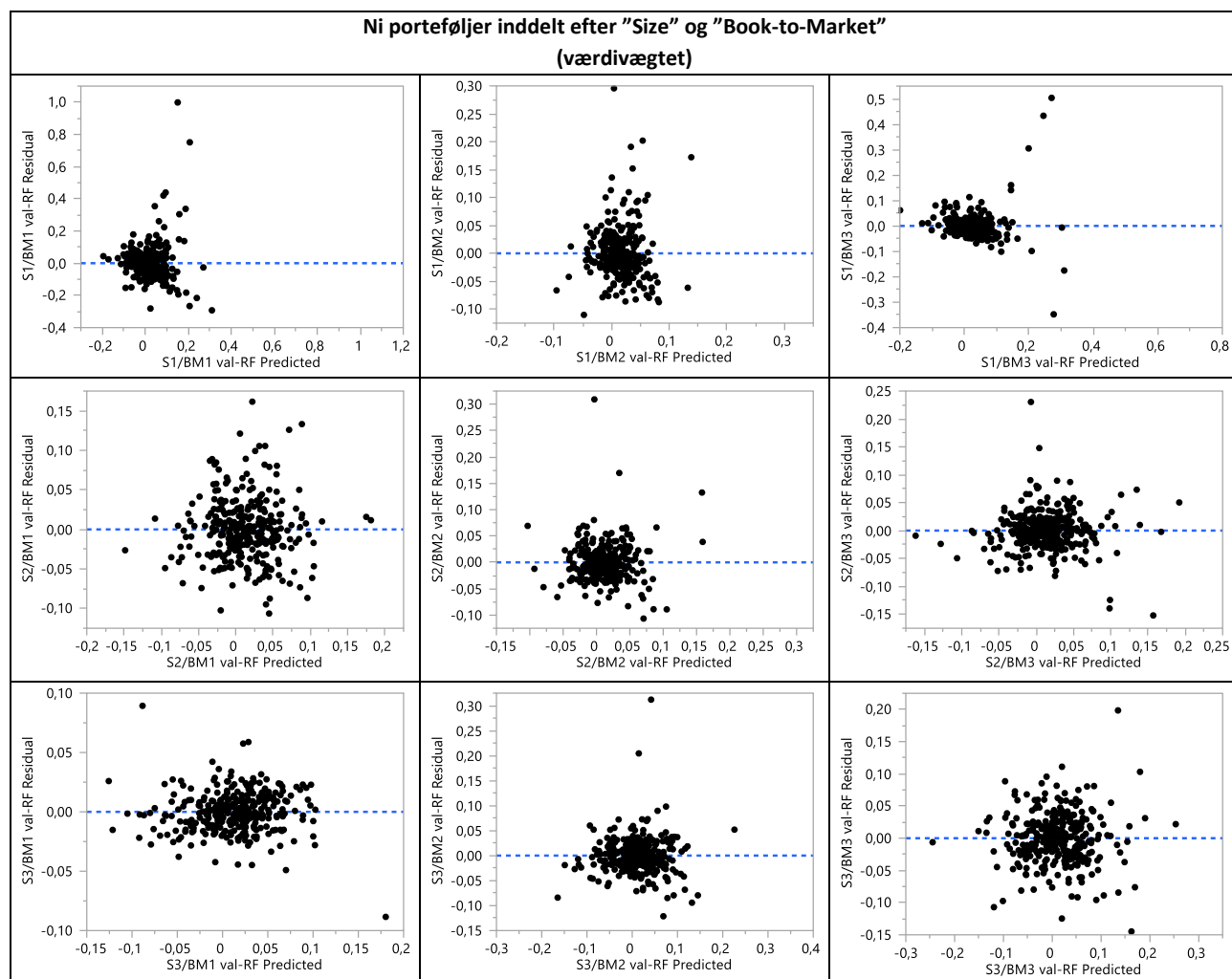
Tabel 9 (fortsat)



Tabel 9 (fortsat)

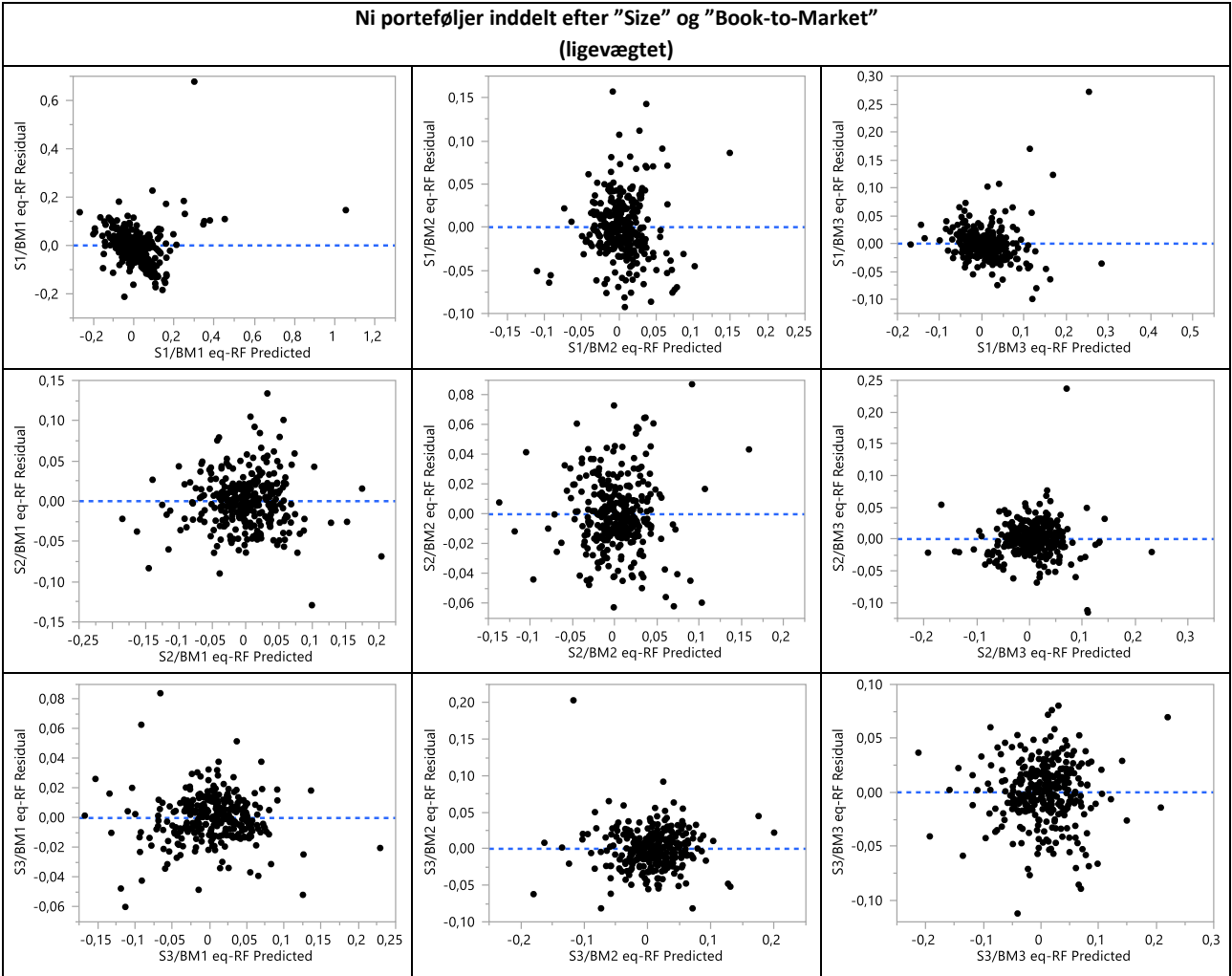


Tabel 10: Residualplots for trefaktormodel, hvor risikopræmien på markedet suppleres med to faktorer; SMB og HML<sup>52</sup>

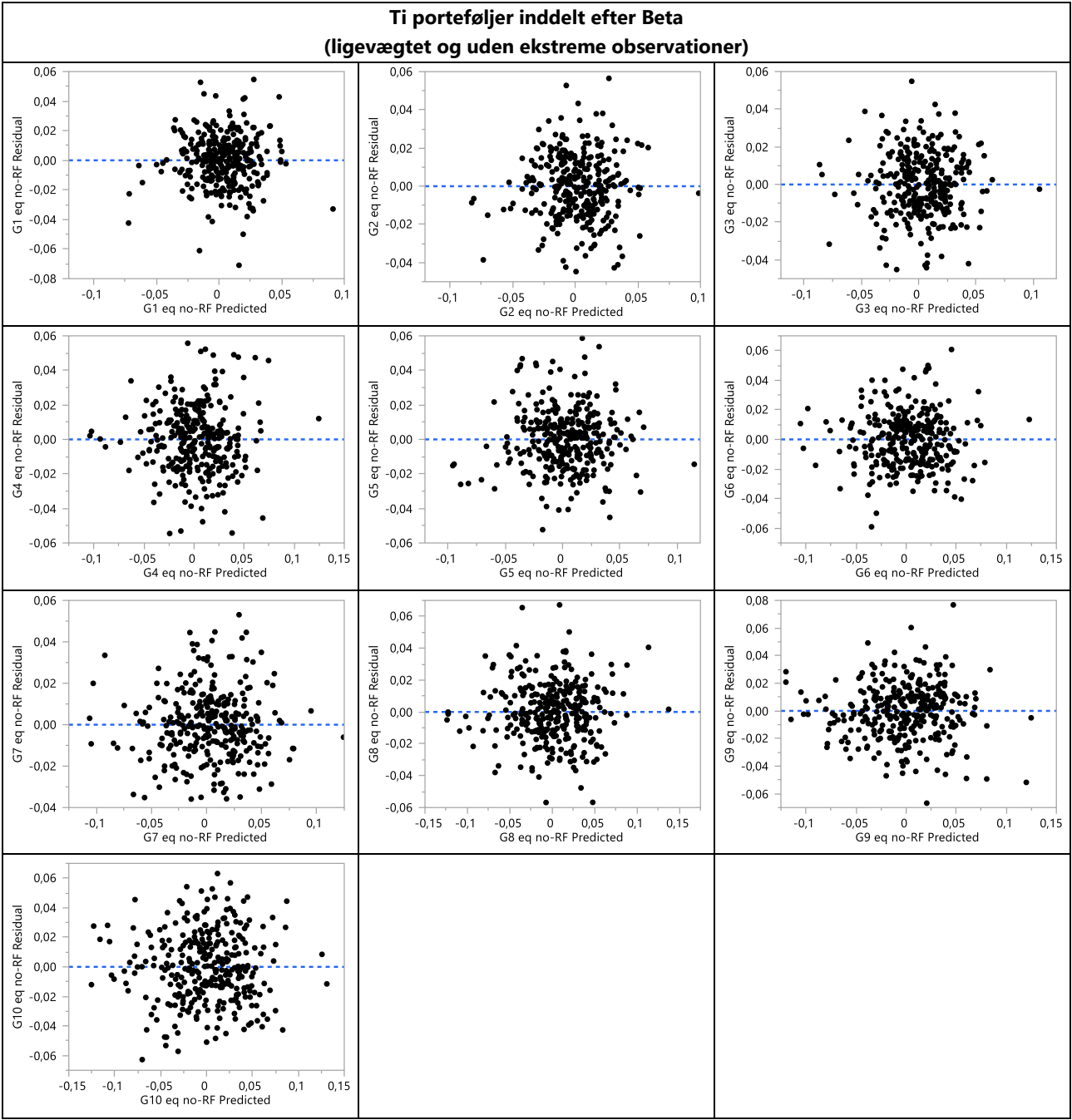


<sup>52</sup> Figurerne er dannet med statistikprogrammet JMP. Der henvises til elektronisk bilag nr. 4, 1st pass Beta portfolios FF3FM.doc; nr. 8, 1st pass Size-BM equal weighted FF3FM.doc samt nr. 12, 1st pass Size-BM value weighted FF3FM.doc

Tabel 10 (fortsat)



Tabel 10 (fortsat)





## KONTROL AF MULTIKOLLINARITET

Multikollinearitet betegner det forhold at to eller flere forklarende variable i en regressionsmodel er højt korrelerede. Multikollinearitet er problematisk, da det i værste fald kan betyde, at regressionsmodellen ikke kan beregnes ved hjælp af mindste kvadraters metode. Mere typisk vil det medføre ustabile koefficienter med stigende standardfejl og skiftende værdier til følge. Forekomsten af multikollinearitet mindsker ikke modellens forudsigelsesevne, men kan påvirke den betydning de enkelte regressionskoefficienter kan tillægges [Makridakis et al, 1998, p288].

Om end forekomsten af multikollinearitet ikke kan bestemmes blot ved at se på korrelationen mellem de forklarende variable [Makridakis et al., 1998, p288], kan det alligevel være interessant at kigge på.

**Tabel 11: Korrelationsmatricer for modellernes forklarende variable**

- "-RF" angiver at variablen er beregnet som en risikopræmie (dvs. merafkast ift. den risikofri rente)
- "val" angiver at variablen er værdivægtet (dvs. vægtet ift. firmaernes markedsværdi)
- "eq" angiver at variablen er ligevægtet (dvs. et simpelt gennemsnit)
- "no" angiver at ekstreme observationer er frasortet

|             | RM-RF val   | SMB val   | HML val   |
|-------------|-------------|-----------|-----------|
| RM-RF val   | 1,00        | -0,46     | 0,00      |
| SMB val     | -0,46       | 1,00      | -0,24     |
| HML val     | 0,00        | -0,24     | 1,00      |
|             | RM-RF eq    | SMB eq    | HML eq    |
| RM-RF eq    | 1,00        | -0,06     | -0,11     |
| SMB eq      | -0,06       | 1,00      | -0,43     |
| HML eq      | -0,11       | -0,43     | 1,00      |
|             | RM-RF eq no | SMB eq no | HML eq no |
| RM-RF eq no | 1,00        | -0,45     | 0,04      |
| SMB eq no   | -0,45       | 1,00      | -0,20     |
| HML eq no   | 0,04        | -0,20     | 1,00      |

Det bemærkes, at ingen af de forklarende variable er højt korrelerede, om end der ses korrelationskoefficienter i spændet 0,43-0,46 afhængig af, hvorvidt variablene er værdivægtede, ligevægtede eller ligevægtede uden ekstreme observationer<sup>53</sup>.

VIF (Variance Inflation Factor) er et mål for, hvordan variansen af regressionskoefficient påvirkes af korrelation mellem de uafhængige variable. Såfremt VIF er lig 1 er der ingen korrelation. Mellem 1 og 5 er der moderat korrelation og mellem 5 og 10 er der høj korrelation [Minitab, 2016].

<sup>53</sup> Til sammenligning er de sammenlignelige korrelationer i Fama og Frenchs 1993-artikel, som følger [Fama og French, 1993, p14]:  $r(\text{RM-RF}, \text{SMB}) = 0,32$ ;  $r(\text{RM-RF}, \text{HML}) = -0,38$ ;  $r(\text{SMB}, \text{HML}) = -0,08$

Tabel 12: Variance Inflation Factors som rapporteret af JMP<sup>54</sup>

| VIF   | "Size"/"Book-to-Market"<br>(værdivægtet) | "Size"/"Book-to-Market"<br>(ligevægtet) | Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme<br>observationer) |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| RM-RF | 1,28396                                  | 1,0276143                               | 1,2643406                                              |
| SMB   | 1,3627717                                | 1,2407724                               | 1,3147028                                              |
| HML   | 1,0797081                                | 1,2525228                               | 1,0448826                                              |

Tabel 12 viser kun begrænset tegn på multikollinearitet.

I tillæg er der udført regressioner af samtlige kombinationsmuligheder af de uafhængige variable, hvor der er set på størrelsen af koefficienternes ændringer samt evt. fortegnsskift, som er en indikation af væsentlig multikollinearitet.

Tabel 13: Den procentvise ændring ved introduktion af flere forklarende variable og angivelse af fortegnsskifte

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdivægtet) |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|
| CAPM > RM-RF+SMB                                                         | S1/BM1  | S1/BM2   | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1   | S3/BM2  | S3/BM3   |
| %-ændring i beta                                                         | 73,37%  | 35,93%   | 76,98%  | 35,68%  | 46,78%  | 26,05%  | 0,25%    | -4,32%  | -8,73%   |
| Beta-fortegn uændret                                                     | Ja      | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |
| CAPM > RM-RF+HML                                                         |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| %-ændring i beta                                                         | -0,26%  | -0,01%   | 0,35%   | -0,07%  | 0,04%   | 0,14%   | -0,05%   | 0,04%   | 0,16%    |
| Beta-fortegn uændret                                                     | Ja      | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |
| CAPM > FF3FM                                                             |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| %-ændring i beta                                                         | -39,71% | -27,64%  | -50,45% | -25,94% | -34,50% | -26,27% | 2,65%    | 2,43%   | 0,95%    |
| Beta-fortegn uændret                                                     | Ja      | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |
| FF3FM > RM-RF+SMB                                                        |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| %-ændring i beta                                                         | 4,52%   | -1,64%   | -12,31% | 0,48%   | -3,86%  | -7,06%  | 2,90%    | -1,99%  | -7,86%   |
| Beta-fortegn uændret                                                     | Ja      | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |
| %-ændring i s                                                            | 11,12%  | -5,82%   | -24,02% | 1,82%   | -10,98% | -26,48% | -109,94% | 78,84%  | 695,08%  |
| S-fortegn uændret                                                        | Ja      | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Nej      | Ja      | Ja       |
| FF3FM > RM-RF+HML                                                        |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| %-ændring i beta                                                         | -39,87% | -27,65%  | -50,28% | -25,99% | -34,47% | -26,17% | 2,59%    | 2,48%   | 1,11%    |
| Beta-fortegn uændret                                                     | Ja      | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |
| %-ændring i h                                                            | 66,38%  | -126,77% | -30,73% | 405,07% | -67,22% | -27,88% | -6,72%   | 9,36%   | 1,06%    |
| H-fortegn uændret                                                        | Ja      | Nej      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |
| FF3FM > SMB+HML                                                          |         |          |         |         |         |         |          |         |          |
| %-ændring i s                                                            | -55,46% | -79,97%  | -43,98% | -85,07% | -64,14% | -84,50% | 853,83%  | 892,96% | 1992,45% |
| S-fortegn uændret                                                        | Ja      | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |
| %-ændring i h                                                            | 37,53%  | -103,35% | -13,78% | 351,28% | -43,96% | -24,02% | 58,45%   | -85,24% | -21,57%  |
| H-fortegn uændret                                                        | Ja      | Nej      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja      | Ja       |

<sup>54</sup> Der henvises til elektronisk bilag nr. 4, 1st pass Beta portfolios FF3FM.doc; nr. 8, 1st pass Size-BM equal weighted FF3FM.doc samt nr. 12, 1st pass Size-BM value weighted FF3FM.doc

Tabel 13 (fortsat)

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet) |         |         |         |         |          |          |         |          |          |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|
|                                                                         | S1/BM1  | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2   | S2/BM3   | S3/BM1  | S3/BM2   | S3/BM3   |
| <b>CAPM &gt; RM-RF+SMB</b>                                              |         |         |         |         |          |          |         |          |          |
| %-ændring i beta                                                        | 7,19%   | 1,14%   | 2,16%   | -0,51%  | -0,16%   | -0,44%   | -2,07%  | -2,02%   | -2,17%   |
| Beta-fortegn uændret                                                    | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja       | Ja      | Ja       | Ja       |
| <b>CAPM &gt; RM-RF+HML</b>                                              |         |         |         |         |          |          |         |          |          |
| %-ændring i beta                                                        | -14,22% | 0,83%   | 5,65%   | -2,12%  | 1,39%    | 2,95%    | -1,76%  | 1,09%    | 2,00%    |
| Beta-fortegn uændret                                                    | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja       | Ja      | Ja       | Ja       |
| <b>CAPM &gt; FF3FM</b>                                                  |         |         |         |         |          |          |         |          |          |
| %-ændring i beta                                                        | 5,44%   | -3,71%  | -11,89% | 4,58%   | -1,71%   | -3,36%   | 7,97%   | 3,04%    | 1,95%    |
| Beta-fortegn uændret                                                    | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja       | Ja      | Ja       | Ja       |
| <b>FF3FM &gt; RM-RF+SMB</b>                                             |         |         |         |         |          |          |         |          |          |
| %-ændring i beta                                                        | 13,02%  | -2,62%  | -9,98%  | 4,04%   | -1,87%   | -3,78%   | 5,74%   | 0,96%    | -0,26%   |
| Beta-fortegn uændret                                                    | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja       | Ja      | Ja       | Ja       |
| %-ændring i s                                                           | 46,40%  | -30,63% | -49,20% | -58,16% | -185,69% | -254,57% | -32,18% | -7,86%   | 2,25%    |
| S-fortegn uændret                                                       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Nej      | Nej      | Ja      | Ja       | Ja       |
| <b>FF3FM &gt; RM-RF+HML</b>                                             |         |         |         |         |          |          |         |          |          |
| %-ændring i beta                                                        | -9,56%  | -2,91%  | -6,91%  | 2,37%   | -0,34%   | -0,51%   | 6,07%   | 4,16%    | 3,99%    |
| Beta-fortegn uændret                                                    | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja       | Ja      | Ja       | Ja       |
| %-ændring i h                                                           | 41,22%  | -62,44% | -38,87% | -32,88% | -10,30%  | -7,51%   | -59,42% | -243,16% | 849,47%  |
| H-fortegn uændret                                                       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja       | Ja       | Ja      | Nej      | Ja       |
| <b>FF3FM &gt; SMB+HML</b>                                               |         |         |         |         |          |          |         |          |          |
| %-ændring i s                                                           | -14,90% | -48,97% | -20,61% | 60,14%  | -414,58% | -281,73% | 23,47%  | 34,21%   | 35,68%   |
| S-fortegn uændret                                                       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Nej      | Nej      | Ja      | Ja       | Ja       |
| %-ændring i h                                                           | 18,03%  | -89,78% | -23,53% | 58,07%  | -125,38% | -62,15%  | 40,95%  | 244,31%  | -890,20% |
| H-fortegn uændret                                                       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      | Nej      | Ja       | Ja      | Ja       | Nej      |

Tabel 13 (fortsat)

| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|
| <b>CAPM &gt; RM-RF+SMB</b>                                                       | G1       | G2       | G3       | G4       | G5       | G6       | G7      | G8      | G9      | G10     |
| %-ændring i beta                                                                 | 10,73%   | 8,44%    | 5,02%    | 6,69%    | 2,35%    | 2,83%    | -2,90%  | -5,62%  | -7,93%  | -5,80%  |
| Beta-fortegn uændret                                                             | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| <b>CAPM &gt; RM-RF+HML</b>                                                       |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |
| %-ændring i beta                                                                 | -0,32%   | -0,56%   | -0,53%   | -0,46%   | -0,32%   | 0,07%    | 0,06%   | 0,09%   | 0,45%   | 0,70%   |
| Beta-fortegn uændret                                                             | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| <b>CAPM &gt; FF3FM</b>                                                           |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |
| %-ændring i beta                                                                 | -10,25%  | -8,60%   | -5,53%   | -6,95%   | -2,76%   | -2,72%   | 3,15%   | 6,24%   | 9,57%   | 7,41%   |
| Beta-fortegn uændret                                                             | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| <b>FF3FM &gt; RM-RF+SMB</b>                                                      |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |
| %-ændring i beta                                                                 | -0,62%   | -0,89%   | -0,79%   | -0,73%   | -0,48%   | 0,03%    | 0,16%   | 0,27%   | 0,88%   | 1,18%   |
| Beta-fortegn uændret                                                             | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| %-ændring i s                                                                    | -10,24%  | -16,87%  | -22,78%  | -17,16%  | -26,97%  | 1,91%    | -8,45%  | -7,38%  | -15,10% | -25,07% |
| S-fortegn uændret                                                                | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| <b>FF3FM &gt; RM-RF+HML</b>                                                      |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |
| %-ændring i beta                                                                 | -10,53%  | -9,12%   | -6,03%   | -7,38%   | -3,07%   | -2,65%   | 3,21%   | 6,33%   | 10,05%  | 8,17%   |
| Beta-fortegn uændret                                                             | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| %-ændring i h                                                                    | -40,02%  | -24,29%  | -17,98%  | -23,88%  | -15,19%  | 214,09%  | -48,47% | -55,53% | -27,13% | -16,34% |
| H-fortegn uændret                                                                | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| <b>FF3FM &gt; SMB+HML</b>                                                        |          |          |          |          |          |          |         |         |         |         |
| %-ændring i s                                                                    | -197,08% | -227,70% | -344,46% | -281,45% | -676,64% | -783,28% | 645,75% | 327,98% | 206,49% | 254,23% |
| S-fortegn uændret                                                                | Nej      | Nej      | Nej      | Nej      | Nej      | Nej      | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |
| %-ændring i h                                                                    | -45,52%  | -31,91%  | -35,74%  | -38,78%  | -59,30%  | 967,68%  | 180,63% | 105,10% | 32,33%  | 23,97%  |
| H-fortegn uændret                                                                | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja       | Ja      | Ja      | Ja      | Ja      |

Så længe beta bibeholdes i modellen sker der ingen væsentlige ændringer. Der opleves dog fortegnsskifte ved at fjerne markedsproxyen fra Fama og French-modellen.

## KONTROL AF AUTOKORRELATION

Forekomst af autokorrelation i residualerne, og dermed manglende stokastisk uafhængighed, testes i denne opgave ved hjælp af Durbin-Watson-testen.

Durbin-Watson-teststørrelsen spænder i intervallet 0-4. Såfremt der ikke er autokorrelation, er Durbin-Watson-distributionen symmetrisk omkring middelværdien 2. Teststørrelsen kan falde i fem intervaller, hvor  $DW_L$  og  $DW_U$  angiver kritiske værdier for testen:

1. mindre end  $DW_L$
2. mellem  $DW_L$  og  $DW_U$
3. mellem  $DW_U$  og  $4-DW_U$
4. mellem  $4-DW_U$  and  $4-DW_L$
5. over  $4-DW_L$

Der er autokorrelation, såfremt teststørrelsen ligger i interval 1 eller 5. Ligger teststørrelsen i interval 2 eller 4, kan der ikke konkluderes med sikkerhed. Der er ingen autokorrelation i interval 3.

De kritiske værdier for CAPM er 1,81-1,82 og FF3FM er 1,79-1,83 [Stanford, 2016]<sup>55</sup>, hvilket giver følgende intervaller.

**Tabel 14: Beregnede Durbin-Watson intervaller for CAPM og FF3FM**

|            | CAPM fra | CAPM til | FF3FM fra | FF3FM til |
|------------|----------|----------|-----------|-----------|
| Interval 1 | 0        | 1,80725  | 0         | 1,79422   |
| Interval 2 | 1,80725  | 1,82019  | 1,79422   | 1,83329   |
| Interval 3 | 1,82019  | 2,17981  | 1,83329   | 2,16671   |
| Interval 4 | 2,17981  | 2,19275  | 2,16671   | 2,20578   |
| Interval 5 | 2,19275  | 4        | 2,20578   | 4         |

**Tabel 15: Durbin-Watson teststørrelser rapporteret af JMP (afrundet til fem decimaler)<sup>56</sup>**

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdivægtet) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CAPM                                                                     | S1/BM1  | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1  | S3/BM2  | S3/BM3  |
| DW                                                                       | 1,98988 | 1,85269 | 1,79940 | 1,64808 | 1,71539 | 1,86004 | 1,88235 | 1,87190 | 1,91161 |
| Interval                                                                 | 3       | 3       | 1       | 1       | 1       | 3       | 3       | 3       | 3       |
| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet)  |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| CAPM                                                                     | S1/BM1  | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1  | S3/BM2  | S3/BM3  |
| DW                                                                       | 2,02219 | 1,94076 | 2,09088 | 1,91182 | 1,84563 | 1,91309 | 1,97095 | 2,04167 | 1,90509 |
| Interval                                                                 | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       |

<sup>55</sup> Regressionsmodeller med hhv. en og tre forklarende variable

<sup>56</sup> Der henvises til elektronisk bilag nr. 2, 1st pass Beta portfolios CAPM.doc; nr. 4, 1st pass Beta portfolios FF3FM.doc; nr. 6, 1st pass Size-BM equal weighted CAPM.doc; nr. 8, 1st pass Size-BM equal weighted FF3FM.doc; nr. 10, 1st pass Size-BM value weighted CAPM.doc samt nr. 12, 1st pass Size-BM value weighted FF3FM.doc

Tabel 15 (fortsat)

| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CAPM                                                                             | G1      | G2      | G3      | G4      | G5      | G6      | G7      | G8      | G9      | G10     |
| DW                                                                               | 1,75683 | 1,94658 | 2,06473 | 2,24412 | 1,95647 | 2,07773 | 2,14283 | 1,80711 | 2,02121 | 1,89010 |
| Interval                                                                         | 1       | 3       | 3       | 5       | 3       | 3       | 3       | 1       | 3       | 3       |
| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdi-vægtet)        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| FF3FM                                                                            | S1/BM1  | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1  | S3/BM2  | S3/BM3  |         |
| DW                                                                               | 1,92813 | 1,99784 | 2,16620 | 1,91470 | 1,87406 | 1,95913 | 1,87924 | 1,87876 | 1,86765 |         |
| Interval                                                                         | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       |         |
| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet)          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| FF3FM                                                                            | S1/BM1  | S1/BM2  | S1/BM3  | S2/BM1  | S2/BM2  | S2/BM3  | S3/BM1  | S3/BM2  | S3/BM3  |         |
| DW                                                                               | 1,94688 | 1,97852 | 2,02302 | 1,90004 | 1,83911 | 2,04168 | 2,08906 | 2,18174 | 1,98447 |         |
| Interval                                                                         | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 4       | 3       |         |
| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| FF3FM                                                                            | G1      | G2      | G3      | G4      | G5      | G6      | G7      | G8      | G9      | G10     |
| DW                                                                               | 1,77989 | 2,08176 | 2,09310 | 2,30638 | 1,93513 | 2,07207 | 2,14521 | 1,91858 | 2,08113 | 1,90228 |
| Interval                                                                         | 1       | 3       | 3       | 5       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       |

En mindre del af porteføljerne udviser tegn på autokorrelation i porteføljerne. Det bemærkes dog, at Durbin-Watson-værdierne (DW) ikke ligger langt fra de kritiske grænser.

## Test af modellerne: "second pass"-regression

"Second pass"-regression er en metode til at estimere risikopræmien på en eller flere risikofaktorer. Rationalet er, at vi ofte ikke har nok observationer til, at et simpelt gennemsnit vil give et præcist estimat af risikopræmien. I stedet anvendes lineær regression til at estimere trenden i data [Hsu, 2016]. Risikopræmien beregnes, ved hjælp af "second pass"-regression, som regressionskoefficienten til koefficienten beregnet ved hjælp af normal tidsserieregressionen ("first pass"-regression).

"Second pass"-regression er også blevet en standardiseret måde at teste risiko- og afkastmodeller.

Fremgangsmåden i det følgende følger løst Fama og MacBeths metode i deres 1973-artikel [Fama og MacBeth, 1973]. Undersøgelsen afgrænses dog til risikopræmierne, hvor Fama og MacBeth også tester linearitet og fejlleddets middelværdi. Som i Black, Jensen og Scholes, 1972 [Black et al., 1972] er de afhængige variable beregnet som risikopræmier, hvorfor skæringspunktet i modellerne skal være nul.

En forudsætning for at den lineære regression kan fungere er, at inputvariablene er så tæt på de sande værdier, som muligt. Second-pass regressionen indebærer uundgåeligt, at regressionen udføres med estimater for de forklarende variable. Dette medfører en såkaldt "errors in variables"-problematik.

Fama og MacBeth søgte at løse denne problematik på flere måder. Dels ved at anvende porteføljer i stedet for enkelt enkeltaktiver, dels ved at estimere porteføljernes betaværdier som middelværdien af porteføljeaktivernes betaværdier.

Metoden anvendt i denne opgave er som følger.

For hvert firma beregnes hhv. betakoefficienten til CAPM samt b, s og h-koefficienterne til FF3FM. Koefficienterne beregnes til dette formål for hele perioden. Dvs. der anvendes ikke "rullende betaer" som i konstruktionen af de ti afhængige betaporteføljer.

Med udgangspunkt i de tidligere konstruerede porteføljer beregnes herefter værdivægtede og ligevægtede gennemsnit af alle koefficienter for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" og ligevægtede gennemsnit for de ti porteføljer inddelt efter beta.

Selvom koefficienterne for enkeltaktiverne er de samme gennem hele perioden, er der stadig variation i porteføljernes koefficienter, da sammensætningen af porteføljerne ændres årligt. Herudover vil værdivægtningen i de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" medføre, at koefficienterne for disse porteføljer ændres måned for måned.

For hver måned (312 måneder i alt) udføres herefter en "cross sectional"-regression, hvor de afhængige variable er afkastene på de ni hhv. ti porteføljer i gældende måned og de forklarende variable er koefficienterne beregnet som i det ovenstående. Der udføres således 3 x 312 simple regressioner ("second pass"-regressioner for hhv. de ni værdivægtede porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market", de tilsvarende ligevægtede porteføljer samt de ti betaporteføljer) og 3 x 312 multiple regressioner ("second pass"-regression af FF3FM for samme porteføljer).

Der beregnes et simpelt gennemsnit af de nye regressionskoefficienter (angivet ved  $\gamma$ ), som udgør estimatet af koefficienterne. Herefter beregnes koefficienternes standardafvigelse og til slut beregnes t-værdierne.

$$t(\hat{\gamma}_j) = \frac{\hat{\gamma}_j}{s(\hat{\gamma}_j)/\sqrt{n}} \quad \text{for nulhypotesen } \gamma_j = 0$$

$$R^2 = \frac{\sum_t^T \text{forklarede kvadrerede afvigelser}_t}{\sum_t^T \text{totale kvadrerede afvigelser}_t}$$

Afhængig af om de afhængige variable er risikopræmier eller afkast, vil testhypoteserne være at skæringspunktet er lig 0 [Black et al., 1972, p18] eller den risikofri rente [Fama og MacBeth, 1973, p626] og at koefficienterne er lig middelværdierne af risikofaktorerne.

Det typiske billede er i de mange empiriske tests udført efter denne metode er, at skæringspunktet er for højt og koefficienternes hældning for flade, og at der i øvrigt kan drages tvivl om koefficienternes signifikans [Bodie et al., 2014, p417].

Tabel 16 og Tabel 17 nedenfor viser "second pass"-regressionerne for hhv. CAPM og FF3FM.

Tabel 16: "Second pass"-regression med beta (CAPM) som forklarende variabel

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdivægtet)         |                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|
|                                                                                  | RM-RF               |              |
| Middelværdi ( $\bar{x}$ )                                                        | 0,0120              |              |
|                                                                                  | $\bar{y}(b(RM-RF))$ | $\bar{y}(a)$ |
| N                                                                                | 312                 | 312          |
| Middelværdi ( $\bar{y}$ )                                                        | -0,0050             | -0,0046      |
| Standardafvigelse ( $\bar{y}$ )                                                  | 0,1003              | 0,1004       |
| t-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | -0,8772             | -0,8142      |
| t-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | -2,9971             | -0,8142      |
| P-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | 0,3810              | 0,4162       |
| P-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | 0,0029              |              |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,2528              |              |
| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet)          |                     |              |
|                                                                                  | RM-RF eq            |              |
| Middelværdi ( $\bar{x}$ )                                                        | 0,0058              |              |
|                                                                                  | $\bar{y}(b(RM-RF))$ | $\bar{y}(a)$ |
| N                                                                                | 312                 | 312          |
| Middelværdi ( $\bar{y}$ )                                                        | -0,0023             | 0,0062       |
| Standardafvigelse ( $\bar{y}$ )                                                  | 0,1006              | 0,0668       |
| t-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | -0,4009             | 1,6463       |
| t-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | -1,4127             | 1,6463       |
| P-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | 0,6887              | 0,1007       |
| P-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | 0,1587              |              |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,2411              |              |
| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |                     |              |
|                                                                                  | RM-RF eq no         |              |
| Middelværdi ( $\bar{x}$ )                                                        | 0,0014              |              |
|                                                                                  | $\bar{y}(b(RM-RF))$ | $\bar{y}(a)$ |
| N                                                                                | 312                 | 312          |
| Middelværdi ( $\bar{y}$ )                                                        | -0,0032             | 0,0038       |
| Standardafvigelse ( $\bar{y}$ )                                                  | 0,0430              | 0,0277       |
| t-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | -1,3207             | 2,4294       |
| t-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | -1,9078             | 2,4294       |
| P-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | 0,1876              | 0,0157       |
| P-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | 0,0573              |              |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,3294              |              |



Tabel 17: "Second pass"-regression med Fama og French-koefficienterne b, s og h som forklarende variable

| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(værdivægtet)         |                   |                   |                     |              |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|
|                                                                                  | HML               | SMB               | RM-RF               |              |
| Middelværdi ( $\bar{x}$ )                                                        | -0,0015           | 0,0043            | 0,0120              |              |
|                                                                                  | $\bar{y}(h(HML))$ | $\bar{y}(s(SMB))$ | $\bar{y}(b(RM-RF))$ | $\bar{y}(a)$ |
| N                                                                                | 312               | 312               | 312                 | 312          |
| Middelværdi ( $\bar{y}$ )                                                        | -0,0182           | 0,0158            | 0,0045              | 0,0069       |
| Standardafvigelse ( $\bar{y}$ )                                                  | 0,2057            | 0,1006            | 0,1232              | 0,1063       |
| t-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | -1,5618           | 2,7833            | 0,6476              | 1,1422       |
| t-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | -1,4297           | 2,0273            | -1,0789             | 1,1422       |
| P-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | 0,1194            | 0,0057            | 0,5178              | 0,2543       |
| P-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | 0,1538            | 0,0435            | 0,2815              |              |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,6051            |                   |                     |              |
| Ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"<br>(ligevægtet)          |                   |                   |                     |              |
|                                                                                  | HML eq            | SMB eq            | RM-RF eq            |              |
| Middelværdi ( $\bar{x}$ )                                                        | 0,0014            | 0,0019            | 0,0058              |              |
|                                                                                  | $\bar{y}(h(HML))$ | $\bar{y}(s(SMB))$ | $\bar{y}(b(RM-RF))$ | $\bar{y}(a)$ |
| N                                                                                | 312               | 312               | 312                 | 312          |
| Middelværdi ( $\bar{y}$ )                                                        | 0,0086            | 0,0029            | 0,0021              | -0,0004      |
| Standardafvigelse ( $\bar{y}$ )                                                  | 0,1609            | 0,1143            | 0,1249              | 0,1233       |
| t-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | 0,9460            | 0,4535            | 0,2949              | -0,0516      |
| t-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | 0,7946            | 0,1587            | -0,5196             | -0,0516      |
| P-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | 0,3449            | 0,6505            | 0,7683              | 0,9589       |
| P-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | 0,4275            | 0,8740            | 0,6037              |              |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,6445            |                   |                     |              |
| Ti porteføljer inddelt efter Beta<br>(ligevægtet og uden ekstreme observationer) |                   |                   |                     |              |
|                                                                                  | HML eq no         | SMB eq no         | RM-RF eq no         |              |
| Middelværdi ( $\bar{x}$ )                                                        | 0,0034            | -0,0043           | 0,0014              |              |
|                                                                                  | $\bar{y}(h(HML))$ | $\bar{y}(s(SMB))$ | $\bar{y}(b(RM-RF))$ | $\bar{y}(a)$ |
| N                                                                                | 312               | 312               | 312                 | 312          |
| Middelværdi ( $\bar{y}$ )                                                        | -0,0025           | -0,0058           | -0,0017             | 0,0064       |
| Standardafvigelse ( $\bar{y}$ )                                                  | 0,0857            | 0,0752            | 0,0477              | 0,0410       |
| t-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | -0,5120           | -1,3674           | -0,6398             | 2,7637       |
| t-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | -1,2177           | -0,3476           | -1,1687             | 2,7637       |
| P-værdi ( $\bar{y} = 0$ )                                                        | 0,6090            | 0,1725            | 0,5227              | 0,0061       |
| P-værdi ( $\bar{y} = \bar{x}$ )                                                  | 0,2243            | 0,7284            | 0,2434              |              |
| R <sup>2</sup>                                                                   | 0,5167            |                   |                     |              |

### Kommentarer til "second pass"-regressionerne

Resultaterne i Tabel 16 (CAPM) er ikke helt konsistente med udfaldet af Fama og MacBeths samt Black, Jensen og Scholes' undersøgelser, idet disse overvejende kunne konstatere at skæringspunkterne var for høje og hældningerne for lave (men overvejende positive).

Tabel 16 viser negative hældninger for  $\hat{\gamma}(b(RM-RF))$  for samtlige porteføljer, hvilket er i modstrid med forventningen om, at hældningerne er lig gennemsnittet for risikopræmien på markedet. I tillæg lader hældningerne ikke til at være signifikant forskellige fra nul. Skæringspunkterne for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (i begge varianter) er ikke signifikant forskellige fra nul. Skæringspunktet for de ti porteføljer inddelt efter beta er derimod signifikant forskellig fra nul ved signifikansniveauet 0,05.

Billedet fortsætter i nogen grad i Tabel 17 (FF3FM). Skæringspunkterne er ikke signifikant forskellige fra nul for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (i begge varianter), mens det modsatte er tilfældet for de ti betaporteføljer. De forklarende variable udviser skiftende fortegn, men er generelt insignifikante på nær s(SMB) for de værdivægtede porteføljer.

Alt i alt ikke noget overbevisende resultat for hverken CAPM eller FF3FM.

Det bemærkes i øvrigt, at der i tillæg er udført "second pass"-regressioner på regressionskoefficienterne beregnet som i afsnittet Test af modellerne: "single pass"-regression. Fremgangsmåden er som i [Bodie et al., 2014, p415] og forsøger altså ikke at kompensere for målingsfejl i de forklarende variable. Resultaterne er dog ikke væsentlig anderledes, end de ovennævnte og vil derfor ikke blive gengivet her<sup>57</sup>.

## Lidt om enkeltaktiver

Som en del af de forberedelserne til "second pass"-regressionerne, er der udført regressionsanalyser for samtlige 310 virksomheder for at danne koefficienterne til Fama-MacBeth-analysen i foregående afsnit. Regressionerne er udført for samme tidsperiode som for porteføljerne.

De bemærkes at både CAPM og FF3FM generelt klarer sig temmelig dårligt. Ingen af modellerne opnår forklaringsgrader over 0,6. Medianen er blot 0,07 for CAPM og 0,12 for FF3FM. Vurderet som statistiske modeller, kan hverken CAPM eller FF3FM siges at være egnede til at bruge brugt, sådan som især CAPM anvendes i praksis – til at beregne afkastkravet til på enkeltaktiver.

Tabel 18 nedenfor viser beskrivende statistikker for fordelingen af regressionskoefficienterne for hhv. CAPM og FF3FM for samtlige firmaer. Tabel 19 viser histogrammer for samme variable.

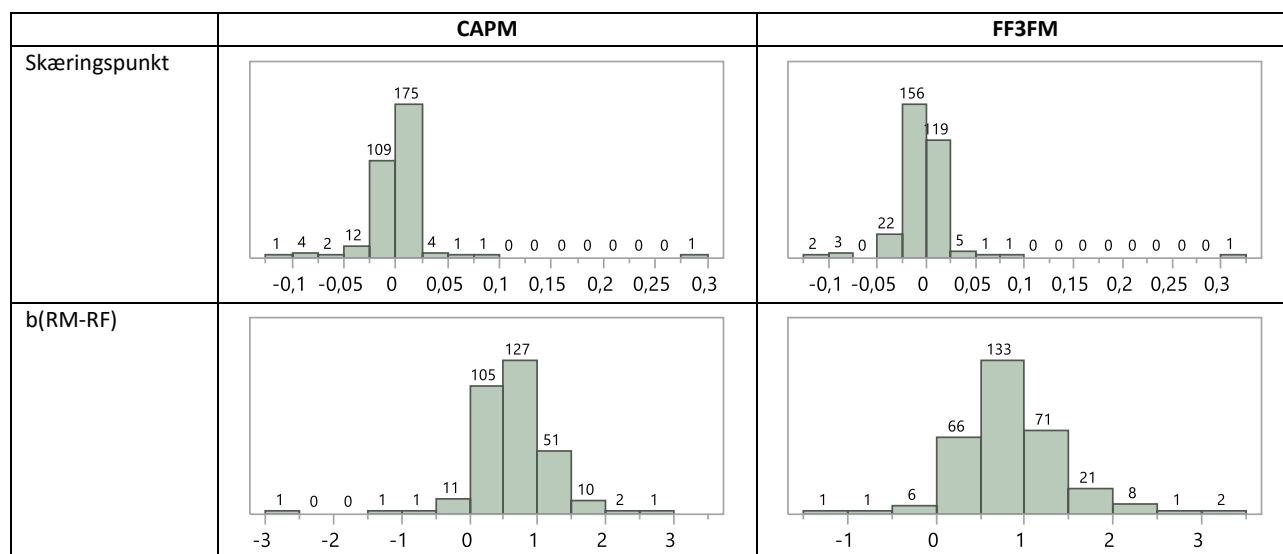
---

<sup>57</sup> Se evt. elektronisk bilag nr. 17, Analysis - Beta v1\_0.xlsx og nr. 18, Analysis - Size-BM v1\_0.xlsx

Tabel 18: Beskrivende statistik for regressionskoefficienter og forklaringsgrader for firmaer<sup>58</sup>

|                       | CAPM  | FF3FM |
|-----------------------|-------|-------|
| Middel skæringspunkt  | 0,00  | 0,00  |
| Min skæringspunkt     | -0,10 | -0,11 |
| Maks skæringspunkt    | 0,28  | 0,32  |
| Middel b(RM-RF)       | 0,65  | 0,87  |
| Min b(RM-RF)          | -2,94 | -1,29 |
| Maks b(RM-RF)         | 2,99  | 3,47  |
| Middel s(SMB)         |       | 0,51  |
| Min s(SMB)            |       | -1,38 |
| Maks s(SMB)           |       | 7,58  |
| Middel h(HML)         |       | 0,20  |
| Min h(HML)            |       | -0,77 |
| Maks h(HML)           |       | 3,50  |
| Middel R <sup>2</sup> | 0,10  | 0,14  |
| Min R <sup>2</sup>    | 0,00  | 0,00  |
| Maks R <sup>2</sup>   | 0,55  | 0,56  |
| Median R <sup>2</sup> | 0,07  | 0,12  |

Tabel 19: Histogrammer for regressionskoefficienter og forklaringsgrader for firmaer<sup>59</sup>



<sup>58</sup> Se evt. elektronisk bilag nr. 37, Firm factor coefficients v1\_0.xlsx

<sup>59</sup> Figurerne er dannet med statistikprogrammet JMP. Der henvises til elektronisk bilag nr.16, Firm regression statistics.doc

Tabel 19 (fortsat)

| s(SMB)         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <table><thead><tr><th>Bin Range</th><th>Frequency</th></tr></thead><tbody><tr><td>-2.0 to -1.5</td><td>2</td></tr><tr><td>-1.5 to -1.0</td><td>39</td></tr><tr><td>-1.0 to -0.5</td><td>230</td></tr><tr><td>-0.5 to 0.0</td><td>29</td></tr><tr><td>0.0 to 0.5</td><td>8</td></tr><tr><td>0.5 to 1.0</td><td>1</td></tr><tr><td>1.0 to 1.5</td><td>0</td></tr><tr><td>1.5 to 2.0</td><td>0</td></tr><tr><td>2.0 to 2.5</td><td>0</td></tr><tr><td>2.5 to 3.0</td><td>0</td></tr><tr><td>3.0 to 3.5</td><td>1</td></tr></tbody></table>                                                                                                                 | Bin Range | Frequency  | -2.0 to -1.5 | 2          | -1.5 to -1.0 | 39         | -1.0 to -0.5 | 230        | -0.5 to 0.0 | 29         | 0.0 to 0.5 | 8          | 0.5 to 1.0 | 1          | 1.0 to 1.5 | 0          | 1.5 to 2.0 | 0          | 2.0 to 2.5 | 0          | 2.5 to 3.0 | 0          | 3.0 to 3.5 | 1          |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|---|
| Bin Range      | Frequency                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| -2.0 to -1.5   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| -1.5 to -1.0   | 39                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| -1.0 to -0.5   | 230                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| -0.5 to 0.0    | 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.0 to 0.5     | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.5 to 1.0     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.0 to 1.5     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.5 to 2.0     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 2.0 to 2.5     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 2.5 to 3.0     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 3.0 to 3.5     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| h(HML)         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <table><thead><tr><th>Bin Range</th><th>Frequency</th></tr></thead><tbody><tr><td>-1.0 to -0.5</td><td>2</td></tr><tr><td>-0.5 to 0.0</td><td>7</td></tr><tr><td>0.0 to 0.5</td><td>13</td></tr><tr><td>0.5 to 1.0</td><td>55</td></tr><tr><td>1.0 to 1.5</td><td>119</td></tr><tr><td>1.5 to 2.0</td><td>77</td></tr><tr><td>2.0 to 2.5</td><td>26</td></tr><tr><td>2.5 to 3.0</td><td>3</td></tr><tr><td>3.0 to 3.5</td><td>1</td></tr><tr><td>3.5 to 4.0</td><td>0</td></tr><tr><td>4.0 to 4.5</td><td>0</td></tr><tr><td>4.5 to 5.0</td><td>0</td></tr><tr><td>5.0 to 5.5</td><td>0</td></tr><tr><td>5.5 to 6.0</td><td>1</td></tr></tbody></table> | Bin Range | Frequency  | -1.0 to -0.5 | 2          | -0.5 to 0.0  | 7          | 0.0 to 0.5   | 13         | 0.5 to 1.0  | 55         | 1.0 to 1.5 | 119        | 1.5 to 2.0 | 77         | 2.0 to 2.5 | 26         | 2.5 to 3.0 | 3          | 3.0 to 3.5 | 1          | 3.5 to 4.0 | 0          | 4.0 to 4.5 | 0          | 4.5 to 5.0 | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5.0 to 5.5 | 0         | 5.5 to 6.0 | 1  |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| Bin Range      | Frequency                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| -1.0 to -0.5   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| -0.5 to 0.0    | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.0 to 0.5     | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.5 to 1.0     | 55                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.0 to 1.5     | 119                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.5 to 2.0     | 77                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 2.0 to 2.5     | 26                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 2.5 to 3.0     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 3.0 to 3.5     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 3.5 to 4.0     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 4.0 to 4.5     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 4.5 to 5.0     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 5.0 to 5.5     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 5.5 to 6.0     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| R <sup>2</sup> | <table><thead><tr><th>Bin Range</th><th>Frequency</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.0 to 0.1</td><td>129</td></tr><tr><td>0.1 to 0.2</td><td>57</td></tr><tr><td>0.2 to 0.3</td><td>52</td></tr><tr><td>0.3 to 0.4</td><td>29</td></tr><tr><td>0.4 to 0.5</td><td>14</td></tr><tr><td>0.5 to 0.6</td><td>18</td></tr><tr><td>0.6 to 0.7</td><td>6</td></tr><tr><td>0.7 to 0.8</td><td>1</td></tr><tr><td>0.8 to 0.9</td><td>1</td></tr><tr><td>0.9 to 1.0</td><td>2</td></tr><tr><td>1.0 to 1.1</td><td>0</td></tr><tr><td>1.1 to 1.2</td><td>1</td></tr></tbody></table> | Bin Range                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Frequency | 0.0 to 0.1 | 129          | 0.1 to 0.2 | 57           | 0.2 to 0.3 | 52           | 0.3 to 0.4 | 29          | 0.4 to 0.5 | 14         | 0.5 to 0.6 | 18         | 0.6 to 0.7 | 6          | 0.7 to 0.8 | 1          | 0.8 to 0.9 | 1          | 0.9 to 1.0 | 2          | 1.0 to 1.1 | 0          | 1.1 to 1.2 | 1          | <table><thead><tr><th>Bin Range</th><th>Frequency</th></tr></thead><tbody><tr><td>0.0 to 0.1</td><td>57</td></tr><tr><td>0.1 to 0.2</td><td>61</td></tr><tr><td>0.2 to 0.3</td><td>68</td></tr><tr><td>0.3 to 0.4</td><td>46</td></tr><tr><td>0.4 to 0.5</td><td>31</td></tr><tr><td>0.5 to 0.6</td><td>20</td></tr><tr><td>0.6 to 0.7</td><td>20</td></tr><tr><td>0.7 to 0.8</td><td>2</td></tr><tr><td>0.8 to 0.9</td><td>1</td></tr><tr><td>0.9 to 1.0</td><td>2</td></tr><tr><td>1.0 to 1.1</td><td>1</td></tr><tr><td>1.1 to 1.2</td><td>1</td></tr></tbody></table> | Bin Range  | Frequency | 0.0 to 0.1 | 57 | 0.1 to 0.2 | 61 | 0.2 to 0.3 | 68 | 0.3 to 0.4 | 46 | 0.4 to 0.5 | 31 | 0.5 to 0.6 | 20 | 0.6 to 0.7 | 20 | 0.7 to 0.8 | 2 | 0.8 to 0.9 | 1 | 0.9 to 1.0 | 2 | 1.0 to 1.1 | 1 | 1.1 to 1.2 | 1 |
| Bin Range      | Frequency                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.0 to 0.1     | 129                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.1 to 0.2     | 57                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.2 to 0.3     | 52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.3 to 0.4     | 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.4 to 0.5     | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.5 to 0.6     | 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.6 to 0.7     | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.7 to 0.8     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.8 to 0.9     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.9 to 1.0     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.0 to 1.1     | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.1 to 1.2     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| Bin Range      | Frequency                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.0 to 0.1     | 57                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.1 to 0.2     | 61                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.2 to 0.3     | 68                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.3 to 0.4     | 46                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.4 to 0.5     | 31                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.5 to 0.6     | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.6 to 0.7     | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.7 to 0.8     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.8 to 0.9     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 0.9 to 1.0     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.0 to 1.1     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |
| 1.1 to 1.2     | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |            |              |            |              |            |              |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |           |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |   |            |   |            |   |            |   |            |   |

## Sammenfatning og konklusion

Opgaven indledes med et kig på det teoretiske fundament for CAPM samt Fama og Frenchs trefaktormodel. CAPM er en økonomisk model med rødder i Markowitz og Tobins porteføljeteori. Modellen beskriver sammenhængen mellem afkastet på et aktiv og risikopræmien på markedet, idet kun risiko, der ikke kan bortdiversificeres bærer en risikopræmie. Teorien er intuitiv og rationel, men ikke uden problemer. Roll påpeger, at markedsfaktoren ikke kan observeres, og modellen derfor ikke kan testes. Empiriske undersøgelser viser, at markedsbeta ikke forklarer den fulde variation i aktivers afkast.

Fama og French-modellen er en videreudvikling af CAPM. Risikopræmien på markedet suppleres med faktorerne SMB ("Small Minus Big") og HML ("High Minus Low"), som forsøger at fange variation relateret til hhv. firmastørrelse og forholdet mellem den bogførte værdi af egenkapitalen og firmaets markedsværdi. Modellen er ikke teoretisk begrundet. Med udgangspunkt i økonomisk forskning, har Fama og French fundet frem til nogle variable, der har en forklaringskraft over for afkastet på aktier. De forsøger ikke at forklare, hvilke risici variablene dækker over. Kritikken af Fama og Frenchs model knyttes ofte til metoden, idet mange variable kan tænkes at have en forklaringskraft over for aktieafkast. Derudover rejser empiriske undersøgelser tvivl om variablenes signifikans.

Opgaven ønsker at teste CAPM og Fama og Frenchs trefaktormodel på danske aktier. Dels ved hjælp af en tidsserieregression ("first pass"-regression) som i Fama og Frenchs artikel om trefaktormodellen fra 1993; dels ved hjælp af en "second pass"-regression som i klassiske artikler af Fama og MacBeth samt Black, Jensen og Scholes fra 1973 hhv. 1972.

Inden testen kan udføres tager opgaven et kig på datagrundlaget, idet dette tænkes at have betydning for resultatet. Såvel CAPM som Fama og French-modellen er opfundet af amerikanske økonomer og mange af de empiriske tests er ligeledes lavet med amerikanske data. Det danske aktiemarked adskiller sig fra det amerikanske ved at have få børsnoterede selskaber, og herunder enkelte meget store selskaber, som vægter relativt højt i forhold til den samlede masse.

Fama og French gør ikke meget ud af at kontrollere regressionsmodellernes forudsætninger, hvorfor opgaven tager et undersøger disse med Fama og Frenchs egne data for at skabe et rimeligt sammenligningsgrundlag til den senere test af danske data. Opgaven finder at forudsætningerne generelt er rimeligt opfyldt.

Fama og French, ligesom andre før dem, tester ikke deres modeller på enkeltaktiver, men konstruerer i stedet porteføljer, som skal udgøre de afhængige variable. Der testes forskellige porteføljekonstruktioner med danske data for at vurdere, hvorvidt forskellige sammensætninger kan tænkes at påvirke resultatet. Opgaven finder at dette er tilfældet, hvorfor der vælges at teste med tre grupper af porteføljer sammensat på tre forskellige måder. Dels testes med værdivægtede porteføljer som i Fama og Frenchs 1993-artikel, dels med ligevægtede porteføljer da disse vurderes at udvise de mest retvisende afkast, dels med ligevægtede porteføljer uden ekstreme observationer som i en artikel af Fama og French fra 1992.

Herefter udføres tidsserieregressionen for de i alt 28 porteføljer fordelt på ovennævnte tre grupper. Fremgangsmåden er som i Fama og Frenchs 1993-artikel, hvor de afhængige variable er beregnet som risikopræmier, hvormed skæringspunktet i regressionsmodellerne ikke må være signifikant forskelligt fra nul, såfremt modellernes risikofaktorer evner at forklare variationen i de afhængige porteføljers risikopræmier. Tidsserieregressionerne viser, at risikopræmien på markedet er en signifikant variabel, hvilket er en umiddelbar sejr for CAPM. Billedet af markedsproxyen som en relevant faktor ændres tilmed ikke, når CAPM udvides med Fama og Frenchs SMB- og HML-faktorer. Til gengæld er successen knap så udtalt for sidstnævnte faktorer, som ikke formår at vise sig konsekvent signifikante. Fama og French-modellen præsterer dog bedre forklaringsgrader end CAPM, men generelt hæver forklaringsgraderne sig ikke over det middelmådige. Skæringspunkterne er ikke signifikant forskellige fra nul for mange, men ikke alle porteføljer, hvorfor testens forudsætning generelt ikke kan siges at være opfyldt. Fama og French-modellen klarer sig dog lidt bedre end CAPM.

Regressionsmodellernes forudsætninger testes ligeledes. De viser, at ekstreme observationer udgør et problem for adskillige af porteføljerne. Residualerne opfylder således ikke normalfordelingsantagelsen på nær for de ti betaporteføljer, hvor ekstreme observationer er fjernet fra data på forhånd. Der vurderes ikke at være væsentlig multikollinearitet eller skadelig autokorrelation i data.

I tillæg til tidsserieregressionen er udført en "second pass"-regression, som søger at estimere faktorernes risikopræmier. Fremgangsmåden er som i Fama og MacBeths 1973-artikel, som præsenterer en metode til at minimere målingsfejl i de forklarende variable (som i sig selv er regressionskoefficienter).

"Second pass"-regressionen underbygger ikke modellernes empiriske validitet. Regressionskoefficienterne kan generelt ikke siges at være lig de forventede værdier.

Sluttelig knyttes en kort bemærkning til modellernes forklaringsevne over for enkeltaktiver, hvor det konstateres, at såvel CAPM som Fama og French-modellen præsterer dårligt.

Hvad kan man så konkludere af ovenstående?

Det første, der springer i øjnene er, at resultaterne i væsentlig grad afhænger data. Ekstreme observationer forekommer hyppigt i tidsrækkerne for enkeltaktiver. Økonomer løser denne problemstilling ved at

sammensætte porteføljer, hvormed effekten af ekstreme observationer mindskes. Dermed gives modellerne bedre forudsætninger for at opnå gode resultater. Implikationen er, at modellerne ikke kan bruges til at fastslå om enkeltaktiver er prissat forkert.

Set i det lys bliver modellernes teoretiske fundament særligt interessant. Hvis vi ikke kan forudsige afkastet på et specifikt aktiv, men i stedet må anlægge en form for gennemsnitbetragtning, er det interessant, hvilke fundamentale risikofaktorer, aktivet er følsomt overfor. Her kommer Fama og French-modellen til kort, da den ikke teoretisk funderet – ud over det, den tager med sig fra CAPM.

Fama og French-modellen giver nok bedre resultater, men vurderet som en rent statistisk model er den langt fra perfekt. Risikofaktorerne udpeget af Fama og French er ikke signifikante i alle tilfælde. Modellen er samtidig væsentlig mere besværlig at arbejde med end CAPM, såfremt man selv ønsker at konstruere SMB- og HML-variablene. Set i det lys er det ikke så svært at forstå, at CAPM stadig er relevant i dag, 50 år efter introduktionen og med et tvivlsomt empirisk grundlag imod sig. CAPM's svaghed er på sin vis samtidig dens styrke. Det er ikke en fuldkommen model, og beta fanger ikke al variation af aktivers afkast, men simpliciteten gør modellen tilgængelig for alle.

Når alt kommer til alt, er sandheden nok, at modellerne egner sig til forskellige formål. CAPM's enkelthed gør den til en vinder i forhold til enkeltaktiver. Fama og Frenchs trefaktormodel giver derimod bedre resultater med porteføljer, hvilket kan være relevant i finansielle institutioner såvel som den akademiske verden. Denne studerende gætter dog på, at CAPM stadig er pensum i finansielle kurser om 50 år, hvor det synes knapt så oplagt for Fama og French-modellen.

## Perspektivering

Opgaven opnår resultater, der i nogle tilfælde er konsistente med de refererede undersøgelser og afviger i andre tilfælde. Det kunne være interessant undersøge, hvad der skal til for at konstruere porteføljer, der udviser samme forklaringsgrader, som i f.eks. Fama og Frenchs artikler.

Herunder kunne det være på sin plads, at undersøge validiteten af datagrundlaget nærmere. Reelt er der et begrænset udvalg af potentielle dataleverandører, men det kan ikke afvises, at fejl i data er kilden til ovennævnte afvigelser. Der er gjort en indsats for at sikre validiteten, men der bestemt mulighed for at gå i dybden med emnet.

Det kunne også være interessant at kigge nærmere på, om de anvendte testmetoder tilgodeser modellerne i urimelig grad. Er de afhængige porteføljer f.eks. konstrueret med henblik på at opnå et bestemt resultat, eller er de sammensæt ud fra objektive kriterier?

Det vil naturligvis være oplagt at analysere udviklingen over tid og gennemføre out-of-sample-tests. Af praktiske årsager<sup>60</sup> var det desværre ikke muligt at gennemføre disse.

Man kunne også udforske alternative fremgangsmåder for "second-pass"-regressionen – herunder metoder til at kompensere for fejl i de forklarende variable.

---

<sup>60</sup> Valget af Excel til at behandle data kostede i forhold til tid og fleksibilitet. Et værktøj som f.eks. SAS ville, i bagklogskabens lys, have givet mere tid til at arbejde med data

## Litteraturliste

- [AFP, 2011] AFP: "Current Trends in Estimating and Applying the Cost of Capital, Report of Survey Results"
- [Agresti og Franklin, 2013] Agresti, Alan og Franklin, Christine: "Statistics – The art and science of learning from data": third edition, Pearson
- [Andersen, 2013] Andersen, I.: "Den skinbarlige virkelighed – Vidensproduktion i samfundsvidenskaberne": 5. udgave, Samfundslitteratur
- [Black et al., 1972] Black, Fischer; Jensen, Michael C.; Scholes, Myron: "The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests": Michael C. Jensen, Studies In The Theory Of Capital Markets, Praeger Publishers Inc., 1972
- [Bodie et al., 2014] Bodie, Zvi; Kane, Alex; Marcus, Alan J.: "Investments": Global 10th edition (1 April 2014), McGraw Hill Higher Education
- [C. French, 2003] French, Craig W.: "The Treynor Capital Asset Pricing Model"; Journal Of Investment Management, Vol 1, No. 2 (2003)
- [Carhart, 1997] Carhart, Mark M.: "On Persistence in Mutual Fund Performance": The Journal of Finance, Vol. 52, No. 1 (Mar., 1997), pp. 57-82
- [Damodaran, 1998] Damodaran, Aswath: "Estimating Risk Parameters":  
<http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/papers/beta.pdf>
- [Damodaran, 2009] Damodaran, Aswath: "Fama-French and the Proxy Wars":  
<http://aswathdamodaran.blogspot.dk/2009/02/fama-french-and-proxy-wars.html>
- [Damodaran, 2011] Damodaran, Aswath: "Alternatives to the CAPM: Part 2: Proxy Models":  
<http://aswathdamodaran.blogspot.dk/2011/04/alternatives-to-capm-part-2-proxy.html>
- [Fama og French, 1992] Fama, Eugene F. og French, Kenneth R.: "The Cross-Section of Expected Stock Returns": The Journal of Finance, Volume 47, Issue 2 (Jun., 1992), 427-456
- [Fama og French, 1993] Fama, Eugene F. og French, Kenneth R.: "Common risk factors in the returns on stocks and bonds": Journal of Financial Economics 33 (1993) 3-56
- [Fama og French, 2004] Fama, Eugene F. og French, Kenneth R.: "The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence": Journal of Economic Perspectives—Volume 18, Number 3—Summer 2004—Pages 25–46
- [Fama og French, 2015] Fama, Eugene F. og French, Kenneth R.: "A five-factor asset pricing model": Journal of Financial Economics 116
- [Fama og Macbeth, 1973] Fama, Eugene F. og Macbeth, James D.: "Risk, Return, and Equilibrium: Empirical Tests": The Journal of Political Economy, Vol. 81, No. 3. (May - Jun., 1973), pp. 607-636
- [French, 2016] French, Kenneth R.: "Data Library":  
[http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data\\_library.html](http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html)
- [Graham og Harvey, 1999] Graham, J. R. og Harvey, C. R.: "The theory and practice of corporate finance: Evidence from the field": version December 8, 1999

- [Hsu, 2016] Hsu, Jason C.: "Fama MacBeth Estimation":  
[http://www.jasonhsu.org/uploads/1/0/0/7/10075125/two\\_stage\\_fama\\_macbeth.pdf](http://www.jasonhsu.org/uploads/1/0/0/7/10075125/two_stage_fama_macbeth.pdf)
- [Lambert og Hübner, 2014] Lambert, M og Hübner, G: "Size Matters, Book-To-Market Does Not! The Fama-French Empirical CAPM Revisited"
- [Lintner, 1965] Lintner, John; The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets; The Review of Economics and Statistics, Vol. 47, No. 1. (Feb., 1965), pp. 13-37
- [Makridakis et al., 1998] Makridakis, Spyros; Wheelwright, Steven C. og Hyndman, Rob J.: Forecasting: methods and applications – third edition: Wiley (1998)
- [Markowitz, 1952] Markowitz, Harry: Portfolio Selection: The Journal of Finance, Vol. 7, No. 1. (Mar., 1952), pp. 77-91
- [Merton, 1973] Merton, Robert C.; An Intertemporal Capital Asset Pricing Model; Econometrica, Vol. 41, No. 5 (Sep., 1973), pp. 867-887
- [Minitab, 2016] What is a variance inflation factor (VIF)?; <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/modeling-statistics/regression-and-correlation/model-assumptions/what-is-a-variance-inflation-factor-vif/>
- [Nasdaq, 2016] Seneste version af Excel-filen "Den nordiske liste" kan hentes her:  
<http://www.nasdaqomxnordic.com/omos>
- [Roll, 1977] Roll, Richard; A Critique of the Asset Pricing Theory 's Tests. Part I: On Past and Potential Testability of the Theory; Journal of Financial Economics 4 (1977)
- [Ross, 1976] Ross, Stephen A.; The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing; Journal of Economic Theory 13, 341-360 (1976)
- [Sharpe, 1964] Sharpe, William F.; Capital Asset Prices - A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk; The Journal of Finance, Vol. 19, No. 3 (Sep., 1964)
- [Stanford, 2016] Durbin-Watson critical values; <http://web.stanford.edu/~clint/bench/dw05c.htm>
- [Tobin, 1958] Tobin, J; Liquidity Preference as Behavior Towards Risk: The Review of Economic Studies, Vol. 25, No. 2 (Feb., 1958), pp. 65-86
- [Treyner, 1961] Treynor, Jack L.; Market Value, Time, and Risk; unpublished (Revised 4/29/15, with minor edits by Craig William French)



## Elektroniske bilag

Elektroniske bilag findes på den vedlagte CD-ROM. Bemærk, at nogle Excel-dokumenter indeholder makroer. Makroerne er brugt til at rydde op i data og inddele firmaer i porteføljer.

| Nr. | Filnavn                                                       | Beskrivelse                                                                                                                |
|-----|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 1st pass Beta portfolios CAPM residuals.doc                   | JMP-rapport vedr. fordelingen af Beta-porteføljernes standardiserede residualer for CAPM                                   |
| 2   | 1st pass Beta portfolios CAPM.doc                             | JMP-rapport vedr. CAPM-regressionen for Beta-porteføljerne                                                                 |
| 3   | 1st pass Beta portfolios FF3FM residuals.doc                  | JMP-rapport vedr. fordelingen af Beta-porteføljernes standardiserede residualer for FF3FM                                  |
| 4   | 1st pass Beta portfolios FF3FM.doc                            | JMP-rapport vedr. FF3FM-regressionen for Beta-porteføljerne                                                                |
| 5   | 1st pass Size-BM equal weighted CAPM residuals.doc            | JMP-rapport vedr. fordelingen af de ligevægtede "Size"/"Book-to-Market"-portefølgers standardiserede residualer for CAPM   |
| 6   | 1st pass Size-BM equal weighted CAPM.doc                      | JMP-rapport vedr. CAPM-regressionen for de ligevægtede "Size"/"Book-to-Market"-porteføljer                                 |
| 7   | 1st pass Size-BM equal weighted FF3FM residuals.doc           | JMP-rapport vedr. fordelingen af de ligevægtede "Size"/"Book-to-Market"-portefølgers standardiserede residualer for FF3FM  |
| 8   | 1st pass Size-BM equal weighted FF3FM.doc                     | JMP-rapport vedr. FF3FM-regressionen for de ligevægtede "Size"/"Book-to-Market"-porteføljer                                |
| 9   | 1st pass Size-BM value weighted CAPM residuals.doc            | JMP-rapport vedr. fordelingen af de værdivægtede "Size"/"Book-to-Market"-portefølgers standardiserede residualer for CAPM  |
| 10  | 1st pass Size-BM value weighted CAPM.doc                      | JMP-rapport vedr. CAPM-regressionen for de værdivægtede "Size"/"Book-to-Market"-porteføljer                                |
| 11  | 1st pass Size-BM value weighted FF3FM residuals.doc           | JMP-rapport vedr. fordelingen af de værdivægtede "Size"/"Book-to-Market"-portefølgers standardiserede residualer for FF3FM |
| 12  | 1st pass Size-BM value weighted FF3FM.doc                     | JMP-rapport vedr. FF3FM-regressionen for de værdivægtede "Size"/"Book-to-Market"-porteføljer                               |
| 13  | Fama French simple regression 1926 -1991.doc                  | JMP-rapport vedr. CAPM-regression på Fama og Frenchs egne data                                                             |
| 14  | Fama French variables 1926 - 1991 distribution statistics.doc | JMP-rapport vedr. fordelingen af Fama og Frenchs inputvariable (1926-1991)                                                 |
| 15  | Fama French variables 1963 - 1991 distribution statistics.doc | JMP-rapport vedr. fordelingen af Fama og Frenchs inputvariable (1963-1991)                                                 |
| 16  | Firm regression statistics.doc                                | JMP-rapport med histogrammer brugt til afsnittet om enkeltaktiver                                                          |
| 17  | Analysis - Beta v1_0.xlsx                                     | "First pass"- og "second pass"-regressionerne for de ti Beta-porteføljer                                                   |

|    |                                                                                 |                                                                                                                                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | Analysis - Size-BM v1_0.xlsx                                                    | "First pass"- og "second pass"-regressionerne for de ni "Size"/"Book-to-Market"-porteføljer (både værdivægtede og ligevægtede)                                                                   |
| 19 | Bond yields.xlsx                                                                | Effektive renter på danske statsobligationer med forskellige løbetider fra Datastream                                                                                                            |
| 20 | Book value of equity v1_0.xlsx                                                  | Beregning af den bogførte værdi af egenkapitalen for hvert firma. Listen bruges som input til beregning af "Book-to-Market"-variablen i dokumentet Book-to-market v1_0.xlsx                      |
| 21 | Book-to-market v1_0.xlsx                                                        | Beregning af "Book-to-Market"-variablen                                                                                                                                                          |
| 22 | Danish equities full time series.xlsx                                           | Tidsseriedata fra Datastream. Den indledende sortering og udvælgelse af data er sket i dette dokument sammen med Danish equities static data.xlsx                                                |
| 23 | Danish equities static data.xlsx                                                | Stamdata fra Datastream. Den indledende sortering og udvælgelse af data er sket i dette dokument sammen med Danish equities full time series.xlsx                                                |
| 24 | Datastream variable descriptions.docx                                           | Beskrivelse af Datastream-variable fra selve Datastream-applikationen                                                                                                                            |
| 25 | Dependent portfolios 3x3 coefficients v1_0.xlsx                                 | Regressionskoefficienter til "second-pass"-regressionen for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (med og uden ekstreme observationer)                                      |
| 26 | Dependent portfolios 3x3 returns v1_0.xlsm                                      | Afkast for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market"                                                                                                                            |
| 27 | Dependent portfolios 3x3 returns without outliers v1_0.xlsm                     | Afkast for de ni porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (uden ekstreme observationer)                                                                                              |
| 28 | Dependent portfolios Beta 10 groups coefficients v1_0.xlsm                      | Regressionskoefficienter til "second-pass"-regressionen for de ti porteføljer inddelt efter Beta (med og uden ekstreme observationer)                                                            |
| 29 | Dependent portfolios Beta 10 groups returns v1_0.xlsm                           | Afkast for de ti porteføljer inddelt efter Beta                                                                                                                                                  |
| 30 | Dependent portfolios Beta 10 groups returns without outliers v1_0.xlsm          | Afkast for de ti porteføljer inddelt efter Beta (uden ekstreme observationer)                                                                                                                    |
| 31 | Dependent portfolios Beta 5 groups returns v1_0.xlsm                            | Afkast for de fem porteføljer inddelt efter Beta                                                                                                                                                 |
| 32 | Dependent portfolios Beta 5 groups returns without outliers v1_0.xlsm           | Afkast for de fem porteføljer inddelt efter Beta (uden ekstreme observationer)                                                                                                                   |
| 33 | Dependent portfolios Size and Book-to_market returns v1_0.xlsx                  | Afkast på de afhængige porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (der anvendes andre breakpoints end for de ellers tilsvarende forklarende porteføljer)                               |
| 34 | Dependent portfolios Size and Book-to_market returns without outliers v1_0.xlsx | Afkast på de afhængige porteføljer inddelt efter "Size" og "Book-to-Market" (der anvendes andre breakpoints end for de ellers tilsvarende forklarende porteføljer) [uden ekstreme observationer] |

|    |                                                 |                                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 35 | Explanatory portfolios v1_0.xlsx                | Firmasammensætningen af de seks porteføljer ("S/L", "S/M", "S/H", "B/L", "B/M" og "B/H"), der bruges til at konstruere SMB- og HML-faktorerne. Input til SMB and HML v1_0.xlsx                       |
| 36 | Fama French variables number of firms v1_0.xlsx | Analyse af antallet af virksomheder der indgår i Fama og Frenchs egne data på udvalgte tidspunkter                                                                                                   |
| 37 | Firm factor coefficients v1_0.xlsx              | Regressionskoefficienter for de enkelte virksomheder til brug for "second pass"-regressionen. Indeholder desuden statistik anvendt i afsnittet om enkeltaktiver                                      |
| 38 | Firm market value share v1_0.xlsx               | Analyse af hvert enkelt firmas markedsværdi ift. den samlede markedsværdi for samtlige firmaer                                                                                                       |
| 39 | Indices static data.xlsx                        | Stamdata for danske aktieindeks fra Datastream                                                                                                                                                       |
| 40 | Indices time series DKK.xlsx                    | Tidsseriedata for danske aktieindeks fra Datastream. Afkast for OMX Nordic all-share stammer herfra                                                                                                  |
| 41 | Low Medium High v1_0.xlsm                       | Rangering af firmaer efter "Book-to-Market". Input til Explanatory portfolios v1_0.xlsx                                                                                                              |
| 42 | Market value of equity v1_0.xlsm                | Beregning af den samlede markedsværdi for hvert enkelt firma. Listen bruges i mange af de andre dokumenter til at inddele firmaer efter størrelse, beregne "Book-to-Market" og værdivægte afkast mv. |
| 43 | Number companies comparison v1_0.xlsx           | Sammenligning af antallet af firmaer i opgavens markedspoxy med OMX Copenhagens Nordic list                                                                                                          |
| 44 | Portfolio analysis variables v1_0.xlsx          | Statistikker vedr. tidsserierne brugt i opgaven: korrelationsmatrix, beskrivende statistikker for fordeling af afkastdata, virksomheder mv.                                                          |
| 45 | Returns per firm v1_0.xlsm                      | Beregning af afkast per firma. Data bruges som input i mange af de øvrige dokumenter                                                                                                                 |
| 46 | Returns per firm without outliers v1_0.xlsx     | Beregning af afkast per firma uden ekstreme observationer. Data bruges som input i mange af de øvrige dokumenter                                                                                     |
| 47 | RM-RF v1_0.xlsx                                 | Beregning af risikopræmien på markedspoxyen (både værdivægtet og ligevægtet). Indeholder desuden diverse statistik; herunder sammenligning med OMX Copenhagen all-share-indekset                     |
| 48 | RM-RF without outliers v1_0.xlsx                | Beregning af risikopræmien på markedspoxyen uden ekstreme observationer (både værdivægtet og ligevægtet)                                                                                             |
| 49 | Small Big v1_0.xlsm                             | Rangering af firmaer efter "Size". Input til Explanatory portfolios v1_0.xlsx                                                                                                                        |
| 50 | SMB and HML v1_0.xlsx                           | Konstruktion af SMB- og HML-faktorerne (både værdivægtet og ligevægtet)                                                                                                                              |
| 51 | SMB and HML without outliers v1_0.xlsx          | Konstruktion af SMB- og HML-faktorerne (både værdivægtet og ligevægtet) [uden ekstreme observationer]                                                                                                |
| 52 | Fama French simple regression 1963 -1991.doc    | JMP-rapport vedr. CAPM-regression på Fama og Frenchs egne data for tidsperioden 1963-1991                                                                                                            |