

En efterprøvning af Tobins porteføljeteori i en teoretisk Stock-Flow Consistent model



6. SEMESTER, OECON

GRUPPE 10

ANDREAS METHLING, KRISTOFFER HERRIG THORNDAL,

MIKKEL BAK LYGØ OG SIMON FLØJ THOMSEN

AALBORG UNIVERSITET

10. JUNI 2021

**Titel:**

En efterprøvning af Tobins porteføljeteori i en teoretisk Stock-Flow Consistent model

Tema:

Bachelorprojekt

Projektgruppe:

10

Deltager(e):

Andreas Methling

Kristoffer Herrig Thorndal

Mikkel Bak Lyngø

Simon Fløj Thomsen

Vejleder(e):

Mikael Randrup Byrialsen

Sidetæl: 124**Antal tegn:**

149818 = 62.42 antal normalsider

Afleveringsdato:

10. juni 2021

Indholdsfortegnelse

1	Abstract	6
2	Indledning	7
2.1	Problemformulering	10
2.2	Udvidet problembestemmelse/afgrænsning	10
2.3	Projektmetode	12
3	Porteføljevalg i makromodeller	13
3.1	Opsummering	18
4	Økonometrisk projektmetode og data	19
4.1	Stationaritet	19
4.1.1	Streng stationaritet	19
4.1.2	Svag stationaritet	19
4.1.3	Trend stationaritet	20
4.2	Augmented Dickey-Fuller test	20
4.3	ARDL Bounds Test	22
4.4	VECM/VAR model	24
4.4.1	VAR	24
4.4.2	VECM	26
4.5	Johansen Cointegration test	27
4.6	Diagnostics	29
4.7	Data	31
5	Tobins porteføljeteori og dennes udfordringer i en makroøkonomisk model	33
5.1	Tobins porteføljeteori	33
5.2	Udfordringer ved Tobins porteføljeteori	37
5.3	CAPM	38
5.4	ADAM	41
5.5	Opsummering	42

6	Økonometrisk estimering af Tobins porteføljeteori på dansk data	43
6.1	Valg af model	43
6.2	Alternative fremgangsmåder for denne økonometriske proces	48
6.3	Opsummering	49
7	Efterprøvning af Tobins porteføljeteori i en opbygget SFC model i form af stød til denne model	50
7.1	SFC modeller	50
7.2	Kapitalgevinst:	51
7.3	Matricerne	52
7.3.1	Balancematricen	52
7.3.2	Transaktionsmatricen:	54
7.4	Modellens ligninger	56
7.4.1	Husholdningerne	57
7.4.1.1	Husholdningernes porteføljesammensætning	58
7.4.2	De ikke-finansielle virksomheder	59
7.4.2.1	De ikke-finansielle virksomheders investeringsadfærd	60
7.4.3	De finansielle virksomheder	62
7.4.4	Centralbanken	62
7.4.5	Den offentlige sektor	63
7.5	Modellens parameterværdier	64
7.6	Stød til modellen	65
7.6.1	Værdier i baseline modellen	66
7.6.2	Stød til det forventede afkast på aktier	67
7.6.3	Stød til det forventede afkast på obligationer	69
7.6.4	Negativt stød til forbrugstilbøjeligheden	71
7.7	Sensitivitetsanalyse	73
7.8	Opsummering	76
8	Validitet af projektets resultater	78
8.1	Opsummering	83
9	Konklusion	84

10 Litteratur	87
11 Bilag	93
11.1 ADF tests	93
11.1.1 Udledning af fejlkorrigerings modellen	95
11.2 Anvendt økonometrisk model samt kortsigtede estimater	96
11.3 Multicollinearity	97
11.4 Anvendte vektormodeller	98
11.5 Ligningssystem, parameter- og initialværdier til SFC-modellering	101
11.5.1 Ligninger til analysen af stød	103
11.5.2 Parameterværdier	103
11.5.3 Initialværdier og eksogene variable	104
11.6 Sensitivitetsanalyse	105
11.7 Yderligere anvendt data	113
11.8 Resultater af test med andre variable	116

1 Abstract

This bachelor thesis contributes to the relatively sparse literature on the link between portfolio theory and the real economy, through an estimation and implementation of the coefficients in Tobin's portfolio theory in an SFC model framework. The existing literature have had problems estimating time consistent estimates because of the datastructure of the data involved and the behavioral aspects of the households, which is difficult to model. This thesis uses empirical findings for the danish economy in its theoretical framework to get a better understanding of how the use of Tobin's portfolio theory explains the relationship between the real and financial side of the economy.

Through the use of vector models and ARDL Bounds tests this thesis has found meaningful and time consistent estimates for parts of Tobin's theory using data of the long term interest rate and the rate of return on the danish stock index C20. The incorporation of these estimates in an SFC model shows that the households' allocation of wealth has a significant impact on the real economy. This is shown through shocks to the initial balance in the model to the expected rate of return on different financial assets held by the household, and a shock to the propensity to consume out of disposable income. In both cases the real economy as well as the allocations of assets held is affected by the changes applied, which implies that the model does catch the relationship between the real and financial side of the economy using Tobin's portfolio theory.

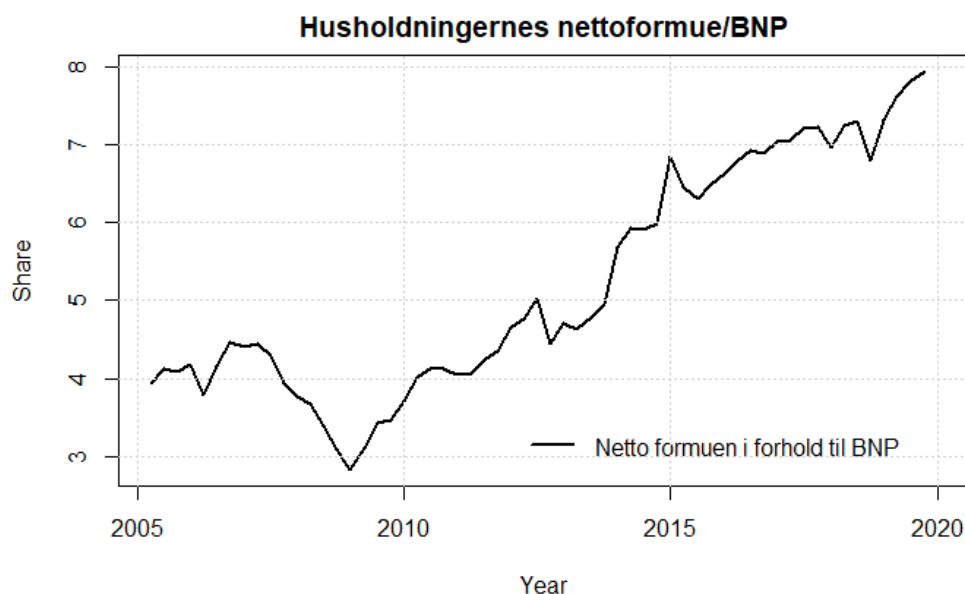
Furthermore, this project argues, that the use of Tobin's portfolio theory in a macroeconomic context such as the one constructed in this thesis may cause problems. These problems range from finding time consistent λ -estimates in the econometric analysis to the absence of a specific measure of risk and additional behavioural economic effects in the theory itself, in which the latter makes it simpler but also less realistic. A discussion of the applicability of Tobin's portfolio theory - despite its problems stated above - served as a foundation to conclude that the theory is valid in a macroeconomic model in spite of the aforementioned critiques.

2 Indledning

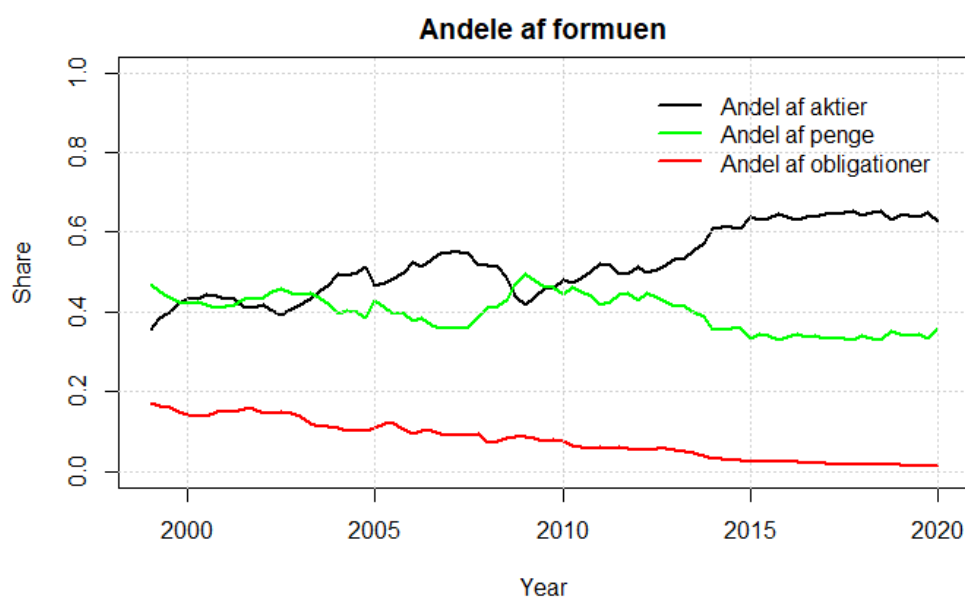
Makroøkonomer og politikere er afhængige af realistiske modeller til at analysere og vurdere politiske tiltag. Et af de mere komplicerede emner disse makroøkonomiske modeller skal kunne analysere er husholdningernes porteføljeallokering, der i nyere tid har fået en større og større betydning for den økonomiske udvikling. Først og fremmest er det interessant at se hvordan makroøkonomiske stød påvirker denne allokering, men lige så interessant hvordan allokeringen påvirker realøkonomien. Her er specielt sidstnævnte relation svær at anskue.

I en dansk kontekst kan den stigende relevans af porteføljeallokering blandt andet tildeles den voksende formue i den private sektor, som det fremgår af figur 1. Her observeres udviklingen i den private sektors nettoformue, som siden finanskrisen i 2008 har oplevet en markant stigning. Den voksende nettoformue tildeles derfor også en større betydning, når denne skal allokere imellem finansielle aktiver. En stor del af husholdningernes formue behandles af pensionsselskaber, hvor professionelle porteføljeforvaltere søger at skabe det størst mulige afkast og samtidig løbe den mindst mulige risiko. Dilemmaet mellem afkast og risiko ved valg af finansielle aktiver står de enkelte husholdninger, ligesom pensionsselskaberne, også med, når de skal placere den resterende del af formuen. I dag vælger flere private sågar selv at investere deres pensionsmidler, og allokere imellem eksempelvis aktier, obligationer og mere likvide midler i form af kontanter og indestående i banker (Erichsen, 2020).

Over tid er der sket en markant ændring i formueplaceringen mellem de tre førnævnte finansielle aktiver, som det fremgår af figur 2, der viser allokeringen mellem aktier, obligationer og likvide midler. Her kan det observeres, at husholdningerne over tid har placeret en større del af deres formue i aktier med et modsvarende fald i obligationer og likvide midler. Dermed kan det vurderes, at danskerne generelt tager en større risiko med deres formue, som samtidig muliggør et større afkast på investeringerne, hvilket folgeligt kan give en øget formue. Det vil derfor være interessant at undersøge, hvordan danskernes adfærd vedrørende porteføljeallokeringen påvirker den samlede økonomi.



Figur 1: Udvikling af husholdningernes nettoformue i forhold til BNP fra 2005 til 2020 (Statistikbanken, 2021) (Statistikbanken, 2021).



Figur 2: Udvikling af husholdningernes allokering mellem aktier, obligationer og penge (Statistikbanken, 2021).

Den øgede relevans af relationen imellem den finansielle sektor og realøkonomien kommenteres også af den britiske økonom Wynne Godley, som allerede i 1999 advarede mod en uundgåelig krise i den amerikanske økonomi (Godley, 1999). Lavoie (2012, p. 264)

nævner, at der gennem Godley og den amerikanske økonom James Tobins analyser fremsættes et behov for en makroøkonomisk model, der fanger sammenhængen mellem den finansielle side og den reale side af økonomien. Dette har den post-keynesianske skole taget til sig med en øget interesse for Stock-Flow Consistent (SFC) modeller. En af de mest komplekse modeller baseret på Danmark er ADAM udviklet af Danmarks Statistik, der anvender Tobins porteføljeteori til at estimere husholdningernes porteføljeallokering (Danmarks Statistik, 2012).

ADAM nævner en problemstilling (vedrørende tidsinkonsistente estimater) i forhold til at estimere danskernes adfærd, når det kommer til porteføljeallokering på makroøkonomisk niveau. Det kunne derfor være interessant at efterprøve Tobins porteføljeteori på dansk data for herefter at benytte den i en mere simpel makroøkonomisk model. Hermed vil det være muligt at undersøge, om relationerne mellem den finansielle og reale side af økonomien kan opfanges i en sådan model.

Ovenstående problemstilling kan undersøges ved at opstille en økonometrisk model med henblik på at forklare sammenhængen mellem finansielle og reale variable. Netop en sådan undersøgelse bliver af Abildgren (2016) foretaget for Danmark, som også nævner, at en af udfordringerne ved at analysere sammenhænge mellem den finansielle side og den realøkonomiske side er graden af tidsvariation i estimaterne. Dette kan blandt andet skyldes de ændringer i reguleringer, der over tid er foretaget i den finansielle sektor. I tiden efter finanskrisen har der været et fokus på at løbe en relativt mindre risiko i finanssektoren, hvor blandt andet regulering af institutternes styring af likviditets- og fundingrisici, gennem likviditetsmål, er blevet yderligere skærpet (Nødgaars, 2018).

På denne baggrund kunne det være interessant at analysere, hvorledes det ved at benytte Tobins teori på relevant data, er muligt at finde tidskonsistente estimater for husholdningernes andele i forskellige aktiver.

I det ovenstående blev der opstillet flere interessante undersøgelsesgrundlag, der leder ud i nedenstående problemformulering, som danner grundlag for dette projekt.

2.1 Problemformulering

Hvorvidt kan Tobins porteføljeteori anvendes på dansk data, og hvorledes kan den integreres i en teoretisk SFC model med henblik på at vurdere resultaternes validitet?

I forbindelse med arbejdet med projektets problemformulering vil følgende underspørgsmål blive besvaret:

- Hvad forstås ved Tobins porteføljeteori, og hvad er teoriens udfordringer i en makroøkonomisk model?
- Hvilke empiriske resultater opnås ved estimering af Tobins porteføljeteori på dansk data?
- Hvordan vil en udvikling i husholdningernes allokering af aktiver blive fanget i en SFC model baseret på de estimerede koefficienter fra Tobins porteføljeteori og observeres en realøkonomisk effekt herved?
- Hvorledes vurderes Tobins porteføljeteori at være valid i en SFC model givet teoriens udfordringer?

2.2 Udvidet problembestemmelse/afgrænsning

Sektion 3, der følger denne afgrænsning, giver en gennemgang af den relativt beskedne mængde af akademisk litteratur, som beskæftiger sig med analysen af årsagssammenhænge mellem allokering af finansielle aktiver og den reale side af økonomien. Hertil findes en begrænset mængde af litteratur i en dansk kontekst, hvorfor dette projekt forsøger at yde et bidrag til denne. Denne danske vinkling indeholder samtidig en række naturlige interesseforhold, hvorfor dette projekt afgrænses til den danske økonomi. Dertil anskuer projektet en tidshorisont for undersøgelsen fra 1. januar 2005 til og med 31. december 2019¹.

Årsagen for valget af netop denne tidsperiode bunder hovedsageligt i tilgængeligheden af data for danske husholdningers allokering af finansielle aktiver. Dertil tilføjes, at

¹ Dog laves modeller og test kun med data fra 2005Q2 til 2019Q4, da udregning af visse variable har krævet en lagged værdi

kriser generelt ikke fungerer i en tidsserieanalyse, hvorfor dataperioden ikke inkluderer en nylig krise som coronakrisen. Af samme årsag beskæftiger projektet sig ikke yderligere med denne krise, udover at den kort fungerer som et argument for valget af et specifikt stød til forbrugstilbøjeligheden i sektion 7.6.4.

Valget af de inkluderede danske finansielle aktiver i undersøgelsen for dette projekt, er hovedsageligt foretaget ud fra et "anvendelighedsprincip", hvortil det kan udledes af Godley og Lavoie (2012), at anvendelige aktiver til en sådan undersøgelse vil være aktier, rentebærende obligationer og penge. Valget af de inkluderede makroøkonomiske reale variable sker tilmed med udgangspunkt i Godley og Lavoie (2012).

For i dette projekt at kunne opbygge en simpel SFC model med en lukket økonomi, benyttes udelukkende de makroøkonomiske variable, som er relevante hertil, hvorfor en sektor som udlandet ikke indgår i denne opbygning.

I den økonometriske undersøgelse anvendes (proxy) variablene: den lange rente, afkast på C20-indekset samt variable for andelene af aktier, obligationer og penge i forhold til husholdningernes samlede formue i de tre aktiver². Alternative variable er ligeledes blevet forsøgt testet, hvor variable og resultater for disse tests fremgår af bilag sektion 11.7 og sektion 11.8. Da det er umuligt at teste alle variable, kan det ikke udelukkes, at andre alternative variable kunne have vist sig signifikante.

I dette projekt vil Tobins porteføljeteori efterprøves i en SFC model, hvor andre alternative porteføljeteorier blot vil blive forklaret og derfor ikke praktisk efterprøvet. Ligeledes vil Tobin's q , foruden anvendelse som forklaringskraft, ikke yderligere behandles i projektet.

Det fremgår af sektion 3, at litteraturen ikke har været i stand til at finde tidskonsistente estimater, hvor reguleringer i den finansielle sektor over tid, nævnes som en årsag hertil. Disse reguleringer vil dog ikke yderligere behandles i projektet. Videre afgrænsning sker i form af metoder til projektet, hvor der i den eksisterende litteratur benyttes en række forskellige tests og modeller, som hver har sine styrker og svagheder. I dette projekt sker valget af metoder i nogen grad ud fra tilgængelighed, hvor ARDL Bounds tests

² Fremover vil andel af aktier, obligationer og penge i forhold til husholdningernes samlede formue blive nævnt som henholdsvis andel af aktier (aaa), andel af obligationer (aao) og andel af penge (aap).

samt SFC modeller udgør det primære vidensfundament givet fagindholdet for kurser på bacheloruddannelsen i økonomi på Aalborg Universitet. Foruden bacheloruddannelsens fagindhold er modeller som VECM og VAR anvendt samt Johansen Cointegration test. Disse er essentielle for undersøgelsen, da de muliggør estimering med samtidsskorrelation.

2.3 Projektmetode

Projektets fremadrettede fremgangsmetode er opbygget således, at der i sektion 3 først redegøres for hvordan porteføljeteorier anvendes i en makroøkonomisk kontekst. I sektion 4 gives en gennemgang af de modeller og tests, der i projektet anvendes til at udføre analysen, samt de diagnostikker, der anvendes til at kvalitetssikre denne. Der gives her ligeledes en kort forklaring af de anvendte dataserier. Videre redegøres der i sektion 5 for Tobins porteføljeteori og dennes rolle i en makroøkonomisk model med udgangspunkt i ADAM. Udfordringer ved teorien udledes, hvortil der sammenlignes med en alternativ model - CAPM - med henblik på senere i projektet at kunne diskutere de opstillede udfordringer ved teorien. Sektion 6 anvender de opstillede modeller og tests til at estimere Tobins porteføljeteori på dansk data. Dette leder således videre til sektion 7, hvor estimerne fra den foregående sektion anvendes i en SFC model, for at analysere om Tobins porteføljeteori gennem anvendelse af disse estimater observerer en relation mellem den finansielle og reale side af økonomien i modellen. Til sidst diskuteres analysens resultater i sektion 8 med udgangspunkt i tidskonsistente estimater, risikoaversion samt adfærdøkonomiske aspekter, med henblik på at kunne konkludere på anvendeligheden af Tobins porteføljeteori i en makroøkonomisk model.

3 Porteføljevalg i makromodeller

I den følgende sektion vil litteratur og teori vedrørende husholdningernes allokering af finansielle aktiver på et makroøkonomisk niveau blive behandlet. Det er essentielt at behandle udgangspunktet for moderne porteføljeteori, som ligger til grund for nyere teorier. Litteraturen herom finder flere problemstillinger ved at inkludere disse porteføljeteorier i SFC modeller, som kandidat for en makroøkonomisk model, hvortil anden litteratur forsøger at imødekomme disse problemstillinger.

Den oprindelige moderne porteføljetilgang blev udviklet af Harry Markowitz i 1952 jævnfør kapitel 2 i Markowitz (2008), og er baseret på hypotesen om, at det for investorer er optimalt at påtage sig en kvantificerbar mængde risiko for dermed at kunne sammensætte en portefølje, som maksimerer afkast. Markowitz' teori var grundstenen for videreudviklingen af blandt andet Tobins teori og Capital Asset Pricing Model (CAPM) og er dermed essentiel for en undersøgelse af husholdningernes allokering, da denne implementerede diversificering i porteføljen og dermed også vigtigheden af risiko.

Markowitz argumenterer i sin moderne porteføljeteori, at diversificering er nøglen til at kunne reducere risikoen i en portefølje. Denne diversificering foreskriver, at investorer gennem en kvantitativ metode, hvor der investeres i mere end ét aktiv, kan reducere porteføljens risikoniveau (Hillier et al., 2012, p. 88). Denne kvantitative metode kan benyttes, såfremt risikoen ved disse forskellige aktiver ikke er positivt korreleret. Dermed skal kovariansen mellem disse være negativ for at sænke porteføljerisikoen. Investering handler derfor ikke udelukkende om at vælge de mest potente aktiver til sin portefølje, da det i nogen grad er ligeså essentielt at vælge den rigtige kombination af aktiver for dermed at reducere risiko gennem diversificering.

Når en investor køber et aktiv, vil et naturligt risikoelement være forbundet med, at afkastet bliver lavere end forventet, eller at et potentielt tab finder sted. Dette vil på anden vis foreskrive, at afkastet af dette aktiv afviger negativt fra det gennemsnitlige afkast af porteføljen, da hvert aktiv har sin egen standardafvigelse fra gennemsnittet - hvilket netop defineres som risiko i moderne porteføljeteori. Her skelnes mellem to risikokomponenter i moderne porteføljeteori, som er systematisk risiko og usystematisk risiko. Den første risikokomponent defineres som forskellige typer af markedsrisici, hvil-

ket ikke kan imødekommes gennem diversificering, eksempelvis renter, recessioner eller krig. Den anden risikokomponent defineres som værende specifik for individuelle aktiver og er samtidig den del af aktivets afkast, der ikke er korreleret med generelle markedsbevægelser, eksempelvis ændringer i ledelsen eller et fald i driften. Omvendt kan denne type af risici imødekommes gennem diversificering, da inkludering af flere forskellige aktiver i en portefølje vil reducere effekten af denne aktivspecifikke risikokomponent.

Markowitz har gennem sin moderne porteføljeteori ændret den måde, hvorpå investorer opfatter risikokomponenter, aktivafkast og generel porteføljestyring. Gennem inkorporering af diversificering i porteføljesammensætning er det muligt for investorer og pengeforvaltere at reducere risikoen forbundet med investeringer. Ligeså har moderne porteføljeteori haft betydning for udbredningen af passiv investering, da investorer i nyere tid har tendens til i større grad at vælge indeksfonde (Laugesen og Dengsøe, 2021), som er præget af diversificering, hvilket vidner om, at moderne porteføljeteori i nogen grad er allestedsnærværende.

Markowitz' teori dannede samtidig grundlaget for andre porteføljeteorier, som anvendes i makroøkonomiske undersøgelser som den af Godley og Lavoie (2012), der i præsentationen af SFC modeller, beskriver Tobins porteføljeteori som værende en standardteori. Begrundelsen herfor ligger i *adding-up* princippet. Her foreskriver porteføljeteorien, at andelen af formuen fordeles på de finansielle aktiver bestemt ud fra det relative afkast, hvor effekten på andele, givet ændringer i disse afkast, vil summere til nul for alle aktiver.

Tobins teori kritiseres, da økonometrikere endnu ikke har været i stand til at finde tidskonsistente estimater for disse andeles koefficientværdier (Godley og Lavoie, 2012, p.11). Årsagen til dette er formentlig det lave antal observationer samt det store antal parametre, der i teorien skal estimeres. I forhold til dette antager Godley og Lavoie (2012) dog, at koefficienterne, der bestemmer de relevante andele, er faste over tid *cet. par.*

Ud fra denne SFC model anvendes forskellige chok, med en række alternative antagelser om eksogene variabler og parametre, for at undersøge konsekvenserne heraf. Givet erfaringer med simuleringer af sådanne modeller foreskrives det af Godley og Lavoie (2012), at det vil være muligt at opbygge informeret intuition omkring virkelige økonomiske systemer samt aktivallokering.

Om end Tobins porteføljeteori er blevet udsat for Godleys kritik, anvendes denne, eller modificerede udgaver af denne, oftest i SFC modeller, hvor en af disse modeller er blevet udarbejdet af Zezza og Zezza (2020).

Undersøgelsen af Zezza og Zezza (2020) behandler forholdet mellem de reale og finansielle sektorer for den italienske økonomi. Dette gøres gennem en kvartalsmæssig SFC model, hvortil Zezza og Zezza (2020) opstiller den regnskabsmæssige struktur for sektortransaktionerne gennem en transaktionsmatrice og en balancematrice. Ud fra denne beskrives blandt andet porteføljevalg for investorer. Analysen af den private sektor udføres med særskilt overvejelse af samspillet mellem husstande, ikke-finansielle selskaber (NFC'er), finansielle virksomheder og centralbanken. Zezza og Zezza (2020, p. 11) observerer, at andelen af højlikvide aktiver (pengebasen plus bankindskud) er steget støt fra omkring 50% af BNP til over 70% af BNP, mens beholdningen af mere risikable aktiver (såsom aktier og obligationer) har været faldende jf. figur 3 i Zezza og Zezza (2020, p. 11).

Porteføljeteorien bliver i Zezza og Zezza (2020) anvendt for tilfældet med tre finansielle aktiver i et lukket system. De tre aktiver er penge, kortfristede gældsværdipapirer³ og obligationer. Heri undersøges det, hvordan husholdningerne fordeler deres formue mellem de forskellige aktiver, hvortil en simpel teori fra Brainard og Tobin (1968) og Tobin (1969), der tilføjede transaktionsefterspørgslen efter penge til den keynesianske tankegang om likviditetspræference, danner grundlag. Ifølge Zezza og Zezza (2020), vil det i tilfælde med data fra den virkelige verden være vanskeligt at estimere de relevante sammenhænge mellem den relative afkastrate, efterspørgsel og udbud af forskellige aktiver og passiver, hvis disse sammenhænge findes. Dette skyldes betragtninger vedrørende datastruktur, den tilgængelige tidsperiode, tilstedeværelsen af strukturelle brud mv. Ikke desto mindre antages principperne bag Tobins teori at være gældende.

Zezza og Zezza (2020) opstiller en RoR-matrice (rate of return) ud fra data for den italienske økonomi. Afkastet på aktiver beregnes som summen af ændringen i aktivernes pris og den relative rente. For NFC-aktier benyttes i stedet strømmen af udbytte, der betales af NFC'er relativt til den eksisterende aktiebeholdning. Beholdningen af hvert aktiv defineres gennem estimerede porteføljeandele i samlede aktiver, hvor det samtidig anta-

³ Dette nævnes fremadrettet i projektet som bills

ges, at husstande har adaptive forventninger til RoR. Ud fra disse definitioner estimeres et ligningssystem for RoR-matricen, hvortil de resulterende koefficienter kommenteres. De fleste af de estimerede λ -værdier for RoR-matricen er enten ikke signifikante eller viser det forkerte fortegn. Ikke desto mindre fandt Zezza og Zezza (2020) enkelte meningsfulde relationer blandt andet en negativ sammenhæng mellem RoR på statsobligationer og udenlandske aktiver.

Afslutningsvis kommenterer Zezza og Zezza (2020), at svaghederne, der skal overvindes i undersøgelsen, er relateret til den stadig utilfredsstillende behandling af porteføljeforvaltning, da Tobins tilgang tilsyneladende ikke finder en forventelig sammenhæng mellem de inkluderede aktivers afkast. Dertil argumenteres det, at disse svagheder skal imødekommes gennem opdatering af tilgængeligt data, revision af estimater for modellen samt overordnet modeludvikling. Netop denne opdatering og udvidelse af tilgængeligt data, er blevet forsøgt i en undersøgelse af Abildgren (2016), som selv estimerer dataobservationer for at udvide datamængden.

Abildgren (2016) har i artiklen *A century of macro-financial linkages* foretaget en undersøgelse baseret på egne estimerede dataobservationer på BNP for Danmark fra 1921-1947. Denne øgede mængde dataobservationer for BNP muliggør, at fremtidige økonometriske projekter drager konklusioner ud fra et større observationssæt, hvorfor validiteten af undersøgelsen forbedres. Abildgren estimerer selv den kvartalsvise BNP for disse år ved at benytte fire konjunkturcyklus-indikatorer for 1921 til 1947 (Abildgren, 2016, p. 459).

Efter at antallet af observationer for BNP er blevet forøget, testes de makrofinansielle sammenhænge for Danmark, USA og Canada for tre dataperioder, som er henholdsvis 1921-1949, 1950-1979 og 1980-2014. Der opstilles således en SVAR model bestående af syv endogene variable: real BNP, arbejdsløshedsraten, forbrugerprisindeks (CPI), den korte rente, den lange rente, pengeudbuddet og aktieprisindeks. Efterfølgende anvendes variansdekomposition til at udlede et givent finansielt stød - herunder strukturelle stød til den lange rente, pengeudbuddet og aktieprisindekset - for at analysere effekten på realøkonomiens volatilitet. Det findes, at de finansielle chok har en signifikant betydning på volatilitet i output og arbejdsløshed i alle testperioder for alle involverede lande.

Omvendt analyseres også realøkonomiske chok i form af strukturelle chok til BNP,

arbejdsløshedsraten og CPI samt disses effekt på volatiliteten af de finansielle variable. Her findes der lignende signifikante resultater. Det illustreres, at variansdekompositionen finder, at andelen (i %) af variansen i real BNP og i arbejdsløsheden, som er forklaret af finansielle chok, er størst i første sample (1921-1949) og aftager herefter, for Danmark, fra periode til periode. Variansdekompositionen finder yderligere, at andelen (i %) af variansen i den lange rente, pengeudbuddet, og aktiepriserne, som er forklaret af realøkonomiske chok, er mindst i første sample og stiger herefter til at være størst i sidste sample. Således konkluderes der en tidsvarians mellem de analyserede perioder.

Som Zezza og Zezza (2020) nævner, har svagheden i deres anvendte SFC model for Italien været den stadig utilfredsstillende behandling af porteføljeallokeringen ved brug af Tobins porteføljeteori herunder problemer med tidsinkonsistente estimater. Her bekræfter Abildgren (2016) denne problematik ved at benytte økonometriske metoder til at finde relationen mellem den reale og finansielle side på et makroøkonomisk niveau, hvor der netop findes en problemstilling med tidsinkonsistente estimater, som tilmed nævnes i Godley og Lavoie (2012).

Dette har ledt til et forsøg af Kemp-Benedict og Godin (2017) på at videreudvikle Tobins porteføljeteori. Kemp-Benedict og Godin (2017) beskriver Tobins porteføljeteori som værende et standardelement i en standard SFC model, hvor de beskriver, at allokeringen bestemmes af afkastet på de anvendte finansielle aktiver. Dette er med til at bestemme markedsværdien, som divideret med den fysiske kapitalbeholdning giver Tobin's q . Kemp-Benedict og Godin (2017) påpeger dog, at Tobins teori ignorerer effekter udover afkastet på aktiver, og ønsker derfor at introducere risiko i deres analyse af porteføljeallokeringen på et makroøkonomisk niveau.

Her nævnes blandt andet en model som CAPM, der bruger statistiske mål som standardafvigelse og varians til at definere risiko. Kemp-Benedict og Godin (2017) finder dog ikke denne anvendelig på et makroøkonomisk plan, men i stedet at det mest anvendelige mål for risiko er porteføljeforvalterens afvigelse fra afkastmålet. Det argumenteres, at hvis en investeringsforvalter, med et mål om et årligt afkast på 7%, investerer i et finansielt aktiv med lav volatilitet og forventet afkast på 6%, ses dette som at løbe en stor risiko. I opbyggelsen af deres SFC model antages det, at investorer tildeler hvert aktiv

en risikoværdi uafhængigt af de andre aktiver ud fra en fælles benchmarkværdi, som er uspecificeret. Det antages derudover, at der ingen sammenhæng findes imellem risiko og afkast. Kemp-Benedict og Godin (2017) finder, at investorer er villige til at løbe en højere risiko i et bull marked, hvorimod investorer under en recession har en lav tolerance for risiko. Sidstnævnte resulterer i en flugt til penge.

Modellen foreskriver også, at relationen mellem Tobin's q -værdi på aktiver og risiko afhænger af korrelationen mellem risiko og afkast. Hvis risiko og afkast er stærkt positivt korreleret vil højere risiko resultere i en lavere q -værdi. Modsat vil en stærk negativ korrelation mellem risiko og afkast føre til, at en øget risiko resulterer i en højere q -værdi. Kemp-Benedict og Godin (2017) nævner, at der må antages, at findes en stærk positiv korrelation mellem afkast og risiko, men at korrelationen i modellen kan tage begge fortegn.

3.1 Opsummering

Først blev Markowitz præsenteret, der med sin porteføljeteori skabte grundlaget for de porteføljeteorier, der i dag anvendes i makroøkonomiske modeller. Godley og Lavoie (2012) opstiller en makroøkonomisk model og anvender her Tobins porteføljeteori, der beskrives som et standardelement, selv om Godley og Lavoie (2012) fremlægger problemstillinger ved dette i form af tidsinkonsistente estimater. Disse problemstillinger fremgår også af Zezza og Zezza (2020) og angår tilgængeligheden af data til anvendelse i Tobins porteføljeteori, hvortil også datastrukturen bliver nævnt som en problemstilling. Abildgren (2016) bekræfter tilmed tidsinkonsistensen i en økonometrisk undersøgelse på dansk data. Til sidst fremlægger Kemp-Benedict og Godin (2017) et bud på en udvidelse af Tobins porteføljeteori, der også inkluderer et mål for risiko.

I næste sektion vil dette projekts økonometriske metode blive gennemgået, hvorefter en forklaring af det anvendte data opstilles.

4 Økonometrisk projektmetode og data

Den økonometriske metode anvendt i projektet vil nu blive uddybet. Først vil der gives en kort forklaring af stationaritet ved tidsserier. Dernæst vil der gives en kort præsentation af de anvendte økonometriske modeller i projektet, samt metoden benyttet til overholdelse af OLS-antagelserne. Til sidst vil det anvendte data kort præsenteres.

4.1 Stationaritet

Det er i de anvendte modeller vigtigt at konkludere, hvornår de udvalgte tidsserier er stationære. Mangel på stationaritet kan skyldes unit root - også kaldt en random walk med et drift. Unit root kan være et problem, da dette gør tidsserien uforudsigelig og derfor ikke kan bruges i en model. Det kan også kaldes en stationær proces af første difference. Herved forstås, at man kan gøre tidsserien stationær igen ved at tage d differencer af tidsserien med d antal unit roots (Enders, 2017, p. 190-191). Det er således både vigtigt at afgøre variablenes integrationsorden samt at definere hvilken form for stationaritet, der ønskes og betydningen af disse. Stationaritet vil her forklares i tre former, henholdsvis streng stationaritet, svag stationaritet og trend stationaritet.

4.1.1 Streng stationaritet

Plaff (2011) beskriver en svagt stationær proces matematisk som:

$$F[y_1, y_2 \dots y_t, \dots, y_T] = F[y_{1+j}, y_{2+j}, \dots, y_{t+j}, \dots, y_{T+j}] \quad (4.1)$$

Hvor $F[\cdot]$ er den samlede sandsynlighedsfordeling. Dermed vil sandsynlighedsfordelingen af observationerne i tidsserien være uafhængige af tid. Dette indikeres ved, at sandsynlighedsfunktionen på højre side af lighedstegnet er j perioder i fremtiden.

4.1.2 Svag stationaritet

Svag stationaritet bygger på de nedenstående tre antagelser:

$$E[y_t] = \mu < \infty \quad (4.2)$$

$$Var[y_t] = E[(y_t - \mu)^2] = \gamma_0 < \infty \quad (4.3)$$

$$\text{Cov}(y_t, y_{t-k}) = E[(y_t - \mu) * (y_{t-k} - \mu)] = \gamma_k, \text{ For } k = 1, 2, 3, \dots \quad (4.4)$$

I ligning 4.2 antages, at serien har et konstant gennemsnit, der dermed ikke er afhængig af tiden. Af de sidste to ligninger 4.3 og 4.4 antages det, at varians-kovarians matricen er konstant over tid.

4.1.3 Trend stationaritet

Under trend stationaritet afviges der fra den første antagelse, som fremgår af ligning 4.2 under svag stationaritet. Her kan gives et eksempel med AR(1) processen, hvor en tidstrend er inkluderet:

$$y_t = \mu + t + \theta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.5)$$

En autoregressiv model er en regression af en variabel mod laggede værdier af variabelen - i tilfældet med AR(1) er der én lagged variabel af den afhængige variabel, hvor det antages, at fejleddet er *independently and identically distributed*, $IID(0, \sigma^2)$. Her kan gennemsnittet udledes som ved ligning 4.6, hvor det fremgår, at gennemsnittet er afhængigt af tiden:

$$E[y_t] = \frac{\mu + t}{1 - \theta_1} \quad (4.6)$$

Dog vil antagelsen om en konstant varians-kovarians matrice stadig være overholdt. I dette projekt ønskes det at finde hvornår tidsserierne er svagt stationære. Metoden hertil vil præsenteres i næste sektion, der omhandler Augmented Dickey-Fuller testen.

4.2 Augmented Dickey-Fuller test

Inden anvendelsen af projektets variable i de udvalgte økonometriske modeller er det nødvendigt at bestemme integrationsordenen for de udvalgte tidsserier. Hertil vil Augmented Dickey-Fuller testen (ADF testen) benyttes med udgangspunkt i kapitel 4.5 til 4.7 i Enders (2017).

I 1979 opstiller Dickey og Fuller tre regressioner til test for unit root. Disse fremgår af ligning 4.7 til 4.9: Den første ligning opstilles som en pure random walk. Dernæst

inkluderes β_0 som et drift term. I den sidste ligning inkluderes også en tidstrend $\beta_2 t$.

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.7)$$

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.8)$$

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 t + \varepsilon_t \quad (4.9)$$

For at opnå Dickey-Fuller ligningerne fratrækkes y_{t-1} på begge sider af lighedstegnet. Dermed opnås følgende tre ligninger:

$$\Delta y_t = \pi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.10)$$

$$\Delta y_t = \beta_0 + \pi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.11)$$

$$\Delta y_t = \beta_0 + \pi y_{t-1} + \beta_2 t + \varepsilon_t \quad (4.12)$$

I ligning 4.10 til 4.12 kan π skrives som $\pi = (\beta_1 - 1)$. H_0 -hypotesen er dermed $\pi = 0$. Hvis denne ikke kan afvises vil det betyde, at modellen indeholder unit root. Omskrivningen fra Dickey-Fuller ligningerne til Augmented Dickey-Fuller sker ved højere ordens ligninger såsom ligning 4.13, der kan skrives ved den p'ende ordens autoregressive proces:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \dots + \beta_{p-2} y_{t-p+2} + \beta_{p-1} y_{t-p+1} + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (4.13)$$

Først lægges $\beta_p y_{t-p+1}$ til på begge sider, der faktoreriseres og $\beta_p y_{t-p+1}$ fratrækkes igen på begge sider, så ligningen nu kan skrives således:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \dots + \beta_{p-2} y_{t-p+2} + (\beta_{p-1} + \beta_p) y_{t-p+1} - \beta_p (y_{t-p+1} - y_{t-p}) + \varepsilon_t \quad (4.14)$$

Det sidste led kan nu også skrives som ændringen i y for periode $t - p + 1$.

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \dots + \beta_{p-2} y_{t-p+2} + (\beta_{p-1} + \beta_p) y_{t-p+1} - \beta_p * \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (4.15)$$

Hernæst foretages samme proces med $(\beta_{p-1} + \beta_p)y_{t-p+2}$. Dermed opnås:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \beta_3 y_{t-3} + \dots - (\beta_{p-1} + \beta_p)y_{t-p+2} - \beta_p * \Delta y_{t-p+1} + \varepsilon_t \quad (4.16)$$

Fortsættes denne metode opnås til sidst:

$$\Delta y_t = \beta_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \alpha_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (4.17)$$

Her gælder, at $\gamma = -(1 - \sum_{i=1}^p \beta_i)$ og $\alpha_i = \sum_{j=i}^p \beta_j$

Det er hermed muligt at teste for signifikans af lags, der ellers vil fremgå i fejleddet og skabe en mulig korrelation deri. Ved anvendelse af ADF testen er det derfor muligt at tage forbehold for antagelsen om seriekorrelation (TS.5). ADF testen tester for unit root ved at opstille H_0 -hypotesen, at $\gamma = 0$. Hvis denne ikke kan afvises, siges modellen at lide under unit root. Konkluderes det, at variabelen indeholder unit root, vil antagelsen om svag stationaritet ikke være overholdt. Dermed vil gennemsnit og varians-kovarians matricen være en funktion af tid. Løsningen hertil vil være at tage den første difference af variabelen. Hvis H_0 -hypotesen derefter kan afvises, kan det konkluderes, at variabelen nu ikke længere lider af unit root og er svagt stationær. Dermed vil variabelen siges at være integreret af første orden, $I(1)$. Nogle af de undersøgte variable har vist sig at være $I(0)$ i ADF testen, men med en signifikant trend. Dette beskrives som, at variabelen er trend stationær. Dette medfører, at gennemsnittet afhænger af tiden, mens varians-kovarians matricen er en konstant. I denne situation vil den korrekte fremgangsmåde være at fjerne den signifikante trend, hvilket også vil gøres ved at tage den første difference. Såfremt t-værdien i nogle af de gennemførte ADF tests ligger tæt på den kritiske værdi ved et 5% signifikansniveau, vil Phillips-Perron testen (PP testen) blive benyttet som supplerende bekræftelse.

4.3 ARDL Bounds Test

Pesaran et al. (2001) udviklede i 2001 en ny metode til at teste for en lineær sammenhæng mellem en afhængig variabel og tilhørende uafhængige variable. Denne test kan benyttes selvom det ikke vides med sikkerhed om variablene er trend stationære eller stationære af

første difference. H_0 -hypotesen foreskriver, at der ingen langsigtet sammenhæng eksisterer mellem variablene. Den asymptotiske fordeling under H_0 -hypotesen, der foreskriver, at der ikke findes noget niveauforhold, giver to grænser (bounds), som er afhængige af integrationsordenen for de forklarende variable. Den asymptotiske kritiske værdi, i tilfælde af at alle de beskrivende variable udelukkende er $I(0)$, vil være lower bound og vil være upper bound ved udelukkende $I(1)$ variable.

Som indikeret kan testen benyttes ved anvendelse af variable værende $I(0)$ eller $I(1)$. Dette kan også ses ved omskrivningen til Error Correction Model (ECM), som foretages nedenfor. Metoden hertil vil følge Eriksen (2020), hvor første trin er test af variablene for at beslutte integrationsordenen for disse. Hertil benyttes ADF testen, som er forklaret ovenfor. Dernæst opstilles de anvendte variable i en Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model med intercept, hvis dette findes signifikant. Herefter omskrives modellen til en ECM. Denne omskrivning vil ske ved brug af en ARDL model med 2 variable, hvor modellen inkluderer ét lag af den afhængige variabel og ét lag af den uafhængige variabel. Dette kaldes også en ARDL(1,1) model, hvor denne fremgår af ligning 4.18.

$$y_t = \mu + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.18)$$

Den detaljerede udledning af ECM fremgår af bilag 11.1.1, hvor $(1 - \alpha_1)$ i den sidste ligning kan skrives som θ_1 . Samtidig vil $(\beta_0 + \beta_1)$ skrives som ϕ_1 . Dermed opnås ECM-formatet i ligning 4.19.

$$\Delta y_t = \beta_0 \Delta x_t + \varepsilon_t - \theta_1 y_{t-1} + \mu + \phi_1 x_{t-1} \quad (4.19)$$

Hernæst kan θ_1 sættes uden for parentes.

$$\Delta y_t = \beta_0 \Delta x_t + \varepsilon_t - \theta_1 [y_{t-1} + \frac{\mu}{-\theta_1} + \frac{\phi_1}{-\theta_1} x_{t-1}] \quad (4.20)$$

Herved kan speed of adjustment, $-\theta_1$, og det langsigtede estimat for x_t , $\frac{\phi_1}{\theta_1}$, udledes, hvor det langsigtede estimat også kan skrives som $\frac{\beta_0 + \beta_1}{1 - \alpha_1}$. Det langsigtede led bliver, som modellens navn indikerer, et fejlkorrigeringsled. Det kan bedst ses ved ligning 4.19, hvor $\theta_1 y_{t-1} + \mu + \phi_1 x_{t-1}$ kan skrives som fejlleddet i sidste periode $\theta_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}$. De kortsigtede estimer fremgår af $\beta_0 \Delta x_t$. Her er differensen taget, hvorfor disse vil være stationære og

dermed ikke vil behøve nogen fejlkorrektion.

Næste trin er at fjerne insignifikante lags af de inkluderede variable fra modellen. Samtidig testes de generelle OLS-antagelser, som er nærmere beskrevet i sektion 4.6. Der vil her udføres en F-test på niveauparametrene. F-testen sammenlignes med lower bound og upper bound som beskrevet ovenfor. Findes en F-værdi, der er under lower bound, findes der ingen langsigtet lineær sammenhæng mellem den afhængige variable og de uafhængige variable. Ligger F-værdien imellem lower bound og upper bound findes en sammenhæng mellem den afhængige og mindst én af de uafhængige variable. Det vides dog ikke for hvilken/hvilke dette er tilfældet. Findes det, at F-værdien ligger over upper bound, findes der en langsigtet sammenhæng mellem den afhængige variable og alle de uafhængige variable. I tilfælde af at der eksisterer et langsigtet forhold, vil sidste step være at udregne de langsigtede estimater.

4.4 VECM/VAR model

Når der er mere end én tidsserie, der skal estimeres, kan enten en Vector Autoregression (VAR) model eller en Vector Error Correction Model (VECM) anvendes.

4.4.1 VAR

En VAR model kan estimere forholdet mellem flere variable og bruges, når der er tvivl om, hvorvidt en given variabel er eksogen. Modellen opstiller ligninger for hver variabel på symmetrisk vis (Enders, 2017, p. 285). Herved forstås, at alle variable opfattes som værende endogene. En første ordens VAR model, hvor der højst er ét lag på variablene, indeholdende variablene y_t og z_t , opstilles således:

$$y_t = b_{10} - b_{12}z_t - \gamma_{11}y_{t-1} + \gamma_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (4.21)$$

$$z_t = b_{20} - b_{21}y_t - \gamma_{21}y_{t-1} + \gamma_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt} \quad (4.22)$$

Følgende antagelser gør sig her gældende for denne primitive VAR-opstilling: Variablene er stationære, ε_{yt} og ε_{zt} er white noise (stokastisk med et gennemsnit på nul samt konstant varians), og ε_{yt} og ε_{zt} er ikke korrelerede. Fra ligningerne ses det, at y_t har en mulig effekt på z_t og omvendt, hvor denne effekt måles ved b_{12} og b_{21} . Dertil udgør ε_{yt} og ε_{zt} her

fejleddene, der opfanger stød til variablene.

Da variablene har en samtidig effekt på hinanden, er det ikke en mulighed at anvende OLS til at estimere y_t og z_t . Derfor er det nødvendigt at omdanne den primitive VAR model til matriceform for at kunne benytte matrice algebra til at udlede standardformen af VAR modellen, som kan benyttes til at estimere y_t og z_t . Denne matriceomskrivning skrives således:

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (4.23)$$

Dette kan også skrives som:

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 x_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.24)$$

Her gør sig gældende, at:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}, \quad x_t = \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix}, \quad \Gamma_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix}, \quad \Gamma_1 = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix}, \quad \varepsilon_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

Der ganges med B^{-1} på begge sider i ligning 4.23 med henblik på at isolere x_t .

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + \epsilon_t$$

Hvor:

$$A_0 = B^{-1}\Gamma_0, \quad A_1 = B^{-1}\Gamma_1 \quad \text{og} \quad \epsilon_t = B^{-1}\varepsilon_t$$

Dette kan omformuleres, sådan at a_{i0} er det i 'te led i A_0 -vektoren, a_{ij} er leddet i række i og kolonne j for matrice A_1 , og ϵ_{it} er det i 'te led af vektor ϵ_t .

$$y_t = a_{10} + a_{11}y_{t-1} + a_{12}z_{t-1} + \epsilon_{1t} \quad (4.25)$$

$$z_t = a_{20} + a_{21}y_{t-1} + a_{22}z_{t-1} + \epsilon_{2t} \quad (4.26)$$

Dermed er standardformen af VAR udledt fra den primitive form (Enders, 2017, p. 286).

Slutteligt kan det nævnes, at ϵ_{1t} og ϵ_{2t} nu består af chok fra både ε_{yt} og ε_{zt} og kan

udregnes således:

$$\epsilon_{1t} = (\varepsilon_{yt} - b_{12}\varepsilon_{zt}) / (1 - b_{12}b_{21}) \quad (4.27)$$

$$\epsilon_{2t} = (\varepsilon_{zt} - b_{21}\varepsilon_{yt}) / (1 - b_{12}b_{21}) \quad (4.28)$$

Typisk anvendes en VAR model til at udlede følgende: Granger Causality, Forecast Error Variance Decomposition (FEVD) og Impulse Response Functions (IRF) (Mallory, 2018a).

Granger Causality anvendes til at bestemme om en variabel, X, kan forårsage en anden variabel, Y. Dette er dog svært at fastlægge indenfor økonomi, så der fokuseres her på om den ene variabel kan benyttes til at lave forecast på den anden variabel. I dette tilfælde vil der således være belæg for at sige, at X granger causer Y.

Forecast Error Variance Decomposition anvendes til at bestemme, hvor meget en variabels varians påvirker en anden variabels varians, hvortil en opstillet VAR model og dennes ligningers forecast errors benyttes. Dermed kan FEVD ligeledes være en hjælp til at bestemme, hvor meget X og Y påvirker hinanden.

I en IRF integreres et stød til en variabel (typisk på én standardafvigelse) ind i en opstillet VAR model. Dermed kan det i VAR modellen aflæses, hvorvidt stødet (impulse) skaber en signifikant reaktion (response) på den givne variabel for et bestemt antal perioder frem.

I dette projekt er det primært den sidstnævnte, der anvendes.

4.4.2 VECM

Ligesom VAR modeller benyttes VECM også til at estimere forholdet mellem flere tids-serier. En fordel ved VECM over VAR modellen er, at VECM implementerer kort- og langsigtede led. Herved kan forholdet mellem de givne variable opdeles til kortsigtede og langsigtede estimator. Dette gør ligeledes estimatorne mere brugbare og præcise. Desuden gælder det, at hvis de beskrivende variable ikke er stationære, men der stadig findes kointegration i modellen, altså at der kan være tale om en spuriøs regression⁴, er det ikke muligt at anvende VAR modeller. Hertil skal anvendes en VECM, hvori der tilføjes et eller flere fejlkorrrektionsled, afhængigt af antal variable, der indgår i modellen til hver ligning:

⁴ en regression hvor to variable, som ikke er stationære, viser en sammenhæng i regressionen

$\alpha_i(\beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 z_{t-1})$ (Mallory, 2018b). Dermed kommer VECM til at se således ud:

$$\Delta y_t = \gamma_0^{y_t} + \alpha_1(\beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 z_{t-1}) + \gamma_1^{y_t} \Delta y_{t-1} + \gamma_2^{y_t} \Delta z_{t-1} + \epsilon_{yt} \quad (4.29)$$

$$\Delta z_t = \gamma_0^{z_t} + \alpha_2(\beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 z_{t-1}) + \gamma_1^{z_t} \Delta z_{t-1} + \gamma_2^{z_t} \Delta y_{t-1} + \epsilon_{zt} \quad (4.30)$$

Her udgør $(\beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 z_{t-1})$ det langsigtede forhold mellem de to tidsserier. Derudover udgør α modellens speed of adjustment (α blev i sektion 4.3 illustreret som θ), som fortæller, hvor lang tid det tager at opnå en langsigtet ligevægt igen efter et stød. De ovenstående ligninger kan nu omskrives til matriceform:

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ \Delta z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_0^{y_t} \\ \gamma_0^{z_t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_1^{y_t} & \gamma_2^{y_t} \\ \gamma_1^{z_t} & \gamma_2^{z_t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta y_{t-1} \\ \Delta z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_{yt} \\ \epsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (4.31)$$

α 'erne ganges med β 'erne og følgende ligning bliver dannet:

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ \Delta z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_0^{y_t} \\ \gamma_0^{z_t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_1 \beta_0 & \alpha_1 \beta_1 & \alpha_1 \beta_2 \\ \alpha_2 \beta_0 & \alpha_2 \beta_1 & \alpha_2 \beta_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_1^{y_t} & \gamma_2^{y_t} \\ \gamma_1^{z_t} & \gamma_2^{z_t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta y_{t-1} \\ \Delta z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_{yt} \\ \epsilon_{zt} \end{bmatrix} \quad (4.32)$$

Formålet herved var at opnå følgende matrice:

$$\begin{bmatrix} \alpha_1 \beta_0 & \alpha_1 \beta_1 & \alpha_1 \beta_2 \\ \alpha_2 \beta_0 & \alpha_2 \beta_1 & \alpha_2 \beta_2 \end{bmatrix} \quad (4.33)$$

Denne anvendes i Johansen testen til at teste, hvorvidt der er kointegration mellem variablene i modellen, og dermed om der skal benyttes VAR eller VECM.

4.5 Johansen Cointegration test

I kølvandet på udviklingen af Engle-Granger testen til at teste for kointegration udviklede Søren Johansen i 1988 en ny metode til at teste for kointegration (Johansen, 1988). En fordel ved denne er, at den bygger på vektor modeller, således at der, i modsætning til Engle-Granger tests, nu ikke behøves at specificeres en afhængig variabel. Ligeledes kan der i Johansen testen findes flere kointegrerende forhold, hvorfor denne også er at

foretrække i multivariate analyser (Glen, 2020). Endnu en fordel ved Johansen testen er, at alle variable heri betragtes som værende endogene. De ovenstående årsager er i litteraturen således argumenter for, hvorfor nogle finder Johansens Cointegration test bedre end Engle-Granger testen.

Når Johansen testen tester for cointegration, anvender den $\alpha\beta$ -matricen, som blev udledt nederst i sektion 4.4. Her testes følgende hypotese for $\alpha\beta$ -matricen:

$$\det_{\alpha\beta} \neq 0$$

Hvis determinanten af denne matrice ikke er nul, vil der således være kointegration mellem de involverede variable (Mallory, 2018b).

Hvor Engle-Granger analyserer residualerne i en regression, kigges der i Johansen testen på ranken af en matrice - altså hvor mange karakteristiske rødder (egenværdier), der adskiller sig fra nul. Ved en nul-rank matrice vil der være nul kointegrerende vektorer (variablene er således uafhængige random walks). Ved en matrice, hvor $0 < r < m$, er der r antal kointegrerende vektorer. Her angiver r matrixens rank, mens m angiver antallet af variable. Hvis $r = m$, vil alle variable være stationære. Dette betyder, at ingen af variablene kan kointegrere. For at teste ovenstående, kan der enten anvendes en *trace*-teststatistik ved følgende ligning:

$$\lambda_{trace}(r) = -T * \sum_{i=r+1}^m \ln(1 - \hat{\delta}_i)$$

eller en *max eigenvalue*-teststatistik karakteriseret ved følgende ligning:

$$\lambda_{max}(r, r+1) = -T * \ln(1 - \hat{\delta}_{r+1})$$

Begge teststatistikker antager i H_0 -hypotesen, at der ingen kointegration er (Glen, 2020). Forskellen i de to findes i alternativ hypotesen, hvor *trace*-teststatistikken indikerer, at der mindst findes et kointegrationsforhold, $K > K_0$. Alternativ hypotesen i *max eigenvalue*-teststatistikken er $K_0 + 1$, hvorfor en afvisning af dennes H_0 -hypotese kun indikerer, at der er én kombination af de ikke-stationære variable der viser et stationært forhold.

Hvis trace-/max-teststatistikken er lavere end værdien for 5% signifikansniveau bliver ranken således konkluderet og antallet af kointegrerende vektorer kan således bestemmes ved den højeste rank som kan afvise H_0 -hypotesen.

Johansen estimerer fordelingen af disse teststatistikker med en Monte Carlo metode, da de ikke følger en normalfordeling. En Monte Carlo metode er en metode, hvor der anvendes computerkraft til at gentage en simulering af et datasæt med nogle givne karakteristika, som passer til det undersøgte data. Her etableres et stort sample med en tilfældig størrelse, T , som gentages N antal gange. Hermed dannes en "skræddersyet" fordeling til at anvende i den specifikke test (Enders, 2017, p. 202).

4.6 Diagnostics

Som nævnt i sektion 4.7 er alle de udførte ARDL Bounds tests gennemført med datasæt fra 2005Q2 og frem til 2019Q4⁵. Dermed består de anvendte variable af 59 observationer. Grundet den lave mængde observationer vil det ikke antages, at modellerne udviser asymptotiske egenskaber. Dermed har det været nødvendigt at foretage tests for at sikre normalfordeling, før t-test og F-test er blevet anvendt til at redegøre for signifikante estimater. For at sikre at de anvendte estimater er unbiased, vil de klassiske OLS-antagelser testes for værende overholdt. Der vil nu gives en kort beskrivelse af de klassiske OLS-antagelser (TS.1 til TS.5). Dette afsnit vil tage udgangspunkt i Wooldridge (2018) kapitel 10 og Enders (2017) kapitel 4.

TS.1 Linear in parameters

Til overholdelse af denne antagelse er RESET testen benyttet, der undersøger om de "fittede" værdier har et ikke-lineært signifikant forhold. Til dette er R-funktionen "reset-test" benyttet. Hvis denne har indikeret et ikke-lineært forhold er de "fittede" værdier manuelt inkluderet i form af forskellige polynomier for at teste for signifikante forhold. I den anvendte model har der ikke vist sig at være problemer med opfyldelse af denne antagelse.

⁵ Det er muligt at fremsende alle de udførte diagnostikker efter forespørgsel

TS.2 No Perfect Collinearity

Denne antagelse foreskriver, at der ikke må være perfekt korrelation mellem de forklarende variable. Selv om en tæt på perfekt korrelation ikke er et brud på denne antagelse, vil der stadig laves cross correlation test med funktionen "ccf" i R, hvor 0.8 er benyttet som den øvre grænse. Hvis korrelationen mellem to variable er over denne grænse, har det ikke været muligt at inkludere disse variable i samme model, da det her vurderes, at effekten af *multicollinearity* vil have en stor effekt på variablenes varians. Det fremgår af bilag tabel 9, hvilke variable der ikke vil inkluderes som forklarende variable i samme model. I den anvendte model er *multicollinearity* ikke et problem.

TS.3 Zero Conditional Mean

Denne antagelse indikerer, at for hver periode, t , skal den forventede værdi af fejlleddet i denne periode, u_t , være lig med nul, uafhængigt af de andre forklarende variable i alle tidsperioder. Matematisk kan dette opstilles således:

$$E(u_t|\mathbf{X}) = 0, t = (1, 2, 3, \dots, n) \quad (4.34)$$

Hvis denne antagelse overholdes, siges estimerterne at være *strictly exogenous*. Den anvendte model i dette projekt ønskes testet for endogenitet ved brug af 2SLS. Det har dog ikke været muligt at finde en instrumentvariabel, der overholder alle krav, hvorfor testen derfor ikke har været mulig at foretage. Hvis antagelsen om endogenitet ikke er overholdt, forventes det at skyldes *omitted variable bias*. Her vil den udeladte variabel skabe korrelation mellem en forklarende variable og fejlleddet, hvis denne udeladte variabel er korreleret med den forklarende variabel. En anden årsag til endogenitet er målefejl, der kan skyldes egne udregninger af variable anvendt i projektet.

TS.4 Homoskedasticity

Her antages det, at variansen af fejlleddet u_t er konstant over tid, og uafhængig af de forklarende variable. Hvis denne antagelse ikke overholdes, siges fejlleddet at være heteroskedastisk. Her benyttes ARCH test til at teste, om variansen er konstant over tid. BP testen (Breusch-Pagan) er anvendt til test om variansen er konstant ved ændringer i de forklarende variable. Her findes modellen anvendt i dette projekt at være homoskedastisk.

TS.5 Serial correlation

Den sidste antagelse omhandler seriekorrelation/autokorrelation, som betyder, at der ingen korrelation må være mellem selve fejlleddet og lags af fejlleddet. Dette testes ved "Ljung-Box testen" i R. Denne antagelse er overholdt i den anvendte model, men har ikke været mulig at overholde i flere af de alternative modeller, hvorfor der i disse modeller er tilføjet flere lags af de inkluderede variable i modellen, da udeblivelsen af disse kan skabe korrelation i fejlleddet, hvis variabelen er korreleret med sine lags.

Efter antagelserne TS.1 til TS.3 er opfyldt er OLS estimaterne unbiased givet de forklarende variable. Efter indførelsen af de sidste to antagelser, TS.4 og TS.5, kan det siges, at OLS estimaterne er BLUE (Best Linear Unbiased Estimates) givet de forklarende variable.

Ud over de fem antagelser er der også undersøgt for strukturelle brud i modellen. Hertil bruges "breakpoint" funktionen i R til at undersøge signifikante skift i gennemsnittet.

Modellernes estimater er også undersøgt for værende tidskonsistente ved brug af "OLS-CUSUM" funktionen i R. Her er det ikke nødvendigt at fremsætte en specifik "dato" for et strukturelt brud. Metoden ved "CUSUM-test" vil være at regne one-step-ahead-forecast error fra de ti første observationer. Derefter benyttes disse 11 observationer til at udregne one-step-ahead-forecast error. Denne proces fortsættes indtil der ikke er flere observationer at regne denne forecast error på. Over hele perioden fremgår et bånd på ± 2 standardafvigelser. Det er hermed muligt at teste, om estimaterne i begyndelsen er statistisk ens med estimaterne udregnet i slutningen.

4.7 Data

I dette projekt er der anvendt data på kvartalsbasis, hvilket giver mulighed for et større antal observationer til anvendelse i analysearbejdet. Dette sikrer samtidig, at eventuelle udsving i dataet, med større sandsynlighed, vil blive opfanget, end hvis der eksempelvis var blevet anvendt årligt data. Tidshorisonten, der vil blive arbejdet med, er fra 1. januar 2005 til og med 31. december 2019. Den anvendte tidshorisont afspejles hovedsageligt i tilgængeligheden af data omkring danske husholdningers allokering af finansielle aktiver,

hvor der kun findes sammenhængende data fra midt 2005 og fremefter. Dette er naturligt en videre årsag til anvendelsen af kvartalsvise dataobservationer i undersøgelsen, som tilbyder flere observationer relativt til årsbaserede datasæt. De anvendte dataserier stammer fra Danmarks Statistik (2021), Statistikbanken (2021), OECD.data (2021) og Nasdaq (2021). Kun de variable der blev anvendt i den endelige model nævnes i dette afsnit. For en forklaring af de variable, som blev anvendt til robusthedstjek (i form af andre estimerede modeller), men ikke blev valgt til den endelige model, henvises til sektion 11.7 i bilag.

Aktier som andel af samlet formue:

- Denne serie dækker over den samlede formue placeret af den danske husholdningssektor i aktier ud af den samlede formue placeret i aktier, obligationer samt penge og indestående.

Obligationer som andel af samlet formue:

- Denne serie dækker over den samlede formue placeret af den danske husholdningssektor i obligationer ud af den samlede formue placeret i aktier, obligationer samt penge og indestående.

Penge og indestående som andel af samlet formue:

- Denne serie dækker over den samlede formue placeret af den danske husholdningssektor i penge og indestående ud af den samlede formue placeret i aktier, obligationer samt penge og indestående.

Den lange rente:

- Denne serie dækker over den lange rente, der henviser til renten på statsobligationer med løbetid på ti år.

Afkast på C20 aktieindeks:

- Denne serie er skabt ved at udregne et gennemsnit af lukkekurser af dagsobservationer for hvert kvartal i den omfattede periode for C20 indekset og derved regne den procentvise ændring periode for periode.

5 Tobins porteføljeteori og dennes udfordringer i en makroøkonomisk model

Overvejelserne i denne sektion er skabt på baggrund af sektion 3, hvor den moderne porteføljeteori samt dennes implementering i en SFC model blev behandlet. I denne sektion vil porteføljeteorien fremsat af Tobin således blive opstillet, hvorfra dennes udfordringer vil redegøres for med henblik på at forsøge at besvare projektets underspørgsmål "Hvad forstås ved Tobins porteføljeteori, og hvad er teoriens udfordringer i en makroøkonomisk model". Herunder vil der redegøres for en alternativ porteføljeteori i form af CAPM, som implementerer et specifikt risikomål til porteføljeanalysen. Yderligere vil der blive redegjort for, hvordan Tobins porteføljeteori kan implementeres i en makroøkonomisk model, hvor ADAM er en repræsentant for en sådan tilgang.

5.1 Tobins porteføljeteori

James Tobin udvidede porteføljeteorien udviklet af Markowitz ved at tilføje et risikofrit aktiv til analysen (Tobin, 1958). James Tobin argumenterede, ligesom Markowitz, at rationelle individer vil foretrække diversitet og derfor holde forskellige typer af aktiver i deres portefølje. Her vil individer givetvis placere dele af deres formue i forskellige aktiver såsom penge, aktier, fysiske aktiver, rentebærende obligationer mv. Her foreskriver Tobins teori, at en investor vil skulle beslutte, hvor stor andelen af penge skal udgøre af den samlede portefølje af finansielle aktiver, da penge antagelsesvis ikke tjener nogen renter. Denne beslutning forekommer på baggrund af Tobins antagelser om, at penge til transaktionsformål er renteelastiske, hvorfor en renteændring i rentebærende aktiver vil kunne ændre efterspørgslen efter penge.

Tobin argumenterede, at formueindehavere diversificerer deres portefølje gennem spredning af aktiver med forskellige risikoniveauer, hvor graden af individets risikopræferencer bestemmer vægtningen af enten "sikre" eller risikable aktiver i porteføljen. En formueindehaver med høj risikotolerance vil sandsynligvis placere en større andel af sin formue i risikobetonede aktiver, hvorfor porteføljen vil bære en højere grad af risiko og vice versa. Samtidig vil en højere grad af risiko naturligt give muligheden for et større potentielt afkast, da en formueplacering i risikofri aktiver ikke vil give anledning til at

skabe vækst i individets formue. Det er netop denne afvejning mellem risiko og sikkerhed, som Tobin mente giver rationelle individer incitament til at vælge mere diversitet i deres portefølje.

Dermed består en portefølje ofte af forskellige aktiver, hvor aktier typisk vil optræde som den mere risikobetonede del af porteføljen, mens penge ofte er det mest risikoneutrale aktiv til at balancere porteføljen. Tobin forklarede samtidig de faktorer, som kan skifte individets vægtning mellem typer af aktiver. Gennem sin likviditetspræferencefunktion argumenterede han, at en stigning i renten på obligationer vil skifte formueindehaverens præferencer mellem obligationer og andre aktiver i formueindehaverens portefølje. I tilfælde af en sådan rentestigning vil afkastet på obligationer blive større relativt til andre aktiver i porteføljen *cet. par.*, hvilket vil give en rationel formueindehaver incitament til at øge andelen af obligationer samt reducere andelen af andre aktiver i sin portefølje. Andelen afhænger af og tilpasser sig dermed afkastniveauet for aktiverne. Tobins porteføljeteori er dermed en måde at analysere formueindehaveres præferencer mellem aktiver og kan samtidig benyttes for porteføljer med mere end to aktiver, hvorfor formueindehaveres præferencer kan undersøges i tilfælde af mere diversificerede porteføljer.

I dette tilfælde med en portefølje bestående af mange forskellige aktiver er det muligt at analysere porteføljeadfærd i matriceform jf. Godley og Lavoie (2012, p. 141-146). Med denne adfærdsteori i matriceform er det muligt at opstille ligninger, som beskriver formueindehavernes (husholdningernes) adfærd. Beskrivelsen af formuekomponenterne for modellen anvendt i dette projekt fremgår senere af sektion 7.4.1.1

Adfærdsligningerne i denne porteføljesammensætningsmodel er i tråd med Tobins porteføljeteori, hvor forskellen her findes i antallet af aktiver. Tobins porteføljeteori beskriver implikationerne for tilfældet med to forskellige aktiver i en portefølje, hvor matriceteorien kan forklare disse porteføljesammensætninger i tilfælde af flere aktiver i en portefølje. I dette projekt undersøges adfærden i tilfælde af tre aktiver i form af penge, aktier og langsigtede obligationer. Dermed kan porteføljefunktionerne i matriceform opskrives som:

$$\begin{bmatrix} M_d \\ E_d * P_e \\ BL_d * P_{bl} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{10} \\ \lambda_{20} \\ \lambda_{30} \end{bmatrix} * V^e + \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \lambda_{13} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} & \lambda_{23} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} & \lambda_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0 \\ ER_{re} \\ ER_{rbl} \end{bmatrix} * V^e + \begin{bmatrix} \lambda_{14} \\ \lambda_{24} \\ \lambda_{34} \end{bmatrix} * \frac{YD^e}{V^e} \quad (5.1)$$

Her antages det, at formueindehaverne holder en bestemt andel af deres forventede formue i de forskellige aktiver, hvor denne andel defineres som λ_{i0} . Denne andel bestemmes ud fra det forventede afkast på det givne aktiv samt niveauet af forventet ”regulær” disponibel indkomst. Her er den forventede disponible indkomst (YD^e) regulær, da det antages, at kapitalgevinster ikke inkluderes⁶. Dette betyder, at kapitalgevinster som følge af prisappreciering på et givent aktiv ikke realiseres, altså at der ikke finder en transaktion sted i dette tilfælde. Dermed forekommer der ikke en realiseret kapitalgevinst til den forventede disponible indkomst. Foruden denne simplificerende antagelse, så antages det tilmed, at penge ikke bærer renter, og derfor optræder renteafkastet som nul for pengeandelen i denne portefølje. Det antages videre, at formueindehaverne foretager porteføljebeslutninger ud fra det forventede fremtidige afkast på aktier og renter på langsigtede obligationer fremfor det aktuelle udbytte af disse aktiver. Dermed er formueindehavernes porteføljebeslutninger fremadrettede.

Givet Tobins teori antages *adding-up* begrænsningerne af porteføljeadfærd, ADUP.1-ADUP.5, at skulle overholdes, hvor ADUP.1 foreskriver, at andelen i de forskellige aktiver i porteføljen skal summere til én, hvilket angiver 100% af den samlede forventede formue. Dermed kan formueindehaverne udelukkende øge andelen i et aktiv ved at reducere andelen i ét eller flere andre aktiver, hvorfor λ -koefficienterne konstant kan ændres efter formueindehavernes præferencer.

$$\lambda_{10} + \lambda_{20} + \lambda_{30} = 1 \quad (\text{ADUP.1})$$

$$\lambda_{11} + \lambda_{21} + \lambda_{31} = 0 \quad (\text{ADUP.2})$$

$$\lambda_{12} + \lambda_{22} + \lambda_{32} = 0 \quad (\text{ADUP.3})$$

⁶ Fremadrettet benyttes denne form for disponibel indkomst i udarbejdelsen af projektet

$$\lambda_{13} + \lambda_{23} + \lambda_{33} = 0 \quad (\text{ADUP.4})$$

$$\lambda_{14} + \lambda_{24} + \lambda_{34} = 0 \quad (\text{ADUP.5})$$

Dertil beskriver ADUP.2-ADUP.4, at den vertikale sum af koefficienterne i afkastmatricen skal være nul, da dette sikrer, at summen af alle aktiver i porteføljen holder samme niveau efter en ændring i ét af disses afkast. Tilsvarende beskriver ADUP.5, at den vertikale sum af koefficienterne i matricen for den forventede regulære disponible indkomst i forhold til den forventede formue skal være nul, da dette sikrer, at summen af alle aktiver i porteføljen holder samme niveau efter en ændring i den forventede regulære disponible indkomst eller den forventede formue.

Disse ADUP-antagelser indikerer, at koefficienterne i diagonalen for 3x3 matricen antages at være positive (λ_{11} , λ_{22} og λ_{33}), hvor de resterende koefficienter følgelig antages at være negative.

Ydermere beskriver Godley og Lavoie (2012) såvel som Godley (1996), at den horisontale sum af koefficienterne i afkastmatricen skal summere til nul jf. ADUP.6-ADUP.8, som betegnes:

$$\lambda_{11} = -(\lambda_{12} + \lambda_{13}) \quad (\text{ADUP.6})$$

$$\lambda_{22} = -(\lambda_{21} + \lambda_{23}) \quad (\text{ADUP.7})$$

$$\lambda_{33} = -(\lambda_{31} + \lambda_{32}) \quad (\text{ADUP.8})$$

Dette sikrer, at den positive koefficient i afkastmatricen skal være lig med den negative sum af de øvrige to koefficienter i rækken, som angiver effekten på et aktiv af de to afkast udover afkastet på selve aktivet.

En af fordelene ved Tobins porteføljeteori er, at dennes simplificerende antagelser gør teorien særdeles anvendelig i en makroøkonomisk sammenhæng, hvilket netop ønskes efterprøvet i dette projekt. Disse simple antagelser gør den teoretiske anvendelse mere simpel, om end konsekvensen af dette bliver, at den praktiske anvendelse på faktisk data bliver forringet.

5.2 Udfordringer ved Tobins porteføljeteori

Disse forsimplende antagelser kan netop være årsag til, at der i den undersøgte litteratur endnu ikke er fundet signifikante estimater for porteføljeteoriens koefficienter, hvilket leder ud i den første udfordring, som vil berøres i dette projekt.

Som Godley og Lavoie (2012) nævner, har det ikke været muligt for økonometrikere at finde tidsskonsistente estimater for λ -koefficienterne i Tobins porteføljeteori, hvilket formentlig grunder i det lave antal observationer i det finansielle data. Zezza og Zezza (2020) møder samme problemstilling i deres forsøg på at opstille en SFC model for den italienske økonomi. Heri opstilles tre problematikker ved anvendelsen af Tobins teori på italiensk data, henholdsvis datastrukturen, den tilgængelige observationsmængde og strukturelle brud (Zezza og Zezza, 2020, p. 26). Alligevel vurderes Tobins porteføljeteori at være den mest anvendelige i opbygningen af deres SFC model. Her findes størstedelen af de estimerede koefficienter at være ikke-signifikante eller optræder med det forkerte fortegn.

De tidsinkonsistente estimater bekræftes i Abildgren (2016), der ved at benytte SVAR modeller på forskellige tidsperioder kan bekræfte denne tidsvariation. Her konkluderer Abildgren tilmed, at hård regulering i visse perioder på det finansielle marked kan være skyld i dette. Herudover kan en årsag til de tidsinkonsistente estimater være ændringer i husholdningernes adfærd på de finansielle markeder, som ikke direkte indgår i Tobins teori, hvorfor adfærdsøkonomisk teori kan tænkes at tilføre et forklarende aspekt på husholdningernes allokering af finansielle aktiver.

Indblikket i adfærdsøkonomiens effekt på de finansielle markeder er relativt ny. Under adfærdsøkonomi har især risikoaversion vist sig at være en vigtig determinant for bestemmelse af formueindehavernes allokering, om end denne ikke alene er bestemmende for dette jf. Benartzi og Thaler (1995). Andre adfærdseffekter såsom mentalt bogholderi og dets effekt på de finansielle markeder blev første gang berørt i 1980 og senere publiceret i Thaler (1985). I umiddelbar forlængelse af dette, berørte Thaler og Shefrin (1981) begrebet *self-control*, der efterfølgende blev kendt som *time-inconsistent intertemporal choices and hyperbolic discounting*. I nyere tid er også teorier inden for *self-evaluation bias* og *probability estimation* fundet vigtige i forklaringen af husholdningernes adfærd på de finansielle markeder jf. Wilkinson og Klaes (2018, p. 120-136). Udvalgte adfærdsræssige

effekter vil blive diskuteret i sektion 8.

Som det fremgår af sektion 3 fremhæver Kemp-Benedict og Godin (2017), at Tobins teori har den ulempe, at denne ikke tager højde for et specifikt mål for risiko i bestemmelse af formueindehavernes porteføljeallokering.

Risikoelementet for formueindehaverne kommer til udtryk i form af disses risikoaversion. Dette begreb behandler teorien om, at nogle risikoaverse investorer har en tendens til at fravælge risikodrevne aktiver i sin portefølje for derimod at vælge det mere "sikre" alternativ, eksempelvis obligationer, eller et risikoneutralt aktiv som penge. Risikoaverse investorer forventes dermed at have en vis grad af likviditet, således at pengene altid står til disposition (Chen, 2020). For en risikoavers investor vil dette kunne betyde, at afkastet på aktier skal være højt relativt til alternativet for at kompensere for denne grad af aversion. Som redegjort ovenfor er det i Tobins porteføljeteori det forventede afkastet på aktiver samt forholdet mellem den forventede disponible indkomst og forventede formue, der afgør allokeringen mellem aktiver i formueindehavernes portefølje, hvorimod CAPM foreskriver, at også afkastvarians er essentiel, altså, hvor meget varians en investering tilføjer til porteføljens afkast. Dermed vil både afkast på investeringer og disses tilføjelse af afkastvarians have betydning for porteføljesammensætning. Kemp-Benedict og Godin (2017) foreslår netop, at en porteføljemodel som CAPM i nogen grad ville kunne imødekomme Tobins manglende risikoelement, hvori risiko kvantificeres som porteføljeafkastets varians og standardafvigelse.

Under udfordringerne ovenfor blev Tobins mangel på et specifikt mål for risiko opsat, hvorfor en model der inkluderer et sådan mål nu vil blive præsenteret i form af CAPM.

5.3 CAPM

Følgende afsnit tager udgangspunkt i kapitel 4 og 5 i Hillier et al. (2012). Her forklares, at når investorer vælger deres portefølje ved udelukkende at benytte varians som risikomål for porteføljen, som det antages i CAPM, ønsker disse at vælge porteføljen med det maksimale forventede afkast, givet dennes varians for fremtidigt afkast. Der eksisterer dermed et trade-off mellem forventet afkast og variansen af det forventede afkast. For

at analysere dette trade-off benyttes en dybdegående tilgang til Mean-Variance analysen (MV analyse), som beskriver de forskellige værdipapirers bidrag til risiko og afkast for porteføljen.

CAPM er en model, der håndterer dette trade-off mellem risiko og forventet afkast og blev udviklet af Sharpe (1964). CAPM fungerer som en ligevægtsmodel for systematisk risiko og det forventede afkast af aktiver, hvor CAPM forsøger at besvare, hvilke priser på aktiver (afvejning mellem risiko og afkast), der er mulige i ligevægt.

CAPM konkluderer, givet sin antagelse om at investorer har homogene overbevisninger, at summen af alle investorers individuelle tangensporteføljer vil være lig med en markedsportefølje, som repræsenterer de summerede tangensporteføljer. En tangensportefølje repræsenterer den optimale portefølje (givet en investors risikopræferencer), på den effektive grænse, der ikke indeholder nogen investering i det risikofrie aktiv. Denne effektive grænse angiver grænsen for de mulige Mean-Variance effektive porteføljer, altså mulige afvejninger mellem forventet afkast og varians.

Markedsporteføljen betegnes dertil som en portefølje, hvor vægten på hvert aktiv beregnes som markedsværdien (også kaldet markedskapitalisering) af hvert aktiv divideret med den summerede markedsværdi af alle tilgængelige risikable aktiver. Naturligvis indeholder den virkelige verden mange investeringsaktiver, hvilket antyder, at den faktiske markedsportefølje har en vægt på hvert aktiv i hele verden.

Med alle verdens aktiver at overveje er det nødvendigt at benytte en proxy for markedsporteføljen. En hyppigt anvendt proxy er en værdivægtet portefølje, hvilket betyder, at porteføljens vægt på hvert af dens aktiver er proportional med markedsværdien af det pågældende aktiv, eksempelvis S&P 500 i USA eller C25 i Danmark.

Udover det implementerede forhold mellem risiko og forventet afkast indebærer CAPM også en regel for optimal investering, i tilfældet hvor der findes et risikofrit aktiv. Her bør enhver investor optimalt have en kombination af markedsporteføljen og et risikofrit aktiv. Ifølge CAPM stammer den største forskel mellem porteføljer netop fra investorers forskellige vægte på det risikofrie aktiv bestemt ud fra formueindehavernes risikoaversion.

For at bestemme forholdet mellem risiko og forventet afkast i CAPM, er det nødvendigt at estimere modellens parametre. Formlen for CAPM fremgår af ligning 5.2:

$$\bar{r} - r_f = \beta(\bar{R}_M - r_f) \quad (5.2)$$

hvor

$$\beta = \frac{\text{cov}(\bar{r}, \bar{R}_M)}{\text{var}(\bar{R}_M)}$$

I ligning 5.2 beskriver \bar{R}_M det gennemsnitlige afkast af markedsporteføljen (eller en proxy for denne) og \bar{r} angiver det gennemsnitlige afkast af det individuelle aktiv. Samtidig angiver r_f afkastet af et risikofrit aktiv. Dertil angiver β for en potentiel investering, hvor meget risiko denne investering vil tilføje til en portefølje, hvor denne sammenholdes med markedsporteføljen, der antagelsesvis har en beta på 1. Hvis et aktiv har en betaværdi på mindre end 1, antager formlen, at aktivet reducerer risikoen for en portefølje og vice versa. Parentesen $(\bar{R}_M - r_f)$ angiver markedsrisikopræmien, som er markedsporteføljens historiske afkast subtraheret med det risikofrie aktivs afkast, hvilket giver en præmie for afkast ud over det risikofrie afkast.

Den største indsigt i CAPM er dermed, at variansen af et aktiv i sig selv ikke er en vigtig faktor for porteføljens forventede afkast. Det, der er vigtigt, er aktivets markedsbeta, som måler kovariansen mellem aktivets afkast og afkastet på et markedsindeks, divideret med variansen af dette indeks. Det er dermed, hvor meget varians et aktiv tilføjer til porteføljen, der er essentielt.

Naturligvis forudsætter hele denne analyse, at det er muligt at identificere vægtene af markedsporteføljen, hvorfor anvendeligheden af CAPM afhænger af, om en proxy for markedsporteføljen fungerer som kandidat til tangensporteføljerne eller ej.

En investor kan dermed benytte CAPM til at evaluere sin portefølje enten i forhold til andre porteføljer eller til at vurdere individuelle aktiepræstationer sammenlignet med resten af markedet. Givet denne information vil en investor potentielt kunne revurdere konstruktionen af sin portefølje. Hvis de beholdninger, der enten sænker afkastet eller øger porteføljens risiko, kan identificeres, vil en investor kunne foretage ændringer for at forbedre afkastet i forhold til risiko.

Det er dermed muligt at implementere et specifikt risikomål i en porteføljeteoretisk model, som det ikke i samme omfang er tilfældet med Tobins teori. Det er derfor essentielt at nævne, at en model som CAPM, der tager højde for forskellige niveauer af risiko i formueindehavernes allokering af aktiver, ville være ideel at implementere i en SFC model, hvor husholdningerne i CAPM ikke antages at have homogene præferencer i form af forskellige niveauer af risikoaversion. I dette projekt anvendes til gengæld en SFC modelkonstruktion, hvor husholdningerne antagelsesvis har homogene præferencer, hvorfor Tobins porteføljeteori anvendes. På trods af dennes begrænsede risikoelement har den opnået anerkendelse i det makroøkonomiske univers i form af, at den er anvendt i flere anerkendte makroøkonomiske modeller, herunder ADAM, som repræsenterer en sådan model.

5.4 ADAM

Annual Danish Aggregate Model (ADAM) er en makroøkonomisk model baseret på Danmark (Danmarks Statistik, 2012). Modellen er opstillet af Danmarks Statistiks modelgruppe med det formål at kunne analysere den danske økonomi. Den primære anvendelse af ADAM er at skabe overblik over konsekvenserne af et givet økonomisk-politisk indgreb. Modellen anvender nationalregnskabsdata og er således bygget på empiriske observationer. ADAM (version: dec09)⁷ består af 3500 variable, hvoraf 2500 er endogene og 1000 er eksogene. Disse danner empiriske ligninger bygget på et teoretisk fundament.

ADAM anvender, til modelleringen af den indenlandske efterspørgsel efter finansielle aktiver, en makroøkonomisk porteføljeteori, der forbindes med Tobins teori (Danmarks Statistik, 1996, p. 202). Her tager ADAM højde for de involverede sektors formuerestriktioner. Derudover skal der tages højde for, at beholdnings- og strømstørrelser skal modelleres på en tydelig og forståelig måde. Den makroøkonomiske porteføljeteori antager desuden her, at valg af opsparing og portefølje ikke skal afhænge af hinanden, således at den samlede opsparing bliver en eksogen del af den finansielle delmodel.

ADAM forsøger at estimere Tobins teori ud fra dansk data og oplever i denne sammenhæng, at udeblivelsen af indlånsrenten, grundet antagelsen om at der ingen afkast

⁷ I nyere versioner af ADAM er antallet af variable reduceret, men anvendelsesgrundlaget ændrer sig ikke heraf.

tjenes på penge, muligvis er skyld i, at der opnås estimer, hvis fortegn ikke stemmer overens med dem foreskrevet af Tobins teori (Danmarks Statistik, 1996, p. 203). Dette kendes også som et endogenitetsproblem som er nærmere beskrevet i sektion 4.6.

På denne vis foreskriver ADAM, at det er muligt at anvende Tobins porteføljeteori i en SFC model, om end denne har sine begrænsninger, hvor eksempelvis indlånsrenten ikke indgår som en forklarende variabel i modellen.

5.5 Opsummering

Der blev i ovenstående afsnit opstillet nogle væsentlige udfordringer for Tobins porteføljeteori med hensyn til dennes evne til at forklare husholdningernes porteføljeallokering i en SFC model. Det vil derfor være en aspiration for dette projekt at efterprøve anvendeligheden af Tobins porteføljeteori i en SFC model for Danmark, hvor udgangspunktet i næste sektion vil være at estimere dennes λ -koefficienter gennem en økonometrisk analyse med henblik på at disse estimerede koefficienter skal kunne indgå i en SFC model.

6 Økonometrisk estimering af Tobins porteføljeteori på dansk data

Denne sektion vil forsøge at besvare projektets underspørgsmål "Hvilke empiriske resultater opnås ved estimering af Tobins porteføljeteori på dansk data?". Til denne estimering benyttes en økonometrisk proces, som her vil blive specificeret, hvorefter resultaterne af denne vil blive præsenteret. Tilmed beskrives alternative fremgangsmetoder for denne økonometriske proces, som gennem undersøgelsen i dette projekt er blevet forsøgt anvendt.

6.1 Valg af model

Efter indsamling af relevant data, som blev nærmere uddybet i sektionen 4.7, har det først været nødvendigt at konkludere tidsserievariablenes integrationsorden. Til dette er ADF test blevet benyttet, hvortil PP testen⁸, som er en funktion i R, der her fungerer som en rygdækning for ADF testenes resultater. Denne indledende proces følger beskrivelsen i sektion 4.2, hvor resultaterne herfra fremgår af tabel 5 og 6 i bilag. Her kan det observeres, at alle anvendte variable er enten $I(0)$ eller integreret af første orden, $I(1)$. Herefter er disse variable blevet undersøgt for strukturelle brud, hvor tilføjelsen af dummies er blevet benyttet for at korrigere for disse jf. sektion 4.6.

I den anvendte fremgangsmåde for den økonometriske proces benyttes en single-equation model, i form af ARDL Bounds testen, der betragtes som den korrekte fremgangsmetode, da alle inkluderede variable optræder som enten $I(0)$ eller $I(1)$ variable. En single-equation model foretrækkes fremfor en vektor model, grundet det lave antal af observationer i dataet. Resultater af udvalgte estimerede modeller fremgår af tabel 1 samt afsnit 11.8 i bilag, hvor "***", "**" og "*" indikerer signifikans på henholdsvis 0.1%, 1% og 5% signifikansniveau⁹.

De anvendte variable er udvalgt med henblik på at kunne opfylde ligning 5.1 opstillet under redegørelsen af Tobins porteføljeteori, hvor andele af aktier, andele af obligationer

⁸ Phillips-Perron testen tester, ligesom ADF testen, for variables integrationsorden og tager samtidig højde for seriekorrelation.

⁹ Hvis alle estimerede resultater for ARDL Bounds testene ønskes, sendes disse på opfordring

og andele af penge er benyttet som afhængige variable. I valget af de forklarende variable er det vurderet, at proxy-variable for afkast på aktier samt obligationer skal anvendes, da disse vurderes at være mere "synlige" for den almene husholdning. Her vurderes det, at afkast på C20 eller S&P 500 kunne være en mulig proxy for afkast på aktier, og dertil vil den lange rente kunne være en proxy for obligationsafkastet¹⁰. Disse opfylder de almene antagelser for proxy-variable, hvor det antages, at der vil være en signifikant relation til de ekskluderede variable. Samtidig må den udeladte variabel (som opfanges af fejlleddet) ikke være korreleret med de øvrige forklarende variable i modellen, da dette vil skabe et endogenitetsproblem.

Med disse proxy-variable udføres ARDL Bounds testen, hvor tests med forskellige afhængige variable finder, at den bedste forklarende model indeholder følgende forklarende variable: afkast på C20-indekset (AC20) og den lange rente på statsobligationer (lr). Den disponible indkomst i forhold til husholdningernes formue (*yde_ve_ratio*) er ikke inkluderet i disse modeller, da antagelsen om ingen seriekorrelation i fejlleddet, (TS.5), ikke kunne afvises med denne variabel inkluderet. Samtidig findes det, at ikke alle estimater er signifikante i disse modeller, se tabel 7 i bilag. Det skal bemærkes, at ARDL Bounds testen ikke tager højde for samtidskorrelation. Derfor udføres en vektormodel analyse, som følger sektion 4.4. Her benyttes resultaterne af vektormodellerne, med de samme inkluderede variable som i de anvendte modeller, til at bekræfte "korrektheden" af estimaterne i disse anvendte modeller. For disse vektormodeller findes signifikante resultater, med undtagelse af et stød til AC20 med hensyn til aao, derudover findes de samme fortegn, som ved ARDL Bounds testen, se figur 15 til og med figur 20 under bilag.

Resultaterne for den anvendte ARDL Bounds test fremgår af tabel 1. Her observeres de langsigtede estimater, hvor de tre andelsvariable optræder som de afhængige variable.

Det kan her bemærkes i modellen for andel af aktier, at der mellem andel af aktier og den lange rente findes en negativ sammenhæng. Dermed vil en stigning på ét procentpoint i den lange rente påvirke andelen af aktier holdt med (-)0.0491 procentpoint relativt til den samlede formue. Samtidig findes en positiv sammenhæng mellem andel af aktier og afkast

¹⁰ Det skal bemærkes, at der kan opstå problemer ved at anvende data af denne form i ARDL Bounds testen

på C20 indekset, hvor en ét procentpoint stigning i afkast på C20 indekset medfører en stigning i andelen af aktier holdt på 0.0166 procentpoint relativt til den samlede formue. Begge disse estimater finde at være signifikante.

Andele data \sim Lang rente + Afkast C20			
Afhængig variabel:	Speed of Adjustment:	lr:	AC20:
Andel af aktier	-0.0792*	-0.0491***	0.0166*
Andel af penge	-0.0964*	0.0439***	-0.0203*
Andel af obligationer	-0.1130***	0.0183***	-0.0015**
Sum	-	0.0131	-0.0052

Seriekorrelation: Alle består.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Alle er linear in parameters

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 1: Single-equation ARDL Bounds langsigtede estimater

I modellen for andel af obligationer findes ligeledes signifikante resultater, hvor en stigning på ét procentpoint i den lange rente resulterer i en stigning i andel af obligationer på 0.0183 procentpoint relativt til den samlede formue. Samtidig vil en stigning på ét procentpoint i afkastet på C20 påvirke andelen af obligationer med (-)0.0015 procentpoint relativt til den samlede formue.

Estimaternes fortegn stemmer indtil videre overens med Tobins porteføljeteori. Dette er derimod ikke tilfældet i modellen for andel af penge, hvor der i teorien antages en negativ effekt på denne andel ved en stigning i den lange rente, såvel som ved en stigning i afkastet på C20. Sidstnævntes negative sammenhæng observeres imidlertid, da en ét procentpoint stigning i afkast på C20 påvirker andelen af penge med (-)0.0203 procentpoint relativt til den samlede formue. Modsat Tobins forudsigelse findes, ligesom det observeres i Danmarks Statistik (1996, p. 203), en positiv sammenhæng mellem den lange rente og andel af penge, hvor en ét procentpoint stigning i den lange rente fører til en stigning i andelen af penge på 0.0439 procentpoint relativt til den samlede formue. Danmarks Statistik (1996, p. 203) berører i denne forbindelse problemstillingen, der kan opstå ved ikke at inkludere indlånsrenten. Den estimerede positive sammenhæng er derfor sandsynligvis forårsaget af et endogenitetsproblem, som i dette tilfælde tænkes at skyldes

omitted variable bias. Det er antagelsen om 0% rente på beholdningen af penge, der er årsag til ekskluderingen af indlånsrenten, selv om det må antages, at indlånsrenten naturligt vil være bestemmende for husholdningernes tilbøjelighed til at have indestående. Dertil bekræfter cross-correlation tests, foretaget i dette projekt, dette mulige endogenitetsproblem, hvor der findes en stærk positiv sammenhæng mellem den gennemsnitlige indlånsrente i Danmark og den lange rente, hvor en korrelation på 0.875 observeres.

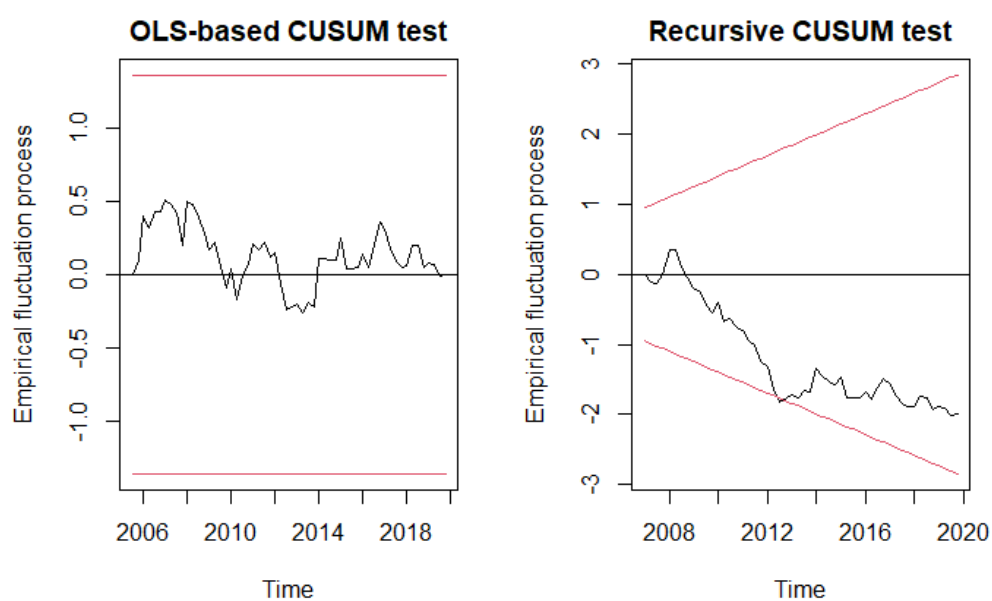
Der findes et kortsigtet estimat for første periode på $(-)0.0197^{***}$, der kan ses af tabel 8 i bilag, hvorfor den sammenhæng, der blev antaget af Tobin, her observeres på kort sigt.

Som en alternativ model er indlånsrenten forsøgt inkluderet. Dette resulterer blot i ikke-signifikante resultater og er derfor ikke benyttet. Dernæst er det forsøgt at teste estimatet på den lange rente for endogenitet ved at benytte 2SLS-estimation. Det har dog ikke været muligt at finde instrumentvariable, der overholder de almene antagelser herfor. Det kræves, at en instrumentvariabel ikke er korreleret med den udeladte variabel, som i dette tilfælde er indlånsrenten, samtidig med, at denne er korreleret med variabelen, der testes for endogenitet - altså her den lange rente. Dette er forsøgt med flere variable, hvoraf de bedste viste sig at være laggede serier af den lange rente.

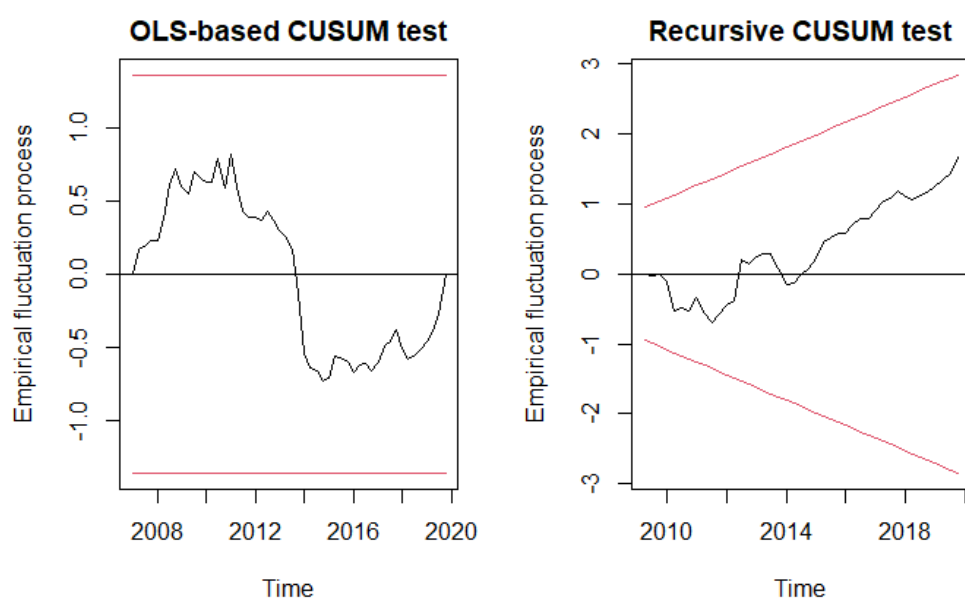
Da det er den langsigtede tilpasning, der ønskes inkluderet i porteføljeteorien i SFC modellen, er det netop de langsigtede estimater der benyttes i denne. Grundet den opståede tvivl om et muligt *upward-bias* i estimatet for aap vil denne benyttes som residual, hvilket tilmed gør det muligt at overholde *adding-up* princippet, som dækker over antagelserne i Tobins teori beskrevet i sektion 5.1. Det er her antagelserne (ADUP.1) til og med (ADUP.5), der kræves overholdt. Her er fokus på den sidste række i tabel 1, der viser summen af alle effekterne af henholdsvis den lange rente (0.0131) og afkast på C20 (-0.0052) . Dermed vil det anvendte estimat for den lange rentes påvirkning på andelen af penge være (0.0308), og samtidig vil det anvendte estimat for afkastet på C20's påvirkning på andelen af penge være (-0.0151) .

Til at vurdere om resultaterne er tidskonsistente, er CUSUM testen benyttet, hvor fremgangsmåden herfor fremgår af sektion 4.6. Det findes, at alle tre anvendte ARDL Bounds tests viser tidskonsistente estimater, som det fremgår af figurerne 3, 4 og 5, hvor ingen af

de tre regressioner overskrider båndet på ± 2 standard afvigelser¹¹.

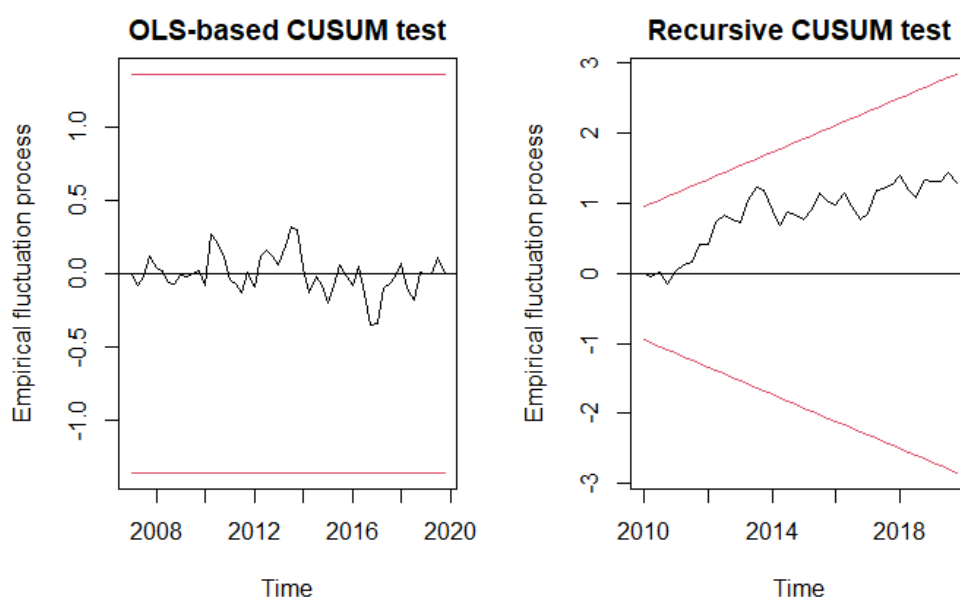


Figur 3: CUSUM test med andel af aktier som afhængig variable



Figur 4: CUSUM test med andel af obligationer som afhængig variable

¹¹ Det vedkendes, at Recursive CUSUM test for andel af aktier som afhængig variabel kortvarigt krydser båndet i perioden omkring 2012, men dette vurderes ikke at have nogen signifikant effekt på resultatet.



Figur 5: CUSUM test med andel af penge som afhængig variable

Den ovenstående model blev vurderet som værende den mest anvendelige, hvorfor andre alternativer er blevet fravalgt. Disse vil således kort beskrives i følgende sektion.

6.2 Alternative fremgangsmåder for denne økonometriske proces

Som før nævnt vil den lave observationsmængde vanskeliggøre benyttelsen af modeller i vektorform¹². Dog er dette alligevel forsøgt i håbet om at kunne opfange samtidsskorrelationer mellem variablene.

Derfor opstilles en vektormodel med følgende variable, som er udregnet for det danske nationalregnskab: andel af aktier (aaa), andel af obligationer (aao), andel af penge (aap), afkast på aktier (aa), afkast på obligationer (ao) og til sidst den disponible indkomst i forhold til nettoformuen (yd_nw), som alle er redegjort for i hhv. sektion 4.7 og 11.7. Da andelsdataet vil summere til 1, vil der opstå singularitet, når alle inkluderes i samme model. Derfor estimeres en vektormodel med henholdsvis aaa, aao og aap, så disse ikke indgår i samme model. Her opnås insignifikante resultater, og samtidig er visse diagnostikker ikke overholdt - specielt antagelsen om normalfordeling har her vist sig vanskelig at overholde.

¹² Hvis alle estimerede resultater for vektormodellerne ønskes, sendes disse på opfordring

Vektormodellen, der bliver anvendt til at bekræfte "korrektheden" af den anvendte ARDL Bounds test, er også forsøgt estimeret - igen for at opfange samtidskorrelation imellem dataserierne. Det lykkedes ved hjælp af Impulse Response Functions (IRF) at finde signifikante ændringer i andelsdataet ved stød til de to proxy-variable. Dog er summen af de opnåede estimater ikke i nærheden af nul, som antagelserne fra Tobins porteføljeteori ellers foreskriver. Det kan tænkes, at grundlaget kan være de få observationer, der er en problemstilling som vektormodellerne er mere sårbare overfor. Dette skyldes det større antal af parametre der skal estimeres i vektormodeller (Enders, 2017).

Det er tilmed forsøgt med alternative metoder, i form af single-equation modeller, gennem anvendelse af ARDL Bounds testen. Her er det forsøgt at estimere en model på de ovenstående variable, hvilket ligesom ved vektormodellerne viste sig at give insignifikante resultater - specielt antagelsen om at modellen er *linear in parameters* (TS.1) har her vist sig vanskelig at overholde. Dette skyldes, at der i flere af modellerne findes et signifikant kvadratisk og kubisk forhold. Det er derfor også forsøgt at kigge på udviklingen i værdien af beholdningerne på både aktier og obligationer - i stedet for det før anvendte procentvise afkast. Dette er gjort ved at indeksere dataserierne ultimobalancen for aktier (ua) og ultimobalancen for obligationer (uo) - yderligere beskrivelse fremgår af sektion 11.7 i bilag. Denne ændring sikrer, at modellerne nu opfylder TS.1. Dog viser estimaterne sig ikke at være signifikante ved denne ændring.

6.3 Opsummering

I denne sektion er processen for valget af projektets model forsøgt tydeliggjort. Derudover er alternative modeller opstillet med henblik på at kunne benytte disse som en bekræftelse af de anvendte modellers resultater.

For at efterprøve de estimerede koefficienter fra Tobins porteføljeteori og dermed analysere om der findes en relation mellem den finansielle og reale side af økonomien, vil disse blive inkluderet i en SFC model, som uddybes i den følgende sektion.

7 Efterprøvning af Tobins porteføljeteori i en opbygget SFC model i form af stød til denne model

I sidste sektion blev koefficienterne i Tobins porteføljeteori estimeret, hvilket nu gør det muligt at efterprøve disse estimater i en makroøkonomisk model. Denne sektion vil således forsøge at besvare problemformuleringens underspørgsmål "Hvordan vil en udvikling i husholdningernes allokering af aktiver blive fanget i en SFC model baseret på de estimerede koefficienter fra Tobins porteføljeteori og observeres en realøkonomisk effekt herved?". Her opbygges en teoretisk SFC model med henblik på at kunne analysere, hvorledes anvendelsen af Tobins teori i en sådan model vil finde meningsfulde relationer mellem den finansielle og reale side af økonomien.

7.1 SFC modeller

SFC modeller opbygges med henblik på at analysere komplekse sammenhænge mellem forskellige sektorer i en økonomi ved at opstille relationer mellem den reale og finansielle side af økonomien, som sker ved hjælp af en balance- og transaktionsmatrice (Byrialsen og Raza, 2020b, p.5). Sampillet sikrer, at én sektors aktiver vil være en anden sektors passiver. Dette samspil gør sig også gældende for *inflows* og *outflows* i modellen.

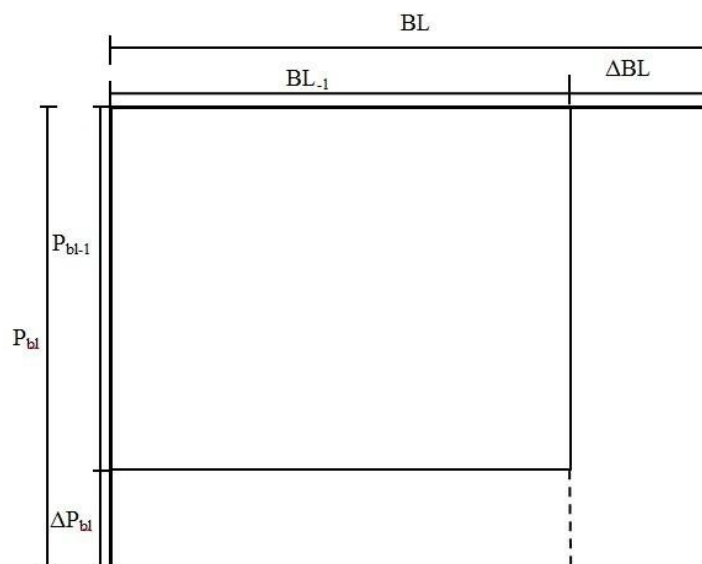
Hver enkelt variabel anvendt i det økonomiske system skal redegøres for, som enten sker ved at inkludere variablene i ligninger eller som eksogene variable. Numerisk simulation bliver derefter anvendt til at finde et steady state niveau for den opstillede SFC model. Efterfølgende vil denne blive udsat for stød, der forstyrrer det initiale steady state niveau ved at ændre i eksogene variable eller parameterverdier. Virkningerne af det anvendte stød til modellen kan analyseres ved at observere det nye niveau af steady state, og hvilken sti økonomien har fulgt hen til dette niveau. Dermed kan der, ud over det nye steady state niveau, observeres hvilken tilpasning, der har fundet sted. (Godley og Lavoie, 2012, p. 9)

Den i projektet anvendte SFC model er en videreudvikling af en model fremstillet i valgfagene Økonomiske Modeller I og II (Methling og Thomsen, 2021). Modellens hovedantagelser antager en lukket økonomi med faste priser (undtagen på aktier). Modellen indeholder fem sektorer: husholdninger, ikke-finansielle virksomheder, finansielle virk-

somheder, en centralbank og en offentlig sektor. Der vil samtidig anvendes fem finansielle aktiver herunder indestående, som husholdningerne indsætter i de finansielle virksomheder, lån, der bliver udstedt af de finansielle virksomheder, penge, der bliver udstedt af centralbanken, obligationer, udstedt af den offentlige sektor og aktier, der udstedes af de ikke-finansielle virksomheder. Normalt antages bills at være relationen mellem den offentlige sektor, centralbanken og husholdningerne og ikke obligationer, som det antages i denne model. Årsagen hertil skal findes i, at de danske husholdninger holder tæt på nul (0.5‰ af den samlede formue) bills gennem hele analyseperioden. Dertil antages det, at kredit er rentebærende, de eneste input i produktionen er kapital samt arbejdskraft og økonomien er ikke begrænset af udbuddet af arbejdskraft. Yderligere antagelser vil præsenteres i gennemgangen af den opbyggede model.

7.2 Kapitalgevinst:

Modellen indeholder kapitalgevinster, hvor ændringer i disse bedst kan illustreres og forklares geometrisk ud fra Østergaard diagrammet, hvilket fremgår nedenfor af figur 6.



Figur 6: Østergaard diagrammet (Godley og Lavoie, 2012, p. 135)

Værdien af en beholdning i afslutningen af sidste periode er givet af den inderste rektangel $P_{bl,-1} * BL_{-1}$, hvor værdien i slutningen af den aktuelle periode er givet af den yderste rektangel $P_{bl} * BL$. Dermed observeres det, at ændringen fra forrige periode til den

aktuelle periode er givet ved de to mindste rektangler. Dette kan også skrives algebraisk, hvor følgende ligning kan udledes:

$$\Delta(P_{bL} * BL) = (P_{bL} * BL - P_{bL-1} * BL_{-1}) = (\Delta BL) * P_{bL} + (\Delta P_{bL} * BL_{-1})$$

De to udtryk på højresiden af lighedstegnet svarer til de to mindste rektangler i Østergaard diagrammet, hvor den første svarer til mængdeændringen i perioden og den sidste svarer til kapitalgevinsten. I det ovenstående eksempel er obligationer blevet anvendt, hvor der i dette projekt kun vil ske mængdeændringer. Derved er det kun den første rektangel, der har en effekt. Dette gør sig gældende ved alle finansielle aktiver, hvor prisen er eksogent bestemt. Det omvendte er tilfældet ved aktier, hvor mængden bestemmes eksogent, og prisen dermed kan variere, hvorfor det udelukkende er den sidste rektangel, der har en effekt. (Godley og Lavoie, 2012, p. 135)

7.3 Matricerne

Modellens balance- og transaktionsmatrice vil nu blive gennemgået for at give et overordnet overblik over modellen og dens dynamikker startende med balancematricen.

7.3.1 Balancematricen

Tabel 2 viser balancematricen, hvor aktiver angives med plus (+) og passiver med minus (-).

Balancematricen						
	HH	NFC	FC	CB	G	Σ
Cash	$+H_d$	-	-	$-H_s$	-	0
Money deposits	$+M_d$	-	$-M_s$	-	-	0
Bonds	$+BL_d * p_{bL}$	-	-	$+BL_{cb} * p_{bL}$	$-BL_s * p_{bL}$	0
Loans	-	$-L_d$	$+L_s$	-	-	0
Equity	$+E_d * p_e$	$-E_s * p_e$	-	-	-	0
Fixed capital	-	$+K$	-	-	-	$+K$
Balance (net worth)	$-V_h$	$+V_f$	-	-	$+V_g$	$-V$
Σ	0	0	0	0	0	0

Tabel 2: Balancematricen

I modellen anvendt i dette projekt antages det, at de finansielle virksomheder samt centralbanken står for at skabe penge ($-H_d, -M_d$), hvor disse tager form som husholdningernes indskud i de finansielle virksomheder ($+M_d$) eller som kontanter ($+H_d$) holdt af husholdningerne. Indskuddene er ikke forbundet med nogen form for rente, da de bliver anvendt som et risikofrit aktiv, som husholdningerne kan vælge at allokere deres formue i fremfor de mere risikobetonede aktiver obligationer og aktier, hvor afkastet på disse kan ændre sig over tid.

Obligationer antages at blive udstedt af den offentlige sektor ($-BL * p_{bL}$) som finansieringsgrundlag for at kunne dække et muligt underskud i hver enkelt periode. Obligationer bliver i første omgang opkøbt af husholdningerne ($+BL * p_{bL}$), der efterspørger dem som en investeringsmulighed for at opnå et renteaflast. Hvis den offentlige sektor ikke kan få dækket deres udbud af obligationer gennem husholdningernes efterspørgsel, køber centralbanken den resterende mængde af husholdningerne ($+BL_{cb} * p_{bl}$), mod kontanter som centralbanken fremstiller (H_s).

Lån vil i modellen blive udstedt af de finansielle virksomheder ($+L_s$) til de ikke-finansielle virksomheder ($-L_d$) for at finansiere investeringer i kapitalapparatet ($+K$).

Aktier antages at blive udstedt af de ikke-finansielle virksomheder som et alternativ til låntagning for at finansiere investeringer i kapitalapparatet ($-E * p_e$). Aktier kan kun købes af husholdningerne ($+E * p_e$), som investering, med henblik på at opnå en kapitalgevinst.

Disse effekter leder ud i tabel 2, hvor alle rækker, der indeholder finansielle aktiver og passiver, summerer til nul jf. Godley og Lavoie (2012). Dette gør sig gældende i de fem øverste rækker, hvor et aktiv for den ene sektor er et passiv for en anden. Det gør sig dog ikke gældende for materielle aktiver, da der ikke findes et passiv for denne i en anden sektor. Der indsættes ligeledes en balancerække (net worth), der medfører, at alle kolonner summerer til nul. I denne model opbygger hverken de finansielle virksomheder eller centralbanken nogen formue. Derfor vil husholdningernes formue ($-V_h$), minus den offentlige sektors gæld ($+V_g$) minus den gæld/formue, der kan opstå i de ikke-finansielle virksomheder ($+V_f$), hvor sidstnævnte sker gennem kapitalændringer, rent regnskabsteknisk, være lig med størrelsen på kapitalapparatet ($K - V = 0$).

7.3.2 Transaktionsmatricen:

Transaktionsmatricen i tabel 3 fremviser i den øverste del de reale transaktioner, sektorerne imellem, imens den nederste del viser ændringer i flows af finansielle aktiver og passiver. Alle rækker og kolonner summerer til nul, som det fremgår af Godley og Lavoie (2012). Dertil er der tilføjet en ekstra række under summen, som viser kapitalgevinster.

Flere egenskaber ved modellen kan fremhæves af transaktionsmatricen. Husholdningernes disponible indkomst er givet ved den samlede lønindkomst (WB), profit udbetalt fra bankerne (Z), renteindkomsten ved at holde obligationer ($r_{bl-1} * BL_{-1} * P_{bl-1}$) og udbytte på aktier (E_u) fratrukket skatten (T). Den disponible indkomst anvendes først og fremmest på forbrug (C), hvor et forbrug over eller under den disponible indkomst påvirker formuen og dermed ændrer beholdningen af kontanter (ΔH), bankindestående (ΔM), obligationer ($\Delta BL * p_{bL}$) og/eller aktier ($\Delta E * p_E$).

Output (Y) bliver udelukkende skabt i de ikke-finansielle virksomheder i økonomien, der bruger den til henholdsvis at udbetale løn til husholdningerne (WB), at tilsidesætte midler til at dække depreciering af kapitalapparatet (AF), at udbetale udbytte til husholdningerne (E_u) og/eller at betale renteudgifter til de finansielle virksomheder ($-r_{-1} * L_{-1}$). Da det som tidligere nævnt antages, at de ikke-finansielle virksomheder ikke opbygger en formue gennem profit, bliver investeringerne udelukkende finansieret igennem de afsatte midler til depreciering (AF) samt låntagning (ΔL). Yderligere er dele af virksomhedens investeringer i kapitalapparatet på forhånd finansieret gennem udstedelse af aktier ($\Delta E * p_E$).

De finansielle virksomheder opnår derimod profit gennem forskellen på indlåns- og udlånsrenten, men da der i økonomien er set bort fra indlånsrenten, da denne antages at være nul, er profitten (Z) lig med renteindtægterne fra lån til de ikke-finansielle virksomheder ($r_{-1} * L_{-1}$).

Transaktionsmatrice									
	HH	NFC		FC		CB		G	Σ
		Current	Capital	Current	Capital	Current	Capital		
Consumption	$-C$	$+C$	-	-	-	-	-	-	0
Public spending	-	$+G$	-	-	-	-	-	$-G$	0
Investment	-	$+I$	$-I$	-	-	-	-	-	0
Production	-	$[Y]$	-	-	-	-	-	-	0
Wages	$+WB$	$-WB$	-	-	-	-	-	-	0
Taxes	$-T$	-	-	-	-	-	-	$+T$	0
Bank profit	$+Z$	-	-	$-Z$	-	-	-	-	0
Depreciation	-	$-AF$	$+AF$	-	-	-	-	-	0
Dividend on equity	$+E_u$	$-E_u$	-	-	-	-	-	-	0
Interest on loans	-	$-r_{-1} * L_{-1}$	-	$+r_{-1} * L_{-1}$	-	-	-	-	0
Interest on bonds	$+r_{bl-1} * BL_{-1} * P_{bl-1}$	-	-	-	-	$+r_{bl-1} * BL_{cb-1} * P_{bl-1}$	-	$-r_{bl-1} * BL_{-1} * P_{bl-1}$	0
Centralbank profit	-	-	-	-	-	$-r_{bl-1} * BL_{cb-1} * P_{bl-1}$	-	$+r_{bl-1} * BL_{cb-1} * P_{bl-1}$	0
Change in cash	$-\Delta H$	-	-	-	-	-	$+\Delta H$	-	0
Change in deposits	$-\Delta M$	-	-	-	$+\Delta M$	-	-	-	0
Change in loans	-	-	$+\Delta L$	-	$-\Delta L$	-	-	-	0
Change in bonds	$-\Delta BL * p_{bL}$	-	-	-	-	-	$-\Delta BL_{cb} * p_{bL}$	$+\Delta BL * p_{bL}$	0
Change in equity	$-\Delta E * p_E$	-	$+\Delta E * p_E$	-	-	-	-	-	0
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CG Equity	$-\Delta P_E * E_{-1}$	-	$+\Delta P_E * E_{-1}$	-	-	-	-	-	0

Tabel 3: Transaktionsmatricen

Centralbankens fornemmeste rolle i økonomien er, som tidligere nævnt, at opkøbe de obligationer ($\Delta BL_{cb} * p_{bL}$), som husholdningerne ikke efterspørger. Årsagen til dette er, at husholdningerne i stedet efterspørger penge (ΔH), som centralbanken mod obligationerne udbyder til dem for at sikre, at den offentlige sektor kan få dækket dens finansieringsbehov. De renteindtægter som centralbanken opnår ved at holde obligationer sendes tilbage til den offentlige sektor, da centralbanken ingen formue har i modellen.

Til sidst fremgår den offentlige sektor, som modtager skatteindtægten fra husholdningerne (T) og tilbagebetalt profit fra centralbanken ($+r_{bl-1} * BL_{cb-1} * P_{bl-1}$), hvilket bruges til at dække det offentlige forbrug (G). Ved et forbrug, der overstiger skatteindtægterne, finansieres det overskydende forbrug gennem udstedelse af obligationer ($\Delta BL * p_{bL}$) til henholdsvis husholdningerne eller centralbanken.

Den opstillede SFC model er simpel, men gennem det vandtætte system og de anvendte regnskabsprincipper, så sikres en konsistent modelramme til at foretage projektets analyse. Derfor vil ligningerne indenfor denne modelramme her opstilles.

7.4 Modellens ligninger

Den opstillede model består af 46 ligninger med 46 endogene variable, hvor alle endogene variable skal optræde på venstresiden af en ligning for at kunne estimere systemet. Hver enkelt sektor vil blive gennemgået med tilhørende ligninger, hvor alle ligninger kan ses fra ende til anden under sektion 11.5 i bilag.

De første fire ligninger beskriver mekanismerne, der justerer forskellige udbudsvariable i forhold til deres efterspørgselsmodpart.

$$C_s = C_d \quad (7.1)$$

$$I_s = I_d \quad (7.2)$$

$$N_s = N_d \quad (7.3)$$

$$\Delta L_s = \Delta L_d \quad (7.4)$$

Den opstillede model er efterspørgselsdrevet, da efterspørgslen bestemmer udbuddet, hvilket er illustreret igennem de fire første ligninger. De to første ligninger, 7.1 og 7.2,

viser, at de ikke-finansielle virksomheder producerer nøjagtig den efterspurgt mængde af forbrugsvarer og investeringsgoder. Ligning 7.3 viser, at arbejdskraften ikke er udbudsbegrænset, hvorfor virksomhederne kan ansætte den efterspurgt mængde arbejdskraft. Til sidst fremgår ligning 7.4, der omhandler udbud af lån. Her vises, at de finansielle virksomheder vil udbyde den mængde lån, der bliver efterspurgt af de ikke-finansielle virksomheder. Dermed er der ingen kreditrestriktion i modellen.

7.4.1 Husholdningerne

Følgende sektion omhandler husholdningerne, hvis disponible indkomst og beskatning er givet ved:

$$YD = WB_s - T + r_{bl-1} * BL_{h-1} * P_{bl-1} + Z + E_u \quad (7.5)$$

$$T = \theta * (WB_s + Z) + \theta_1 * (E_u + r_{bl-1} * BL_{h-1} * P_{bl-1}) \quad (7.6)$$

hvor WB_s er lønnen, husholdningerne får udbetalt (se ligning 7.26), T er udgifter til skat, $r_{bl-1} * BL_{h-1} * P_{bl-1}$ er renteindtægter fra obligationer, E_u er udbytte fra aktier og Z er profit udbetalt fra de finansielle virksomheder, da husholdningerne antages at være ejere af disse. Ud fra ligning 7.6 kan det observeres, at husholdningerne både bliver beskattet af deres løn- og profitindkomst, men også af deres renteindtægter og kapitalgevinster. De to sidstnævnte udgør det sidste led i ligningen, hvor det antages, at skattesatsen er lavere end ved lønindkomst og profitindkomst (Dania Regnskab, 2021).

Kapitalgevinst indgår tilmed i akkumulering af formuen, der er givet ved ligning 7.7:

$$V = V_{-1} + (YD - C_d) + CG \quad (7.7)$$

med:

$$CG = (P_e - P_{e-1}) * E_{h-1} \quad (7.8)$$

$$E_u = E_{h-1} * P_{e-1} * U_r \quad (7.9)$$

$$U_r = ER_{re}/100 \quad (7.10)$$

Ligning 7.7 fortæller dermed, at husholdningernes formue er lig med formuen i sidste periode (V_{-1}), forskellen mellem den disponible indkomst og forbrug samt opnåede kapi-

talgevinster (CG). Kapitalgevinster er givet ved ligning 7.8 og er bestemt ved de faktiske prisændringer i mængden af aktier som husholdningerne holder. Ligning 7.9 forklarer udbyttedynamikken i modellen, der er givet ved en bestemt procentdel (U_r) af værdien på husholdningernes aktiebeholdning. Udbytteprocenten er lig med det forventede afkast, som det fremgår af ligning 7.10.

$$C_d = \alpha_1 * YD^e + \alpha_2 * V_{-1} \quad 0 < \alpha_2 < \alpha_1 < 1 \quad (7.11)$$

Forbrugsfunktion er givet ved ligning 7.11 og viser, at husholdningernes forbrug afhænger henholdsvis af forbrugstilbøjeligheden ud af forventet disponibel indkomst og forbrugstilbøjeligheden ud af forrige periodes formue. Det er værd at bemærke, at beslutningen om at forbruge i den nuværende periode ikke afhænger af kapitalgevinsten i denne periode, men derimod kapitalgevinsten i den forrige periode, da denne indgår i V_{-1} , hvilket er en antagelse, der understøttes af Pollin (1997). Til sidst observeres ligning 7.12 og ligning 7.13, der omhandler forventningerne til formuen og den disponible indkomst.

$$YD^e = YD_{-1} \quad (7.12)$$

$$V^e = V \quad (7.13)$$

Den forventede disponible indkomst er givet ved den disponible indkomst i sidste periode, hvilket betyder, at der i modellen bliver anvendt adaptive forventninger. Den forventede formue antages at være lig med den faktiske formue.

7.4.1.1 Husholdningernes porteføljesammensætning

Husholdningernes beslutning vedrørende allokering af deres formue er fremstillet ud fra Tobins porteføljeteori, jf. sektion 5.1.

$$E_d = V^e * (\lambda_{20} + \lambda_{22} * ER_{re} + \lambda_{23} * ER_{rbl} + \lambda_{24} * (YD^e/V^e))/P_e \quad (7.14)$$

$$BL_d = V^e * (\lambda_{30} + \lambda_{32} * ER_{re} + \lambda_{33} * ER_{rbl} + \lambda_{34} * (YD^e/V^e))/P_{bl} \quad (7.15)$$

$$M_d = V^e - P_{bl} * BL_d - P_e * E_d - H_d \quad (7.16)$$

$$\Delta H_d = \Delta H_s \quad (7.17)$$

I overensstemmelse med Tobins porteføljeteori er efterspørgslen efter henholdsvis aktier (E_d) og obligationer (BL_d) hver givet ud fra fire λ -værdier, hvor λ_{21} og λ_{31} ikke er inkluderet, da penge antages ikke at have noget afkast. Dermed vil efterspørgslen efter aktier og obligationer være bestemt ud fra niveauet af den forventede formue (V^e), det forventede afkast på aktier (ER_{re}), det forventede afkast på obligationer ($ER_{r_{bl}}$), den forventede disponible indkomst (i form af ratioen mellem denne og den forventede formue ($\frac{YD^e}{V^e}$)) og prisen på aktivet (P_e, P_{bl}). Alle λ -værdier har i ligningerne et positivt fortegn. Derved er det fortegnet på de estimerede λ -koefficienter, der er afgørende for, om en positiv eller negativ relation findes på efterspørgslen. Ligning 7.16 viser, at den mængde husholdningerne efterspørger, i form af bankindestående, er givet ved den resterende del af den forventede formue, der ikke holdes i kontanter, obligationer eller aktier. Af ligning 7.18 og 7.19 fremgår det forventede afkast på både aktier og obligationer som eksogent givet i modellen. Dermed er det muligt at støde til disse forventede afkast med henblik på at kunne analysere effekten på realøkonomien samt husholdningernes porteføljesammensætning.

$$ER_{re} = E\bar{R}_{re} \quad (7.18)$$

$$ER_{r_{bl}} = E\bar{R}_{r_{bl}} \quad (7.19)$$

For at holde modellen så simpel som mulig antages det, at husholdningerne holder den mængde aktiver, de faktisk efterspørger, hvilket er givet ved ligning 7.20-7.23:

$$M_h = V - P_{bl} * BL_h - P_e * E_d - H_h \quad (7.20)$$

$$E_h = E_d \quad (7.21)$$

$$BL_h = BL_d \quad (7.22)$$

$$H_h = H_d \quad (7.23)$$

7.4.2 De ikke-finansielle virksomheder

Da de ikke-finansielle virksomheder står for al produktion i modellen, er den totale produktion givet ved:

$$Y = C_s + I_s + G \quad (7.24)$$

Den samlede produktion er summen af alle udgifter til varer og tjenesteydelser, som er forbrug (C_s), investeringer (I_s) og offentligt forbrug (G). Da de ikke-finansielle virksomheder antages ikke at profitere af produktionen i modellen, bliver al indkomst fratrasket udgifterne her udbetalt i form af løn. Disse udgifter indbefatter rentebetaling af gæld ($r_{-1} * L_{d-1}$), midler lagt til side til depreciering af kapitalapparatet (AF) og udbetaling af udbytte (E_u):

$$WB_d = Y - r_{-1} * L_{d-1} - AF - E_u \quad (7.25)$$

De sidste tre ligninger, der omhandler lønnen er:

$$WB_s = W * N_s \quad (7.26)$$

$$N_d = Y/pr \quad (7.27)$$

$$W = WB_d/N_d \quad (7.28)$$

Ligning 7.26 foreskriver, at lønsummen (WB_s) er lig med produktet af lønniveauet og antal medarbejdere. Ligning 7.27 viser output per medarbejder, der er givet ved ratioen mellem den samlede produktion og medarbejdernes produktivitet, hvor produktiviteten antages at være konstant i modellen. Givet ligning 7.25 og ligning 7.27 opnås ligning 7.28, der viser både den nominelle og den reale løn, da prisniveauet i modellen er konstant.

Da der kan opstå ændringer i værdien af virksomhedernes aktiebeholdning, vil der skabes en gæld i virksomhederne med husholdningerne som modpart, hvis aktieprisen stiger, og modsat vil der skabes en formue, hvis aktieprisen falder.

$$V_f = K - L_d - E_s * P_e \quad (7.29)$$

7.4.2.1 De ikke-finansielle virksomheders investeringsadfærd

Der vil nu blive set på de ikke-finansielle virksomheders investeringsadfærd, som er givet ved:

$$K = K_{-1} + I_d - DA \quad (7.30)$$

$$DA = \delta * K_{-1} \quad (7.31)$$

$$AF = \delta * K_{-1} \quad (7.32)$$

Ligning 7.30 viser, at kapitalapparatet er givet ved dets egen værdi i sidste periode, den ønskede mængde investering i den nuværende periode samt deprecieringen af kapitalapparatet. Ligning 7.31 og ligning 7.32 er identiske, da det for simplicitet antages, at de midler som de ikke-finansielle virksomheder lægger tilside med henblik på vedligeholdelse af kapitalapparatet også er den faktiske omkostning, der opstår som følge af nedslidning.

De ikke-finansielle virksomheder har et mål for kapitalapparatet, der er givet ved ligning 7.33. Denne foreskriver, at den ønskede størrelse på kapitalapparatet afhænger af outputtet i sidste periode. Antagelsen er her, at når en virksomhed gør op, hvor meget den skal investere i den nuværende periode, vurderes dette ud fra den forrige periodes salg, som er en indikator for salg i den næste periode.

$$K^T = \kappa * Y_{-1} \quad (7.33)$$

$$I_d = \gamma * (K^T - K_{-1}) + DA \quad (7.34)$$

Investeringsfunktionen, ligning 7.34, er givet ved en delvis justering imod det langsigtede mål for kapitalapparatet samt midler til vedligeholdelse af kapitalapparatet.

De ikke-finansielle virksomheder kan finansiere deres kapitalapparat gennem to kanaler, som er lån eller udstedelse af aktier. Udbuddet af aktier antages dog at være givet eksogent, se ligning 7.36, og er dermed fast, hvilket vil sige, at yderligere finansiering af kapitalapparatet i modellen udelukkende kan ske igennem lån. Prisen på aktier er givet ved ligning 7.35, der er udregnet ved at sætte $E_d = E_s$ og dermed lavet med henblik på at *clear* aktiemarkedet:

$$P_e = V^e * (\lambda_{20} + \lambda_{22} * ER_{re} + \lambda_{23} * ER_{rbl} + \lambda_{24} * (YD^e/V^e))/E_s \quad (7.35)$$

$$E_s = \bar{E}_s \quad (7.36)$$

$$L_d = L_{d-1} + I_d - AF - (E_s - E_{s-1}) * P_{-1} \quad (7.37)$$

Finansieringen af den yderligere del af kapitalapparatet sker som nævnt igennem lån, der er givet ved lån i sidste periode samt den del af investeringerne i den nuværende periode, der ikke allerede er finansieret igennem afsatte midler til vedligeholdelse eller igennem aktier. Ændringen i aktier vil dog altid være nul, da udbuddet af aktier holdes eksogent.

7.4.3 De finansielle virksomheder

De finansielle virksomheder holder den del af husholdningens formue, der ikke er holdt i kontanter, obligationer eller aktier, hvilket derfor udgør husholdningernes bankindestående.

$$\Delta M_s = \Delta L_s \quad (7.38)$$

Ændringer i udbuddet af bankindestående er bestemt af ændringer i udbuddet af lån, som kan observeres af ligning 7.38. Udbuddet af lån bestemmes dertil af ændringer i efterspørgslen efter lån, der ses af ligning 7.4. Dermed er det efterspørgslen efter lån, der bestemmer udbuddet af lån, der så bestemmer udbuddet af bankindestående. Dette gør sig gældende, da det er en efterspørgselsdrevne model.

De sidste to ligninger vedrørende de finansielle virksomheder er ligningen for bankernes profit og funktionen for renten, som er givet ved:

$$Z = L_{s-1} * r_{-1} \quad (7.39)$$

$$r = \bar{r} \quad (7.40)$$

Bankens profit er givet ved mængden af udlån i starten af perioden multipliceret med renten i starten af perioden og udbetales til husholdningerne. Profitten opstår, som nævnt tidligere, da der ingen rente er på bankindestående, men derimod udelukkende på udlån.

7.4.4 Centralbanken

Som det tidligere er nævnt, opkøber centralbanken de obligationer, som husholdningerne ikke efterspørger, hvilket derfor bliver differensen mellem udbudte obligationer og husholdningernes beholdning, som det fremgår af ligning 7.41.

$$BL_{cb} = BL_s - BL_h \quad (7.41)$$

Centralbanken printer penge, som benyttes til opkøbet af husholdningernes obligationer, se ligning 7.42.

$$H_s = H_{s-1} + (BL_{cb} - BL_{cb-1}) * P_{bl} \quad (7.42)$$

Dermed er mængden af udbudte kontanter givet ved mængden i forrige periode adderet med ændringen i værdien af centralbankens beholdning af obligationer.

7.4.5 Den offentlige sektor

Den offentlige sektor antages i den opstillede model at have et underskud, der kan observeres ud fra ligning 7.43.

$$V_g = -BL_s * P_{bl} \quad (7.43)$$

Underskuddet bliver finansieret gennem udstedelse af obligationer, givet ved ligning 7.44.

$$BL_s = BL_{s-1} + (((G + P_{bl-1} * BL_{s-1} * r_{bl-1}) - (T + p_{bl-1} * BL_{cb-1} * r_{bl-1}))/P_{bl}) \quad (7.44)$$

Her fremgår det, at udbuddet af obligationer er givet ved udbuddet i sidste periode samt et underskud/overskud for den offentlige sektor i den nuværende periode. Dermed vil udbuddet stige, hvis det offentlige forbrug adderet med renteudbetalingerne er større end den betalte skat adderet med renteindbetalingerne tilbagebetalt fra centralbanken.

Prisen på obligationer er bestemt eksogent, imens renten på obligationer er antaget at være lig med det forventede afkast på obligationer.

$$P_{bl} = \bar{P}_{bl} \quad (7.45)$$

$$r_{bl} = ER_{r_{bl}}/P_{bl} \quad (7.46)$$

Alle ligninger er hermed opskrevet og alle endogene variable i modellen er taget højde for, hvilket betyder, at der er opnået et konsistent lukket system. Samtidig er der en overflødig ligning i systemet:

$$M_s = M_h \quad (7.47)$$

Hvis denne ligning blev inkluderet i simuleringen af modellen, vil den være overestimeret og intet resultat vil blive fundet. Selvom ligningen ikke direkte inkluderes i modellen, skal denne stadig være overholdt for at systemet er vandtæt.

I ovenstående er ligningerne inden for modelrammen blevet opstillet, hvorfor parameterværdierne nu vil blive forklaret.

7.5 Modellens parameterværdier

I dette afsnit vil værdierne af de, i SFC modellen, anvendte parametre uddybes. Alle parametre og deres tilhørende værdi kan observeres i tabel 10 under bilag.

Forbrugstilbøjeligheden af forventet disponibel indkomst, α_1 , og forbrugstilbøjeligheden af husholdningernes formue i sidste periode, α_2 , er i den anvendte model fastsat til henholdsvis 0.748 og 0.090. Disse parameterværdier er fastsat efter, hvad andre lignende studier har anvendt af værdier jf. Godley og Lavoie (2012) og Le Heron og Mouakil (2008). Yderligere er de også kalibreret specifikt for den opstillede model for at sikre en ligevægt ved numerisk simulation.

Da modellen omhandler de danske husholdninger, er skattesatserne i modellen, θ og θ_1 , fastsat efter et virkelighedsbillede for de danske husholdninger, hvor marginals-katten er på omkring 40% og beskatningen på kapital er på 27%. Derfor er parameterværdien for $\theta = 0.4$, mens $\theta_1 = 0.27$. (Skatteministeriet, 2021) (Dania Regnskab, 2021)

Modellens anvendte λ -værdier, λ_{12} , λ_{13} , λ_{22} , λ_{23} , λ_{32} og λ_{33} , er blevet estimeret i sektion 6, hvor λ_{12} og λ_{13} blev korrigeret med henblik på at overholde *adding-up* antagelserne. De resterende λ -værdier for henholdsvis andel af samlet formue holdt i de forskellige aktiver (λ_{10} , λ_{20} og λ_{30}) og ændring i efterspørgsel efter aktiverne ved stigning i ratioen YD^e/V^e (λ_{14} , λ_{24} og λ_{34}) er bestemt på anden vis. Her er λ_{14} , λ_{24} og λ_{34} , ligesom α_1 og α_2 , fastsat efter, hvad andre lignende studier har anvendt af parameterværdier herfor. Her fokuseres specielt på opstillede modeller i Godley og Lavoie (2012), hvilket har medført en anvendt λ_{14} -værdi på 0.115, λ_{24} -værdi på -0.1 og en λ_{34} -værdi på -0.015, for at disse summerer til nul.

Derimod er λ_{10} , λ_{20} og λ_{30} blevet beregnet ud fra de anvendte dataserier og er et gennemsnit af den faktiske allokering mellem de tre aktiver af den samlede formue for husholdningerne. Dette medfører, at λ_{20} er fastsat til 0.57, hvilket betyder, at de danske husholdninger i analyseperioden i gennemsnit har holdt 57% af deres formue i aktier. Den samme fremgangsmåde er blevet anvendt til at fastsætte λ_{10} til 0.4 og λ_{30} til 0.03. Anvendelse af en så lav λ_{30} -værdi vil resultere i, at husholdningerne vil holde et negativt antal obligationer, når modellen simuleres. Derfor er en λ_{30} -værdi på 0.1 blevet anvendt for at undgå dette, som også er en metode, der anvendes i Zezza og Zezza (2020). For

at antagelsen ADUP.1 stadig summerer til én, er husholdningernes beholdning af penge derfor ændret til $\lambda_{10} = 0.33$.

Tilpasningsparameteren af investeringer, γ , er i modellen fastsat til 0.1, hvilket vil sige, at investeringerne delvist justeres efter forskellen mellem det ønskede kapitalapparat og det faktiske. Ved øgning eller udeladelse af denne parameter ville tilpasningen mod steady state være langt mere ustabil, da større dele eller hele forskellen mellem det ønskede og det faktiske niveau af kapitalapparatet vil blive udlignet gennem investeringer. Ligeledes vil der i perioder være et negativt niveau af investeringer, hvilket ikke er realistisk. Derfor er tilpasningsparameteren af investeringer fastsat til 0.1 for at sikre øget stabilitet i investeringsfunktion og modellen, men også for, at der ikke opstår et negativt niveau af investeringer på noget tidspunkt i modellen.

En anden parameter, der også påvirker kapitalapparatet er δ , som beskriver forringelsen af kapitalapparatet i hver periode. Denne parameter er hovedsageligt blevet fastsat på baggrund af modeller fra Godley og Lavoie (2012) og Gottfries (2013), hvor værdien ligger tæt ved den anvendte værdi i dette projekt på 0.1. Der er forsøgt lavet en øgning af denne parameter, hvor det findes, at investeringerne i økonomien vil blive markant forøget, hvilket vil have en ekspansiv indvirkning på modellen, men ved en for stor øgning vil investeringsfunktionen, og dermed modellen, eksplodere.

Parametre som κ og pr , der i modellen er fastsat til 1, har denne værdi for at holde modellen så simpel som muligt. Årsagen til at disse er inkluderet i modellen, selvom de i realiteten ikke har nogen betydning, er, at det muliggør eventuelle stød til økonomien i form af stød til henholdsvis funktionen for ønsket kapitalapparat eller funktionen for efterspørgsel efter arbejdskraft.

Modellen er således blevet fremlagt, hvor både ligninger og parametre er blevet uddybet. Dermed er det muligt at foretage stød til denne opstillede model.

7.6 Stød til modellen

Det vil nu analyseres hvordan stød til ovenstående model vil påvirke allokeringen mellem de finansielle aktiver og hvordan ændringer i denne påvirker, og påvirkes af, realøkonomien. Til at analysere disse stød er der lavet fire ekstra variable i modellen: aaa , som viser

andelen af aktier i forhold til husholdningernes formue, aao , som viser andelen af obligationer i forhold til husholdningernes formuen, aap , som viser andelen af penge i forhold til husholdningernes formue og yde_ve_ratio , som viser ratioen mellem den forventede disponible indkomst og den forventede formue (disse fremgår af ligning 11.47 til og med ligning 11.50 i bilag sektion 11.5.1). Der vil udføres tre stød til modellen. Først stødes til det forventede afkast på aktier, herefter stødes til forventede afkast på obligationer, og til sidst udføres et kontraktivt stød til det offentlige forbrug.

7.6.1 Værdier i baseline modellen

For at opnå baseline værdierne er modellens parametre kalibreret, så modellen opnår realistiske relative forhold i baseline værdierne. Det skal dog bemærkes, at dette er en teoretisk model, hvilket er årsagen til, at størrelsesordenen af variablene ikke er det primære fokus, men det er derimod de relative effekter ved stød til modellen. Initialværdierne, som fremgår af tabel 10 i bilag, er bestemt ved at indsætte parametre og eksogene værdier i ligningssystemet for herefter at udregne initialværdierne. Herefter simuleres modellen, hvor de vigtigste steady state værdier i baseline modellen fremgår af tabel 4.

Baseline værdier	
Variabel:	Værdi:
Y	56.2
aaa	0.53
aao	0.07
aap	0.40
P_e	1.23
yd	30.6
cd	30.6
yd/v_ratio	0.36

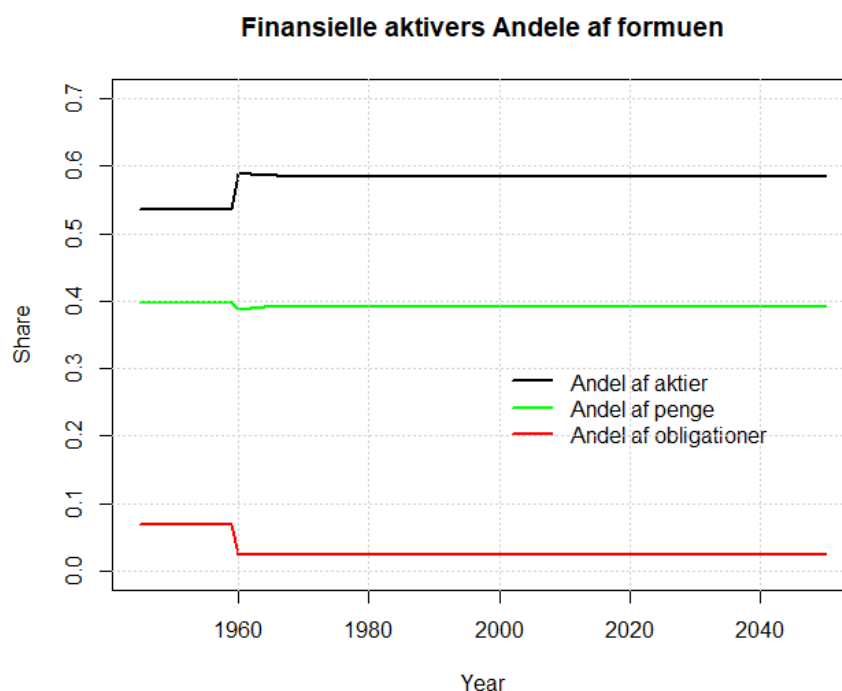
Tabel 4: Centrale baseline værdier

Som nævnt er dette en teoretisk model, hvorfor selve værdierne ikke stemmer overens med dansk data. Dog kan det observeres, at de relative forhold er realistiske i forhold til dansk data, hvor det af figur 2 kan observeres, at aaa , aao og aap tilnærmelsesvist matcher dansk data¹³.

¹³ Denne mindre afvigelse skyldes ændringer i koefficienterne λ_{10} og λ_{30} for at undgå en negativ behold-

7.6.2 Stød til det forventede afkast på aktier

Efter et stød til det forventede afkast på aktier fra 3% til 6% har fundet sted, kan det observeres af figur 7, at der sker et skifte i allokeringen af formuen.



Figur 7: Stød til det forventede afkast på aktier fra 3% til 6%

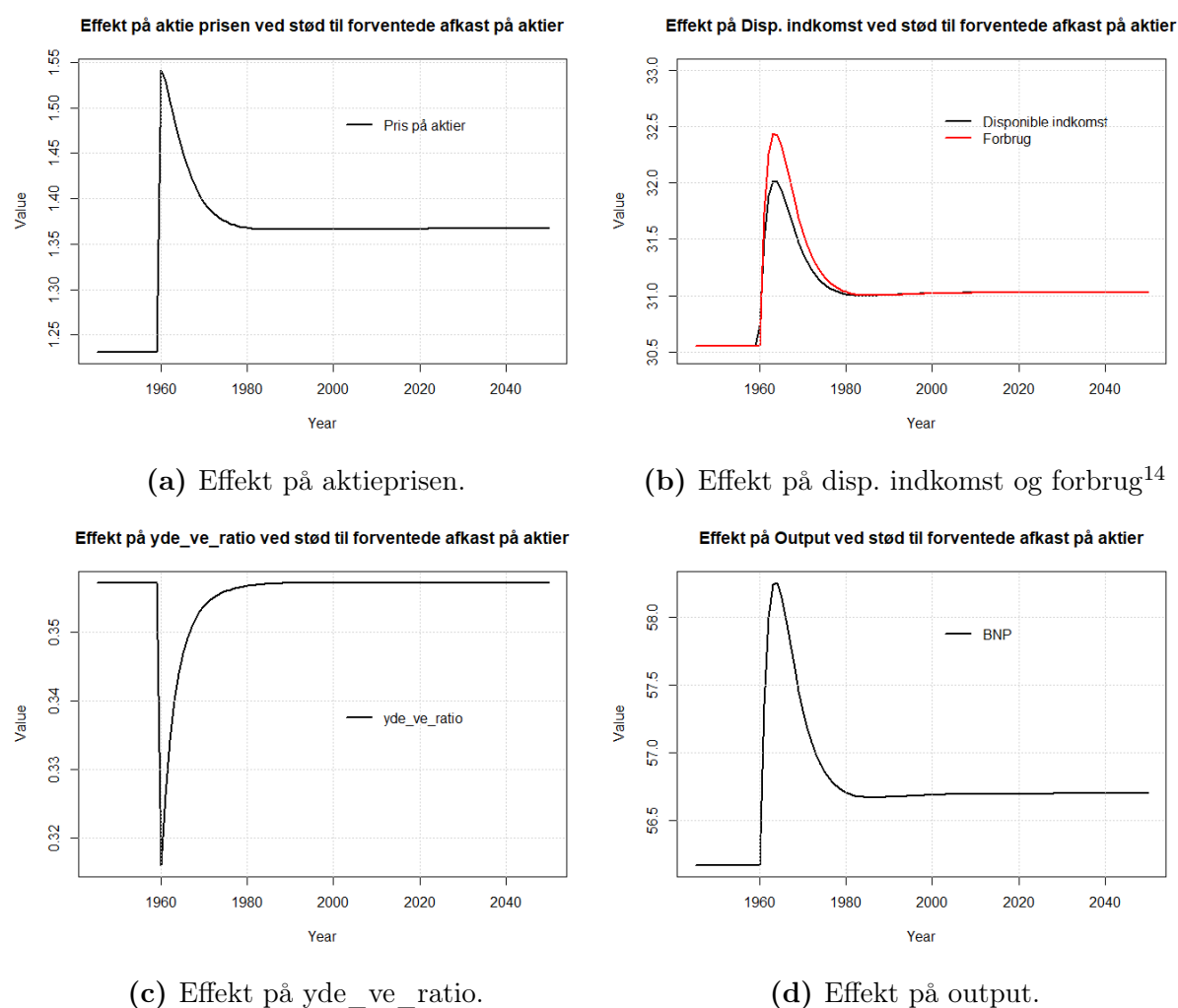
Der kan her observeres en stigning i andelen af aktier samt et modsvarende fald i andelen af obligationer og penge. Disse ændringer sker grundet tre ændringer i efterspørgslen efter de tre aktiver, hvor efterspørgslen efter aktier stiger, mens den for obligationer og penge falder. Den øgede efterspørgsel efter aktier hæver aktieprisen gennem tilpasning til det faste udbud, hvilket kan observeres af figur 8a. Her observeres først en stigning i aktieprisen og derefter en tilpasning til det nye steady state niveau.

Den første ændring i efterspørgslen efter aktier sker gennem en stigning i formuen og derfor også den forventede formue, hvilket hæver det generelle niveau for efterspørgslen efter alle aktiverne og hermed også hæver aktieprisen yderligere. Effekten af den øgede forventede formue vil dog ikke fremgå af figur 7, da figuren viser husholdningernes be-

holdning i forhold til formuen, som er lig med den forventede formue.

Den anden ændring i efterspørgslen efter aktier sker gennem λ -værdierne i efterspørgselsfunktionen, der omhandler det forventede afkast på aktier, som samtidig påvirker negativt i efterspørgselsfunktionen for penge og obligationer. Denne ændring er skyld i størstedelen af ændringen, der observeres i figur 7.

Den tredje og sidste ændring i efterspørgslen efter aktier skyldes udviklingen i den relative forskel mellem den forventede disponible indkomst og den forventede formue, som kan observeres af figur 8c.



Figur 8: Stød til forventede afkast på aktier

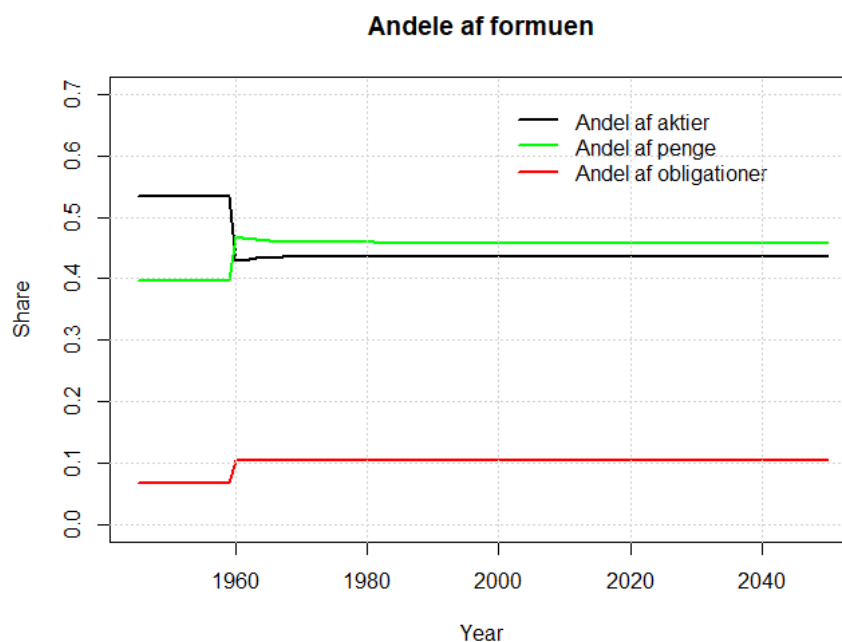
¹⁴ Den røde og sorte kurve bevæger sig indover hinanden, hvilket får den sorte til at forsvinde, da de har den samme værdi. Her skal det bemærkes, at kurverne fortsætter oveni hinanden. Dette gør sig gældende ved alle grafer, der ligger oveni hinanden.

Først kan der observeres et fald i denne ratio, som påvirker efterspørgslen efter aktier positivt, hvorfor det også påvirker aktieprisen positivt. Forholdet mellem den forventede formue og den forventede disponible indkomst viser dog en tilpasning tilbage til samme steady state niveau som før stødet. Dette sker i den periode, hvor forbruget ligger over den disponible indkomst, som det fremgår af figur 8b. Den disponible indkomst stiger gennem det øgede realiserede udbytte på aktier e_u , hvor udbyttet stiger grundet den nu højere procentsats (U_r) samt den større beholdningsværdi i aktier. Når aktieudbyttet stiger, tages dette fra virksomhedens lønudbetalinger til husholdningerne. Derved ligger ændringen i den lavere skat, der betales på aktieudbyttet. Denne effekt vil samtidig også hæve den forventede disponible indkomst. Udviklingen i forbruget sker gennem begge led i forbrugsfunktionen (se ligning 7.11); hvor der først vil ske en stigning i forbruget gennem den voksende formue og samtidig også den stigende disponible indkomst. Det øgede steady state niveau i forbrug, som fremgår af figur 8b resulterer samtidig i, at det samlede output stiger, hvilket kan observeres af figur 8d. Denne stigning er en direkte konsekvens af ligning 7.24.

7.6.3 Stød til det forventede afkast på obligationer

Det observeres af figur 9, at der ved et stød til det forventede afkast på obligationer fra 1% til 3% sker en stigning i andelen af obligationer holdt af husholdningerne. Der er i modellen lavet den antagelse, at afkastet på obligationer sker igennem ændringer i renten.

Der findes igen tre effekter, der påvirker efterspørgslen af obligationer. Den første effekt observeres direkte i efterspørgselsfunktionen gennem λ -værdierne, der omhandler det forventede afkast på obligationer. Disse påvirker efterspørgslen efter aktier negativt, mens obligationer og penge påvirkes positivt. Dermed overstiger andelen af penge holdt andelen af aktier holdt.



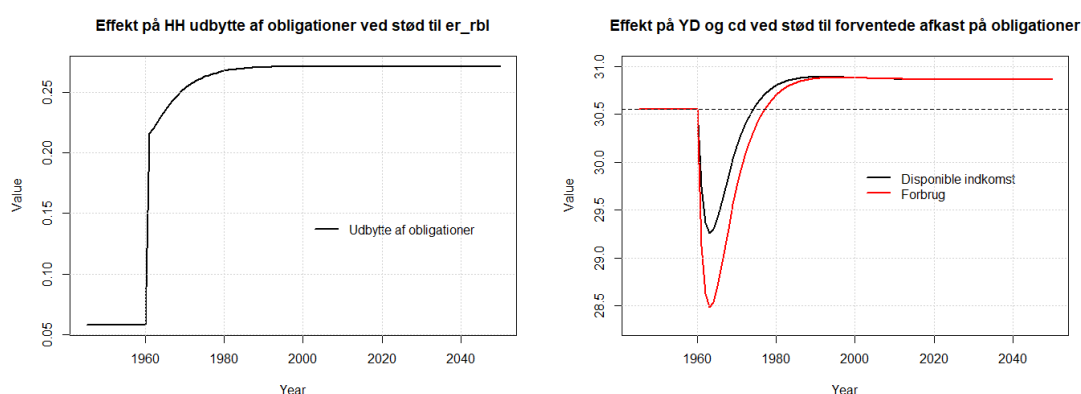
Figur 9: Stød til det forventede afkast på obligationer fra 1% til 3%

Den anden effekt i efterspørgslen af obligationer kommer af en reduktion i formuen (se figur 10d) og dermed også den forventede formue. Denne reduktion kommer af faldet i aktieprisen, som sker gennem det nævnte fald i efterspørgslen efter aktier. Herigennem påvirkes efterspørgslen på alle aktiver negativt. Formuen stiger dog op over sit gamle steady state niveau (se figur 10d) grundet forskellen, som kan observeres i den disponible indkomst og forbruget (se figur 10b), hvorfor den til sidst vil ende med at påvirke alle tre aktivers efterspørgsel positivt.

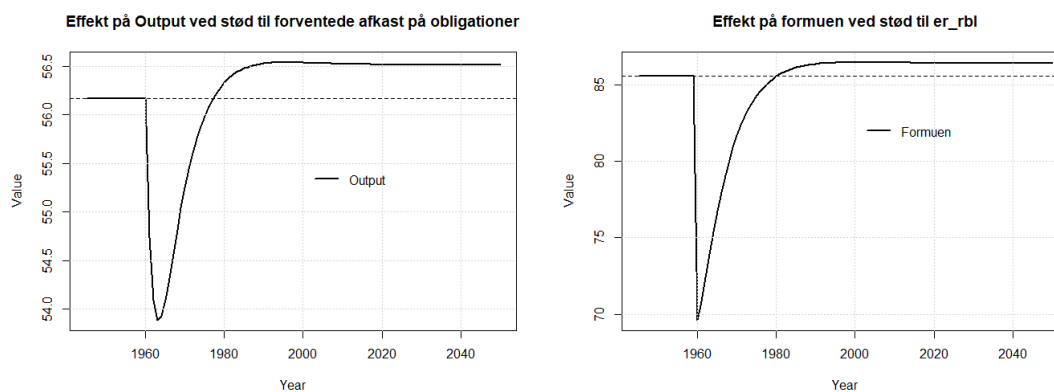
Den tredje effekt på efterspørgslen efter obligationer påvirkes af ratioen mellem den forventede disponible indkomst og den forventede formue. Her observeres først en stigning i denne ratio, hvilket påvirker efterspørgslen efter aktier og obligationer negativt, men efterspørgslen efter penge positivt. Herefter sker en tilpasning tilbage til ratioens gamle steady state niveau. Selve stigningen i ratioen skyldes et mindre fald i den disponible indkomst end det før omtalte fald i formuen.

Faldet i den disponible indkomst skyldes et fald i husholdningernes udbytte på aktier, der sker igennem den lavere formue, der overføres til den disponible indkomst. Den efterfølgende stigning i disponibel indkomst sker grundet det øgede udbytte, der

betales på obligationer (se figur 10a). Udbyttet stiger grundet den stigende formue, der til sidst rammer et højere steady state niveau. Det højere steady state niveau, resulterer også i et højere niveau for forbruget. Først sker dog et fald i forbruget gennem den lavere formue og lavere disponibel indkomst. I figur 10b sker en tilpasning af både forbruget og den disponible indkomst, så begge rammer et steady state niveau over det gamle. Dette påvirker det samlede output i økonomien positivt, hvilket kan observeres af figur 10c.



(a) Effekt på husholdningernes udbytte af (b) Effekt på disponibel indkomst og for-
obligationer. brug.



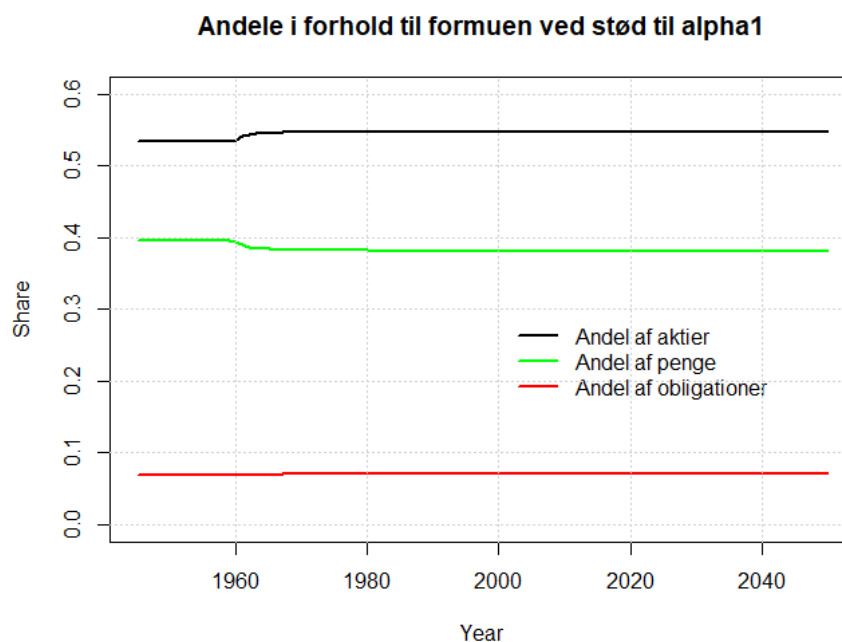
(c) Effekt på output.

(d) Effekt på formue.

Figur 10: Stød til det forventede afkast på obligationer.

7.6.4 Negativt stød til forbrugstilbøjeligheden

For at vise realøkonomiens effekt på husholdningernes allokering i de finansielle aktiver udføres nu et negativt stød til forbrugstilbøjeligheden. Dette kunne imitere den effekt, som er set under coronakrisen, hvor restriktioner og nedlukning har ledt til en lavere forbrugstilbøjelighed.

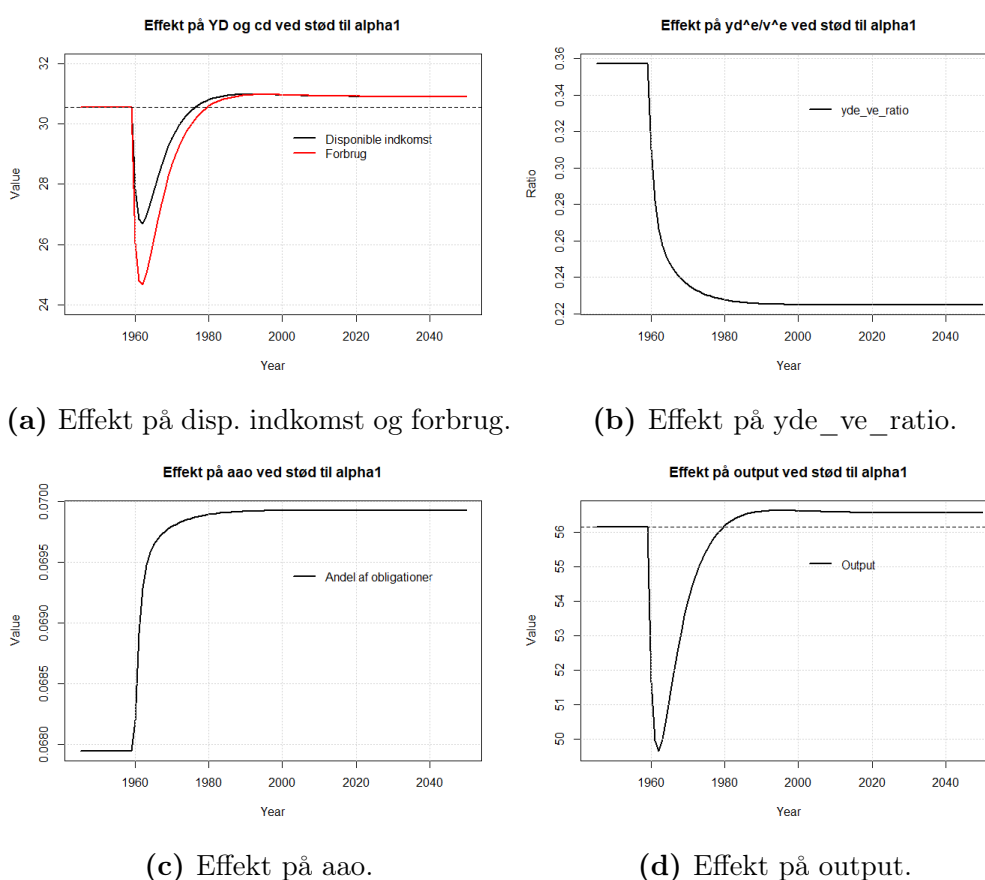


Figur 11: Stød til α_1

Efter der foretages et negativt stød til forbrugstilbøjeligheden af den forventede disponible indkomst, der ændres fra 0.748 til 0.600, findes det, at der sker en ændring i allokeringen mellem de finansielle aktiver, som kan observeres af figur 11. Udviklingen kan forklares af figur 12a. Den observerede forskel mellem forbrug og disponibel indkomst, der opstår efter stødet, resulterer i en stigning i formuen, som medfører en stigning i den forventede formue. Denne stigning påvirker direkte niveauet af efterspørgslen og øger dermed efterspørgslen efter både aktier, obligationer og penge, hvilket resulterer i en højere aktiepris samt en større beholdning af obligationer og penge.

I figur 11 fremgår denne effekt dog ikke, da figuren viser beholdningerne i forhold til formuen, hvor den forventede formue antages at være lig med formuen. Årsagen til stigningen i andelen af aktier og faldet i andelen af penge skal findes i det sidste led i efterspørgselsfunktionen (se ligning 7.14), hvor et fald i $yde_ve_ratioen$, som fremgår af figur 12b, vil påvirke aaa og aap henholdsvis positivt og negativt. Dette led resulterer også i en mindre stigning i obligationer, hvilket dog er svært at anskue i figur 11, men fremgår af figur 12c.

Disse sidstnævnte ændringer påvirker yderligere husholdningernes beholdninger af aktier positivt, obligationer positivt og penge negativt. De øgede beholdninger af aktier og obligationer resulterer til sidst i et øget udbytte på disse to aktiver. Dette er skyld i, at det endelige steady state niveau for henholdsvis den disponible indkomst, forbrug og samlede output er steget, som det kan ses af figur 12b og 12c. Sidstnævnte resultater fremgår muligvis ikke intuitive, men da SFC modeller fanger relationen mellem den finansielle og reale side, og derfor i dette tilfælde hæver formuen, giver dette "kontraktive" stød til forbrugstilbøjeligheden et øget output i modellen.



Figur 12: Stød til α_1

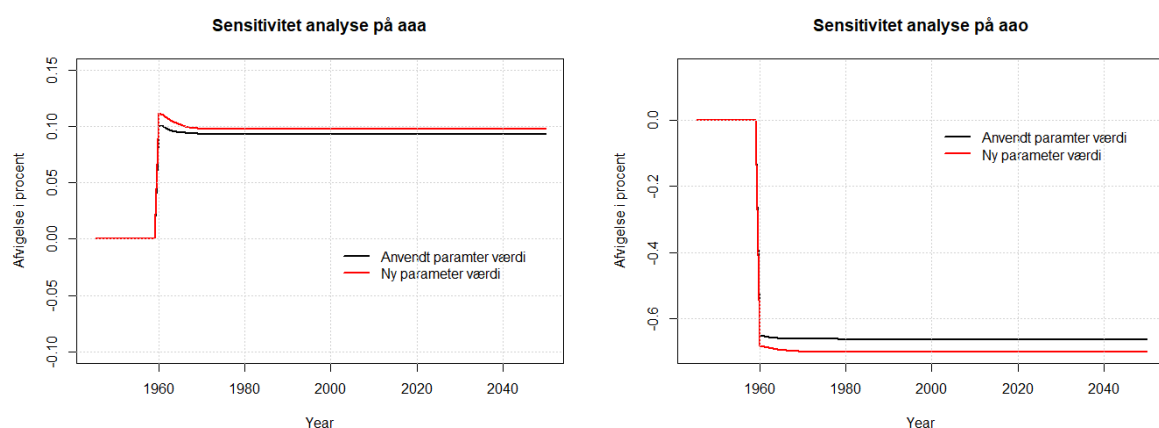
7.7 Sensitivitetsanalyse

Det vil i denne sektion analyseres, hvordan ændringer i parameterværdierne påvirker de anvendte stød. Parameterværdierne for husholdningernes porteføljeallokering vil ikke blive forsøgt ændret, da selve analysen bygger på disse. Derudover vurderes de vigtigste parametre at være forbrugstilbøjelighederne (α_1 og α_2) og skattesatserne (θ og θ_1). Der-

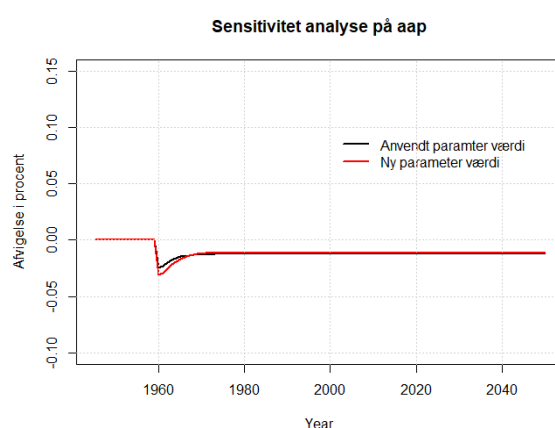
for vil der blive foretaget ændringer til disse parametre for at undersøge om dette leder til forskellige resultater ved de anvendte stød.

Først vil der laves en ændring i forbrugstilbøjeligheden, hvor α_1 hæves fra 0.748 til 0.850. Herefter vil de samme stød som blev lavet til den anvendte model foretages. Efterfølgende vil stødets effekt vises i form af procentmæssig afvigelse fra baseline modellens steady state værdi. Dette vil gøres med henblik på porteføljeallokeringen, hvorfor der kun vises variablene aaa, aao og aap.

Figur 13 viser, at der findes en forskel i effekten af et stød til det forventede afkast på aktier efter ændringen i α_1 .



(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på aktier (b) aao ved et stød til det forventede afkast på aktier



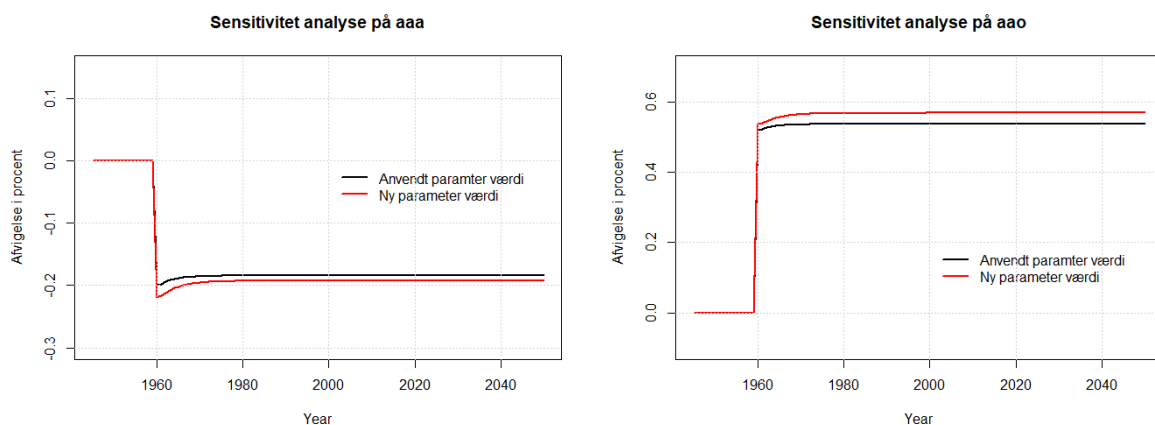
(c) aap ved et stød til det forventede afkast på aktier

Figur 13: Sensitivitetsanalyse ved ændring af α_1

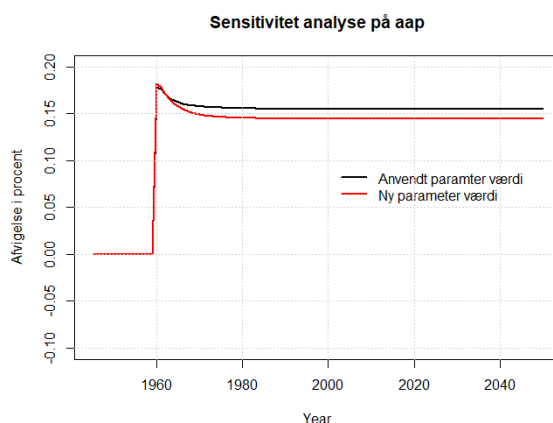
Det kan observeres af figur 13a, at der findes en større procentvis stigning i aaa. Dette skyldes det sidste led i efterspørgselsfunktionen, hvor der ved et stød til det forventede afkast på aktier vil være en større forbrugstilbøjelighed af den forventede disponible indkomst, end det før var tilfældet. Det større forbrug vil formindske formuen og dermed sænke udbyttebetalingerne, der indgår i den disponible indkomst. Det findes, at faldet i den forventede disponible indkomst er relativt større end på den forventede formue. Dermed stiger efterspørgslen efter aktier mere med den højere forbrugstilbøjelighed, hvorimod efterspørgslen efter obligationer falder mere ved denne ændring, hvilket fremgår af figur 13b. Det kan af figur 13c observeres, at stødets effekt på andelen af penge er stort set identisk i begge tilfælde.

En lignende effekt fremgår af figur 14, hvor det er stødet til det forventede afkast på obligationer, der analyseres. Her kan det ligeledes observeres, at udviklingen i stødet er afhængigt af α_1 -værdien. Ændringen kan forklares af samme årsag som ved stødet til det forventede afkast på aktier, hvor det igen skyldes forholdet mellem den forventede disponible indkomst og den forventede formue. Dette fremgår af figur 14a, 14b og 14c, som viser effekten på henholdsvis aaa, aao og aap.

Det er valgt ikke at lave en sensitivitetsanalyse på det sidste stød til α_1 med henblik på en ændring i α_1 , da dette er et stød til selvsamme funktion. Af samme årsag er sensitivitetsanalysen for α_2 kun foretaget ved stød til de forventede aktivers afkast. Samtidig er der lavet sensitivitetsanalyse på både θ og θ_1 , hvor disse analyser fremgår af sektion 11.6 i bilag. Af de to sidstnævnte sensitivitetsanalyser kan det udledes, at der ikke sker en ændring i projektets resultater grundet de fastsatte parameterværdier.



(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på obligationer (b) aao ved et stød til det forventede afkast på obligationer



(c) aap ved et stød til det forventede afkast på obligationer

Figur 14: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i α_1

7.8 Opsummering

I ovenstående sektion blev projektets SFC model opstillet, hvortil modellens ligninger og parametre blev forklaret. Derefter blev tre forskellige stød foretaget til modellen, henholdsvis stød til det forventede afkast på aktier, det forventede afkast på obligationer og forbrugstilbøjeligheden af den forventede disponible indkomst. Resultaterne fra stødene viste, at den finansielle side (herunder husholdningers allokering af finansielle aktiver) både påvirkede og blev påvirket af den reale side. Slutteligt blev en sensitivitetsanalyse udført for at teste om ændringer i modellens parametre påvirkede resultaterne. Af disse kunne det observeres, at konklusionen på stødernes effekt ikke ændrede sig.

Dette leder således videre til, at det i næste sektion er muligt at diskutere, om de opnåede resultater kan valideres på baggrund af de tidligere opstillede udfordringer ved Tobins porteføljeteori.

8 Validitet af projektets resultater

Selvom Tobins teori betragtes som en "standard" inden for SFC modeller, har denne, ligesom andre porteføljeteorier, også sine udfordringer.

Denne sektion vil forsøge at besvare projektets underspørgsmål "Hvorledes vurderes Tobins porteføljeteori at være valid i en SFC model givet teoriens udfordringer?". Derfor vil der først gives en præsentation af de økonometriske resultater, hvorefter de fundne estimater diskuteres med henblik på, om disse er tilstrækkeligt gode til at indgå i projektets SFC model. Efterfølgende vil resultaterne fra de foretagne stød til modellen blive diskuteret med henblik på, om disse stemmer overens med forventningerne til relationen mellem den finansielle side, herunder husholdningernes allokering af finansielle aktiver, og den realøkonomiske sides effekt på husholdningernes allokering. Dernæst vil det diskuteres, om udfordringen angående tidsinkonsistente estimater findes i den økonometriske analyse anvendt i dette projekt. Yderligere vil det blive diskuteret om udfordringen angående implementeringen af risiko, samt andre adfærdsøkonomiske effekter, påvirker resultaterne. Afslutningsvis vil det på baggrund af diskussionen vurderes, om projektets resultater er valide.

I dette projekts økonometriske analyse findes signifikante resultater for λ -værdierne anvendt i Tobins porteføljeteori på dansk data. Det fremgår af CUSUM testen, at der ikke findes et signifikant skifte i estimaterne i den anvendte model, der blev præsenteret i sektion 6. Af denne årsag vurderes det, at der findes tidskonsistente estimater på baggrund af dansk data for perioden 2005Q2 til og med 2019Q4. Selv med de fremsatte udfordringer (se sektion 5) samt manglende estimater for λ_{14} , λ_{24} og λ_{34} , findes den økonometriske analyse at give resultater for projektet, der opretholder grundlaget for at kunne benytte de fundne signifikante λ -koefficienter i en SFC model, hvori Tobins porteføljeteori anvendes.

I forhold til de λ -koefficienter, der i projektet er blevet udeladt af den økonometriske analyse, er λ_{30} blevet justeret (øget) for at forhindre husholdningerne i at holde en negativ andel af obligationer, som det ellers var tilfældet. Dette er ligeledes hvad Zezza og Zezza (2020) har gjort for at forhindre en negativ beholdning af obligationer. Denne justering afspejler sig i estimatet for aap (λ_{10}), der fungerer som et residual, hvilket ligeledes bliver

ændret som en konsekvens heraf. Justeringen af λ_{30} vurderedes som en nødvendighed for at skaffe estimater, der kan anvendes i en SFC model.

Det kan videre argumenteres, at den anvendte baseline model skal fange de forventede udfald i husholdningernes allokering af finansielle aktiver ved stød hertil.

Det fremgår af sektion 7, at et positivt stød til det forventede afkast på et aktiv vil få husholdningerne til at øge andelen af aktivet i deres portefølje, hvilket netop er det forventede udfald for disse stød. Denne øgede andel af aktivet i husholdningernes portefølje vil ifølge Tobins teori forårsage en tilsvarende reducere i andelen af de øvrige aktiver. Dette observeres også af resultaterne i sektion 7 - dog med undtagelse af stødet til den forventede afkast på obligationer, hvilket har en positiv effekt på både andelen af obligationer samt penge. Denne udvikling var dog forventet, da samme udfordring findes i Danmarks Statistik (1996), og vurderes at skyldes udeblivelsen af indlånsrenten i den økonometriske analyse.

Den observerede ændring i den finansielle sektor må samtidig forventes at have en effekt på den reale sektor. Her vil det forventes, at en stigning i det forventede afkast på et aktiv giver en stigning i det faktiske afkast herpå. Dette skyldes, at forventningerne til denne stigning, intuitivt, vil lede til en større efterspørgsel efter aktivet, og dermed indfries disse forventninger, som følgelig vil lede til et reelt afkast, og dermed en øget disponibel indkomst.

Dette observeres eksempelvis ved aktier, hvor det fremgår af figur 8b, at en stigning i det forventede afkast på aktier vil forårsage en stigning i husholdningernes disponible indkomst og videre deres forbrug. En sådan stigning i både disponibel indkomst og forbrug vil følgelig øge outputtet i økonomien, hvilket netop observeres i figur 8d. Dermed viser ændringen i den finansielle sektor sig ligeledes at have den forventede effekt på realøkonomien.

Samtidig opfanger Tobins porteføljeteori også realøkonomiske stød, som videre påvirker husholdningernes allokering. Dette fremgår af et negativt stød til forbrugstilbøjeligheden, som må forventes at øge husholdningernes formue og derved også forventes at ændre allokeringen af husholdningernes finansielle aktiver. Den øgede formue (og dermed også den forventede formue) falder relativt til den forventede disponible indkomst (se

figur 12b), og påvirker derfor efterspørgslen på aktier og obligationer positivt samt penge negativt. Denne forventede effekt viser sig gældende og kan observeres ud af figur 11. Faldet i forbrugstilbøjeligheden forventes også at fremlægge et mindre intuitivt resultat, da andre makroøkonomiske modeller vil betragte et negativt stød til forbrugstilbøjeligheden som et kontraktivt stød, og dermed vil forvente et fald i output. Da relationen til den finansielle side derimod inkluderes i projektets SFC model, ved blandt andet at inkludere Tobins porteføljeteori, må der i stedet forventes en positiv effekt. Dette skyldes, at en øget formue vil resultere i øget udbytte til husholdningerne gennem en større beholdning af aktier og obligationer, hvilket over tid vil øge deres disponible indkomst og forbrug, som samtidig vil hæve output. Denne effekt observeres af figur 12.

Dermed finder projektets SFC model, med Tobins porteføljeteori inkluderet, de forventede finansielle såvel som realøkonomiske resultater. Dette står således i kontrast til de omtalte udfordringer i sektion 5, hvorfor det kan diskuteres, hvorvidt Tobins teori, på trods af dens udfordringer, stadig formår at give tilstrækkelige resultater i en makroøkonomisk model som SFC modellen anvendt i dette projekt.

Med de ovenstående resultater er det muligt at fremsætte de omtalte udfordringer, som bliver nævnt i sektion 5. Den første udfordring, som blev fremlagt, fremhæver dataproblemer opstillet af Godley og Lavoie (2012), Abildgren (2016) og Zezza og Zezza (2020) i form af fremskaffelsen af tidskonsistente estimater for λ -koefficienterne i den økonometriske analyse. Årsagen til at dette projekt, i modsætning til den undersøgte litteratur, finder signifikante samt tidskonsistente resultater kan skyldes, at modellen i dette projekt er opstillet for et kortere tidsinterval, hvilket er muliggjort grundet anvendelse af kvartalsvis data, hvorimod Byrialsen og Raza (2020a) eksempelvis benytter sig af årlige observationer i perioden 1995-2016. En ulempe ved at vælge kvartalsvist nøgletalsdata kan dog være, at finansiell kvartalsdata ikke altid er konsistent. Dertil gør Danmarks Statistik dog opmærksom på, at data fra Statistikbanken, hvilket er den primære datakilde for dette projekt, er konsistent (Statistik, 2021, p. 4). Ved anvendelse af projektets korte tidsperiode i den økonometriske analyse skal der derfor laves en afvejning af, hvorvidt der ønskes en større mængde observationer mod at gå længere tilbage i tid, hvor husholdningernes adfærd på det finansielle marked her kan tænkes at være en anden.

En længere tidsperiode har været tilgængelig (tilbage til 1999), men med det forbehold, at der i 2005Q1 skete et skifte i metoden, hvorpå data blev udregnet. Dette viste sig at forårsage et strukturelt brud i 2005Q1, hvorfor den længere tidsperiode ikke blev anvendt.

En anden udfordring, der blev nævnt i sektion 5, og som også tages op af Kemp-Benedict og Godin (2017), er Tobins manglende inddragelse af et specifikt risikomål. Nyere og mere komplekse porteføljeteorier som CAPM, der hører under Mean-Variance analyse, indeholder derimod et mere specifikt mål for risiko. Økonometrisk vil det ikke være et problem at anvende en sådan model (ved blot at implementere et risikomål i regressionen), men når det kommer til implementering af CAPM i en makroøkonomisk model, bliver denne vanskelig at anvende grundet dennes kompleksitet (Kemp-Benedict og Godin, 2017). Dette kommer af, at husholdningerne antagelsesvis har homogene præferencer i en makroøkonomisk analyse. Dette har ledt ud i, at risiko og forskellige niveauer af risikoaversion ikke direkte indgår i en makroøkonomisk model, som det heller ikke er tilfældet med modellen opstillet i dette projekt. Samtidig nævner Wilkinson og Klaes (2018), at risikoaversion ikke alene kan fange hele den "manglende" effekt af husholdningernes adfærd, hvorfor andre adfærdsøkonomiske aspekter kan spille ind.

Benartzi og Thaler (1995) argumenterer, at tabsaversion såvel som referencepunkter i nogen grad kan være med til at forklare husholdningernes allokering mellem aktiver. Investorer er meget observante i forhold til udviklingen i deres investeringer og overvåger i visse tilfælde dagligt udviklingen i disse. I tilfældet med aktiekurser må det vurderes, at sandsynlighed for henholdsvis tab og gevinst på en udvalgt dag er omtrent 50/50. Her indikerer mentalt bogholderi, at mange små tab i streg vil gøre aktier uinteressante. Dermed vil allokeringen mellem eksempelvis aktier og obligationer være påvirket af, hvor ofte individet overvåger sine investeringer. Her findes det, at ved længere tid mellem overvågning af sine investeringer øges andelen placeret i aktier (Benartzi og Thaler, 1999).

Tilmed spiller flere effekter under begrebet *self-evaluation bias* ind, når husholdningerne skal allokere deres finansielle aktiver. Først kan nævnes *self-serving bias*, hvor Egan et al. (2014) finder, at investorer tror, at deres eget synspunkt og egen mening er den mest almindelige blandt andre investorer. Dermed bliver individer med et modsat synspunkt set som værende biased. Herunder er *confirmation bias* en stor årsag til *self-serving bias*,

hvor investorer fremsøger information vedrørende investeringer med henblik på at kunne bekræfte deres egne meninger. Hvis disse meninger bliver optaget som normen blandt flere investorer, kan det lede ud i momentum på markedet, og der vil findes en positiv korrelation i afkast på disse investeringer på kort sigt.

En anden effekt under *self-evaluation bias* er *overconfidence*. Her vurderes to effekter at spille ind, hvor den første er *overestimation*, som relaterer til, at investorer overvurderer sine egne evner. Det kan eksempelvis være evnen til at overholde en strategi på de finansielle markeder. Den anden effekt er *overplacement*, som oftest refererer til fænomenet *better-than-average*. Dette foreskriver, at adspurgte individer vil placere sig selv i top 50% (i dette tilfælde) på aktiemarkedet og derfor vil søge efter mere risikable investeringer for at opnå et større afkast.

Derudover kan nævnes begrebet *probability estimation*, hvor begrebet *the representativeness heuristics* befinder sig under. Hertil analyserer en model udviklet i Gennaioli et al. (2021), hvordan investorer overreagerer ved en serie af gode nyheder, da disse repræsenterer, at det omtalte marked er i en positiv tilstand. Her vil investorer ignorere de dårlige nyheder, der måtte komme, og disse ændrer derfor ikke investorens opfattelse af markedssituationen.

Som det blev nævnt i sektion 5, er tidsinkonsistente valg en anden adfærdsmæssig faktor. Dette afhænger af individets mængde af *self-control* i form af overspringshandling. Her skal husholdningerne vælge mellem forbrug i en nær fremtid (*smaller-sooner*) eller mere forbrug i en fjern fremtid (*larger-later*) - finansieret gennem investeringsoverskud. Her findes det ofte, at *larger-later* vælges, men i takt med at *smaller-sooner* kommer tættere på, ændrer husholdningerne præferencer. Her vil de i stedet vælge at forbruge, når muligheden for at allokere i likvide midler byder sig.

Dermed må det antages, at risikoaversion såvel som de ovenstående adfærdøkonomiske effekter vil have betydning for husholdningernes ageren på de finansielle markeder.

Om end der ikke indgår et specifikt mål for risikoaversion eller de andre adfærdsmæssige effekter i Tobins porteføljeteori, vil antagelsen om diversifikation tildele en homogen risikoaversion for alle husholdninger i samfundet, hvorfor husholdningerne ikke blot vil vælge aktivet med det højeste afkast. Dette fremgår af den faste fordeling mellem aktiver-

ne $(\lambda_{10}, \lambda_{20}, \lambda_{30})$, og de homogene præferencer vil således kompensere for det manglende konkrete risikomål i teorien.

Samtidig kan det argumenteres, at nogle af de førnævnte adfærdsøkonomiske aspekter allerede tages højde for i Tobins porteføljeteori, da de i nogen grad afspejler sig i husholdningernes forventninger til fremtidigt afkast. Foruden forventninger vil adfærdsræssige udsving blandt husholdningerne også blive absorberet af generelle markedseffekter, hvor Wilkinson og Klaes (2018) fremsætter det argument, at i en makroøkonomisk analyse, som i dette projekt, vil der således opstå en markedsudligning i form af, at markedet vil eliminere de enkelte individers adfærdsudsving.

Her opstilles tre hovedårsager til dette, hvor den første er *aggregation*. Her vil individuelle udsving udligne hinanden på et makroøkonomisk niveau, hvilket understøtter Tobins antagelser om faste andele mellem tilgængelige aktiver i samfundet. Den anden hovedårsag er *experience and expertise*. Her argumenterer Wilkinson og Klaes (2018), at husholdningerne, inden de foretager investeringer, konsulterer med investeringseksperter, der må antages ikke at være ligeså påvirket af risikoaversion og andre adfærdsøkonomiske biases. Den sidste hovedårsag er *competition*. Her drives de individer, der er mest påvirket af de ovenstående biases ud af markedet grundet tab på investeringer.

De ovenstående tre adfærdsøkonomiske perspektiver samt husholdningernes forventninger til fremtidigt afkast vil således medføre, at kritikken om manglende risiko samt de andre adfærdsøkonomiske effekter ikke begrænser Tobins teori.

8.1 Opsummering

Projektets resultater blev diskuteret med henblik på, om disse findes valide givet de opstillede udfordringer ved Tobins porteføljeteori, herunder tidsinkonsistente estimer, mangel på et specifikt risikomål og på adfærdsøkonomiske aspekter.

Her vurderes projektets resultater at være valide, på baggrund af diskussionens argumenter. I næste sektion vil der blive konkluderet på projektets problemformulering.

9 Konklusion

Projektets hovedfokus har været at efterprøve Tobins porteføljeteori i en makroøkonomisk kontekst. En undren er opstået, da den undersøgte litteratur fandt flere udfordringer ved denne teori, hvilket foranledigede projektet til at efterprøve denne på dansk data.

Først blev der givet et indblik i Tobins porteføljeteoris styrker og udfordringer gennem en præsentation af teorien. Her fandt projektet, at en af teoriens styrker er dennes simple opbygning, der passer godt ind i en makroøkonomisk model. Dertil fandt projektet at teoriens simple opbygning samtidig skabte visse udfordringer - herunder tidskonsistente estimer, et manglende specifikt mål for risikoaversion og manglende adfærdsøkonomiske aspekter, hvor en alternativ model (CAPM) blev opstillet som sammenligningsgrundlag.

For at efterprøve teorien på dansk data er λ -koefficienterne i Tobins porteføljeteori blevet estimeret økonometrisk. Her viste den bedst forklarende model sig at være en single-equation ARDL Bounds test, om end ratioen mellem den forventede disponible indkomst og den forventede formue ikke blev inkluderet i denne. En regression for hver af de tre afhængige variable, andelen af aktier, obligationer og penge blev opsat. De tre regressioner har hver de tilhørende forklarende variable: afkast på C20 indekset og den lange rente. Her fandt dette projekt at alle estimerne er signifikante samt tidskonsistente. Ligesom i Danmarks Statistik (1996) fandt dette projekts økonometriske resultater ligeledes, at udeblivelsen af indlånsrenten sandsynligvis resulterer i et *upward-bias* i estimatet for den lange rente på andelen af penge. Af denne årsag blev det besluttet at benytte denne andel som residual i analysen for samtidig at overholde de fremlagte *adding-up* antagelser.

Den økonometriske analyse fandt det derfor muligt at estimere λ -koefficienterne i Tobins porteføljeteori på dansk data. Disse blev således implementeret i en simpel teoretisk SFC model, hvor opbygningen skete med fokus på at kunne efterprøve Tobins porteføljeteori i en SFC model. Der blev herefter foretaget stød til det forventede afkast på aktier, obligationer samt forbrugstilbøjeligheden med henblik på at observere, om der eksisterede en relation mellem den finansielle og reale side af økonomien. De første to stød til de forventede afkast fandt en sådan relation, hvor stødet til det forventede afkast på aktier fandt en stigning i andelen holdt i aktier, og et fald i andelen af obligationer

og penge. Stødet til det forventede afkast på obligationer fandt en stigning i andelen holdt i obligationer og penge, og et fald i andelen af aktier. Ligeledes fandt projektet, at realøkonomien påvirker andelen holdt i de tre aktiver gennem ratioen mellem den forventede disponible indkomst og den forventede formue. Begge stød påvirkede samtidig realøkonomien positivt - blandt andet ved en stigning i outputtet.

Ved et negativt stød til α_1 blev en ændring i realøkonomien observeret, med blandt andet en stigning i outputtet, selv om det ikke findes intuitivt i makroøkonomiske modeller, der betragter et sådant stød som kontraktivt. Det realøkonomiske stød fandt ligeledes en effekt på udvikling af husholdningernes porteføljeallokering gennem ratioen mellem den forventede disponible indkomst og den forventede formue, hvor andelen af aktier og obligationer blev påvirket positivt, mens andelen af penge blev påvirket negativt.

Af sensitivitetsanalysen kunne det konkluderes, at ændringer i de væsentligste parameterværdier ikke påvirkede ovenstående resultater.

Validiteten af disse resultater samt resultaterne fra den økonometriske analyse blev derefter diskuteret. Den økonometriske analyses resultater blev vurderet til at kunne benyttes i en SFC model, da estimererne viste signifikante resultater med forventede fortegn. Med disse estimer fandt SFC modellen den forventede sammenhæng mellem den finansielle side, herunder husholdningernes allokering af finansielle aktiver, og hvordan den realøkonomiske side påvirker, og påvirkes af, denne allokering.

Den undersøgte litteratur fandt tre problemstillinger, hvori den første udgjorde tidsinkonsistente estimer. Dette var derimod ikke tilfældet i dette projekt - en forklarende faktor hertil blev argumenteret at være projektets afvejning mellem en længere tidsperiode mod et større antal observationer i tidsserierne, hvortil der i dette projekt blev anvendt kvartalsvis data.

Til de to sidste udfordringer, angående risikoimplementering og herunder risikoaversion samt andre fremsatte adfærdsøkonomiske aspekter, blev det argumenteret, at risikoaversion i nogen grad inkluderes gennem diversifikation. Dertil blev det argumenteret, at Tobins teori, igennem husholdningernes forventninger til fremtidigt afkast, tager højde for risikoaversion såvel som de fremsatte adfærdsøkonomiske aspekter. Hertil argumenteredes de tre hovedpunkter under markedsudkligning yderligere at imødekomme manglen

på disse aspekter samt manglen på et specifikt mål for risiko blandt husholdningerne i Tobins porteføljeteori.

Afsluttende konkluderes det, at efterprøvningen af Tobins porteføljeteori, med signifikante estimater på dansk data, i en SFC model har fundet teorien valid i en sådan model. Dette konkluderes på baggrund af, at Tobins porteføljeteori vurderes at tage højde for de opstillede udfordringer ved teorien.

10 Litteratur

- Abildgren, 2016.** Kim Abildgren. *A century of macro-financial linkages*. Journal of Financial Economic Policy, 8(4), 458–471, 2016. ISSN 17576393. doi: 10.1108/JFEP-08-2015-0044. URL <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFEP-08-2015-0044/full/html>.
- Benartzi og Thaler, 1999.** Shlomo Benartzi og Richard H. Thaler. *Risk aversion or myopia? Choices in repeated gambles and retirement investments*. Management Science, 45(3), 364–381, 1999. ISSN 00251909. doi: 10.1287/mnsc.45.3.364.
- Benartzi og Thaler, 1995.** Shlomo Benartzi og Richard H. Thaler. *Myopic loss aversion and the equity premium puzzle*. Quarterly Journal of Economics, 110(1), 73–92, 1995. ISSN 15314650. doi: 10.2307/2118511.
- Brainard og Tobin, 1968.** William C Brainard og James Tobin. *Pitfalls in Financial Model-Building*. Cowles Foundation, Yale University, Cowles Foundation Discussion Papers, 58, 1968. URL https://www.researchgate.net/publication/4859885_Pitfalls_in_Financial_Model-Building.
- Mikael Byrialsen og Hamid Raza. An Empirical Stock-Flow Consistent Macroeconomic Model for Denmark. 2020a.
- Mikael Randrup Byrialsen og Hamid Raza. Assessing the macroeconomic impact of COVID-19 in an Empirical SFC model. URL <https://www.business.aau.dk/research/mamtep/research/Working+Papers/>. 2020b.
- Chen, 2020.** James Chen. *Risk Averse*, 2020. URL <https://www.investopedia.com/terms/r/riskaverse.asp>.
- Dania Regnskab, 2021.** Dania Regnskab. *Selskabsskat, udbytte og udbytteskat for selskaber*, 2021. URL <https://daniaregnskab.dk/slider/selskabsskat-udbytte-udbytteskat/>.

- Danmarks Statistik, 1996.** Danmarks Statistik. *ADAM - En Model Af Dansk Økonomi*. Danmarks Statistik, pages 1–257, 1996. URL <https://www.dst.dk/da/Statistik/Publikationer/VisPub?cid=17987>.
- Danmarks Statistik, 2012.** Danmarks Statistik. *ADAM - En Model Af Dansk Økonomi*. Danmarks Statistik, 2012. ISBN 9788750119937. URL <https://www.dst.dk/da/Statistik/Publikationer/VisPub?cid=17987>.
- Danmarks Statistik, 2021.** Danmarks Statistik. *Disponibel bruttoindkomst NKS3*, 2021. URL <https://www.statistikbanken.dk/NKS3>.
- Egan et al., 2014.** Daniel Egan, Christoph Merkle og Martin Weber. *Second-order beliefs and the individual investor*. Journal of Economic Behavior and Organization, 107, 652–666, 2014. ISSN 01672681. doi: 10.1016/j.jebo.2014.04.001. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.jebo.2014.04.001>.
- Enders, 2017.** Walter Enders. *APPLIED ECONOMETRIC TIME SERIES*, volume 110. Walter Enders, Alabama, fourth edition, 2017. ISBN 9788578110796.
- Erichsen, 2020.** Ann Lehmann Erichsen. *Flere unge sparer op, og mænd investerer mere*, 2020. URL <https://www.nordea.com/da/press-and-news/nyheder-og-pressemeddelelser/privatoekonomi-bloggen/2020/flere-unge-sparer-op-maend-investerer-mere-nordea-forbrugeroekonom-2020.html>.
- Eriksen, 2020.** Jesper Eriksen. *Long-run relationships and ARDL Bounds testing*, Aalborg Universitet, 2020. URL https://www.moodle.aau.dk/pluginfile.php/2140019/mod_resource/content/1/Example_ARDL.pdf.
- Nicola Gennaioli, Andrei Shleifer og Robert Vishny. Money Doctors. URL https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2089246. 2021.
- Glen, 2020.** Stephanie Glen. *Johansen's Test: Simple Definition*, 2020. URL <https://www.statisticshowto.com/johansens-test/>.

- Godley, 1999.** Wynne Godley. *Seven Unsustainable Processes*, The Jerome Levy Economics Institute of Bard College, Blithewood, 1999. URL <http://www.levyinstitute.org/publications/seven-unsustainable-processes>.
- Wynne Godley. Money, Finance and National Income Determination: An Integrated Approach. URL <http://www.levyinstitute.org/pubs/wp167.pdf>. 1996.
- Godley og Lavoie, 2012.** Wynne Godley og Marc Lavoie. *Monetary economics - an integrated approach to credit money income production and wealth*. Palgrave macmillan, 2. edition, 2012. ISBN 978-1-137-08599-3. doi: 10.1007/978-1-137-08599-3.
- Gottfries, 2013.** Nils Gottfries. *Macroeconomics*. Palgrave Macmillan, 2013. ISBN 978-0-230-27597-3.
- Hillier et al., 2012.** David Hillier, Mark Grinblatt og Sheridan Titman. *Financial Markets and Corporate Strategy*. McGraw Hill Education, second edition, 2012. ISBN 978-0-07712942-2.
- Johansen, 1988.** Søren Johansen. *Statistical analysis of cointegration vectors*. Journal of Economic Dynamics and Control, 12(2-3), 231–254, 1988. ISSN 01651889. doi: 10.1016/0165-1889(88)90041-3. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0165188988900413>.
- Eric Kemp-Benedict og Antoine Godin. Introducing risk into a Tobin asset-allocation model Post Keynesian Economics Study Group Introducing risk into a Tobin asset-allocation model. URL <http://www.postkeynesian.net/downloads/working-papers/PKWP1713.pdf>. 2017.
- Laugesen og Dengsøe, 2021.** Morten Laugesen og Povl Dengsøe. *Nu flokkes danskerne om passive fonde: »Folk er blevet mere bevidst om, at de ikke vil betale for noget, de ikke får«*, 2021.
- Lavoie, 2012.** Marc Lavoie. *Post-Keynesian economics - 4. Credit, money and central banks**. Edward Elgar, 2012. ISBN 9781847204837. URL <https://www-elgaronline-com.zorac.aub.aau.dk/view/9781847204837.xml>.

Le Heron og Mouakil, 2008. Edwin Le Heron og Tarik Mouakil. *A post-keynesian stock-flow consistent model for dynamic analysis of monetary policy shock on banking behaviour*. *Metroeconomica*, 59(3), 405–440, 2008. ISSN 1467999X. doi: 10.1111/j.1467-999X.2008.00313.x. URL https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1467-999X.2008.00313.x?casa_token=otjam7bhrxIAAAAA%3Aaws0AnpANONfE4kTdzXJnVSirF0dFF2pN4ufvP6Ridelz_79QswDdznsJIwTHjVjauWgFZ5a034cyNjs.

Mallory, 2018a. Mindy Mallory. *Basic Time-Series Analysis: The VAR Model Explained*, 2018a. URL <http://blog.mindymallory.com/2018/02/basic-time-series-analysis-the-var-model-explained/>.

Mallory, 2018b. Mindy Mallory. *Basic Time-Series Analysis: A Drunk and Her Dog Explain Cointegration and the VECM Model*, 2018b. URL <http://blog.mindymallory.com/2018/02/basic-time-series-analysis-a-drunk-and-her-dog-explain-cointegration-and-the-vecm->

Markowitz, 2008. H (Harry) Markowitz. *Harry Markowitz selected works*. World Scientific nobel laureate series ; v. 1. World Scientific, Singapore ;, 2008. ISBN 1-282-44141-8.

Methling og Thomsen, 2021. Andreas Methling og Simon Fløj Thomsen. *Portfolio teori i en SFC-model*, Aalborg university, 2021.

Nasdaq, 2021. Nasdaq. *OMXC20, OMX COPENHAGEN 20*, 2021. URL http://www.nasdaqomxnordic.com/visitolur/soguleg_gogn?languageId=5&Instrument=DK0016268840.

Nødgaars, 2018. Ulrik; Finans Danmark Nødgaars. *Den finansielle sektor - i dag og før finanskrisen*. Finans Danmark, 2018(August), 1–32, 2018. URL <https://finansdanmark.dk/media/37714/den-finansielle-sektor-i-dag-og-foer-finanskrisen.pdf>.

OECD.data, 2021. OECD.data. *Long-term interest rates*, 2021. URL <https://data.oecd.org/interest/long-term-interest-rates.htm>.

- Pesaran et al., 2001.** M Hashem Pesaran, Yongcheol Shin og Richard J Smith.
Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Journal of Applied Econometrics, 16(3), 289–326, 2001. ISSN 08837252. doi: 10.1002/jae.616. URL https://search-proquest-com.zorac.aub.aau.dk/docview/218733673?rfr_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprimo.
- Plaff, 2011.** Bernhard Plaff. *Analysis of Integrated and Cointegrated time series with R.* Springer Science+Business Media, LLC, Kronberg, second edition, 2011. ISBN 987-0-387-75967-8.
- Robert Pollin, editor. *The macroeconomics of saving, finance, and investment.* Ann Arbor: Univ. of Michigan Press, 1997. ISBN 0-472-10787-9. URL <https://www.econbiz.de/Record/the-macroeconomics-of-saving-finance-and-investment-pollin-robert/10000967063>.
- Sharpe, 1964.** William F. Sharpe. *CAPITAL ASSET PRICES: A THEORY OF MARKET EQUILIBRIUM UNDER CONDITIONS OF RISK**. The Journal of Finance, 19(3), 425–442, 1964. ISSN 00221082. doi: 10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x. URL <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>.
- Skatteministeriet, 2021.** Skatteministeriet. *Marginalskatteprocenter 1993-2021*, 2021. URL <https://www.skm.dk/skattetal/satser/tidsserier/marginalskatteprocenter-1993-2021/>.
- Statistikbanken, 2021.** Statistikbanken. *Forsyningsbalance, Bruttonationalprodukt (BNP), beskæftigelse mv. efter transaktion, prisenhed og sæsonkorrigering*, 2021. URL <https://www.statistikbanken.dk/NKN1>.
- Statistik, 2021.** Danmarks Statistik. *Statistikdokumentation for Nationalregnskab , finansielle konti 2020*. 2021.
- Statistikbanken, 2021.** Statistikbanken. *DNFIK: Kvartalsvise finansielle konti efter sektor, datatype, balance, finansielt instrument og modpartssektor*, 2021.

Thaler, 1985. Richard H. Thaler. *Mental Accounting and Consumer Choice*. Marketing Science, 4(3), 199–214, 1985. URL <http://www.jstor.org/stable/183904>.

Thaler og Shefrin, 1981. Richard H. Thaler og H. M. Shefrin. *An Economic Theory of Self-Control*. Journal of Political Economy, 89(2), 392–406, 1981. ISSN 0022-3808. doi: 10.1086/260971. URL file:///C:/Users/Simonikmig/Downloads/bracha_background4.pdf.

Tobin, 1958. J. Tobin. *Liquidity preference as behavior towards risk*. Review of Economic Studies, 25(2), 65–86, 1958. ISSN 1467937X. doi: 10.2307/2296205. URL <https://academic.oup.com/restud/article-abstract/25/2/65/1550009?redirectedFrom=fulltext>.

Tobin, 1969. James Tobin. *A General Equilibrium Approach To Monetary Theory*. Journal of Money, Credit and Banking, 1(1), 15–29, 1969. URL <https://www-jstor-org.zorac.aub.aau.dk/stable/1991374?Search=yes&resultItemClick=true&searchText=Tobin%2C+J.+1969.+%22A+General+Equilibrium+Approach+to+Monetary+Analysis.&searchUri=%2Faction%2FdoBasicSearch%3FQuery%3DTobin%252C%2BJ.%2B1969.%2B%2522A%2BGen>.

Wilkinson og Klaes, 2018. Nick Wilkinson og Matthias Klaes. *An Introduction To Behavioral Economics*. Palgrave, third edit edition, 2018.

Wooldridge, 2018. Jeffrey M. Wooldridge. *Introductory Econometric*. Cengage Learning, 6th edition, 2018. ISBN 978-1-305-27010-7.

Francesco Zezza og Gennaro Zezza. *A Stock-Flow Consistent Quarterly Model of the Italian Economy*. 2020.

11 Bilag

11.1 ADF tests

ADF-test for variable I(0)		
Variable:	Test-stat:	τ -værdi (5%):
Andel af aktier (aaa)	-2.383	-3.45
Andel af obligationer (aao)	3.312	-3.45
Andel af penge (aap)	-3.061	-3.45
Ultimobalance af aktier (ua)	1.928	-1.95
Ultimobalance obligationer (uo)	-3.799	-1.95
Ultimobalance penge (up)	-1.741	-3.45
Afkast på aktier (aa)	-5.782	-1.95
Afkast på obligationer (ao)	-6.499	-3.45
Formue (w)	-2.167	-3.45
Nettoformue (nw)	-1.675	-3.45
Disponibel indkomst (yd)	-5.965	-3.45
Disponibel indkomst formue ratio (yd_w)	-2.520	-2.89
Disponibel indkomst nettoformue ratio (yd_nw)	-3.382	-1.95
Index på andel af aktier (ia)	-2.383	-3.45
Index på andel af obligationer (io)	-3.385	-3.45
Index på andel af penge (ip)	-3.546	-3.45
Index ultimobalance af aktier (iua)	-3.270	-3.45
Index ultimobalance af obligationer (iuo)	-7.364	-1.95
Den lange rente (lr)	-1.418	-1.95
Afkast på C20 aktie indeks (ac20)	-4.598	-1.95
Afkast på s&p 500 aktie indeks (asp)	-7.508	-3.45
Indeks på s&p 500 aktie indeks (spi)	-1.003	-3.45
Indeks på c20 aktie indeks (c20i)	-1.568	-3.45

Tabel 5: ADF-test for om variable er I(0) med tilhørende test- og kritiskeværdier

ADF-test for variable I(1)		
Variable:	Test-stat:	τ -værdi (5%):
Andel af aktier (aaa)	-5.239	-1.95
Andel af obligationer (aao)	-5.616	-2.89
Andel af penge (aap)	-5.706	-1.95
Ultimobalance af aktier (ua)	-6.496	-1.95
Ultimobalance obligationer (uo)	N/A	N/A
Ultimobalance penge (up)	-13.165	-2.89
Afkast på aktier (aa)	N/A	N/A
Afkast på obligationer (ao)	N/A	N/A
Formue (w)	-7.770	-1.95
Nettoformue (nw)	-7.313	-1.95
Disponibel indkomst (yd)	N/A	N/A
Disponibel indkomst formue ratio (yd_w)	-9.379	-1.95
Disponibel indkomst nettoformue ratio (yd_nw)	N/A	N/A
Index på andel af aktier (ia)	-5.239	-1.95
Index på andel af obligationer (io)	-3.385	-3.45
Index på andel af penge (ip)	-6.409	-1.95
Index ultimobalance af aktier (iua)	-6.092	-1.95
Index ultimobalance af obligationer (iuo)	N/A	N/A
Den lange rente (lr)	-5.919	-1.95
Afkast på C20 aktie indeks (ac20)	N/A	N/A
Afkast på s&p 500 aktie indeks (asp)	N/A	N/A
Indeks på s&p 500 aktie indeks (spi)	-8.835	-3.45
Indeks på c20 aktie indeks (c20i)	-5.303	-1.95

Tabel 6: ADF-test for om variable er I(1) med tilhørende test- og kritiskeværdier

11.1.1.1 Uddedelse af fejlkorrektions modellen

Først fratrækkes y_{t-1} på begge sider:

$$y_t - y_{t-1} = \mu + \alpha_1 y_{t-1} - y_{t-1} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

$y_t - y_{t-1}$ kan skrives som Δy_t . Samtidig bliver y_{t-1} faktoriseret ud:

$$\Delta y_t = \mu - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Nu fratrækkes $\beta_0 x_{t-1}$ begge sider:

$$\Delta y_t - \beta_0 x_{t-1} = \mu - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 x_t - \beta_0 x_{t-1} + \beta_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

β_0 sættes udenfor parentes, og $x_t - x_{t-1}$ skrives som δx_t :

$$\Delta y_t - \beta_0 x_{t-1} = \mu - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 \Delta x_t + \beta_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

$\beta_0 x_{t-1}$ bliver nu tillagt på begge sider:

$$\Delta y_t = \mu - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 \Delta x_t + \beta_0 x_{t-1} + \beta_1 x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Nu sættes x_{t-1} udenfor parentes:

$$\Delta y_t = \mu - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 \Delta x_t + (\beta_0 + \beta_1) x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Der bliver ændret på opstillingen af led:

$$\Delta y_t = \beta_0 \Delta x_t + \varepsilon_t - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \mu + (\beta_0 + \beta_1) x_{t-1}$$

11.2 Anvendt økonometrisk model samt kortsigtede estimer

Andele data ~ Lang rente + afkast C20 + disp. nettoformue ratio				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr:	ac20:	Ydnw:
Andel af aktier	0.0007	0.5399	-1.8104	1.5077
Andel af penge	-0.0080	0.1921	-0.1511	0.2261*
Andel af obligationer	-0.1559***	0.0183***	-0.0005	0.0026
Sum	-	0.7503	-1.962	1.7364

dia skrives her

Tabel 7: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Andele data ~ Lang rente + Afkast C20	
Variable aaa	short-run estimat
0. lag af aC20	0.0014
1. lag af lr	0.1497
Variable aap	short-run estimat
1. lag af aap	-0.2163
7. lag af aap	-0.1821
0. lag af aC20	-0.0013
1. lag af aC20	0.0006
2. lag af aC20	0.0004
3. lag af aC20	0.0004
5. lag af aC20	0.0004
1. lag af lr	-0.0197
Variable aao	short-run estimat
7. lag af aao	-0.2217
0. lag af aC20	-0.0001

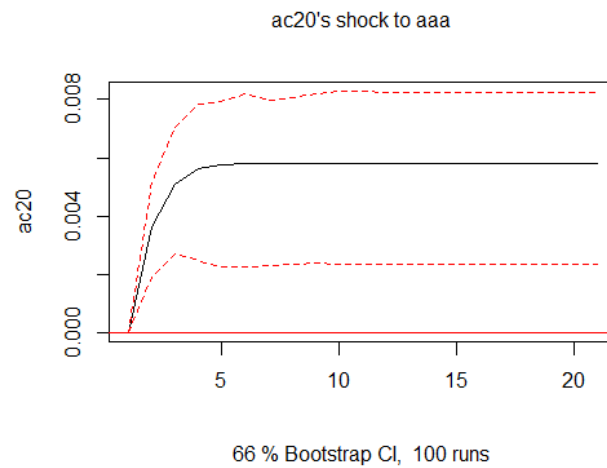
Tabel 8: Short-run estimator

11.3 Multicollinearity

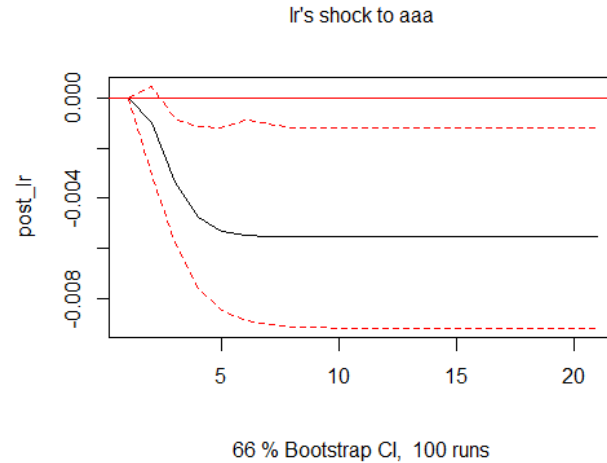
Multicollinearity					
Variable 1:	Variable 2:	korrelation:	Variable 1:	Variable 2:	Korrelation:
aaa	ao	-0.838	ia	io	-0.845
aaa	aap	-0.934	ia	ip	-0.934
aaa	ua	0.974	ia	lr	-0.809
aaa	w	0.935	ia	spi	0.929
aaa	yd	0.824	io	lr	0.926
aaa	spi	0.929	io	spi	-0.847
aaa	c20i	0.929	io	c20i	-0.898
ao	ua	-0.853	ip	spi	-0.830
ao	uo	0.986	lr	spi	-0.833
ao	w	-0.838	c20i	spi	0.953
ao	yd	-0.947	-	-	-
ao	lr	0.914	-	-	-
ao	spi	-0.838	-	-	-
ao	c20i	-0.889	-	-	-
aap	ua	-0.853	-	-	-
aap	uo	0.986	-	-	-
aap	w	-0.838	-	-	-
aap	yd	-0.947	-	-	-
aap	spi	-0.830	-	-	-
aap	c20i	-0.849	-	-	-
ua	w	0.974	-	-	-
ua	nw	0.971	-	-	-
ua	yd_w	-0.891	-	-	-
ua	spi	0.967	-	-	-
ua	c20i	0.979	-	-	-
w	yd	0.876	-	-	-
w	ia	0.935	-	-	-
w	io	-0.840	-	-	-
w	ip	-0.838	-	-	-
w	spi	0.959	-	-	-
w	c20i	0.955	-	-	-
nw	yd_w	-0.804	-	-	-
nw	ip	-0.895	-	-	-
yd	ia	0.824	-	-	-
yd	io	-0.951	-	-	-
yd	lr	-0.918	-	-	-
yd	spi	0.897	-	-	-
yd	c20i	0.895	-	-	-

Tabel 9: Variable med tæt på perfekt korrelation

11.4 Anvendte vektormodeller

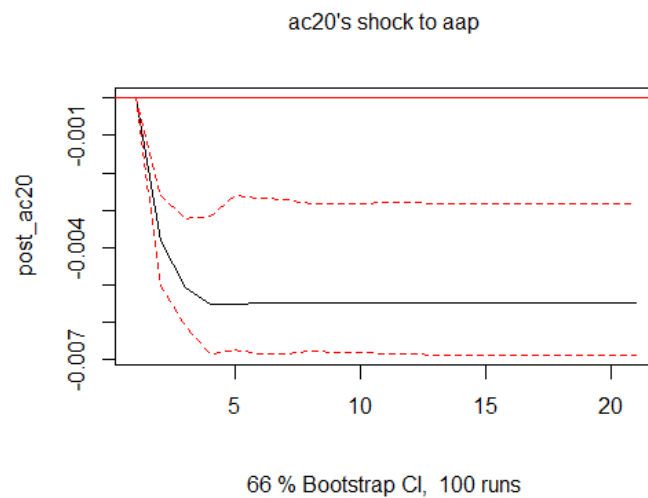


Figur 15: VECM: $aaa + ac20 + lr$ chok til $ac20$

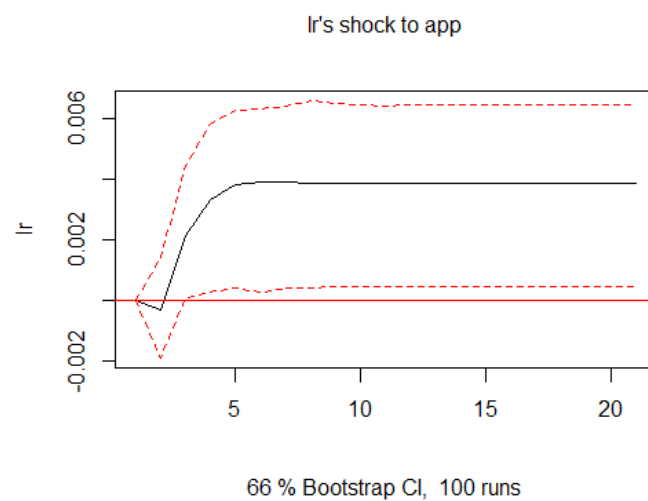


Figur 16: VECM: $aaa + ac20 + lr$ chok til lr

- Resultater: Rigtig fortegn på begge estimater ved IRF i forhold til Tobins teori. Der opnås ligeledes signifikante resultater på et 66% konfidensinterval for begge estimater.
- Diagnostics: Hverken problemer med seriekorrelation, normalfordeling eller heteroskedastisitet.

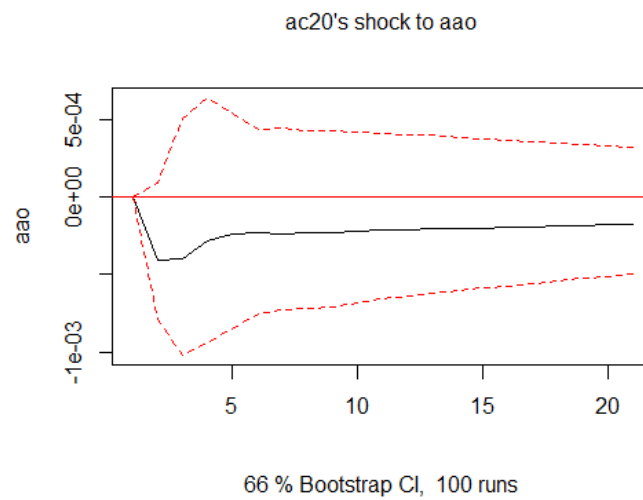


Figur 17: VECM: $aap + ac20 + lr$ chok til ac20

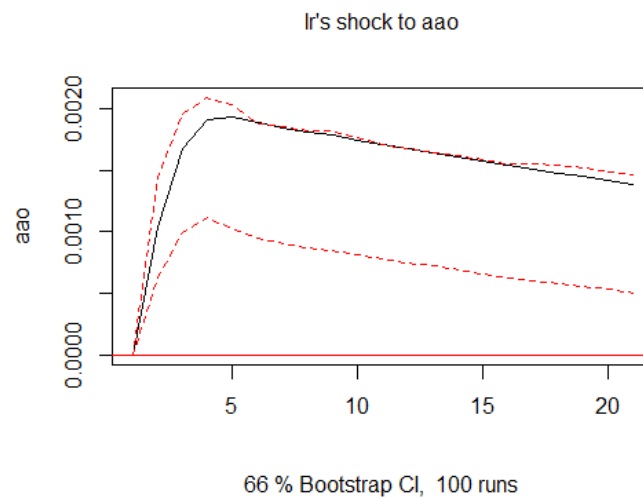


Figur 18: VECM: $aap + ac20 + lr$ chok til lr

- Resultater: Rigtig fortegn på begge estimater ved iRF taget det førnævnte endogenitetsproblem i betragtning. Der opnås ligeledes signifikante resultater på et 66% konfidensinterval for begge estimater.
- Diagnostics: Hverken problemer med seriekorrelation, normalfordeling eller heteroskedastisitet.



Figur 19: VAR: $aao + ac20 + lr$ chok til lr



Figur 20: VAR: $aao + ac20 + lr$ chok til AC20

- Resultater: Rigtig fortegn på begge estimater ved IRF i forhold til Tobins teori. Der opnås ligeledes signifikante resultater på et 66% konfidensinterval for stød til lr , men ikke til $ac20$.
- Diagnostics: Problemer med normalfordeling (integration af dummy kunne muligvis have afhjulpet dette).

11.5 Ligningssystem, parameter- og initialværdier til SFC-modellering

$$C_s = C_d \quad (11.1)$$

$$I_s = I_d \quad (11.2)$$

$$N_s = N_d \quad (11.3)$$

$$\Delta L_s = \Delta L_d \quad (11.4)$$

$$YD = WB_s - T + r_{bl-1} * BL_{h-1} * P_{bl-1} + Z + E_u \quad (11.5)$$

$$T = \theta * (WB_s + r_{bl-1} * BL_{h-1} * P_{bl-1} + Z) + \theta_1 * E_u \quad (11.6)$$

$$V = V_{-1} + (YD - C_d) + CG \quad (11.7)$$

$$CG = (P_e - P_{e-1}) * E_{h-1} \quad (11.8)$$

$$E_u = E_{h-1} * P_{e-1} * U_r \quad (11.9)$$

$$U_r = ER_{re}/100 \quad (11.10)$$

$$C_d = \alpha_1 * YD_e + \alpha_2 * V_{-1} \quad 0 < \alpha_2 < \alpha_1 < 1 \quad (11.11)$$

$$YD^e = YD_{-1} \quad (11.12)$$

$$V^e = V \quad (11.13)$$

$$E_d = V_e * (\lambda_{20} + \lambda_{22} * ER_{re} + \lambda_{23} * ER_{rbl} + \lambda_{24} * (YD_e/V_e))/P_e \quad (11.14)$$

$$BL_d = V_e * (\lambda_{30} + \lambda_{32} * ER_{re} + \lambda_{33} * ER_{rbl} + \lambda_{34} * (YD_e/V_e))/P_{bl} \quad (11.15)$$

$$M_d = V_e - P_{bl} * BL_d - P_e * E_d - H_d \quad (11.16)$$

$$\Delta H_d = \Delta H_s \quad (11.17)$$

$$ER_{rbl} = E\bar{R}_{rbl} \quad (11.18)$$

$$ER_{re} = E\bar{R}_{re} \quad (11.19)$$

$$M_h = V - P_{bl} * BL_h - P_e * E_h - H_h \quad (11.20)$$

$$E_h = E_d \quad (11.21)$$

$$BL_h = BL_d \quad (11.22)$$

$$H_h = H_d \quad (11.23)$$

$$Y = C_s + I_s + G \quad (11.24)$$

$$WB_d = Y - r_{-1} * L_{d-1} - AF - E_u \quad (11.25)$$

$$V_f = K - L_d - E_s * P_e \quad (11.26)$$

$$AF = \delta * K_{-1} \quad (11.27)$$

$$WB_s = W * N_s \quad (11.28)$$

$$N_d = Y/pr \quad (11.29)$$

$$W = WB_d/N_d \quad (11.30)$$

$$K = K_{-1} + I_d - DA \quad (11.31)$$

$$DA = \delta * K_{-1} \quad (11.32)$$

$$K^T = \kappa * Y_{-1} \quad (11.33)$$

$$I_d = \gamma * (K^T - K_{-1}) + DA \quad (11.34)$$

$$P_e = V_e * (\lambda_{20} + \lambda_{22} * ER_{re} + \lambda_{23} * ER_{rbl} + \lambda_{24} * (YD_e/V_e))/E_s \quad (11.35)$$

$$E_s = \bar{E}_s \quad (11.36)$$

$$L_d = L_{d-1} + I_d - AF - (E_s - E_{s-1}) * P_{e-1} \quad (11.37)$$

$$\Delta M_s = \Delta L_s \quad (11.38)$$

$$Z = L_{s-1} * r_{-1} \quad (11.39)$$

$$r = \bar{r} \quad (11.40)$$

$$H_s = H_{s-1} + (BL_{cb} - BL_{cb-1}) \quad (11.41)$$

$$BL_{cb} = BL_s - BL_h \quad (11.42)$$

$$V_g = -BL_s * P_{bl} \quad (11.43)$$

$$BL_s = BL_{s-1} + (((G + P_{bl-1} * BL_{s-1} * r_{bl-1}) - (T + p_{bl-1} * BL_{cb-1} * r_{bl-1}))/P_{bl}) \quad (11.44)$$

$$P_{bl} = \bar{P}_{bl} \quad (11.45)$$

$$r_{bl} = ER_{rbl}/P_{bl} \quad (11.46)$$

11.5.1 Ligninger til analysen af stød

$$aaa = (E_d * P_e)/V \quad (11.47)$$

$$aao = (BL_d * P_{bl})/V \quad (11.48)$$

$$aap = (M_d + H_d)/V \quad (11.49)$$

$$yd_ve_ratio = YD^e/V^e \quad (11.50)$$

11.5.2 Parameterværdier

Parameterværdier		
Parameter:	Værdi:	Forklaring:
γ	0.1	Tilpasningsparameter investering
α_1	0.748	Forbrugstilbøjelighed ud af forbrug
α_2	0.09	Forbrugstilbøjelighed ud af formuen
λ_{20}	0.57	Andel holdt i aktier af samlet formue
λ_{22}	0.0166	Ændring i efterspørgslen efter aktier, ved en ændring i forventet afkast på aktier
λ_{23}	-0.0491	Ændring i efterspørgslen efter obligationer, ved en ændring i forventet afkast på aktier
λ_{24}	-0.1	Ændring i efterspørgsel efter aktier ved stigning i ratioen $\frac{YD^e}{V^e}$
λ_{30}	0.1	Andel holdt i obligationer af samlet formue
λ_{32}	-0.015	Ændring i efterspørgslen efter obligationer, ved en ændring i forventet afkast på aktier
λ_{33}	0.0183	Ændring i efterspørgslen efter aktier, ved en ændring i forventet afkast på obligationer
λ_{34}	-0.015	Ændring i efterspørgsel efter obligationer ved stigning i $\frac{YD^e}{V^e}$
θ	0.4	Skattesatsen
θ_1	0.27	Skattesatsen på udbytte/kapitalgevinst
δ	0.1	Forringelse af kapitalapparatet
κ	1	Kapital til output ratio
pr	1	Produktivitet
β	0.8	Realiseringsparameter

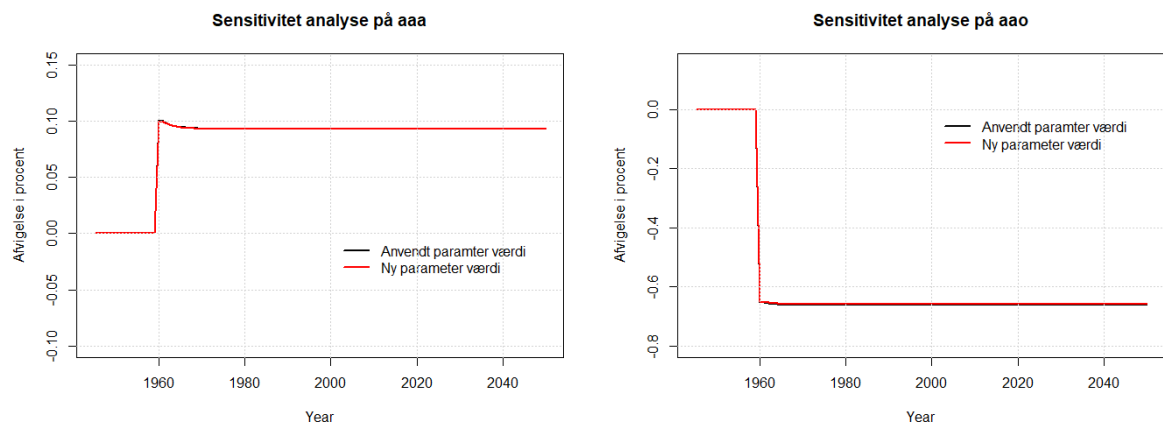
Tabel 10: Parameterværdier til genskabelse

11.5.3 Initialværdier og eksogene variable

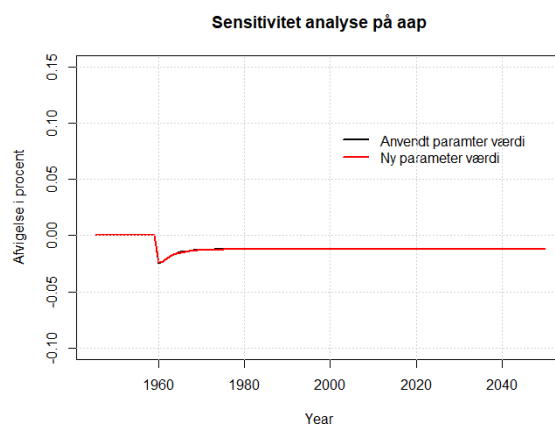
Initialværdier og eksogene variable	
Variabel:	Værdi:
H_s	4
P_e	1
E_h	37.17
E_s	37.17
L_s	29.23
L_d	29.23
K	66.4
Y	56
r	0.04
r_{bl}	0.01
V	70.4
V_f	0
V_g	-4
BL_h	0
M_s	29.23
M_h	29.23
BL_s	0.04
BL_{cb}	0.04
H_d	4
YD	30
P_{bl}	100
ER_{rbl}	3
ER_{rbl}	3
ER_{re}	1
ER_{re}	1
G	20
\bar{r}	0.04
\bar{P}_{bl}	100
E_s	37.17

Tabel 11: Initialværdier og eksogene variable til genskabelse

11.6 Sensitivitetsanalyse

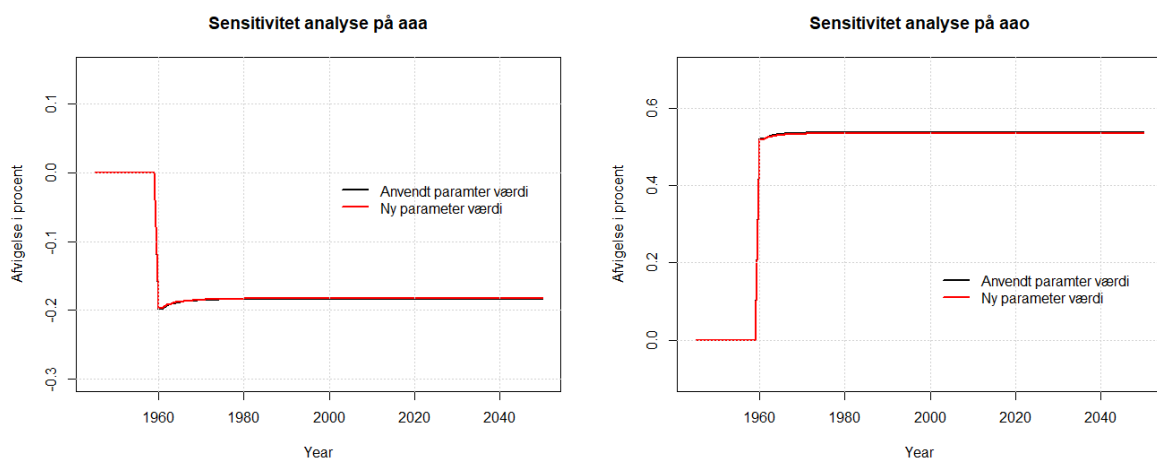


(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på aktier (b) aao ved et stød til det forventede afkast på aktier

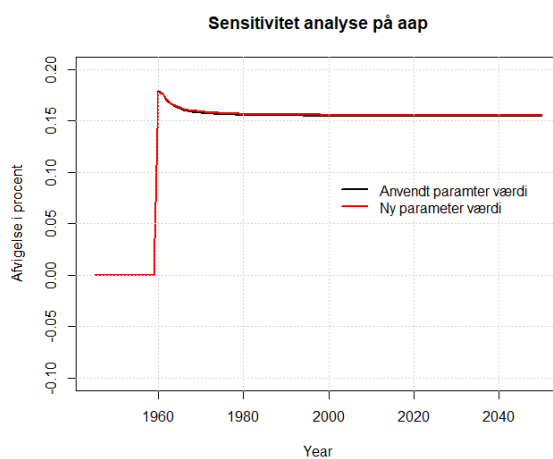


(c) aap ved et stød til det forventede afkast på aktier

Figur 21: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i α_2

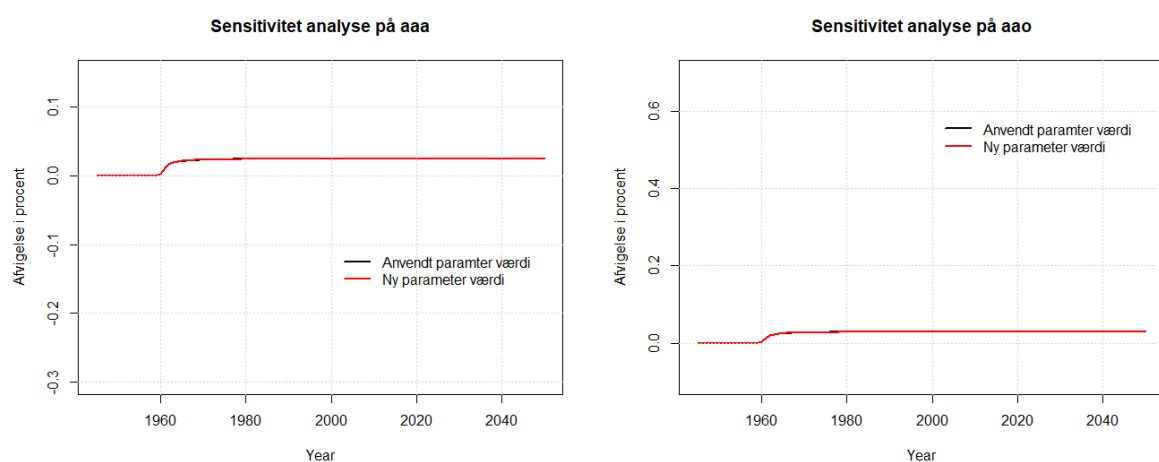


(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på obligationer (b) aao ved et stød til det forventede afkast på obligationer

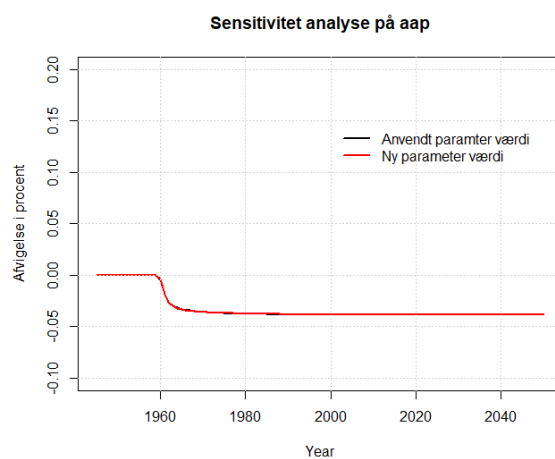


(c) aap ved et stød til det forventede afkast på obligationer

Figur 22: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i α_2

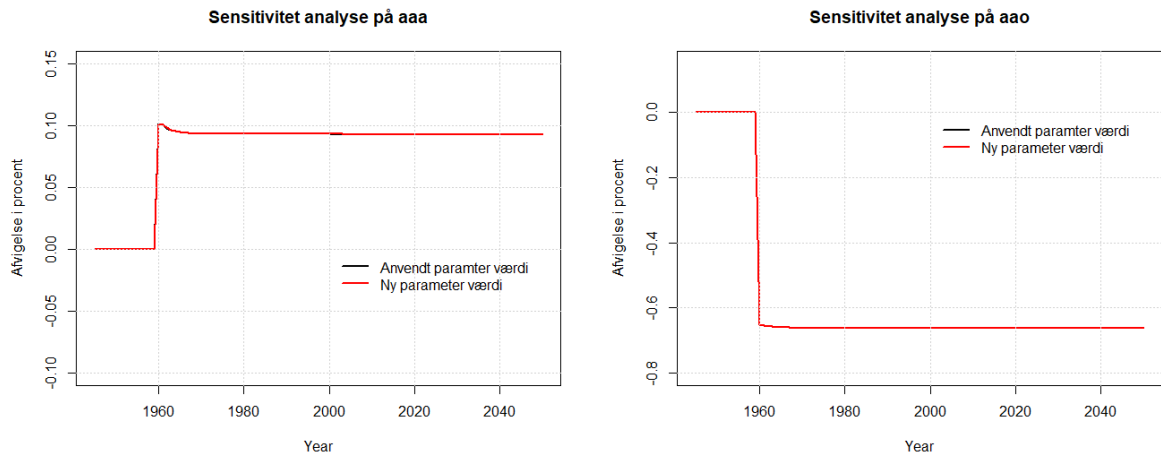


(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på obligationer (b) aao ved et stød til det forventede afkast på obligationer

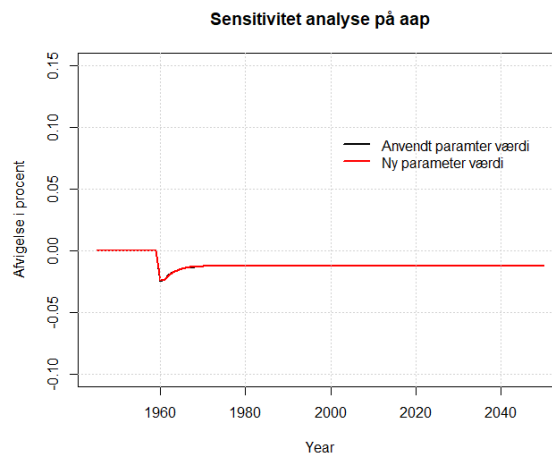


(c) aap ved et stød til det forventede afkast på obligationer

Figur 23: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i θ

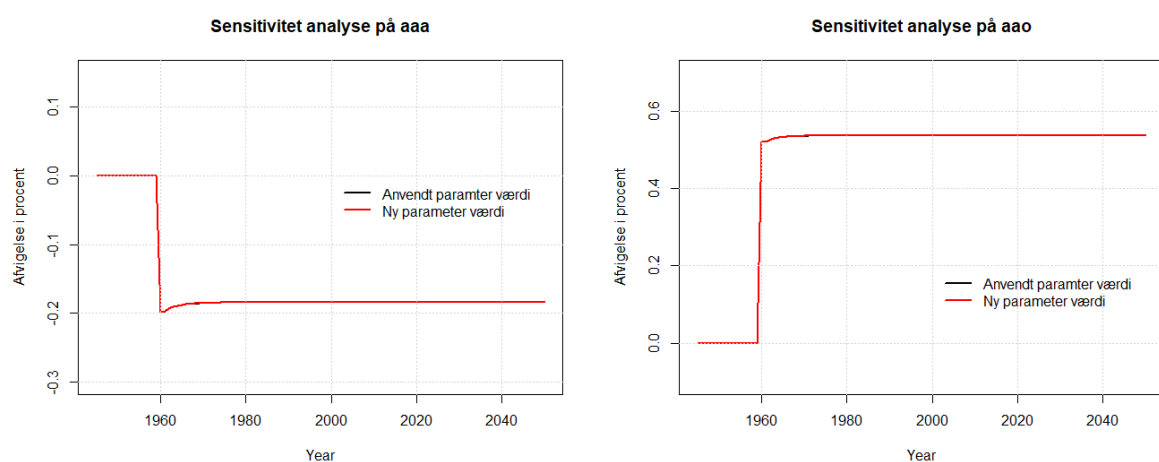


(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på aktier (b) aao ved et stød til det forventede afkast på aktier

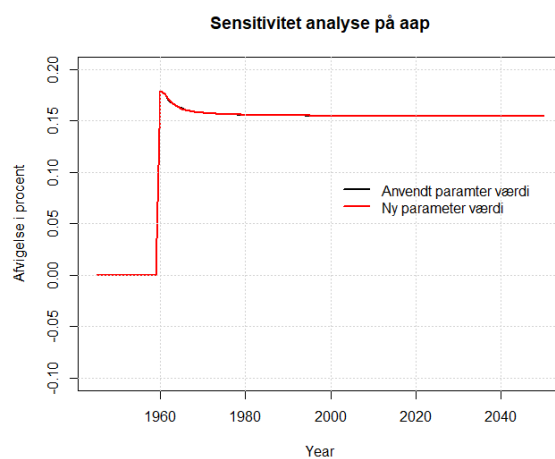


(c) aap ved et stød til det forventede afkast på aktier

Figur 24: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i θ

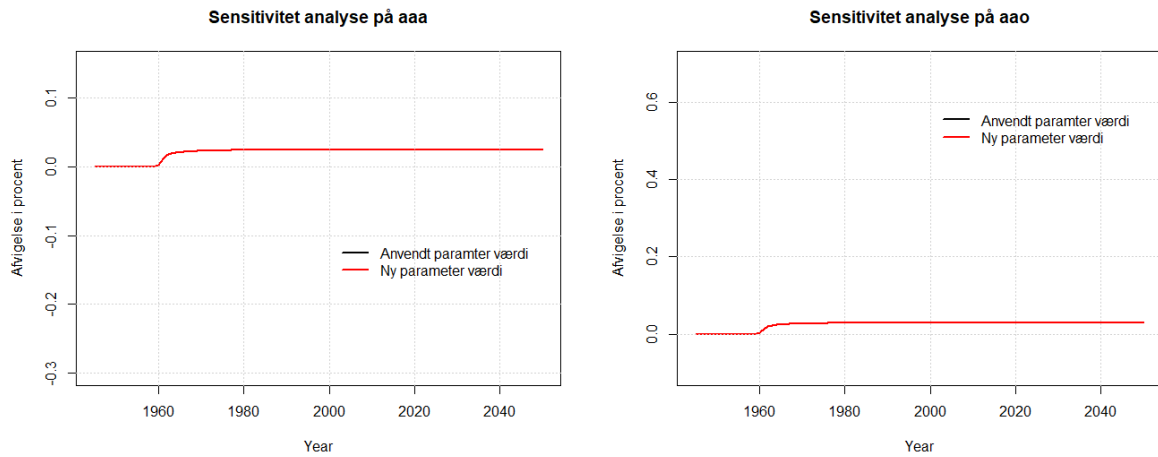
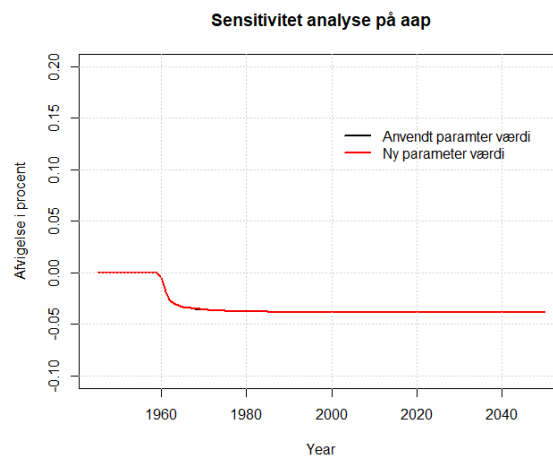


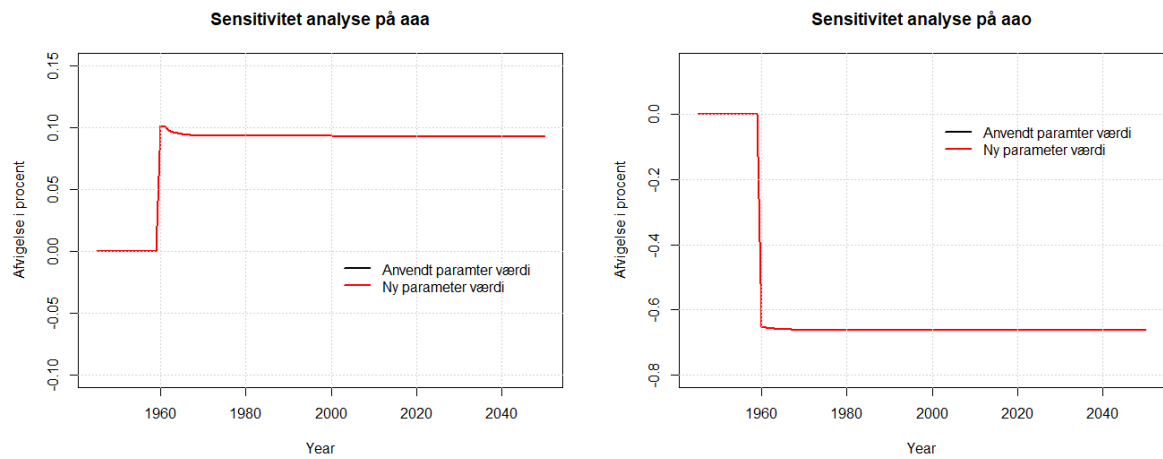
(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på obligationer (b) aao ved et stød til det forventede afkast på obligationer



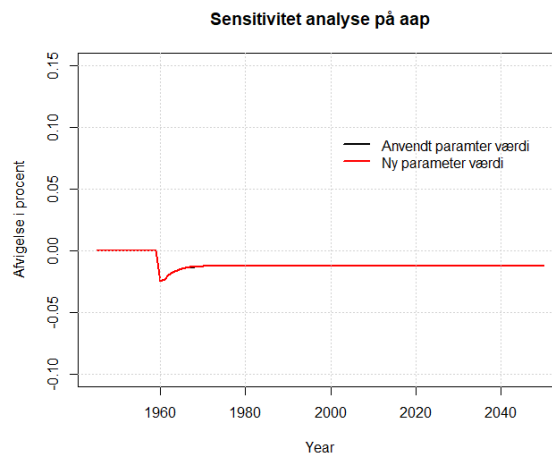
(c) aap ved et stød til det forventede afkast på obligationer

Figur 25: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i θ

(a) aaa ved et stød til α_1 (b) aao ved et stød til α_1 (c) aap ved et stød til α_1 **Figur 26:** Sensitivitetsanalyse ved en ændring i θ_1

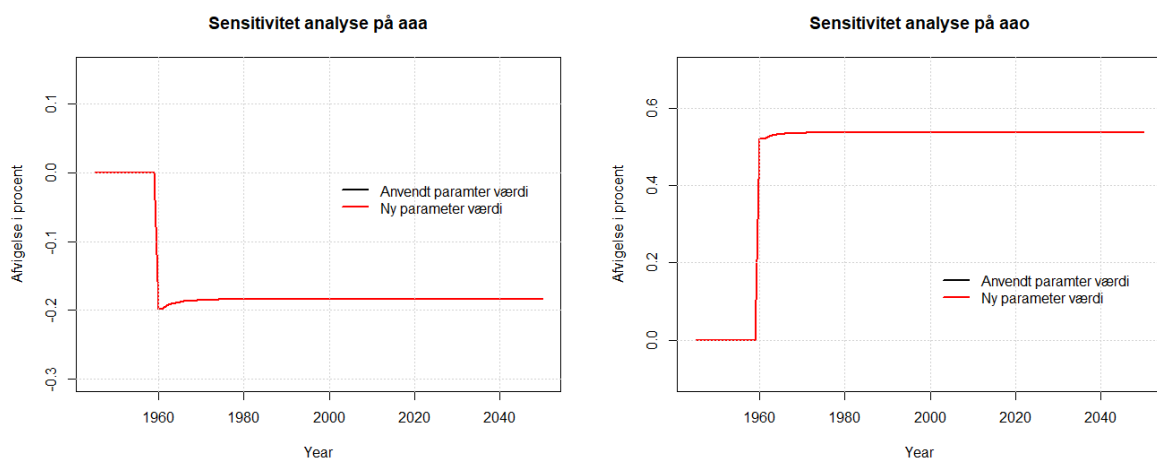


(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på aktier (b) aao ved et stød til det forventede afkast på aktier

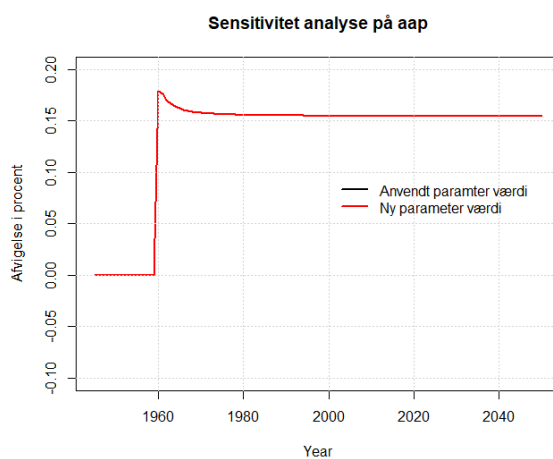


(c) aap ved et stød til det forventede afkast på aktier

Figur 27: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i θ_1



(a) aaa ved et stød til det forventede afkast på obligationer (b) aao ved et stød til det forventede afkast på obligationer



(c) aap ved et stød til det forventede afkast på obligationer

Figur 28: Sensitivitetsanalyse ved en ændring i θ_1

11.7 Yderligere anvendt data

Afkast på aktier (%):

- Denne serie dækker over omvurdering/kursreguleringer i % af den danske husholdningssektors aktiebeholdning.

Afkast på obligationer (%):

- Denne serie dækker over omvurdering/kursreguleringer i % af den danske husholdningssektors obligationsbeholdning.

Afkast på S&P500 aktieindeks:

- Denne serie er skabt ved at udregne et gennemsnit af lukkekurser af dagsobservationer for hvert kvartal i den omfattede periode for S&P500 indekset og regne den procentvise ændring periode for periode.

Andel aktie indekseret:

- Denne serie er skabt ved at indeksere serien med aktie andel af samlet formue.

Andel obligationer indekseret:

- Denne serie er skabt ved at indeksere serien med obligations andel af samlet formue.

Andel penge og indestående indekseret:

- Denne serie er skabt ved at indeksere serien med penge og indestående andel af samlet formue.

C20 aktieindeks:

- Denne serie er skabt ved at udregne et gennemsnit af lukkekurser af dagsobservationer for hvert kvartal i den omfattede periode for C20 indekset.

C20 aktieindeks indekseret:

- Denne serie er skabt ved indeksere det anvendte data for C20 indekset.

Disponibel indkomst:

- Denne serie dækker over den disponible bruttoindkomst for den danske husholdningssektor (B.6g).¹⁵

Nettoformue:

- Denne serie dækker over den danske husholdningssektors nettoformue i form af samlede formue i aktier, obligationer samt penge og indestående fratrukket gæld i form af lån.

Ratio af disponibelindkomst til formue:

- Denne serie er skabt ved at dividere den anvendte serie med disponibel indkomst med serien med den samlede formue.

Ratio af disponibelindkomst til nettoformue:

- Denne serie er skabt ved at dividere den anvendte serie med disponibel indkomst med serien med den samlede nettoformue.

S&P500 aktieindeks:

- Denne serie er skabt ved at udregne et gennemsnit af lukkekurser af dagsobservationer for hvert kvartal i den omfattede periode for S&P500 indekset.

S&P500 aktieindeks indekseret:

- Denne serie er skabt ved indeksere det anvendte data for S&P500 indekset.

Samlet formue:

- Denne serie dækker over den samlede formue placeret af den danske husholdningssektor i aktier, obligationer samt penge og indestående.

Ultimobalance af aktier indekseret:

- Denne serie er skabt ved at indeksere ultimobalancen af værdien af danske husholdningers beholdning af aktier.

¹⁵ Danmarks Statistik (2021) er blevet anvendt udover de allerede nævnte datakilder til at lave dataserier omhandlende disponibel indkomst

Ultimobalance af obligationer indekseret:

- Denne serie er skabt ved at indeksere ultimobalancen af værdien af danske husholdningers beholdning af aktier.

11.8 Resultater af test med andre variable

Indeks af andele data ~ Lang rente + Indeks af afkast C20			
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	c20i:
Indeks aktier	-0.2642	-3.187	0.1173
Indeks penge	-0.0612	20.2249***	0.3815***
Indeks obligationer	-0.1281	26.477***	0.1802**
Sum	-	43.51557	0.6791497

Seriekorrelation: Alle består.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Indeks obligationer er ikke linear in parameters

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 12: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Indeks af andele data ~ Lang rente + Indeks af afkast S&P500			
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	spi:
Indeks aktier	-0.1691	-6.7060**	0.0462**
Indeks penge	-0.0609	18.2806***	0.4245***
Indeks obligationer	-0.1306	24.3625***	0.2483**
Sum	-	35.9371	0.7190

Seriekorrelation: Alle består.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Alle er linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 13: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Indeks af andele data ~ Indeks af afkast på obligationer + Indeks af afkast C20			
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	aoi	c20i:
Indeks aktier	-0.2374***	-0.0299	0.1618***
Indeks penge	-0.5570***	0.8304***	-0.0587***
Indeks obligationer	-0.2463*	-0.1974	-0.1773***
Sum	-	0.6031	-0.0742

Det viser sig, at der ingen cointegration er i mellem, indeks af aktier og henholdsvis indeks af afkast på obligationer og indeks af afkast på C20. Det samme gør sig gældende for indeks af penge derfor er ingen diagnostics lavet.

Tabel 14: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Andele data ~ afkast på obligationer + afkast på aktier + disp. formue ratio				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	ao	aa	yw:
Andel aktier	-0.0158*	-0.0841**	0.1889**	4.470***
Andel penge	-0.0081***	0.1126	-0.3753	9.7598
Andel obligationer	-0.1136***	-0.0201***	-0.00414***	0.0035
Sum	-	0.00834	-0.1905	14.2338

Seriekorrelation: Seriekorrelation i modellen hvor andel af aktier er inkluderet.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Andel af obligationer samt andel af penge findes ikke linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Andel af obligationer findes heteroskedastic.

Strukturelle brud: Signifikant strukturelt brud

Tabel 15: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Andele data ~ Lang rente + afkast på S&P500 + disp. nettoformue ratio				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	asp	ynw:
Andel aktier	-0.1560**	-0.0345***	-0.0094*	0.0082**
Andel penge	0.00001	-96.310	148.08	-195.12
Andel obligationer	-0.0406	0.0221***	-0.0074	0.0124
Sum	-	-96.3221	148.08	-195.1

Positiv speed of adjustment, hvilket teknisk ikke giver mening, og ligeledes meget insignifikante resultater for andel af penge med en p-værdi på alle estimer på 0.999, derfor er der ikke foretaget diagnostics.

Tabel 16: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Andele data ~ Lang rente + afkast på lag af S&P500			
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	asp(lag):
Andel aktier	-0.2410***	-0.0481***	- 0.0156
Andel penge	-0.2050***	-0.00359***	-0.0011
Andel obligationer	-0.0648**	0.0324***	0.00147
Sum	-	0.0000	-0.0193

Seriekorrelation: Alle består.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Andel af aktier og andel af obligationer findes ikke at være linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimerne over tid.

Tabel 17: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Andele data ~ disp. formue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	ydw	aa	ao:
Andel af aktier	-0.0154*	4.4675	0.1945	-0.0889
Andel af penge	-0.0056	12.0699	-0.5381	0.1683
Andel af obligationer	-0.1087	-0.0136	-0.0040	-0.0214
Sum	-	16.5238	0.3476	0.058

Seriekorrelation: Seriekorrelation i andel af aktier.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Andel af obligationer og andel af penge er ikke linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 18: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Andele data ~ disp. nettoformue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	ydnw	aa	ao:
Andel af aktier	-0.0044	-0.1748**	0.7813***	-0.0744
Andel af penge	0.0059	-0.0804	0.3506***	0.0081
Andel af obligationer	-0.0303	0.0052	-0.0200***	-0.0382***
Sum	-	-0.25	1.1119	-0.1045

Seriekorrelation: Alle består.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Andel af aktier og andel af obligationer er ikke linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 19: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Andele data ~ Lang rente + afkast S&P500			
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	asp:
Andel aktier	-0.2186***	-0.0472***	-0.0043*
Andel penge	-0.1897***	0.0318***	-0.0023
Andel obligationer	-0.0571**	0.0158***	0.0042
Sum	-	0.0004	-0.0024

Seriekorrelation: Alle består.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Alle regressionerne viser sig ikke lineare i parametre

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 20: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Indeks af andele data ~ Lang rente + afkast S&P500 + indeks af disp. nw ratio				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	asp	ydnw
Indeks aktier	-0.485	-6.873***	1.582***	6.227***
Indeks obligationer	-0.064	15.439***	-5.080***	15.850**
Indeks penge	-0.224	6.053***	-1.152**	-3.736
Sum	-	14.620	-4.349	18.341

Seriekorrelation: Seriekorrelation i Indeks af aktier.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Alle er linear in parameters

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimerne over tid.

Tabel 21: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Indeks af andele data ~ Lang rente + afkast S&P500			
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	asp
Indeks aktier	-0.1479	-9.271*	1.874*
Indeks obligationer	-0.0805	20.106***	-4.787
Indeks penge	-0.1154	6.759**	-2.532*
Sum	-	17.593	-5.448

Seriekorrelation: Seriekorrelation i indeks af obligationer.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Indeks af obligationer er ikke linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimerne over tid.

Tabel 22: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Indeks af andele data ~ Lang rente + afkast S&P500 + indeks af disp				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	asp	iyd
Indeks aktier	-0.2264	-8.702***	0.727.	0.695***
Indeks obligationer	-0.0257	-0.090	-9.188	-6.108
Indeks penge	-0.3885	5.426***	0.357*	0.885***
Sum	-	-3.367	-8.819	-5.917

Seriekorrelation: Seriekorrelation i indeks af penge.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Indeks af obligationer findes ikke linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimerne over tid.

Tabel 23: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Indeks af andele data ~ Lang rente + afkast C20 + disp. nw ratio				
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	ac20	ydnw
Indeks aktier	-0.1689	-8.8092***	1.5063**	3.6477*
Indeks obligationer	0.8661***	21.0901***	1.5473***	0.4618
Indeks penge	-0.1002*	11.1369**	-4.4136*	1.1794
Sum	-	34.062	8.238	6.119

Seriekorrelation: Seriekorrelation i Indeks af aktier og indeks af obligationer.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Ingen af regressionerne er linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 24: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

Indeks af andele data ~ Lang rente + afkast C20			
Dependent variable:	Speed of Adjustment:	lr	ac20
Indeks aktier	-0.0839*	-11.6229***	6.6211*
Indeks obligationer	-0.0421	7.0650	-7.4552
Indeks penge	-0.1299**	9.8848***	-3.9154**
Sum	-	5.3269	-4.7495

Seriekorrelation: Seriekorrelation i Indeks af aktier.

ARCH-Test: Alle består.

RESET test: Indeks af obligationer findes ikke linear in parameters.

Heteroskedasticitet: Alle består.

Strukturelle brud: Ingen signifikante ændringer i estimaterne over tid.

Tabel 25: Single equation ARDL-Bounds LR-estimates

OLS

Følgende modeller er lavet med OLS, hvilket bevirker, at der kan være spuriøse sammenhænge, da dette ikke bliver testet for

Andele data ~ disp. formue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydw	aa	ao:
Andel af aktier	0.9641***	-4.3580***	0.0002	-0.0036
Andel af penge	-0.0051	4.2306***	-0.0004	0.0026
Andel af obligationer	0.0410	0.1274	0.0002	0.0010
Sum	1	0	0	0

Tabel 26: Single equation OLS

Andele data ~ disp. formue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydw	aa	ao:
Andel af aktier	0.9073***	-3.7412***	0.0000	-0.0021**
Andel af penge	0.0913**	3.1849***	-0.0001	0.0016**
Andel af obligationer	0.0013	0.5564***	0.0000	0.0004*
Sum	1	0.0001	-0.0001	-0.0001

Tabel 27: Single equation OLS Cycle

Andele data ~ disp. formue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydw	aa	ao:
Andel af aktier	0.0028'	-1.5490***	0.0007**	-0.0008*
Andel af penge	-0.0011	1.1896**	-0.0006**	0.0007'
Andel af obligationer	-0.0017**	0.3594*	-0.0000	0.0001
Sum	0	0	0.0001	0

Tabel 28: Single equation OLS diff

Andele data ~ disp. formue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydw	aa	ao:
Andel af aktier	-2.3024***	-0.7197***	0.0006	-0.0071
Andel af penge	0.1786***	2.1949***	-0.0003	0.0016**
Andel af obligationer	0.0497***	0.2821**	-0.0001	0.0005**
Sum	-2.0741	1.7573	0.0002	-0.005

Tabel 29: Single equation OLS log

Andele data ~ disp. nettoformue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydnw	aa	ao:
Andel af aktier	0.5578***	0.0281***	0.0007	-0.0029
Andel af penge	0.3894***	-0.0234***	-0.0009	0.0022
Andel af obligationer	0.0527***	-0.0047	0.0002	0.0008
Sum	0.999	0	0	0.0001

Tabel 30: Single equation OLS

Andele data ~ disp. nettoformue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydnw	aa	ao:
Andel af aktier	0.5576***	0.0088**	0.0008'	-0.0020*
Andel af penge	0.3890***	-0.0067*	-0.0007'	0.0017'
Andel af obligationer	0.0533***	-0.0021***	-0.0001	0.0004*
Sum	0.999	0	0	0.0001

Tabel 31: Single equation OLS Cycle

Andele data ~ disp. nettoformue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydnw	aa	ao:
Andel af aktier	0.0030'	0.0000	0.0012***	-0.0006
Andel af penge	-0.0012	0.0008	-0.0010***	0.0005
Andel af obligationer	-0.0017**	-0.0008	-0.0001*	0.0001'
Sum	0.0001	0	0.0001	0

Tabel 32: Single equation OLS diff

Andele data ~ disp. nettoformue ratio + afkast på aktier + afkast obligationer				
Dependent variable:	Intercept:	ydnw	aa	ao:
Andel af aktier	-0.5924***	0.0504***	0.0015	-0.0058
Andel af penge	0.4018***	-0.0007	-0.0009*	0.0010
Andel af obligationer	0.0784***	-0.0003	-0.0002	0.0004'
Sum	-0.1122	0.503	0.0004	-0.0044

Tabel 33: Single equation OLS log

VAR - VECM models

- VECM: $ip + lr + asp$
 1. Resultater: Rigtige fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Består alle.
- VECM: $ia + lr + asp$
 1. Resultater: Rigtige fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Består alle.
- VECM: $io + lr + asp$
 1. Resultater: Rigtige fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Ikke normalfordeling i fejlladet.
- VECM: $ia + lr + asp + ydnw$
 1. Resultater: Rigtige fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Problemer med normalfordeling af fejlladet.
- VECM: $io + lr + asp + ydnw$
 1. Resultater: Rigtig fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Problemer med normalfordeling af fejlladet.
- VECM: $ip + lr + asp + ydnw$
 1. Resultater: Rigtig fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Består alle.
- VECM: $ia + lr + ac20 + ydnw$
 1. Resultater: Rigtige fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Problemer med normalfordeling af fejlladet.

- VECM: $io + lr + ac20 + ydnw$
 1. Resultater: Rigtig fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Problemer med normalfordeling af fejllede.
- VECM: $ip + lr + ac20 + ydnw$
 1. Resultater: Rigtig fortegn ved IRF i forhold til Tobins teori.
 2. Diagnostics: Består alle.