

Kandidatafhandling

Finansielle friktioner i dansk økonomi

En VAR-analyse af den finansielle krises realøkonomiske konsekvenser for dansk økonomi og Nationalbankens pengepolitiske transmissionsmekanisme

Anette Sørensen
17-04-2012

Titelblad

Projekttitel:	Finansielle friktioner i den danske økonomi
Uddannelse:	Cand. Oecon, Kandidatgrad i Samfundsøkonomi
Uddannelsesinstitution:	Aalborg Universitet
Formål:	Kandidatafhandling (30 ECTS), 10. semester
Vejleder:	Lasse Bork
Udarbejdet af:	Anette Sørensen
Studienummer:	2006-0938
Afleveringsdato:	17.04.2012

English abstract

During the financial crisis beginning in 2007 the existence of financial frictions became obvious. This thesis focuses on the effects of the financial frictions on the Danish economy as well the monetary transmission mechanism of the Central Bank of Denmark. Throughout the thesis, it is assumed that the links of the monetary transmission mechanism have been weakened due to frictions in the financial markets.

The effect of frictions on the Danish economy and the possibility of weakened links in transmission mechanism of monetary policy are analyzed by discussing the theoretical background. The theoretical background relies on imperfections in both the borrowing- and lending-sector. Those imperfections create frictions in the monetary transmission mechanism. The impact of monetary policy and real economic variables can be affected. This leads to a suboptimal level of investment and production that eventually weaken the economy in the global competition and dampen future growth of the economy. According to the theory used, frictions create an interest rate spread and traditional ISLM- and ASAD-models cannot explain the existence of frictions. Woodford (2010) and Jones' (2009) have therefore modified those models to include a risk premium. In these models multiple interest rates exist and the effect of frictions on the monetary transmission mechanism can be explained.

The theoretical background creates a setup for the analysis in the thesis. Six hypotheses are set up and tested. The hypotheses are analyzed by estimating four vector autoregressive models including data from 1996 until November 2011. The vector autoregressive models include six variables each: inflation, the difference of the production level and a measure of supply of bank credit, an index of financial frictions, a measure of the interest rate spread and the difference of monetary policy instrument (either a measure of the official interest rate or the assets of the Central Bank of Denmark). Two of the models are estimated by including a dummy from September 2007 until November 2008. The dummy covers the time when the index of financial frictions in the thesis was on an elevated level.

The models are estimated with 12 lags. The identification of a structural model for impulse response functions rely on the methodological approach of Amisano and Giannini, illustrated in Lütkepohl (2004 and 2005) and on causalities formed from the theoretical background. For the impulse response functions a shock on the index for the financial frictions or a shock in the monetary policy is applied. The impulse response functions are then used to analyze the hypotheses.

The results found in the thesis indicate that a positive correlation between financial frictions and the interest spread exists in the Danish economy. This correlation can be explained by the existence of agency costs also found in former work on similar subject of Bernanke and Gertler (1995) and Peersman (2011). The existences of agency costs do, however, not necessarily affect a negative development in the supply of bank credit as proposed by theory. Limitations on credit- and liquidity due to financial frictions can therefore be questioned as the significance of impulse response function for the supply of credit has to be investigated further. Doubt of the development in the supply of bank credit due to shock in the financial frictions poses a further question about the effect on the production level. Theory suggests that a lag effect between supply of credit and the production level should be present. Although the production level does decrease, lag effects might not be present in the Danish economy.

Further, the thesis suggests that real effects only result from the use of the official interest rate as a monetary instrument. A dummy covering the time of the financial crisis shows that the effects of the monetary policy can have been weakened during the crisis. This is made clear by comparing a model without a dummy and a model with a dummy. Including a dummy, it is shown that the transmission of unexpected changes in the interest rate develops faster than without a dummy. Financial frictions can therefore have weakened the transparency of the market and not least the effect of actions taken by the Central Bank of Denmark due to use of unconventional monetary policy, for example liquidity support to suffering banks.

Despite comparison of four different models, questions about the robustness of the results as well as the statistical abilities are raised to be answered in further studies.

Indholdsfortegnelse

TITELBLAD	2
ENGLISH ABSTRACT	3
1 INDLEDNING	8
2 PROBLEMFORMULERING	10
3 AFGRÆNSNING	11
4 DET TEORETISKE GRUNDLAG	12
4.1 FRIKTIONER I DEN PENGEPOLITISKE TRANSMISSIONSMEKANISME	12
4.2 BORROWING-SEKTOREN	15
4.3 LENDING-SEKTOREN	18
4.4 REALØKONOMISKE KONSEKVENSER SOM FØLGE AF FRIKTIONER I DEN PENGEPOLITISKE TRANSMISSIONSMEKANISME	19
4.4.1 WOODFORDS (2010) MODIFICERING AF ISLM MODELLEN	20
4.4.2 JONES' (2009) MODIFICERING AF ISLM-MODELLEN	23
4.4.3 ASAD MODELLEN	24
4.5 OPSAMLING AF TEORI	25
5 ANALYSE	27
5.1 GRUNDMODEL	28
5.2 VALG AF DATA	30
5.3 ANALYSE AF DATA	31
5.4 ANALYSE AF VAR-MODELLEN MED RENTEN SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	34
5.4.1 ESTIMERING AF VAR-MODELLEN	34
5.4.2 IDENTIFIKATION AF VAR-MODELLEN	37
5.4.3 ANALYSE AF EKSOGENT CHOK I DE FINANSIELLE FRIKTIONER	40
5.4.4 ANALYSE AF EKSOGENT CHOK I NATIONALBANKENS INDSKUDSBEVISRENTE	44
5.5 ANALYSE AF VAR-MODELLEN MED NATIONALBANKENS AKTIVER SOM DET PENGEPOLITISKE INSTRUMENT	47
5.5.1 EKSOGENT CHOK I DE FINANSIELLE FRIKTIONER	48
5.5.2 EKSOGENT CHOK I NATIONALBANKENS SAMLEDE AKTIVER	50
5.6 DEN FINANSIELLE KRISE FRA 2007	52
5.7 TEORETISK OPSUMMERING AF DEN EMPIRISKE ANALYSE	62
6 DISKUSSION AF ANALYSEN	64

7	KONKLUSION	67
8	LITTERATURLISTE	70
	APPENDIKS MED MATLAB-KODE TIL ANALYSEN	73
	BILAG	78
	ILLUSTRATION AF DATASERIERNE	78
	GRAFER BAG BEREKNINGEN AF INDEKSET FOR DE FINANSIELLE FRIKTIONER	79
	ANALYSE AF DATA	80
	AUTOKORRELATIONSLOTS OG PARTIELLE AUTOKORRELATIONSLOTS	80
	LOTS AF DIFFERENSER	82
	AUTOKORRELATIONER OG PARTIELLE AUTOKORRELATIONER	83
	ANALYSE AF VAR-MODELLEN MED RENTEN SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	85
	ESTIMERING AF MODELLEN MED OLS	85
	LOTS AF RESIDUALERNE	87
	AUTOKORRELATIONSLOTS OG PARTIELLE AUTOKORRELATIONSLOTS I RESIDUALERNE	88
	AUGMENTED DICKEY-FULLER TESTS	90
	IDENTIFIKATION	90
	ANALYSE AF VAR-MODELLEN MED DE SAMLEDE AKTIVER SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	91
	LR-TEST FOR LAGLÆNGDE	91
	ESTIMERING AF MODELLEN MED OLS	91
	LOTS AF RESIDUALERNE	93
	AUTOKORRELATIONSLOTS OG PARTIELLE AUTOKORRELATIONSLOTS I RESIDUALERNE	94
	AUGMENTED DICKEY-FULLER TESTS	96
	LJUNG-BØX-TEST FOR AUTOKORRELATION	96
	ARCH-TEST	96
	IDENTIFIKATION	96
	ANALYSE AF VAR-MODELLEN MED DUMMY OG RENTEN SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	97
	ESTIMERING AF MODELLEN MED OLS	97
	LOTS AF RESIDUALERNE	99
	AUTOKORRELATIONSLOTS OG PARTIELLE AUTOKORRELATIONSLOTS I RESIDUALERNE	100
	AUGMENTED DICKEY-FULLER TESTS	102
	LJUNG-BØX-TEST FOR AUTOKORRELATION	102
	ARCH-TEST	103
	IDENTIFIKATION	103
	ANALYSE AF VAR-MODELLEN MED DUMMY OG AKTIVER SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	104
	ESTIMERING AF MODELLEN MED OLS	104
	LOTS AF RESIDUALERNE	106
	AUTOKORRELATIONSLOTS OG PARTIELLE AUTOKORRELATIONSLOTS I RESIDUALERNE	107
	AUGMENTED DICKEY-FULLER TESTS	109

LJUNG-BBOX-TEST FOR AUTOKORRELATION	109
ARCH-TEST	109
IDENTIFIKATION	109
IMPULSE RESPONSE FUNKTIONER MED 4 LAGS	111
VAR-MODEL MED RENTEN SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	111
VAR-MODEL MED DE SAMLEDE AKTIVER SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	113
VAR-MODEL MED DUMMY OG RENTEN SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	115
VAR-MODEL MED DUMMY OG AKTIVER SOM PENGEPOLITISK INSTRUMENT	117

1 Indledning

I løbet af den finansielle krise fra 2007 tydeliggøres eksistensen af finansielle friktioner ikke blot i verdensøkonomien, men også i den danske økonomi. Likviditet på de finansielle markeder mindskes, og risikoaversion stiger, jf. Brunnemeier (2009). I krisen dykker aktiemarkedet, og usikkerheden i økonomien forøges. Usikkerheden øger den asymmetriske information i låneaftaler, og tvivl omkring tilbagebetalingsmuligheder opstår. Den finansielle sektor møder lånemarkedet med kreditrationering, og friktioner grundet manglende vidensdeling om tilbagebetalingsmuligheder af lån samt rentabilitet af investeringer begrænser investeringsmulighederne, jf. Adrian, Moench og Shin (2010).

Friktionerne påvirker den pengepolitiske transmissionsmekanisme, og centralbanker verden over har set sig nødsagede til at anvende utraditionelle former for pengepolitik for igen at mindske kredit- og likviditetsbegrænsningerne, der synes at eksistere på det finansielle marked. Den europæiske Centralbank (ECB) såvel som Danmarks Nationalbank har derfor gjort brug af aktiver som et pengepolitisk instrument. Likviditetsstøtte til nødlidende banker har, ifølge ECB (2010), været nødvendigt, da adskillige links i den pengepolitiske transmissionsmekanisme er brudt sammen under den finansielle krise. Transmission af ændringer i den officielle rente er dermed påvirket af finansielle friktioner, der er opstået under den finansielle krise. Der er derfor fare for, at friktioner kan have påvirket den pengepolitiske transmissionsmekanisme i den danske økonomi, hvorfor anvendelse af traditionel pengepolitik (renteændringer) fra Nationalbankens side. Afhandlingen tager udgangspunkt i denne problemstilling.

I afhandlingen påvises der via fire vektorautoregressive modeller (VAR-modeller), at friktioner har en betydning for udstedelsen af lån i Danmark. Uventede forøgelse af friktioner øger rentespændet, hvorfor en højere kompensation ved udbud af kredit opkræves. Denne kompensation skaber problemer i forhold til produktionsniveauet, og gældsdeflation opstår som en komplikation heraf. Friktioner får realøkonomiske konsekvenser, hvorfor den finansielle krise kan vise sig at påvirke den pengepolitiske transmissionsmekanisme. Ved sammenligning af *impulse response* funktioner fra VAR-modellerne, påvises der gennem uventede ændringer i pengepolitikken, at transmission af uventede kontraktive choks i Nationalbankens indskudsbevisrente er svækket. Friktioner skabes, og gældsdeflation opstår som følge af fald i *impulse response* funktioner af både udbud af kredit samt produktionsniveau. Tests af ekspansive choks i ændringer af Nationalbankens samlede aktiver indikerer desuden, at rentespænd og friktioner på det danske finansielle marked falder. Aktiverne kan anvendes til at minimere problemer på det finansielle marked, men har ingen yderligere økonomisk forudsigelig korrelation med realøkonomien, hvorfor anvendelse heraf kompliceres.

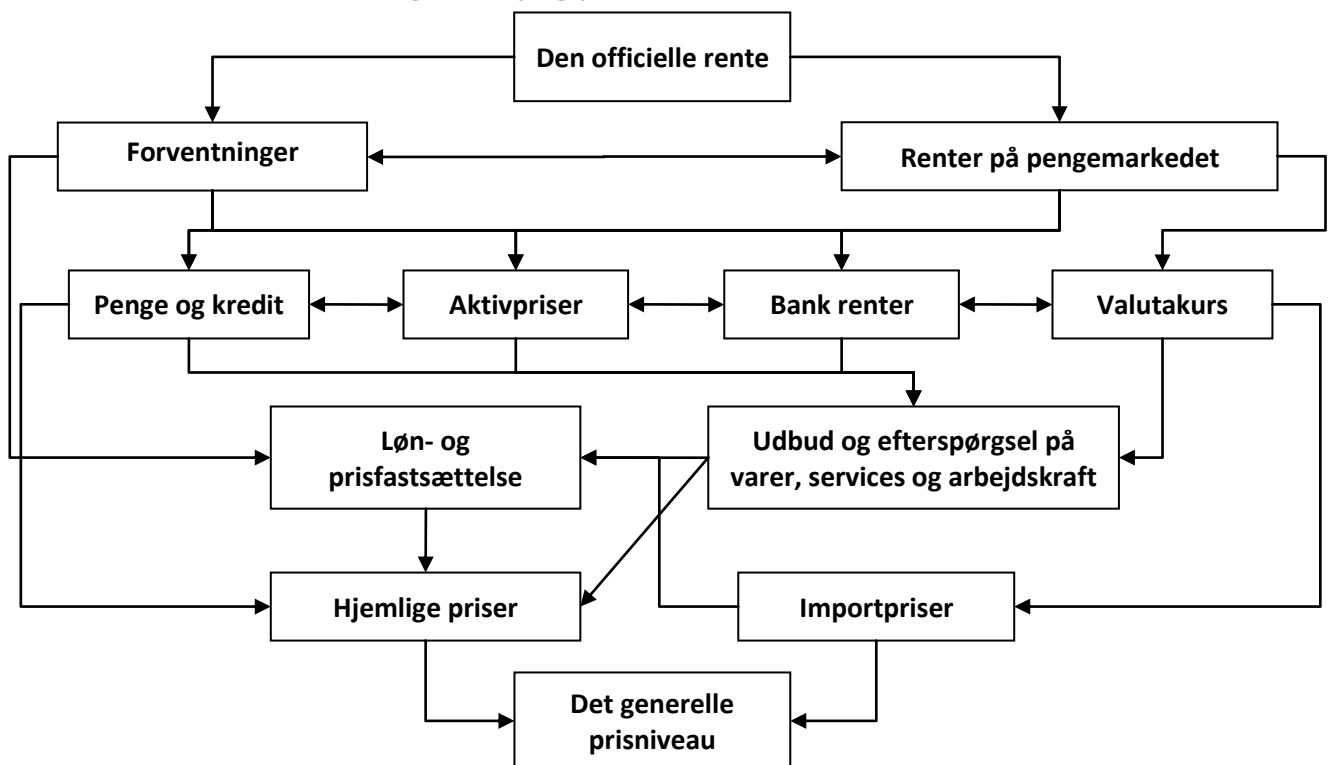
Analyse af *impulse response* funktioner fra VAR-modellerne i afhandlingen, indikerer som Bernanke og Gertler (1995), Adrian, Moench og Shin (2010) samt ECB (2010), at friktioner på det finansielle marked er en vigtig faktor for funktionen af den pengepolitiske transmissionsmekanisme. I den danske økonomi viser friktionerne sig at føre til længerevarende effekter, der med forbehold for signifikansen, fører til fald i udbuddet af kredit samt fald i produktionsniveauet. I perioden fra 1996 til 2012 ses der ikke en entydig sammenhæng mellem produktionsniveauet og prisniveauet i den danske økonomi, hvorfor tidligere analyser fra eksempelvis Bernanke og Gertler (1995) ikke understøttes af denne afhandling.

Choks i renteændringer følger udviklinger i Bernanke og Gertler (2010) og understøttes også af ECB (2010) samt Adrian, Moench og Shin (2010). I ECB (2010) påpeges det, at korrelationen mellem renteniveauet og det finansielle marked i euro-området var højere før krisen grundet lavere finansielle friktioner. Aktiverne har vist sig, både i euro-området og i Danmark, jf. analysen i denne afhandling, at have en effekt på rentespændet og det finansielle marked. Likviditetsstøtte har mindsket både rentespændet og friktionerne. I den europæiske økonomi observeres det, som i Adrian, Moench og Shin (2010), desuden realøkonomiske effekter som følge heraf. Dette understøttes ikke i denne afhandlings analyse af den danske økonomi.

Afhandlingen anskuer transmissionsmekanismen ud fra en aggregeret vinkel. Afhandling adskiller sig derfor fra tidligere VAR-analyser af den pengepolitiske transmissionsmekanisme. Bernanke og Gertler (1995) anskuer økonomien ud fra en vinkel baseret på *borrowing*-sektoren, hvorfor der fokuseres på friktioner mellem den finansielle sektor og virksomheder. I Peersman (2011) fokuseres der derimod på friktioner internt i den finansielle sektor (i *lending*-sektoren). Afhandlingen samler disse anskuelser, hvorfor der tages højde for begge i analysen.

I begge sektorer skabes de finansielle friktioner i låneaftaler grundet manglende vidensdeling om eksempelvis tilbagebetalingsmuligheder samt rentabilitet af investeringer. Friktionerne påvirker i den pengepolitiske transmissionsmekanisme pengemarkedet samt kredit-, aktivpris-, rente- og valutakurskanalen¹. Kanalerne er illustreret i figur 1.

Figur 1: Den pengepolitiske transmissionsmekanisme



Kilde: ECB:2010;60

¹ Andre økonomer peger på andre eller endda flere kanaler.

Pengemarkedet samt kredit-, aktivpris- og rentekanalene transmitterer pengepolitiske beslutninger igennem til realøkonomien, jf. Figur 1. Endvidere påvirkes disse kanaler af forventninger om den fremtidige pengepolitiske kurs, mens valutakurskanalen påvirker kredit-, aktivpris- og rentekanalene. Kredit-, rente- og aktivpriskanalen har alle betydning for allokering af penge og kredit i den danske økonomi og er en afgørende faktor for udbuddet og efterspørgslen af varer, services og arbejdskraft. Udbuddet og efterspørgslen på disse markeder påvirker løn- og prisfastsættelsen, hvor forventninger til den fremtidige inflation også spiller en rolle. Løn- og prisfastsættelsen påvirker sammen med udbuddet og efterspørgslen af varer, services og arbejdskraft de hjemlige priser, mens priserne på import fastsættes gennem valutakurskanalen. De hjemlige priser og priserne på import afgør tilsammen det generelle prisniveau og udviklinger heri, jf. inflationen. Det er denne transmissionsmekanisme, der synes svækket under den finansielle krise grundet de øgede finansielle friktioner, jf. analysen i afhandlingen.

Friktioner i transmissionsmekanismen påvirker allokeringen af kredit, hvorfor fald i udbuddet af kredit i den danske økonomi kan forklares. Imperfektioner, i form af asymmetrisk information, på det finansielle marked opstår som følge af erkendelse af heterogenitet blandt kreditmodtagerne både internt i den finansielle sektor og virksomheder, jf. Walsh (2010). Øgede kredit- og likviditetsbegrænsninger forårsager friktioner på interbankmarkedet, hvorfor realøkonomien påvirkes. Ifølge ECB (2010), er det netop det link, der har været påvirket under den finansielle krise (ECB:2010;61f). Den manglende likviditet på interbankmarkedet skyldes til dels også sammensmeltningen og den dybe afhængighed mellem kredit-, aktivpris- og rentekanalene efter ændringer i reguleringen af den finansielle sektor samt finansielle innovationer (Walsh:2010;502f). De finansielle innovationer har resulteret i komplicerede produkter, hvorigenennem gennemsigtigheden mindskes, og den asymmetriske information stiger, jf. Brunne-meier (2009). Den stigende asymmetriske information og deraf friktionerne under den finansielle krise har, jf. ECB (2010) svækket transmissionsmekanismen og derfor effekten af indskudsbevisrenten som pengepolitisk instrument, hvorfor utraditionelle former for pengepolitik, jf. likviditetsstøtte, ses anvendt. Problemformuleringen formuleres ud fra den opstillede økonomiske situation.

2 Problemformulering

Afhandlingen tager udgangspunkt i følgende problemstilling:

Hvilken effekt har finansielle friktioner på den danske økonomi, og hvordan har den finansielle krise påvirket effekterne af Nationalbankens muligheder for at påvirke den danske økonomi via henholdsvis renteændringer og ændringer af Nationalbankens balance?

Under den finansielle krise fra 2007 blev det tydeliggjort, at forstyrrelser på lånemarkedet kan vise sig at have realøkonomiske konsekvenser, som via traditionelle teorier ikke er mulige at forudsige, jf. blandt andre Woodford (2010) og Jones (2009) om ISLM-modellen, og som ikke kan modvirkes gennem traditionel monetær, økonomisk politik. Den pengepolitiske transmissionsmekanisme forstyrres, og links mellem sektorerne svækkes. Dette drejer sig, ifølge ECB (2010), om linket direkte fra centralbanken til

pengemarkedet, samt mellem pengemarkedet og henholdsvis kreditmarkedet, aktivprismarkedet samt bankrentemarkedet. Grundet disse svækkede links har andre former for pengepolitik måttet anvendes, jf. indledningen. Finansielle friktioner, såsom kreditfriktioner, tyder derfor på at have påvirket udformningen af pengepolitikken, men også dens effekter. Denne afhandling søger en forklaring på de finansielle friktioners betydning for den danske økonomi og den pengepolitiske transmissionsmekanisme, og dermed også om de forårsager realøkonomiske konsekvenser. Der lægges vægt på friktioner skabt under den finansielle krise fra 2007. Problemstillingen danner dermed rammen for valget af teori, empiri og udarbejdelse af en økonometrisk model til analysen. Igennem det teoretiske grundlag samt den økonometriske model forsøges afhandlingens problemformulering besvaret i analysen og endeligt i konklusionen.

3 Afgrænsning

Problemstillingen kredser omkring brugen af pengepolitik og det pengepolitiske virke. Problemstillingen besvares ud fra en teoretisk tilgang. Alle elementer fra den pengepolitiske transmissionsmekanisme belyses dog ikke i denne afhandling, givet dens omfang. Fokusområdet er på kredit, rente og aktivpriskanalen samt på de friktioner, der opstår internt på pengemarkedet eller mellem finansielle institutioner og virksomheder i en lukket, bankbaseret økonomi. Afhandlingen giver således mulighed for at belyse de links, som ECB (2010) argumenterer for at være brudt under den finansielle krise.

Afhandlingen afgrænser sig til en lukket økonomi, hvilket skaber en distance til nutidens pengepolitiske regimer og deres ageren under den finansielle krise. Dette skaber således et problem i forhold til Danmarks fastkurssamarbejde med ECB, hvorigennem Danmarks mulighed for at føre diskretionær pengepolitik er begrænset. Det fastholdes dog, at Danmark endnu ikke har vedtaget euroen som møntfod og således har muligheden for at trække sig fra samarbejdet til enhver tid for at føre sin egen diskretionære pengepolitik. Afgrænsningen fra en åben økonomi skyldes udelukkende, at der fokuseres på kreditfriktionernes effekt på dansk økonomi og ikke på friktioner gennem valutakurskanalen. Der fokuseres desuden ikke på forventningers indflydelse på løn- og prisfastsættelsen og derigennem forventningernes påvirkning af realøkonomien. Forventningers indflydelse på effekter af ført pengepolitik erkendes dog at have betydning for økonomien også gennem kredit-, aktivpris- og rentekanalene, hvorfor der tages forbehold for dette i afhandlingens analyse.

Problemstillingen kredser yderligere om effekten af kreditfriktioner i en bankbaseret økonomi frem for en markedsbaseret økonomi. Dette skyldes analysens udgangspunkt, idet der fokuseres på den danske økonomi, der, jf. Allen, Bartiloro og Kowalewski (2005), ligesom flertallet af europæiske økonomier, centrerer omkring banksektoren. Efterspørgslen efter kredit mødes oftest gennem de finansielle institutioner frem for direkte hos investoren (*relationship-based*), som eksempelvis på aktiemarkedet. Markedsbaserede økonomier, som eksempelvis USA, hvor større grad af finansieringen af virksomhedernes investeringer foregår gennem markedsudbuddet af finansielle instrumenter frem for gennem finansielle mellemlid (*arms-length*). Afgrænsningen bevirker endvidere, at kreditfriktionernes indflydelse på den pengepolitiske transmissionsmekanisme er at finde både internt på pengemarkedet og mellem det finansielle marked og offentlige såvel som private virksomheder.

Afhandlingen fokuserer således ikke på privatpersoners forbrug. Dette har ikke betydning for muligheden for at anvende samme metodiske tilgang til privatpersoners forbrug, da eksempelvis bolig- og bilkøb er varige forbrugsgoder, som karakteriseres som investeringer på samme måde som virksomheders køb eller udvidelse af kapitalapparatet.

Afhandlingens analyse tager udgangspunkt i seks hypoteser, der udledes på baggrund af det teoretiske grundlag. Afsnit 4 beskriver teorien. I afsnit 0 belyses problemstillingen empirisk via vektor autoregressive modeller og de såkaldte *impulse response* funktioner. Afsnit 6 diskuterer analysens udgangspunkt. I afsnit 0 rundes afhandlingen af med en konklusion af problemstillingen.

4 Det teoretiske grundlag

Friktioner i den pengepolitiske transmissionsmekanisme forekommer som følge af asymmetrisk information og kan hindre efficient allokering af kredit til investering. Investeringsmuligheder udnyttes ikke optimalt, og de uudnyttede produktionsmuligheder får realøkonomiske konsekvenser i form af påvirkning af produktionsniveau. Friktioner hæmmer dermed effekten af pengepolitikken. Det teoretiske grundlag giver en tydelig indikation af friktioners betydning for transmissionsmekanismen og dermed direkte relation til problemstillingen.

Asymmetrisk information påvirker realøkonomien som følge af *adverse selection* og *moral hazard*, der skaber friktioner i den pengepolitiske transmissionsmekanisme. Problemerne med *adverse selection* og *moral hazard* forårsages af asymmetrisk information i låneaftaler. Asymmetrisk information kan således opstå både på det finansielle marked samt mellem den finansielle sektor og virksomheder. Afsnit 4.1 beskriver asymmetrisk informations betydning for realøkonomien. Afsnit 4.2 teoretiserer friktioners effekt på *borrowing*-sektoren. Afsnit 4.3 gennemgår *lending*-sektoren. I afsnit 4.4 opsummeres konsekvenserne af friktioner i de to sektorer i modificerede ISLM-modeller samt i ASAD-modellen. Afsnit 4.5 opsummerer det teoretiske grundlag og dets forklaring af problemstillingen inden de seks hypoteser opstilles, og den økonometriske model udarbejdes til analysen.

4.1 Friktioner i den pengepolitiske transmissionsmekanisme

Under fuldkommen information er udstederen af lån (principalen), i stand til at vurdere lånemodtagerens (agenten) muligheder for at indfri lånet. På et marked med fuldkommen information besidder begge parter samme information om investerings- og tilbagebetalingsmuligheder. Indsigten i agentens investerings- og tilbagebetalingsmuligheder sikrer efficient allokering, idet der ikke forekommer begrænsninger for finansieringsmulighederne. Der forefindes således ikke friktioner i den pengepolitiske transmissionsmekanisme under fuldkommen information, og investeringsmuligheder udnyttes optimalt. Forekommer der dog asymmetrisk information, er der ikke fuld vidensdeling, og den efficiente allokering af kredit forstyrres. I en sådan situation opstår der friktioner i det finansielle system, og den pengepolitiske transmissionsmekanisme forstyrres (Mishkin:2003;2).

I transmissionsmekanismen, illustreret i Figur 1, forekommer den asymmetrisk information både på pengemarkedet og gennem kredit- og rentekanalene. Centralbanken påvirker renterne på pengemarkedet, hvor en tosidet lånekontrakt for første gang i transmissionsmekanismen udstedes. På dette marked kan penge- og realkreditinstitutter samt øvrige større institutionelle investorer og større virksomheder deltage og efterspørge ekstern finansiering (DNBa:2009;79f). Asymmetrisk information på pengemarkedet påvirker allokeringen af midler mellem de finansielle institutionelle aktører, som her kan varetage både en rolle som långiver og låntager afhængigt af behovet. Allokering af kredit har betydning for de finansielle institutionelle aktørers mulighed for udbud af kredit gennem kredit- og rentekanalene til realinvestering hos virksomheder. Gennem kredit- og rentekanalene er de finansielle institutionelle aktører således udelukkende lånudstedere, mens virksomheder er lånmottagere², og risikoen for friktioner opstår igen på grund af manglende vidensdeling. Allokering af midler til finansiering af udvidelse af kapitalapparat eller forbrug af varer, services eller arbejdskraft påvirkes. Investeringsniveauet er kendetegnet ved et sub-optimalt niveau, og realøkonomiske konsekvenser opstår. Friktioner i transmissionsmekanismen skaber dermed en begrænsning for produktionsniveauet i realøkonomien.

Det sub-optimale investeringsniveau og dermed produktionsniveau forårsages af basale problemer i det finansielle system såsom *adverse selection* og *moral hazard* (Mishkin:2003;2). Problemerne udspringer af interessekonflikter i tosidede lånekontrakter (Bernanke, Gertler og Gilchrist:1999;1348 og Mishkin:2003;2f). Interessekonflikterne skaber friktioner, og en minimering af *adverse selection* og *moral hazard* er nødvendig for at løfte investeringsniveauet til et optimalt niveau som på markeder med fuldkommen information. Minimering problematiseres dog af eksistensen af heterogene agenter, som der ikke kan skelnes imellem (Bernanke, Gertler og Gilchrist:1999;1346f og Walsh:2010;478).

Opdeles lånmottagerne i grupper karakteriseret af ærlige og uærlige, er der, ifølge Walsh (2010), risiko for *adverse selection*. *Adverse selection* forekommer *ex ante* og skyldes, at lånerne besidder viden om investeringsprojekter og indfrielsesmulighederne af lånet. Deles viden ikke, er låneren uærlig. Sandsynligheden for forekomsten af uærlige lånere afhænger, ifølge Mishkin (2003), af omkostninger ved misligholdelse af lånet i forhold til omkostningerne ved at indfri lånet. Er omkostningerne ved at misligholde lånet mindre end ved tilbagebetaling, misligholdes dette. En højere ydet kredit øger sandsynligheden for, at misligholdelse af lånet forekommer (Walsh:2010;480). Situationen forværres yderligere af, at de uærlige oftest anmoder om kredit og dermed får denne tildelt. Uærlige lånere kan derfor medføre kreditrationering, og *adverse selection* problematiserer allokeringen af kredit til opretholdelse af et optimalt investeringsniveau.

Endvidere begrænses udstedelsen af kredit som følge af *moral hazard*. Denne situation opstår *ex post* og betegnes ved, at lånere anvender kreditten anderledes end fastslået ved kontrakten. Dette skyldes, at lånerne også er drevet af faktorer, hvor blandt andet risikable investeringer maksimerer nytteværdien. Risikable investeringer er ofte forbundet med højere afkast, men kan samtidig betyde risici for misligholdelse af gældskontrakten. I en sådan situation oplever lånudstederen tab og begrænser udbud af kredit. *Moral hazard* fører derfor, ligesom *adverse selection*, til et sub-optimalt investeringsniveau

² De finansielle institutionelle aktører er dog også lånmottagere i forbindelse med bankindskud. Indskud fungerer således som en lånekontrakt, som de finansielle aktører kan anvende til finansiering af øvrige bankforretninger såsom udlån til den private sektor eller til øvrige finansielle aktører.

(Mishkin:2003;3 og Walsh:2010;483f), hvorigennem konsekvenserne af friktioner for realøkonomien tydeliggøres.

Minimering af *adverse selection* og *moral hazard* er essentiel for minimering af friktioner og dermed forøgelse af investeringsniveauet, men medfører såkaldte agentomkostninger, der blandt andet dækker over omkostninger til monitorering af agenten, omkostninger til vidensdeling samt udarbejdelse af gældskontrakter (Walsh:2010;489). Igennem disse agentomkostninger synliggøres friktioner i det finansielle system, hvorfor den pengepolitiske transmissionsmekanisme forstyrres. Ifølge Zeng (2010), påvirker agentomkostninger allokering af ressourcerne, idet disse omkostninger skaber et spænd mellem indlåns- og udlånsrenten³. Rentespændet kan beregnes ud fra offeromkostningen ved investering og omkostningen ved ekstern finansiering. Offeromkostning udgøres af det afkast, virksomheder opnår gennem opsparing og finansielle institutioner gennem udlån. Omkostningen ved ekstern finansiering udgøres af gebyrer og renteudgifter ved optagelse af lån. Rentespændet forårsages endvidere *costly-state-verification* (CSV)⁴, hvor lånstederen ved misligholdelse betaler for at få information om modpartens betalingsmuligheder. I en sådan situation overdrages alle værdier tilhørende låneren til modparten (Bernanke, Gertler og Gilchrist:1999;1350). Lånstederen kan dermed beslutte, at finansiering af investeringerne er for omkostningsfulde, hvormed anmodere om lån udelukkes fra markedet. Bernanke, Gertler og Gilchrist (1999) medtager ikke selv dette i deres model. Intern finansiering foretrækkes for at undgå betaling af agentomkostninger eller CSV (Walsh:2010;489). Intern finansiering fungerer også som en øvre grænse for mulighederne for igangsættelse af rentable investeringsprojekter, da dette danner grundlag for den finansielle position, jf. følgende afsnit.

Rentespændet anses ofte som en indikator for graden af friktioner i systemet (Bernanke og Gertler:1995;28), da en stigning i agentomkostninger efterfølges af forøgelse af spændet. Graden af friktioner i det finansielle system forværres grundet stigninger i *moral hazard* eller anden form for asymmetrisk information, men også grundet stigninger i administrationsomkostningerne. Et rentespænd, der, ifølge Bernanke og Gertler (1995), indikerer et dødvægtstab på grund af det tosidede forhold i lånekontrakter, hindrer en efficient allokering af ressourcer, hvilket bevirker, at investeringsniveauet holdes på et sub-optimalt niveau, hvis der sammenlignes med et marked karakteriseret af fuldkommen information. Det finansielle markedes funktion påvirkes, og transmissionsmekanismen er forstyrret så længe indlåns- og udlånsrenten ikke bevæger sig i takt med ændringer i pengepolitikken. Rentespænd og dermed agentomkostninger bevirker endvidere, at finansielle choks i økonomien udbredes, styrkes og får en vedvarende karakter. Traditionel pengepolitik søger dog at påvirke spændene gennem *open-market-operations* via ændringer i den officielle rente. Spændet ændres i samme retning som den officielle rente. Agentomkostninger, ifølge Bernanke og Gertler (1995), Walsh (2010) samt Gambacorta og Maquez-Ibanez

³ Der eksisterer ikke blot ét, men adskillige rentespænd, som varierer alt efter hvilke renter der sammenlignes. Det relevante rentespænd er dermed subjektivt for den pågældende virksomhed. I denne opgave ses der dog på et repræsentativt mål for rentespændet.

⁴ Rentespændet dækker også over omkostninger til administration af udstedelse af lån, hvorfor det er svært at forestille sig en situation med uden rentespænd. Uden rentespænd er indlåns- og udlånsrenten den samme, hvorfor der ikke forekommer forvridning som følge af friktioner. Højere konkurrence på det finansielle marked mindsker rentespændet.

(2011), påvirkes gennem balancer⁵, bankrenter og risikovillighed. Risici måles, på baggrund af ovenstående, ud fra den asymmetriske information og lånernes tilbagebetalingsmuligheder. I afhandlingen kan risikopræmien derfor betragtes som agentomkostningerne. Agentomkostninger skabes i *borrowing*- og *lending*-sektoren. I disse sektorer opstår de oven for beskrevne friktioner, som påvirker transmissionsmekanismen. Påvirkes transmissionsmekanismen, kan effekten aflæses i realøkonomien. Friktionernes betydning for dansk økonomi kan dermed forklares herudfra.

4.2 Borrowing-sektoren

I gældskontrakter med manglende vidensdeling opstår der asymmetrisk information, der kan have betydning for den danske økonomi. Dette skyldes, som nævnt, forøgelsen af friktioner. I *borrowing*-sektoren tages der udgangspunkt i friktioner opstået mellem virksomheder og den finansielle sektor. Virksomheder opsøger kredit hos finansielle institutionelle aktører til finansiering af forestående investeringer. Informationer om investeringer og tilbagebetalingsmuligheder besiddes kun af virksomheder. Den finansielle sektor har kun begrænset viden om virksomhederne og kan ikke vurdere risikoen i forbindelse med kreditudstedelser. Rentespænd opstår. I dette afsnit tages der udgangspunkt i det tosidede forhold mellem virksomheder, som låner, og den finansielle sektor, som kreditudsteder. Problemstillingerne heri er også relevante for forhold internt i den finansielle sektor.

I *borrowing*-sektoren spiller aktiver to hovedroller (Kiyotaki og Moore:1997;212). På den ene side er aktiver et produktionsmiddel, og på den anden siden er aktiver finansieringsgrundlag. Aktiver fungerer som en sikkerhedsstillelse ved optagelse af lån. Aktivpriskanalen får dermed en central rolle for transmissionen af pengepolitik. Værdifastsættelsen af aktiver påvirker virksomheders muligheder for at opnå kredit. Aktivpriser er relevante for friktioners indflydelse på den pengepolitiske transmissionsmekanisme, i det omfang at aktiver fungerer som sikkerhedsstillelse. Ifølge Kiyotaki og Moore (1997) indgås der ikke usikrede låneaftaler, da lånudstederen ikke har mulighed for at tvinge låneren til at indfri lån. Problemer med *adverse selection* og *moral hazard* forværres dermed og skaber forstyrrelser for den pengepolitiske transmissionsmekanisme, idet omkostninger til CSV forøges. Uden sikkerhedsstillelse har virksomheder mulighed for at anvende trusler om at stoppe produktion og dermed misligholde gældskontrakten på grund af manglende likviditet. Risikoen for *moral hazard* forøges, jf. forrige afsnit 4.1. Samme situation opstår, når virksomheden har megen gæld. Værdien af aktiverne er afgørende for den kredit, der ydes (Kiyotaki og Moore:1997;212), hvorfor virksomheder kun kan betinge sig troværdigt til at betale en vis del af det fremtidige produktionsniveau tilbage, jf. Kiyotaki og Moores (1997) model. Et optimalt investeringsniveau begrænses af vurdering af aktiver.

Aktivernes betydning for muligheder for at opnå kredit til at finansiere eksempelvis investeringsprojekter og dermed aggregeret set det samlede investeringsniveau afgøres ud fra låneres finansielle positioner. *Net worth*⁶, *cash flows* og gældsgrader, som alle er betegnende for den finansielle position, begrænser

⁵ Balancer giver ikke kun et øjebliksbillede af værdien i virksomheden, men indeholder ligeledes en vurdering af den fremtidige indtjening, idet nutidsværdien af virksomheden kan ses som en tilbagediskontering af de fremtidige indtjeningsmuligheder (den fremtidige profit).

⁶ *Net worth* er summen af likvide aktiver og illikvide aktiver (der bruges til sikkerhedsstillelse) fratrukket udestående obligationer. Denne definition er konsistent med den øvrige litteratur, såsom Bernanke, Gertler og Gilchrist (1999).

investeringsniveauet. Den finansielle position er procyklisk, mens agentomkostninger, som afhænger af den finansielle position, er kontracykliske (Bernanke og Gertler:1989;15). Den finansielle position forbedres væsentligt under højkonjunktur på grund af eksempelvis øget efterspørgsel og stigende aktivpriser. *Net worth* stiger, og agentomkostningerne falder. Muligheden for at opnå kredit forhøjes som følge af muligheden for højere sikkerhedsstillelse eller større egenbetalingsgrad. Denne kausale sammenhæng kan også ses i lavkonjunkturer, dog med modsatrettede effekter. *Net worth* falder i lavkonjunkturer som følge af faldende efterspørgsel og aktivpriser. Faldet i *net worth* medfører forøgelse af agentomkostninger, idet der stilles krav om større sikkerhedsstillelse. Muligheder for at opnå kredit mindskes, hvorfor investeringsniveauet falder yderligere. En accelerator effekt opstår på grund af friktioner i systemet, og cykliske effekter forstærkes som følge af komplikationerne af asymmetrisk information. Friktioner i *borrowing*-sektoren forværres i lavkonjunkturer som følge af acceleratoreffekten.

Den finansielle position påvirkes desuden både direkte og indirekte af pengepolitiske indgreb (Bernanke og Gertler:1995;36). Transmissionen af pengepolitiske indgreb bliver afgørende for udviklingen i realøkonomien. Den direkte effekt går via *cash flows*. Justeres den officielle rente i opadgående retning som følge af en pengepolitisk kontraktion, falder *cash flows*. Dette skyldes, at stigninger i den officielle rente efterfølges af forøgelser af renter på lån med korte løbetider. Forøgede renter på lån med korte løbetider øger renteomkostningerne på lån med variabel rente. Forøgede renteomkostninger mindsker *cash flows*. Faldet i *cash flows* forværrer den finansielle position og dermed muligheden for at opnå ny kredit. Efficient allokering af ressourcerne hindres. Forværrede finansielle positioner mindsker låneres troværdighed om tilbagebetaling. Nye lån kan kun optages med en højere ydet rente, hvorfor investeringsprojekter er mindre rentable end før. Forøgelsen af udlånsrenten bevirker, at nøjagtig samme situation gentager sig blot uden ændring af den officielle rente. Finansielle friktioner bevirker derfor, at den finansielle position, her i form af *cash flows*, ikke kun påvirkes af forværringer i graden af vidensdeling, men også af pengepolitiske indgreb. Forstærkelsen af det pengepolitiske indgreb forekommer direkte gennem ændringer i *net worth*. Stiger renten, påvirkes aktivpriserne negativt. *Net worth* falder, og kreditmulighederne forværres som følge af værdifastsættelsen af sikkerhedsstillelsen vurderes på baggrund af aktivpriserne. Dette betyder, at investeringsniveauet falder, hvorfor produktionsniveauet falder. Ved faldet i aktivpriserne er der risiko for, at udviklinger i én sektor af økonomien spredt sig til øvrige sektorer grundet korrelation i aktivpriser samt udbredt sikkerhedsstillelse i eksempelvis grundværdi og huspriser. Påvirkes andre sektorer, og ikke kun én, er der risici for, at det aggregerede produktionsniveau falder, og udviklinger som følge af forøgelse af den officielle rente får vedvarende karakter. Chok i agents indtjeningsmuligheder, såsom et produktionschok, kan medføre samme udvikling som en pengepolitisk kontraktion. Aktivpriskanalnr spiller dermed en tydelig rolle i allokeringen af kredit.

Indirekte effekter af pengepolitiske indgreb forekommer som følge af ændringer i forbrugsvaner. Forbrugsvanerne påvirkes, idet renten har betydning for det intertemporale substitutionsvalg. Stiger renten, som følge af en pengepolitisk kontraktion, kan forbrugerne opnå et højere afkast på opsparing end tidligere. Valget afhænger således af nytteværdien af at forbruge nu eller ved fremtidigt forbrug. Maksimeres nytten ved opsparing og dermed forbrug i fremtiden, påvirkes virksomhedernes overskud. Dette overskud har betydning for størrelsen af *cash flows*. Falder overskuddet, kan der opstå et finansieringshul, idet faste og kvasifaste udgifter ikke kan justeres på kort sigt som eksempelvis variable produktionsomkostninger. Dette giver virksomheden en forværret finansiell position, og dermed forværres muligheden for at opnå kredit, idet der opkræves en større dækningsgrad for lån til samme rente som før.

Dækningsgraderne og derigennem den finansielle position påvirkes endvidere af gældsgrader, som yderligere afhænger af værdien af aktiver, ifølge Kyiotaki og Moore (1997). Aktivpriser er dermed ikke kun påvirket af renteutviklingen, men også af depreciering af kapitalapparatet. Deprecierer kapitalapparatet mere end hvad der kan modsvares gennem nyinvesteringer falder den samlede værdi, hvorfor virksomhedens gældsgrad stiger. Begrænsninger for at opnå ny kredit til nyinvesteringer er tydeliggjort og forværret. En sådan situation er benævnt i Kiyotaki og Moores (1997) *predator-prey* model som gældsdeflation. Konsekvenser af gældsdeflation forværres af kreditbegrænsning som følge af asymmetrisk information. Friktioner påvirker således den pengepolitiske transmissionsmekanisme. Pengepolitiske indgrebs styrke og effekt på realøkonomien mindskes, hvilket har betydning for udbredelsen af chok i økonomien.

Ifølge Bernanke, Gertler og Gilchrist (1999), forstærker friktioner effekter af choks og udbreder konsekvenser heraf til øvrige dele af økonomien. Påvirkes aktivpriserne og dermed *net worth*, forstærkes effekten gennem den finansielle position, jf. Bernanke, Gertler og Gilchrist (1999). Beslutnings-lags i forhold til investering så vel som lead-lag forhold mellem aktivpriser og investeringer forårsager en vedholdenhed af choks (Bernanke, Gertler og Gilchrist:1999;1345f). Pengepolitiske indgreb har ikke øjeblikkelige effekter. Friktioner påvirker dermed den pengepolitiske transmissionsmekanisme, idet der skabes kredit- og likviditetsbegrænsninger, der umuliggør eksempelvis forøgelse investeringsniveauet fra et sub-optimalt til et optimalt niveau. Denne problemstilling kompliceres yderligere som følge af heterogenitet blandt lånerne. Store virksomheder har ofte en buffer i form af lagre. Rentestigninger betyder dermed blot ændringer i produktionsmønstret på kort sigt, mens små virksomheder kan udelukkes fra kreditmarkedet som følge af stigningen i renten på lån med korte løbetider. Disse virksomheder mindsker ikke blot produktionen, men skærer også ned i arbejdskraft (Bernanke og Gertler:1995;39f). Omvendt betyder dette, at en formindskelse af renten kan skabe et investeringsboom hos små virksomheder. Dette fænomen er benævnt i Bernanke, Gertler og Gilchrist (1999) som *excess sensitivity*. Effekter på kreditmarkedet har dermed betydning for størrelsen af fluktuationerne i investeringsniveauet og dermed realøkonomien samt påvirker vedholdenheden af disse fluktuationer (Bernanke, Gertler og Gilchrist:1999;1374f). Dette understøttes endvidere af Walsh (2010), som tydeliggør, at endogen respons i den finansielle sektor forårsager forstyrrelser i økonomien, der leder til fluktuationer. Eksogen pengepolitik skaber konjunkturer, mens endogene choks skaber fluktuationer og forlænger konjunkturerne (Walsh:2010;11f).

I *borrowing*-sektoren er det således aktivsiden af balancer, der er i fokus, hvorfor denne oftest benævnes som *balance sheet channel*. Passiver spiller en rolle i form af påvirkning af eksempelvis gældsgrad. Rentespændets størrelse afgøres af den finansielle position, og friktioner afhænger netop heraf. I højkonjunktur, hvor den finansielle position forbedres, mindskes graden af friktioner, mens lavkonjunktur, hvor den finansielle position er forværret, forøger graden af friktioner, idet virksomheder ikke nødvendigvis kan opnå finansiering til projekter. Et ekspansivt pengepolitisk indgreb påvirker således kun økonomien, i det tilfælde at virksomheders finansielle positioner (gennem styrkelse af balancen, heriblandt indtjeningsniveauet) forbedres. Dette sker eksempelvis gennem aktivpriserne. *Net worth*, *cash flows* og gældsgrader er dermed i centrum i *borrowing*-sektoren og kan være medvirkende til at minimere agentomkostninger og dermed mindske rentespændet såvel som forstyrrelserne af den pengepolitiske transmissionsmekanisme, samt realeffekterne heraf.

4.3 Lending-sektoren

Den finansielle sektor udsteder kredit til virksomheder i *borrowing*-sektoren, men har selv behov for midler til at finansiere disse udlån. Dette sker ofte gennem lån med korte løbetider (Adrian og Shin:2010;2), som søges på pengemarkedet eller hos øvrige finansielle institutter. De finansielle institutionelle aktører bliver lånere. Ifølge Gertler og Kiyotaki (2010) skaber manglende finansieringsmuligheder i *lending*-sektoren friktioner. Finansieringsmulighederne begrænses af mindsket likviditet eller som følge af forværring i de finansielle institutionelle aktørers finansielle positioner, jf. ovenstående afsnit 4.2. Der opstår dermed et agentproblem internt i den finansielle sektor.

Pengepolitiske indgreb transmitteres traditionelt set først gennem ændringer i bankers passiver og dermed gennem udbud af kredit⁷ (Bernanke og Gertler:1995;40). Ændringer i reserver, som følge af pengepolitiske indgreb, kan traditionelt set ikke modvirkes via ændringer i beholdningen af andre finansielle midler (Bernanke og Gertler:1995;40f). En rentestigning, der således medfølges af et fald i bankernes reserver bevirker, at bankindsuddet mindskes. Som følge af dette falder passiverne, og aktivsiden påvirkes⁸. Udstedt kredit ses på aktivsiden, og ændringer i kompositionen på aktivsiden mindsker udbuddet af kredit. Begrænsninger af kreditudstedelse øger udlånsrenten til virksomhederne og dermed rentespændet⁹. En stigning i rentespændet fører, som nævnt ovenfor, til et mindsket investeringsniveau, som aggregeret fører til et mindre produktionsniveau. Kompositionen og størrelsen af banksektorens balance påvirker graden af friktioner i systemet.

Inkorporeres risikofyldte instrumenter i denne traditionelle tilgang, kan ændringer i reserver som følge af et pengepolitisk indgreb modvirkes, hvorfor transmission forringes. Innovationer på det finansielle marked giver nye muligheder for finansiering (Gambacorta og Marquez-Ibanez:2011;4f). Finansielle institutioner optager ikke kun lån gennem pengemarkedet, men finansierer sig gennem et kompliceret finansielt system. Den finansielle sektor består ikke kun af kommercielle banker som oftest er udgangspunktet i den traditionelle tilgang. Ifølge Smaghi (2010), er den finansielle sektor en hybrid samling af institutioner og funktioner (skyggebanksystemet). Tilstedeværelsen af skyggebanksystemet bevirker, at transmissionsmekanismen ikke udelukkende fungerer gennem justering af bankrenter, men ligeledes fungerer på kreditmarkedet, hvor andre instrumenter er til rådighed. Trods denne modificering tages der i blandt andre Gambacorta og Marquez-Ibanez (2011) samt Adrian og Shin (2010) stadig udgangspunkt i at friktioner i transmissionsmekanismen skabes på udbudssiden, det vil sige i *lending*-sektoren.

Bankkapital, eksempelvis i form af reserver, spiller stadig en rolle for den pengepolitiske transmissionsmekanisme, når der gøres plads til eksistensen af skyggebanksystemet. Risici indeholdt i bankkapital påvirker nu transmissionsmekanismen i stedet for eksempelvis udelukkende likviditetsrater og kapital i forhold til antal aktiver (Gambacorta og Marquez-Ibanez:2011;7). Ubalancer i systemet skabes gennem en periode, hvor centralbanken fastholder en lav rente. Den lave rente bevirker, at det finansielle

⁷ Denne transmissionsmekanisme benævnes ofte som foregående i en *bank lending channel*. I denne opgave er denne terminologi dog ikke anvendt, da der fokuseres på en mere modificeret version af transmissionen gennem *lending* sektoren.

⁸ I konventionelle ISLM modeller ændres aktivsiden ikke. Analyse af det pengepolitiske indgrebs konsekvenser for realøkonomien i den konventionelle ISLM model stemmer derfor ikke overens med dette traditionelle model præsenteret hos blandt andet Bernanke og Gertler (1995).

⁹ Forøgelsen af rentespændet kan dog også skyldes balance effekter hos den finansielle sektor, som dem beskrevet i foregående afsnit.

systems risikoaversion mindskes på grund af søgningen efter afkast (Gambacorta og Marquez-Ibanez:2011;7f). Afhængigheden af kreditmarkedet og interaktionen med de øvrige finansielle institutioner forøges herigennem. Konkurrencen på kreditmarkedet er intensificeret. Nye innovationer såsom *securitisation* opstår. Innovationer og søgning efter afkast ændrer den finansielle sektors, eksempelvis bankernes, forretningsmodeller. Forretningsmodellerne påvirker udbud af kredit og dermed allokeringen af ressourcerne. Friktioners betydning for de pengepolitiske realeffekter tydeliggøres og kompliceres. Finansiering af kredit foregår således ikke kun gennem pengemarkedet, men via kortsigtede lån hos øvrige finansielle institutioner, *securitisation* og gebyr (Gambacorta og Marquez-Ibanez:2011;7).

Fluktuationer af kreditudbud og dermed rentespænd skyldes en interaktion mellem den risici, banker og øvrige finansielle institutioner påtager sig, samt ændringer i markedsrisikopræmien. Balancer hos den finansielle sektor afgør, ifølge Adrian og Shin (2010), kapaciteten for at kunne påtage sig ny risiko. Balancer påvirker rentespænd. Adrian og Shin (2010) påpeger desuden en højere grad af information i aktiver i skyggebanksystemet og hos *broker/dealers* end i kommercielle bankers aktiver. Dette skyldes, at aktiverne i skyggebanksystemet og hos *broker/dealers* vurderes ud fra *mark-to-market*, modsat værdifastsættelsen hos kommercielle banker. Kontrol af *value-at-risk* (VaR) analyser og aktiv ændring af balancer som følge af stigninger i risici påvirker aktivpriser og realøkonomien, hvorfor *borrowing*-sektoren berøres.

Fiktioner som følge af asymmetrisk information i *lending*-sektoren påvirker dermed realøkonomien og den pengepolitiske transmissionsmekanisme. Funktionen af transmission og formen af friktioner afhænger af bankbaserede eller markedsbaserede økonomier. Bankbaserede økonomier transmitterer pengepolitiske indgreb via den traditionelle mekanisme, hvor udbud af kredit er afgørende for størrelsen af rentespændet såvel som friktionerne. I markedsbaserede økonomier er det risici i eksempelvis bankkapitalen, der skaber friktionerne og dermed rentespænd. Den korte rente signalerer i dette system den fremtidige risikokapital hos banksektoren, hvorfor forventninger spiller en rolle for transmissionen. En forventning om en fastholdelse af en lav kort rente øger forventningen om risici i systemet, hvormed risici indeholdt i bankkapital stiger. Markedsrisikopræmier ændres, og rentespændet påvirkes, hvorfor friktioner i transmissionen af det pengepolitiske indgreb skabes. Friktionerne hindrer en efficient allokering af ressourcerne i realøkonomien.

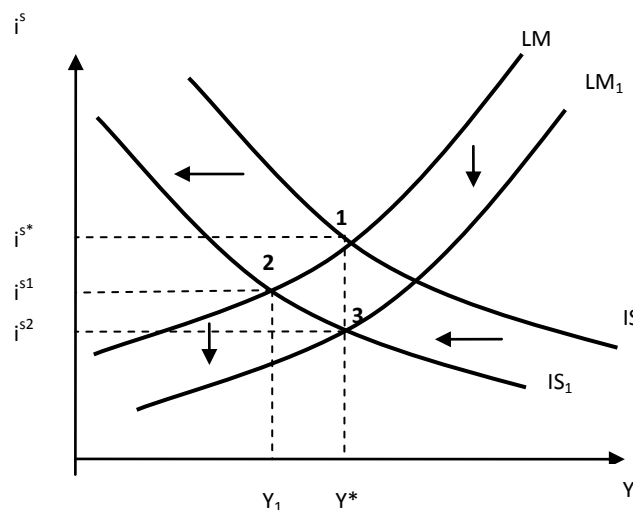
4.4 Realøkonomiske konsekvenser som følge af friktioner i den pengepolitiske transmissionsmekanisme

I *borrowing*- og *lending*-sektoren opstår asymmetrisk information som følge af ændringer i virksomheder og den finansielle sektors balance og deres fremtidige indtjeningssevne. Usikkerhed om den fremtidige finansielle position hos virksomheder og den finansielle sektor skabes. Der optræder agentomkostninger for at minimere denne usikkerhed. Agentomkostningerne skaber et rentespænd mellem indlåns- og udlånsrenten, hvormed det finansielle system kendetegnes ved at have multiple renter i stedet for blot én rente. Udgangspunktet er som regel én enkelt og repræsentativ rente (ofte den officielle rente fastsat af centralbanken) i traditionelle makromodeller såsom ISLM- og ASAD-modellerne. Ifølge Woodford (2010) skyldes dette udgangspunkt, at den finansielle sektor ikke spiller en rolle i disse makroøkonomiske modeller, og at låntager opnår kredit direkte hos långiver i stedet for via et mellemlid, som den finansielle sektor udgør. Samtidig tager traditionelle modeller udgangspunkt i en økonomi med fuld information og

dermed uden friktioner og rentespænd. Traditionelle ISLM- og ASAD-modeller beskriver ikke bank- og markedsbaserede systemer, hvor der eksisterer rentespænd og friktioner. Traditionelle ISLM- og ASAD-modeller kan ikke forklare rentespænd og friktioners betydning for transmissionen af pengepolitiske indgreb. Derfor anvendes disse heller ikke til at besvare afhandlingens problemstilling.

I de traditionelle makroøkonomiske modeller er det teoretisk muligt at neutralisere økonomiske choks på IS-kurven. Et negativt chok i økonomien, eksempelvis en nedskæring i det offentlige forbrug, som sænker den generelle efterspørgsel, flytter IS-kurven i den traditionelle ISLM model mod venstre til et mindsket produktionsniveau. En ny ligevægt opnås. Dette skyldes, at ligevægten på markedet for den aggregerede efterspørgsel samt på lånemarkedet ændres som følge af det negative chok. Centralbanken har dog mulighed for at påvirke økonomien ved at sænke den officielle rente. Sænkes den officielle rente tilstrækkeligt, kan nedgangen i produktionsniveauet neutraliseres. Dette sker som en reaktion på en ekspansiv pengepolitik, hvor LM-kurven rykker ned. Ligevægten på pengemarkedet ændres, og den ændrede rente påvirker investeringsniveauet i opadgående retning. Det øgede investeringsniveau skaber et øget produktionsniveau, og et nyt ligevægtspunkt i den traditionelle ISLM model forefindes nu i punktet 3.

Figur 2: Den traditionelle ISLM-model



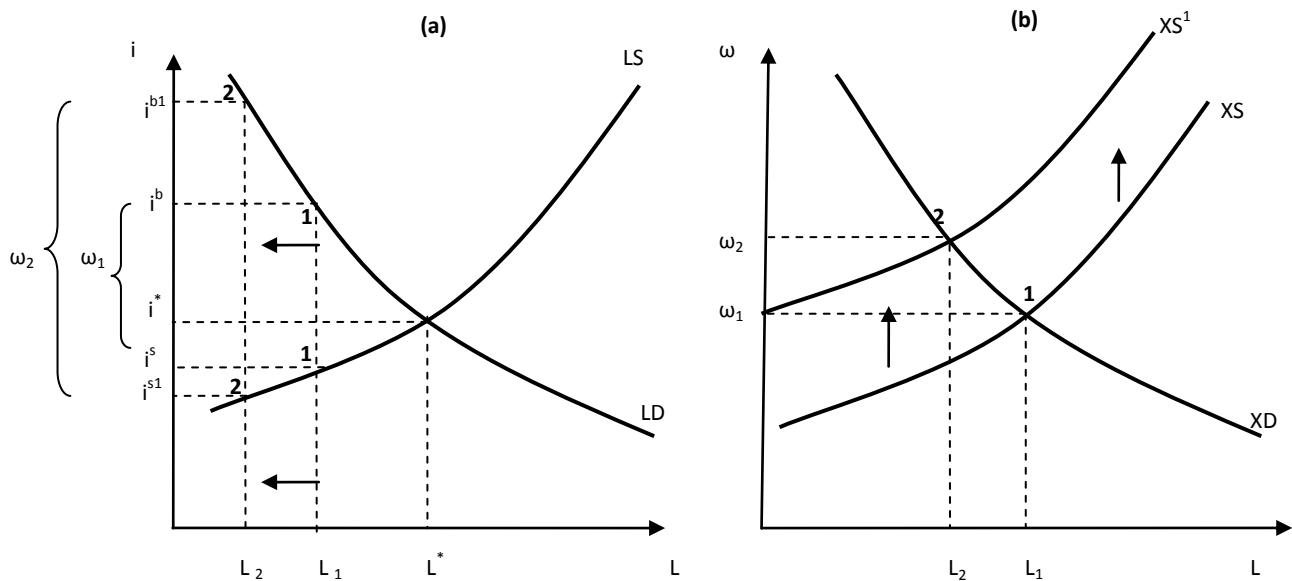
Kilde: Blanchard (2006) s. 98ff

4.4.1 Woodfords (2010) modificering af ISLM modellen

Tages der udgangspunkt i de modificerede ISLM-modeller, kan ekspansive pengepolitiske indgreb ikke nødvendigvis neutralisere effekten af det negative efterspørgselschok som følge af friktioner. Dette skyldes eksistensen af multiple renter. Disse opstår, jf. de ovenstående afsnit 4.2 og 4.3, som følge af agentomkostninger, omkostninger til administration, samt omkostninger til CSV, der tillægges opsparingsrenten. Der er forskel på udlånsrenten og den officielle rente, som er fastsat af centralbanken. Dette illustreres i Woodford (2010) og Jones' (2009) modificerede versioner af den traditionelle ISLM-model.

Det negative efterspørgselschok skaber, jf. gennemgangen af finansielle friktioner i de ovenstående afsnit, en forværret finansiell position hos låntager, da *cash flows* blandt andet falder. Falder *cash flows* påvirkes låntagers balance, idet denne afspejler den fremtidige indtjeningsevne. *Net worth* mindskes, og usikkerhed om tilbagebetaling opstår som følge af den faldende indtjeningsevne. De finansielle institutionelle aktører påvirkes, når disse optræder som långiver til en virksomhed, der misligholder lånekontrakten. Lides der tab, påvirkes også balancerne i den finansielle sektor, og udlånsrenten til ikke blot virksomhederne, men også mellem de finansielle institutionelle aktører stiger. Rentespændet mellem den officielle rente, som her illustrerer opsparingsrenten, og udlånsrenten stiger. Lånemarkedet påvirkes som følge af stigningen i graden af friktioner, jf. nedenstående Figur 3.

Figur 3: Lånemarkedet



Kilde: Woodford (2010), s. 38

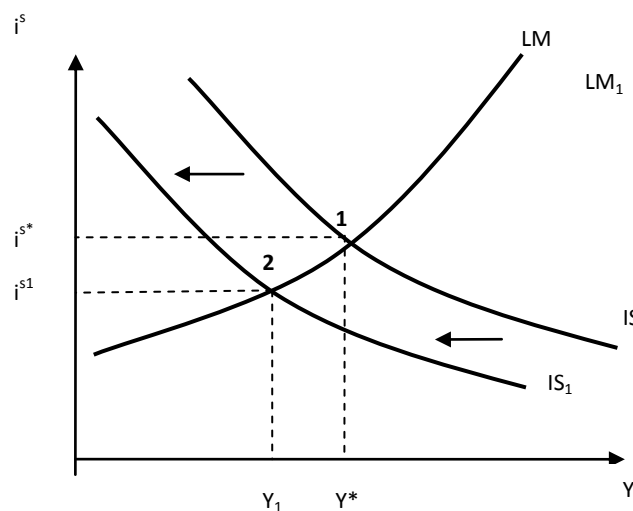
I ovenstående figur, agerer den finansielle sektor som mellemlid mellem låntager og investor, og et rentespænd, ω , skabes. Rentespændet mellem indskuds- og udlånsrenten udgør den finansielle sektors profitmulighed i tilfælde af, at låneomkostninger, omkostninger til servicering af lån og øvrige agentomkostninger er tilstrækkeligt lave. Den finansielle sektor vurderer omkostninger, som nævnt i de foregående afsnit, ved udstedelse af kredit og vælger at udbyde kredit herefter (LS - og XS -kurverne). Indskuds- og udlånsrenten er af denne grund forskellige i panel (a) i ovenstående Figur 3. Forskellen mellem udlånsrenten, i_b , og indlånsrenten, i_s , udgør rentespændet. I ligevægtssituationen fra tidligere, jf. den traditionelle ISLM-model i Figur 2, eksisterer ikke der, hvor LS - og LD -kurverne krydser hinanden. Det vil sige, hvor udbud af lån (LS -kurven) møder efterspørgslen (LD -kurven). Ligevægtssituationen er et specialtilfælde af den modificerede model, det vil sige der, hvor alle renter konvergerer. I $XSXD$ -diagrammet, som illustrerer udbud og efterspørgsel af kredit i forhold til et givet rentespænd, er ligevægtssituationen beskrevet som, hvor XS - og XD -kurverne skærer hinanden, jf. panel (b) i Figur 4. XS -kurven er ud over profitmaksimering og dermed kapaciteten i den finansielle sektor begrænset af et givet antal *naturlige* købere til finansiering af bestemte typer af lån. Dette skyldes eksempelvis specifik viden om delmarkeder og omkostninger ved at agere på markedet. Gældsgrader hos den finansielle sektor og i

borrowing-sektoren har betydning for udbud af kredit. Sikkerhedsstillelse i form af aktiver øger udbuddet, mens øgede risici hos den finansielle sektors kapital kan være hæmmende for udbuddet, jf. afsnit 4.3. Efterspørgslen på lånemarkedet, LD-kurven og efterspørgslen på kreditmarkedet, XD-kurven, afhænger af henholdsvis renterne og rentespændet.

Det negative efterspørgselschok, illustreret ovenfor i Figur 3, skaber et større rentespænd på lånemarkedet. Dette er illustreret i panel (a) i ovenstående figur. Rentespændet stiger som følge af en forværret finansiell position hos låntager. Dette bevirker, at risici for misligholdte lån stiger, hvorfor finansielle institutioner øger udlånsrenten til i^{b1} og mindsker indskudsrenten til i^{s1} . Rentespændet stiger til ω_2 . I XSXD-diagrammet (panel (b) i Figur 3) illustreres dette ved en forskydning af XS-kurven mod højre, hvilket er kendetegnet for en forstyrrelse i udbud af kredit hos den finansielle sektor. De finansielle institutioner søger højere kompensation for udlån grundet risici ved udlån til øvrige institutioner som følge af forværringen af *cash flows* og derigennem *net worth* og aktivpriser (jf. foregående afsnit 4.2 og 4.3).

XSXD-diagrammet indikerer den finansielle sektors virke, og en forstyrrelse heraf forøger rentespændet, hvilket påvirker det generelle lånemarked og dermed virksomheders mulighed for at opnå kredit til nyinvesteringer. Det ses, at låneniveauet ved eksistens af friktioner, $\omega \neq 0$, er under låneniveauet for en økonomi uden friktioner, $\omega = 0$. Friktioner skaber en hindring for virksomheder i at påtage sig nye projekter grundet manglende mulighed for finansiering. Stigningen i friktioner på lånemarkedet eller hos den finansielle sektor har betydning for realøkonomien. Ud fra LSXD- og XSXD-diagrammet, jf. ovenstående Figur 3, udledes ISLM-modellen, jf. Woodford (2010). I Woodfords (2010) revurdering af ISLM-modellen rykkes IS-kurven mod venstre som følge af en forøgelse af friktioner og dermed rentespænd. Både indskudsrenten og produktionsniveauet falder. Dette er i overensstemmelse med teori fra de foregående afsnit.

Figur 4: Woodfords (2010) modificerede ISLM-model



Kilde: Woodford (2010), s. 39

Woodfords ISLM model indeholder, ligesom Jones (2009), en revurdering af de samme dynamikker som i den traditionelle ISLM-model. Inklusion af friktioner og dermed rentespænd, opstået i den finansielle sektor, giver ISLM-modellen mulighed for at forklare friktioners udbredende og vedvarede effekter af choks

i økonomien. Stiger låntagernes finansielle positioner, forbedres muligheder for tilbagebetaling af allerede eksisterende lån, hvorfor gældgraden forbedres. Dette forbedrer muligheder for at optage nye lån, og der vil på kreditmarkedet ses et betydeligt større udbud af lån for et givet rentespænd (XS-kurven rykker mod højre). Denne effekt forstærkes af, at den finansielle sektors finansieringsmuligheder forbedres og sker ved en lavere rentesats. Disse udviklinger på kreditmarkedet har betydning for hældningen på IS-kurven i Woodfords (2010) ISLM-model. IS-kurven bliver fladere og mere rente-elastisk, hvorfor pengepolitiske indgreb har en større effekt end først beregnet. Der opstår således en finansiell accelerator.

4.4.2 Jones' (2009) modificering af ISLM-modellen

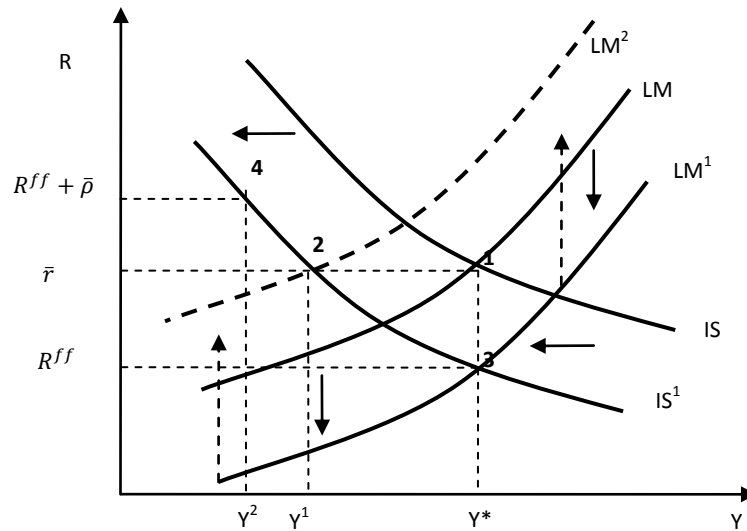
I den modificerede model, som Jones (2009)¹⁰ gennemgår, inkorporeres risikopræmier, som en forklaring på rentespændet. Jones (2009) arbejder således ikke med effekterne på kreditmarkedet, men med betydningen af disse rentespænd for pengepolitiske indgreb og transmissionsmekanismen. Den officielle rente, fastsat af centralbanken, bliver tillagt en sats for risici ved udlån, jf. nedenstående ligning (Jones:2009;23):

$$R = R^{cb} + \bar{p} \quad (1)$$

Risikopræmien, p , bevirker, at der forefindes mindst to renter i økonomien ligesom i Woodford (2010): én rente fastsat af centralbanken, R^{cb} , og én udlånsrente, R . Størrelsen på risikopræmien afhænger, som beskrevet i de foregående afsnit om *borrowing*- og *lending*-sektoren, af låntagers finansielle positioner, herunder *net worth*, *cash flows* og gældsgrad samt risici og likviditet på pengemarkedet. Jones (2009) forklarer de samme effekter som Woodford (2010). Friktionerne og præmien påvirkes via kredit-, aktivpris- og rentekanalene, jf. foregående afsnit 4.2 og 4.3, og har en direkte indflydelse på den pengepolitiske transmissionsmekanisme. Forefindes der ingen risikopræmie, opnås ligesom i Woodford (2010) et specialtilfælde, hvor der ikke skelnes mellem renterne, og der er karakteristisk for den traditionelle ISLM-model. Stiger risikopræmien, som følge af forværring af de finansielle positioner, anses realrenten for at være højere end den fastsat af centralbanken. LM^1 forskydes op til LM^2 , hvor realrenten er højere, og produktionsniveauet lavere. Figur 5 illustrerer, at spændet, trods en rentenedsættelse ikke mindskes grundet friktioner. Påvirkes de finansielle positioner af efterspørgselschokket, medfører dette, at chokket får en vedvarende karakter. Spændet bevæger sig i modsat retning som den officielle rente. Friktioner skaber dermed et problem for transmissionen af pengepolitiske indgreb, hvis ikke balancerne påvirkes og derigennem påvirker den finansielle sektors udbud, jf. ovenstående LSLD- og XSXD-diagrammer i Figur 3.

¹⁰ Jones (2009) forklarer ikke den udbredende effekt af choks som følge af friktioner, idet der i denne model fokuseres på LM-kurvens placering i stedet for IS-kurvens hældning som i Woodford (2010). Der er dog stadig mulighed for eksempelvis deflationære spiraler, der kan have alvorlige konsekvenser for økonomien, jf. ASAD-modellen der forklares senere i samme afsnit.

Figur 5: Jones' (2009) modificerede ISLM-model



Kilde: Jones (2009), s. 24.

4.4.3 ASAD modellen

Transmissionen af pengepolitiske indgreb har betydning for prisniveauet, hvilket ses tydeligere i en traditionel ASAD-model. Jones (2009) illustrerer friktioners betydning for ASAD-modellen. Denne illustration gør sig også gældende for Woodfords (2010) terminologi. Dette skyldes, at friktioner i begge modificeringer af ISLM-modellen påvirker IS-kurven, hvorfor AD-kurven påvirkes. Påvirkes hældning på IS-kurven, påvirkes AD-kurven også. Tages der udgangspunkt i Jones' (2009) illustration fremgår det, at risikopræmien indgår i ligningssystemet herfor. AD-kurven består af følgende tre ligninger (Jones:2009;26)¹¹:

$$\text{IS-kurven:} \quad \tilde{Y}_t = \bar{a} - \bar{b}(R_t - \bar{r}) \quad (2)$$

$$\text{Pengepolitisk regel:} \quad R_t^{ff} - \bar{r} = \bar{m}(\pi_t - \bar{\pi}) \quad (3)$$

$$\text{Risikopræmie:} \quad R_t = R_t^{ff} + \bar{\rho} \quad (4)$$

Inkorporeres risikopræmien i den pengepolitiske regel fås følgende ligning:

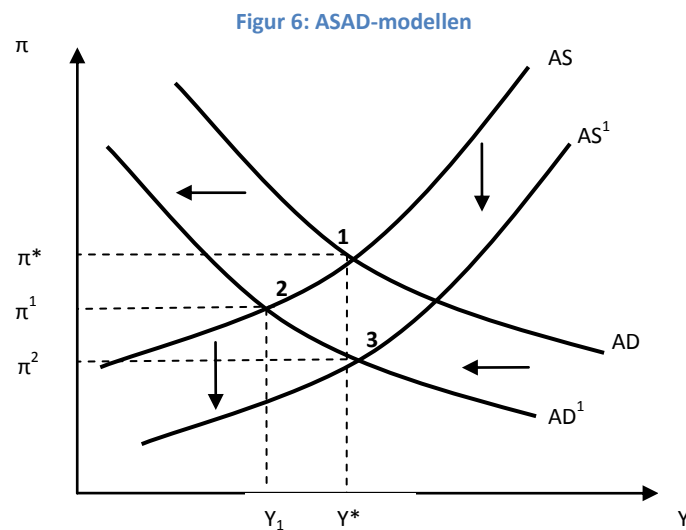
$$R_t - \bar{r} = \bar{\rho} + \bar{m}(\pi_t - \bar{\pi}) \quad (5)$$

AD-kurven bliver dermed som følger:

$$\tilde{Y}_t = \bar{a} - \bar{b}\bar{\rho} - \bar{b}\bar{m}(\pi_t - \bar{\pi}) \quad (6)$$

¹¹ Tages der ikke blot højde for risikopræmien, men også i hvorfor denne opstår, kan *net worth*, *cash flows* og gældsgrader fra *borrowing*-sektoren inddrages samt bankkapitalen fra *lending*-sektoren. Ligningssystemet udvides således på samme måde, som illustreret ved tilføjelsen af risikopræmien.

Risikopræmien virker i denne udgave af AD-kurven som et ekstra element til choks i økonomien. Et efterspørgselschok, som det illustreret i de ovenstående ISLM-modeller, bevirker, at produktionsniveauet, Y_t , falder. AD-kurven rykker mod venstre, og presset på prisniveauet mindskes, jf. neden stående Figur 6. Grundet de manglende finansieringsmuligheder, tilpasser virksomheder produktionsniveauet til det nye prisniveau, hvorfor AS-kurven rykkes ned (Jones:2009;26). Prisniveauet sænkes yderligere, mens produktionsniveauet vender tilbage til udgangspunktet. Der er fare for, at negative efterspørgselschok kan lede til deflation, der har samme indvirkning på det reale renteniveau som en stigning i risikopræmien, hvorfor der skabes en deflationær spiral. Grundet friktionerne i systemet bliver det negative efterspørgselschok et problem med vedvarende karakter.



Kilde: Jones (2009), s. 27.

Friktioner i det pengepolitiske system medfører både igennem ISLM-modellerne og illustreret i ASAD-modellen forstyrrelser i den pengepolitiske transmissionsmekanisme, der har betydning for realøkonomien. Opstår der rentespænd, som følge af friktioner i enten *borrowing*- eller *lending*-sektoren, kan et ekspansivt indgreb ikke neutralisere et negativt chok i økonomien. Pengepolitiske indgreb via den officielle rente påvirker ikke balancer eller risici indeholdt heri. Zeng (2010) og Smaghi (2010) fastslår, at kvalitet af sikkerhedsstillelsen og kapital har betydning for transmissionsmekanismen. Stiger risikograden i systemet, forøges rentespændet, og realøkonomiske konsekvenser ses i både Jones (2009) og Woodfords (2010) ISLM-model samt gennem ASAD-modellen. Friktioner har betydning for transmissionen af pengepolitiske indgreb. En reducere af asymmetrisk information, herigennem *adverse selection* og *moral hazard*, er nødvendig for at styrke investeringsniveauet og dermed øge produktionsniveauet, så pengepolitiske indgreb kan have en neutraliserende virkning mod choks i økonomien.

4.5 Opsamling af teori

Det teoretiske grundlag for analyse af friktioners betydning for realøkonomien og den pengepolitiske transmissionsmekanisme under den finansielle krise tager udgangspunkt i den begrænsede vidensdeling, der opstår ved gældskontrakter. Asymmetrisk information skaber problemer i forhold til *adverse selection*

og *moral hazard*. Disse problemer skaber yderligere omkostninger ved udstedelsen af kredit, såkaldte agentomkostninger. Agentomkostningerne har en kontracyklisk karakter og forværres i lavkonjunktur, hvorfor finansielle institutionelle aktører mindsker udbud af kredit. Mindskes udbuddet, stiger renteomkostningerne, og der forekommer et skel mellem ind- og udlånsrenterne.

Bankrenter, renter på kreditmarkedet og aktivpriser spiller en rolle i forhold til rentespændet, opstået som følge af agentomkostninger, og dermed for friktioners betydning for transmissionsmekanismen. Påvirkes *net worth*, *cash flows* og gældsgrader gennem en af disse tre kanaler, afspejles dette i agentomkostningerne. Agentomkostningerne afhænger negativt af *net worth* samt *cash flows* og positivt af størrelsen af gældsgraden. Disse tre elementer har betydning for den finansielle position. En bedre finansiell position fører til lavere agentomkostninger grundet mindsket usikkerhed om mulighederne for indfrielse af lån.

Renter på pengemarkedet spiller også en rolle for transmissionsmekanismen. Renterne herpå afhænger både af renten fastsat af centralbanken og af bankkapital. Mindskes bankkapitalen, mindskes udbuddet af kredit, hvormed udlånsrenten stiger. Traditionelt set, er det for banker ikke muligt at erstatte eksempelvis reserver med andre former for indskud. Innovationer og ændringer af forretningsmodeller har skabt plads til skyggebanksystemet, og den finansielle sektor har fået mulighed for at benytte sig af *securitisation*. Dermed bliver risikograden indeholdt i bankkapital vigtig for transmissionsmekanismen. For megen risiko, forværrer muligheden for at opnå kredit, hvorfor der opstår rentespænd.

Rentespænd skaber friktioner, da disse er medvirkende til at styrke og sprede effekter af choks i økonomien. Påvirkes de finansielle positioner, udbredes choks til andre dele af økonomien. Skabes der rentespænd i økonomien, er investeringsniveauet sub-optimalt, og produktionsniveauet mindre end under fuld information, jf. modificeringen af ISLM- og ASAD-modellerne. Friktioner i den pengepolitiske transmissionsmekanisme, som følge af asymmetrisk information, har dermed realøkonomiske betydninger, idet ændringer af den officielle rente ikke nødvendigvis efterfølges af tilsvarende ændringer i renterne på pengemarkedet, kreditmarkedet og bankmarkedet.

5 Analyse

Analyseres de finansielle friktioners indflydelse på den danske økonomi samt krisens effekt på Nationalbankens muligheder for at påvirke friktionerne og realøkonomien, tages der udgangspunkt i seks hypoteser. De seks hypoteser er opstillet ud fra teorien. De første tre kredser omkring konsekvenserne af stigninger i de finansielle friktioner. Den fjerde og femte hypotese omhandler Nationalbankens mulighed for at påvirke den danske økonomi. Ud fra den sjette hypotese besvares spørgsmålet, hvorledes den finansielle krise fra 2007 har påvirket dansk økonomi og Nationalbankens muligheder for at stabilisere dansk økonomi gennem uventede ændringer i pengepolitikken. Hypoteserne er som følgende.

1. Uventede stigninger i finansielle friktioner forårsager forøgede agentomkostninger, der resulterer i stigende rentespænd og fald i udbuddet af kredit.
2. Fald i udbud af kredit mindsker omfanget af investeringer, hvormed produktionsniveauet efter lags falder. Der opstår gældsinfation.
3. Fald i produktionsniveauet påvirker priseniveauet i nedadgående retning, jf. ASAD-modellen.
4. Uventede kontraktive ændringer i Nationalbankens pengepolitik påvirker gennem den traditionelle bankkanal finansielle institutioners balancer, hvorfor udbuddet af kredit mindskes.
5. Uventede kontraktive ændringer i Nationalbankens pengepolitik efterfølges af stigende rentespænd samt faldende aktivpriser. Finansielle friktioner forøges, og Nationalbankens kontraktive pengepolitik får længerevarende negative konsekvenser for produktions- og priseniveau, jf. Bernanke og Gertler (1995).
6. I forhold til et forværret finansielt marked som følge af den finansielle krise fra 2007, forekommer der en ændring i effekten af Nationalbankens pengepolitik. Nationalbankens samlede balance kan anvendes til at tilføre markedet likviditet, mindske friktioner, øge udbud og forbedre realøkonomien. Under krisen mindskes økonomiske effekter af transmission af ændringer i Nationalbankens rente, da de finansielle friktioner er på et forhøjet niveau, jf. Jones' (2009) ISLM-model.

Hypoteserne undersøges empirisk ud fra vektor autoregressive modeller og deraf *impulse response* funktioner. Afsnit 5.1 beskriver en grundmodel, hvorudfra de vektor autoregressive modeller udarbejdes. Afsnit 5.2 beskriver data, der anvendes til den empiriske analyse. Afsnit 5.3 analyserer data, mens der i afsnit 5.4 foretages en analyse af den vektor autoregressive model med Nationalbankens indskudsbevisrente som det pengepolitiske instrument. I afsnit 5.5 ændres den vektor autoregressive model til at medtage Nationalbankens samlede aktiver som det pengepolitiske instrument. I afsnit 5.6 analyseres den sjette hypotese og effekten af den finansielle krise. Afsnit 5.7 opsummerer kort resultaterne fra *impulse response* funktionerne og foretager en sammenligning med det teoretiske grundlag.

5.1 Grundmodel

Hypoteserne, og derigennem friktionernes teoretiske betydning for den danske økonomi samt den finansielle krises betydning for effekten af Nationalbankens pengepolitik, analyseres empirisk gennem en økonometrisk tilgang via en stabil vektor autoregressiv model (VAR-model). Modellen tager udgangspunkt Lütkepohls (2005) VAR(p)-formel (Lütkepohl:2005;13):

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t, t = 0, 1, 2, \dots, \quad (7)$$

y_t er en ($K \times 1$)-vektor, hvor $K=6$ i denne opgave [$y_t = [y_{1t}, y_{2t}, y_{3t}, y_{4t}, y_{5t}, y_{6t}]'$]. y_t udgøres således af seks variabler for inflation, output, bankkredit, finansielle friktioner, rentespænd og det pengepolitiske instrument. v er en (6×1) vektor, der udgøres af konstanterne i ligningssystemet. A_i er en (6×6) matrice for koefficienterne, og p udgør antallet af lags. u_t noterer residualerne ((6×1) vektor). Residualerne antages at følge en *white noise* proces, som har en middelværdi på nul ($E(u_t) = 0$), konstant varians ($E(u_t u_t') = \Sigma_u$) og er ukorrelerede ($E(u_t u_s') = 0$ for $s \neq t$) (Lütkepohl:2005;13).

Antallet af lags i modellen besluttet ofte a priori (Dong:2012;15) og afhænger af data, der benyttes i modellen. Medtagelse af adskillige lags kan, trods fare for overparameterisering og dermed insignifikante parameterestimer (Enders:2004;270), vise sig at være nødvendigt for antagelserne bag residualerne ikke brydes. Tests kan afgøre det bedste *model fit*. Skrives VAR(p)-modellen i ligning (7) på *companion*-form, ses det, at VAR(1)-modellen repræsenterer enhver VAR(p)-model. VAR(p)-modellen udgøres af en Kp -dimensionel VAR(1)-model, som den nedenfor (Lütkepohl:2005;15).

$$Y_t = v + AY_{t-1} + U_t \quad (8)$$

Som illustreret nedenfor udgøres den Kp -dimensionelle VAR(1)-model af ($Kp \times 1$)-vektorer for Y_t , v og U_t , mens A er en ($Kp \times Kp$)-matrix.

$$Y_t = \begin{bmatrix} y_t \\ y_{t-1} \\ \vdots \\ y_{t-p+1} \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} v \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \quad U_t = \begin{bmatrix} u_t \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} A_1 & A_1 & \dots & A_{p-1} & A_p \\ I_K & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & I_K & & 0 & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & I_K & 0 \end{bmatrix}$$

Omskrives den Kp -dimensionelle VAR(1)-model til en *moving average* (MA) repræsentation anvendes en J -matrix, der defineres i blandt andre Lütkepohl (2005), Hamilton (1994) samt Enders (2004).

$$J = [I_K \quad 0 \quad \dots \quad 0] \quad (9)$$

MA-repræsentationen udgøres således af

$$y_t = JY_t = J\mu + \sum_{i=0}^{\infty} J A^i J' U_{t-i} = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \varphi_i u_{t-i} \quad (10)$$

hvor μ defineres som $\mu = (I_{Kp} - A)^{-1} v$ (Lütkepohl:2004;16).

MA-repræsentationen anvendes til en analyse af *impulse response* funktionerne, som danner grundlag for analysen i denne afhandling. Gennem analyse af *impulse response* funktionerne påføres VAR-modellen eksogene choks. Er den variabel, hvorpå chokket påføres, korreleret med de øvrige variabler, forekommer

der innovationer i disse som følge af chokket. *Impulse response* funktionerne beskriver innovationerne og kan anvendes til at analysere effekterne af eksogene choks i finansielle friktioner og choks i Nationalbankens pengepolitik. Chokkene er uventede, hvorfor markedet ikke kan forudsige dem.

Omskrivningen af VAR(1)-repræsentationen til MA-modellen er ikke tilstrækkelig for at foretage analysen i denne afhandling. VAR-modeller er kun et redskab til at opsummere de dynamiske egenskaber i data (Lütkepohl:2004;159). Den reducerede VAR-model, beskrevet i det ovenstående, er ikke opbygget ud fra en antagelse om en specifik økonomisk struktur. Kausalitet mellem variableerne er vanskeligt at udlede, jf. Lütkepohl (2004). Endvidere er estimater af VAR(p)-modellen i sin reducerede form udsat for Lucas-kritik i forhold til konklusioner draget gennem parameterestimaterne. Dette skyldes ikke mindst usikkerheden, der er knyttet netop til estimaterne. Restriktioner fastsat ud fra en teoretisk sammenhæng tillader en analyse af de dynamiske sammenhænge via en strukturel model og er således en måde at imødekomme Lucas-kritikken. I denne afhandling følger den strukturelle model, jf. nedenfor, Lütkepohls (2004 og 2005) illustration af Amisano og Gianninis ISLM-model.

$$Ay_t = A\mu + AA_1y_{t-1} + \dots + AA_py_{t-p} + Au_t = \mu^* + A_1^*y_{t-1} + \dots + A_p^*y_{t-p} + B\varepsilon_t \quad (11)$$

Den strukturelle model kan ikke estimeres som den reducerede model, men kan identificeres via restriktioner. Restriktionerne pålægges A og B, hvori der tages højde for den teoretiske sammenhæng mellem variableerne. Restriktionerne pålægges gennem varians-kovarians-matricen af residualerne fra den reducerede model. Herudfra kan teoretiske og økonomiske sammenhænge mellem de endogene variable sluttes. *Impulse response* funktioner analyseres på baggrund af empiriske sammenhænge, der sluttes via datagrundlaget (Dong:2012;13f).

Det ses, at $[Au_t = B\varepsilon_t]$, og at u_t dermed kan skrives som;

$$u_t = A^{-1}B\varepsilon_t = C\varepsilon_t \quad (12)$$

MA-repræsentationen for den strukturelle model (SMA) i ligning (10) skrives således som;

$$y_t = (I_K - A_1)^{-1}Cv + \sum_{i=0}^{\infty} CA_1^i \varepsilon_{t-i} = \mu^* + \sum_{i=0}^{\infty} \theta_i \varepsilon_{t-i} \quad (13)$$

I ovenstående ligning antages det følgende.

- $y_{i,t} = 0$ og $\varepsilon_t = 0$ for $t < 0$
- $\varepsilon_t = 0$ for $t > 0$
- $\varepsilon_{j,t} \neq 0$ for $t = 0$

Der forekommer, jf. ovenstående antagelser, ikke foregående innovationer i hvert y_t eller ε_t . Der vil således heller ikke blive påført modellen andre eksogene choks foruden det i tidspunkt nul. Endvidere er det gennem antagelserne vist, at et chok gives ved at sætte det j 'te element af matricen for ε_t til at være forskellig fra nul i tidspunkt nul, jf. Hamilton (1994).

Et eksogent chok givet i det j 'te element giver responsen i de øvrige variable gennem *impulse response* funktionen, jf. nedenstående ligning (Amisano:1997;5).

$$b_{ij}^{(h)} = \frac{\partial y_{i,t+h}}{\partial \varepsilon_{j,t}} \quad (14)$$

Ud fra ovenstående formel analyseres den teoretiske sammenhæng mellem choks i friktionerne og den danske økonomi samt choks i Nationalbankens pengepolitik. Choks i Nationalbankens pengepolitik ses, grundet fastkurspolitikken med euroen, som en afvigelse fra en regelbundet politik, hvor Nationalbanken tilnærmelsesvist følger den europæiske centralbank (ECB). Afvigelsen er ikke forventet af markedet og kan eksempelvis være et brud eller opløsning af fastkurspolitikken.

5.2 Valg af data

Estimering af den økonometriske model tager udgangspunkt i månedlige data, der dækker perioden fra januar 1996 til og med oktober 2011. Selve datagrundlaget for prisniveauet, produktionsniveauet, udbuddet af kredit, de finansielle friktioner, rentespændet og Nationalbankens pengepolitik til brug i ovenstående model samt analyse af hypoteserne er beskrevet i dette afsnit.

Logaritmen af *Harmonised Index of Consumer Prices* (HICP) fra Eurostat samt den industrielle produktion fra OECDs statistikbank anvendes, ligesom i Peersman (2011), som en tilnærmelse af henholdsvis prisniveauet og output. Det er igennem disse, at de realøkonomiske effekter af henholdsvis de finansielle friktioner og pengepolitiske choks vurderes.

Både finansielle friktioner samt Nationalbankens pengepolitik, jf. det teoretiske afsnit, påvirker muligheden for at opnå kredit. Som en indikator for udbud af kredit ydet til ekstern finansiering i virksomheder anvendes logaritmen af de monetære og finansielle institutioners (MFI)¹² sæsonkorrigerede udlån til ikke-finansielle selskaber fra Danmarks Statistikbank. Danmark er en bankbaseret økonomi, som de øvrige europæiske økonomier (ECB:2008;85f), jf. afgrænsningen i afsnit 3. Investeringsniveauet afhænger derfor af muligheden for at opnå kredit gennem den finansielle sektor, jf. banksektoren. MFI-sektorens balance påvirkes af genudlån og *securitisation*. Antallet af udlån opjusteres heraf, hvorfor den givne beholdning ikke er svarende til det reelle udlån til ekstern finansiering af investeringer hos danske virksomheder, jf. Peersman (2011). Hermed ekskluderes genudlån i den finansielle sektor samt muligheden for *securitisation* fra data, som i Peersman (2011).

De finansielle friktioner består af et beregnet indeks, der tager udgangspunkt i Österholms (2010) analyse af det svenske marked. Indekset er udarbejdet ud fra data fra Danmarks Statistikbank. I indekset indgår data for aktieafkastet, pengeinstitutternes indlånsunderskud, realrenten samt månedsgennemsnittet af Cibur¹³. Aktieafkastet beregnes ud fra OMXC-aktieindekset [$\ln(p_t/p_{t-1}) * 100$] og er en indikator for virksomhedernes finansielle position. En stigning i aktieafkastet forbedrer den finansielle position, hvorved mulighed for at opnå ekstern finansiering til investeringer forbedres, jf. afsnit 4.2. Indlånsunderskuddet beregnes som forskellen mellem pengeinstitutternes ind- og udlån. Indlånsunderskuddet indikerer den finansielle sektors finansielle position og har betydning for både ikke-finansielle virksomheder og den

¹² MFI-sektoren dækker over penge- og realkreditinstitutter, andre kreditinstitutter, pengemarkedsforeninger samt Danmarks Nationalbank (Danmarks Statistikbank)

¹³ Cibur er en referencerente, der angiver afvigelsen af likviditeten på interbankmarkedet. Den offentliggøres hver dag (www.nationalbanken.dk)

finansielle sektor. Et stigende indlånsunderskud, jf. teorien i afsnit 4, kan medføre kreditrationering. Den finansielle sektors finansielle position er afgørende for muligheden for ekstern finansiering internt i den finansielle sektor og for virksomheders muligheder for at låne til nye investeringer hos den finansielle sektor. Der skabes friktioner i *lending*-sektoren, jf. afsnit 4.3. Realrenten beregnes ud fra Cibor samt inflationsraten målt gennem HICP¹⁴. Realrenten indgår som et mål for investeringsbeslutningen hos virksomheder. Den repræsenterer et mål for de omkostninger virksomheder står over for i forhold til ekstern finansiering af investeringer. Herigennem påvirkes produktionsniveauet (Österholm:2010;266). Realrenten er afgørende for investeringsbeslutninger. Cibor er en referencerente i låneaftaler (www.nationalbanken.dk) og en indikator for den overordnede risici i systemet. Stiger Cibor, forværres virksomhedernes muligheder for at opnå ekstern finansiering. Enkelte virksomheder udelukkes helt fra kreditmarkedet grundet *excess sensitivity* hypotesen, jf. det teoretiske afsnit 4.2. Lavere investeringsniveau og dermed produktionsniveau kan være resultatet heraf. Indekset for de finansielle friktioner beregnes endeligt via standardisering af serierne. Endvidere er aktieafkastet samt indlånsunderskuddet angivet ved modsat fortegn. En stigning i serierne indikerer en forøgelse af de finansielle friktioner. Serierne vægtes ligeligt. Som i Österholms (2010) analyse, antages serierne at have samme betydning for de finansielle betingelser¹⁵.

Nationalbankens pengepolitik måles gennem indskudsbevisrenten fra Eurostat, jf. Österholm (2010) og logaritmen af Nationalbankens samlede aktiver fra Danmarks Statistikbank. De samlede aktiver er et samlet mål for køb og salg af aktiver. En stigning på balancen kan skyldes øvrige pengepolitiske tiltag såsom ændringer i de autonome poster i forbindelse med *swaps* med ECB og Federal Reserve under den finansielle krise samt Nationalbankens midlertidige likviditetsstøtte til enkelte institutioner (DNBb:2009;108).

Valget af data til analysen i afhandlingen følger analyser fra eksempelvis Adrian og Shin (2010), Bernanke og Gertler (1995), Peersman (2011) og Österholm (2010). Serierne er illustreret i bilag.

5.3 Analyse af data

Da VAR-modellerne tager udgangspunkt i data, der udgør stationære processer, udføres en økonometrisk analyse af data, inden VAR-modellerne estimeres. Har innovationer i serierne permanent betydning for udviklingerne i variablerne, er der tegn på, at den enkelte serie ikke udgør en stationær proces. Serien bør derfor transformeres. Analysen af data tager udgangspunkt i grafiske plots af autokorrelationer samt Augmented Dickey-Fuller tests. Der anvendes nedenstående notation givet i Tabel 1

¹⁴ Inflationsraten er beregnet ud fra HICP på samme måde som aktieafkastet er beregnet ud fra aktieindekset.

¹⁵ En nærmere analyse af vægtene og betydningen for de finansielle betingelser kan også foretages ud fra eksempelvis en økonometrisk estimering heraf. Dette er udeladt fra denne afhandling for at opretholde fokus på transmissionsmekanismen.

Tabel 1: Notation anvendt i analysen

Variabel	Notation
Prisniveauet	hicp
Produktionsniveauet	y
Udbud af bankkredit	c
Finansielle friktioner (indeks)	fi
Rentespænd	w
Nationalbankens indskudsbevisrente	r
Nationalbankens samlede aktiver	b

Ud fra den grafiske inspektion af autokorrelationer i de enkelte serier vurderes det, om der forefindes autokorrelationer over adskillige lags i serierne. Er dette tilfældet, er der indikation af, at innovationer i den enkelte serie har permanent betydning for udviklingen i serien og dermed ikke udgør en stationær proces. Mindskes autokorrelationerne derimod inden for relativt få lags, indikeres det, at en ændring i variabelen ikke påvirker udviklingen permanent, jf. Heij et al (2004). Plots af autokorrelationer, jf. bilag, indikerer, at data i afhandlingen ikke nødvendigvis udgør stationære processer. Dette gør sig gældende for prisniveauet, produktionsniveauet og variabelen for udbud af bankkredit. Endvidere indikeres det, at innovationer i de pengepolitiske instrumenter har permanent betydning for niveauet. Data for indekset for de finansielle friktioner samt rentespændet kan ud fra den grafiske inspektion antages at udgøre stationære processer. Autokorrelationerne minimeres betydeligt efter 15 lags for indekset for de finansielle friktioner samt efter kun 12 lags for rentespændet. Taget i betragtning af data i denne opgave udgøres af månedlige data, anses 15 og 12 lags for relativt kort tid.

Den grafiske inspektion understøttes af Augmented Dickey-Fuller tests for enhedsrødder i serierne. Forefindes der enhedsrødder i variablerne, afhænger variansen af tiden. Choks i økonomien er således irreversible (Heij et al:2004;580). De Augmented Dickey-Fuller tests undersøger serierne for enhedsrødder ved at opstille hypotesen om, at variabelen indeholder en enhedsrod og dermed udgør en *random walk* proces. Testen udføres ved at foretage en regression, hvor differensen af variabelen modelleres på lags. I tilfælde af tegn på trends i serierne samt middelværdi forskellig fra nul, inkluderes en trend samt en konstant i testen (Heij et al:2004;599). Partielle autokorrelationer, baseret på en grafisk analyse, jf. bilag, afgør antallet af lags. Testen foretages ud fra nedenstående ligning, jf. Heij et al (2004).

$$\Delta y_t = c + \beta t + \rho y_{t-1} + \rho_1 \Delta y_{t-1} + e_t \quad (15)$$

Der testes for om $\beta = 0$ og $\rho = 0$. Hvis dette ikke kan afvises, kan den pågældende variabel antages at have en enhedsrod og dermed ikke integreret af nulte orden. Variabelen kan derfor ikke antages at udgøre en stationær proces og bør differenses. Teststørrelsen er asymptotisk ADF-fordelt og følger en empirisk fordeling. Testen er tosidet, og hypotesen afvises, hvis teststørrelsen viser sig at være numerisk større end den kritiske værdi.

I afhandlingen er hypotesen i ovenstående test vurderet ud fra enten en konstant som deterministisk del eller uden deterministisk del, jf. nedenstående Tabel 2. Dette skyldes, at medtagelsen af en trend, akkumuleret set, udgør en kvadratisk trend (Bohn Nielsen:2007;11). En konstant i testen akkumulerer

ligeledes og udgør en linear trend, jf. Bohn Nielsen (2007). Konstanten fremgår kun som en konstant på tidspunkt nul, og som en trend på alle andre tidspunkter. I afhandlingen tages der hensyn til Bohn Nielsens (2007) argumenter.

Prisniveauet, udbuddet af bankkredit samt Nationalbankens samlede aktiver er opgjort i nominelle termer, hvorfor der kan argumenteres for, at de vokser over tid. Dette skyldes Nationalbankens pengepolitiske strategi om prisstabilitet; "*inflation under men tæt på 2 pct.*" (DNBa:2009;3). Medtagelsen af en konstant, som, udgør en linear trend, når serierne akkumuleres over tid, jf. Bohn Nielsen (2007), følger derfor både et økonomisk rationale samt en økonometrisk tilgang. Testene herfor anses for at være robust uanset valget af deterministisk del, da samme resultat forekommer, uanset hvordan testen udformes. Prisniveauet, udbuddet af bankkredit samt Nationalbankens samlede aktiver kan ikke antages at være integrerede af nulte orden, og yderligere transformering er nødvendig.

Hverken de finansielle friktioner, rentespændet eller indskudsbevisrenten er testet med en deterministisk del. Dette skyldes, at de finansielle friktioner fluktuerer omkring nul, jf. bilag. Endvidere kan det ikke antages ud fra et økonomisk perspektiv, at hverken rentespændet eller indskudsbevisrenten vokser over tid. Ifølge Bohn Nielsen (2007) bør der derfor ikke medtages en deterministisk del i de Augmented Dickey-Fuller tests. Det viser sig desuden, at resultaterne igen er robuste uanset valget af deterministisk del, trods rentespændet kun afvises på signifikansniveau 0,05, når der ikke medtages en deterministisk del. Medtages en deterministisk del afvises hypotese på signifikansniveau 0,01. De finansielle friktioner samt rentespændet kan antages at være integrerede af nulte orden¹⁶, mens indskudsbevisrenten er integreret af første orden og transformeres yderligere.

I tabellen, og i resten af tabellerne i afhandlingen, er signifikante estimater markeret med *. Antallet af * definerer signifikansniveauet, hvorpå hypotesen afvises (* for signifikansniveau 0,10, ** for 0,05 og *** for signifikansniveau 0,01).

Tabel 2: Augmented Dickey-Fuller test for dataserierne

	Deterministisk del	Antal lags	AR(1)- estimatet	t-stat	Kritisk værdi		
					1 %	5 %	10 %
hicp	Konstant	1	0,838	-0,073	-3,493	-2,876	-2,569
y	Konstant	2	0,934	-2,265	-3,493	-2,876	-2,569
c	Konstant	1	0,998	-0,964	-3,493	-2,876	-2,569
fi	Ingen	3	0,905***	-2,385	-2,652	-1,991	-1,666
w	Ingen	1	0,937**	-2,105	-2,652	-1,991	-1,666
r	Ingen	1	0,996	-0,971	-2,652	-1,991	-1,666
b	Konstant	1	0,981	-1,416	-3,493	-2,876	-2,569

¹⁶ Trods hypotesen for den Augmented Dickey-Fuller test kun kan afvises på signifikansniveau 0,05 for rentespændet, foretages den følgende analyse uden yderligere transformering af rentespændet. Differensens rentespændet, ændres resultaterne af VAR-modellerne samt *impulse response* funktionerne dog ikke. Det er således ikke anset nødvendigt i denne opgave.

Differensens variablerne for prisniveauet, produktionsniveauet, udbud af bankkredit samt de pengepolitiske instrumenter kan hypotesen om enhedsrødder afvises. Variablerne kan dermed antages at være integrerede af første orden¹⁷.

Tabel 3: Augmented Dickey-Fuller test for differenserne af dataserierne

	Deterministisk del	Antal lags	AR(1)- estimatet	t-stat	Kritisk værdi		
					1 %	5 %	10 %
inf	Ingen	4	0,473***	-4,333	-2,652	-1,991	-1,666
dy	Ingen	5	-0,962***	-7,376	-2,652	-1,991	-1,666
dc	Ingen	3	0,744***	-2,991	-2,652	-1,991	-1,666
dr	Ingen	3	0,621***	-3,792	-2,652	-1,991	-1,666
db	Ingen	1	0,302***	-8,329	-2,652	-1,991	-1,666

Differensen af prisniveauet (inf), produktionsniveauet (dy), udbud af bankkredit (dc) samt de pengepolitiske instrumenter (dr og db) og niveauet af både indekset for de finansielle friktioner samt rentespændet antages, på baggrund af ovenstående tests at være stationære. Ét pludseligt chok i inflationen, som følge af eksempelvis fluktuerende oliepriser, har derfor kun en midlertidig betydning for det danske prisniveau, idet de danske priser vender tilbage til den oprindelige udvikling efter, at chokket er drevet over. Transformerings af data betyder endvidere, at inklusionen af de valgte variabler følger blandt andre Peersman(2011) og Österholms(2010) analyser af data.

5.4 Analyse af VAR-modellen med renten som pengepolitisk instrument

I den første analyse af VAR-modellen med differensen af indskudsbevisrenten som det pengepolitiske instrument (VAR₁-modellen) fokuseres der på de første fem hypoteser. Først estimeres modellen, hvorefter den strukturelle model identificeres og til sidst analyseres hypoteserne ud fra *impulse response* funktioner.

5.4.1 Estimering af VAR-modellen

Til estimering af VAR-modellen inkluderes seks variabler, jf. afsnit 5.1, og da data udgøres af månedsdata bør adskillige lags inkluderes. Lag-længden besluttet på baggrund af en Likelihood Ratio-test (LR-test) og ikke udelukkende ud fra en beslutning a priori, jf. Dong (2012), for at sikre at residualerne udgør *white noise* processer. LR-testen sammenligner en restringeret model med en urestringeret model ved hjælp af *sum of squared errors* (SSE), jf. nedenstående formel (Heij et al:2004;230ff). Den restringerede model (SSE_R) indeholder færre lags end den urestringerede model (SSE).

$$LR = n \log \left(1 + \frac{SSE_R - SSE}{SSE} \right) \quad (16)$$

LR-testen opstiller hypotesen om, at modellen ikke forværres væsentligt ved at anvende den restringerede model. Resultatet af LR-testen vurderes ud fra en χ^2 -fordeling med n frihedsgrader. n er lig med antallet af

¹⁷ Hypoteserne er vurderet Augmented Dickey-Fuller test uden deterministiske dele, idet væksten af variablerne ud fra både økonomisk ræsonnement samt grafisk inspektion, jf. bilag, ikke antages at vokse over tid. Dog viser resultaterne sig at være robuste uanset valg af deterministisk del.

observationer. Hvis hypotesen forkastes, er der forskel på at anvende den restringerede model og den urestringerede model, hvorfor den restringerede model med flere lags bør anvendes. Testen medtager 12 lags i denne afhandling.

Resultatet af LR-testen indikerer, at der i VAR₁-modellen bør anvendes 2 lags i stedet for 1 på signifikansniveau 0,01, idet hypotesen om, at modellen ikke forværres ved at anvende den restringerede model, forkastes. Endvidere viser det sig, at den restringerede model med henholdsvis 2 og 3 lags ikke bør vælges frem for urestringerede modeller med henholdsvis 3 og 4 lags. På signifikansniveau 0,01 er der ikke en signifikant forværring i *model fit* ved at anvende 4 lags i stedet for 5 lags. Hypotesen forkastes på signifikansniveau 0,05. Det viser sig, at der allerede er en forværring i *model fit* ved at anvende 11 lags i stedet for 12 lags, jf. nedenstående

Tabel 4. I afhandlingen arbejdes der derfor videre med 12 lags, hvormed der indgår månedsdata svarende til ét år i modellen. På denne måde minimeres sæsoneffekter, der kan være tilbage i modellen, trods sæsonkorrigeret data.

Tabel 4: LR-test for antallet af lags i VAR-modellen

Sammenligning af lags		LR-statistik	P-værdi
12	11	108,461	0,000
11	10	37,320	0,408
10	9	771101	0,000
9	8	67,609	0,001
8	7	58,256	0,011
7	6	49,110	0,071
6	5	65,165	0,002
5	4	54,508	0,025
4	3	65,590	0,002
3	2	100,128	0,000
2	1	139,555	0,000

VAR-modellen med 12 lags estimeres ud fra ligning (7) ved hjælp af *Ordinary Least Squares* (OLS), og parameterestimaterne, givet i bilag, undersøges for stabilitet. Kan disse ikke antages at være stabile grundet enhedsrødder, kan *impulse response* funktioner være inkonsistente og udgøre *random walks* frem for at indikere de korrekte sammenhænge. Forlænges tidshorisonten, forværres usikkerheden i konklusioner draget fra *impulse response* funktionerne af ustabile VAR-modeller. Dette skyldes, at enhedsrødder i parameterestimaterne og dermed ustabile VAR-modeller forårsager en acceleration af konvergens i *impulse response* funktionerne samt efterfølgende fluktuation heri (Phillips:1995;3-6).

Ud fra VAR(1)-repræsentationen af VAR(p)-modellen er det muligt at undersøge VAR-modellen for stabilitet via beregning af egenværdierne af *companion*-matricen for parameterestimaterne. Er alle egenværdierne af *companion*-matricen for parameterestimaterne, A , inden for enhedscirklen, er VAR-modellen stabil. Innovationer i residualet, U_t , bør med tiden udfases. Modellen testes gennem følgende betingelse, hvor $||\lambda| < 1|$ opfylder betingelsen bag stabilitet af parameterestimaterne (Hamilton1994;259).

$$|I_n \lambda^p - A_1 \lambda^{p-1} - A_2 \lambda^{p-2} - \dots - A_p| = 0 \quad (17)$$

Beregnes egenverdierne af *companion*-matricen, fremgår det, at egenverdierne for VAR-modellen er under én. Dog er ét af resultaterne 1,03, og der kan sås tvivl om denne opfylder hypotesen om stabilitet. To andre er på 0,97, og disse bør også betragtes med en vis form for usikkerhed. Da der ikke er taget højde for signifikansen af testen, som følge af usikkerheden af parameterestimerne, det vil sige om disse er statistisk forskellige fra én, så vælges der at arbejde videre med modellen uden yderligere bearbejdning¹⁸. Denne usikkerhed tages med forbehold i den videre analyse af *impulse response* funktionerne.

Residualerne undersøges endvidere for stationaritet samt om der er brud på egenskaberne bag antagelsen om *white noise*. Kan residualerne ikke antages at udgøre *white noise* processer, kan der sås tvivl om konklusionerne draget gennem *impulse response* funktioner.

Analyseres residualerne, ligesom de enkelte variabler, for stationaritet, indikeres det, at der ikke forekommer autokorrelationer heri. Dette understøttes af Augmented Dickey-Fuller tests, jf. bilag. Residualerne kan antages at udgøre stationære processer. Analysen af data i den valgte tidsperiode kan dermed antages at udgøre en approksimation af sammenhængen mellem variablerne over tid og ikke blot i det underbyggede tidsrum (Enders:2004;52).

Antagelsen om *white noise* processer testes ud fra en Ljung-Box-test for autokorrelation og en LM-test for tidsvariende varians. Ljung-Box-testen udføres ved beregne en Q-teststørrelse for korrelationen mellem residualerne. Testen udføres ud fra følgende formel (Heij et al:2004;361-365).

$$Q = LB = n \sum_{k=1}^p \frac{n+2}{n-k} r_k^2 \quad (18)$$

r er korrelationen mellem observationerne af residualerne. Korrelationen udregnes via;

$$r_k = \frac{\sum_{i=k+1}^n u_i u_{i-k}}{\sum_{i=1}^n u_i^2} \quad (19)$$

Teststørrelsen vurderes ud fra en χ^2 -fordeling, hvorudfra det afgøres, hvorvidt hypotesen om ikke-korrelerede residualer accepteres eller forkastes. Testes residualerne for autokorrelation op til 12. lag fremgår det, at antagelsen om ikke-korrelerede residualer ($E(u_t u_s') = 0$ for $s \neq t$) kan accepteres, idet hypotesen om ukorrelerede residualer ikke kan afvises i alle ligningerne, jf. nedenstående Tabel 5.

Tabel 5 Ljung-Box test for autokorrelation op til 12. lag¹⁹

Falsk nulhypotesetest for autokorrelation af $\hat{u}_t$ i VAR			
Ligning i VAR-model		Q-statistik	P-værdi
inf	1	9,611	0,650
dy	2	1,703	0,999
dc	3	7,012	0,857
fi	4	5,665	0,932
w	5	7,485	0,824
dr	6	4,961	0,960

¹⁸ I tilfælde af enhedsrødder i VAR-modellen bør der estimeres en VAR-model med reduceret rang. Dette er dog ikke set nødvendig i denne opgave.

¹⁹ Tests af andre lag-længder giver samme resultat.

Da residualerne både kan antages at være stationære og ukorreleerede er antagelsen om *white noise* proces endnu ikke brudt. Plottes residualerne, jf. bilag, dog indikeres det, at der kan være brud på hypotesen om konstant varians. Residualerne testes derfor for tidsvariende varians, ARCH-effekter. Varierer variansen over tid, kan der være tegn på, at variansen afhænger af de forrige observationer, og der forekommer klyngedannelser, som kan spores i de grafiske plots. LM-tests for ARCH-effekter anvendes til at undersøge hypotesen om konstant varians. Testen udføres ved at opstille en hypotese om, at der ikke forefindes ARCH-effekter i residualerne. Hypotesen testes gennem LM-test, jf. nedenstående formel, der vurderes ud fra en χ^2 -fordeling med p frihedsgrader (Heij et al:2004;627f).

$$\text{var}(u_t|Y_{t-1}) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \alpha_k u_{t-k}^2 \quad (20)$$

Det antages, at $[\alpha_1 = \dots = \alpha_p = 0]$, og LM-testen vurderes ved at anvende R^2 -værdierne ($LM=nR^2$). Det fremgår, jf. nedenstående Tabel 6, at hypotesen om, at residualerne ikke indeholder ARCH-effekter ikke kan forkastes for ligning 1, 2, 3 og 6. For residualerne i ligning 4 og 5, det vil sige ligningen for de finansielle friktioner samt rentespændet, forkastes hypotesen dog, og antagelsen om konstant varians er brudt, hvorfor der kan opstå problemer i analysen af *impulse response* funktionerne.

Tabel 6: LM-test for ARCH-effekter i residualerne

Ligning i VAR-model	LM-statistik	P-værdi
inf	1	8,142
dy	2	18,539
dc	3	14,890
fi	4	38,047
w	5	29,568
dr	6	10,090

Med baggrund i de forskellige tests, jf. analyse i dette afsnit, fremgår det, at enkelte antagelser bag *white noise* processer er brudt i VAR-modellen, da der spores ARCH-effekter. Residualerne kan dog antages at være ukorreleerede. Endvidere fremgår det, at parameterestimaterne ikke antages at indeholde enhedsrødder, og den videre analyse i afhandlingen følger dermed Lütkepohls (2004) eksempel, hvori problemer med ARCH-effekter ignoreres²⁰ som følge af antagelsen om en stærk økonomisk sammenhæng mellem variableerne, jf. antagelsen om en stabil model, og idet variableerne kan antages at være stationære (Lütkepohl:2004;131).

5.4.2 Identifikation af VAR-modellen

Da økonomiske sammenhænge ikke alene kan udledes fra lag-strukturen (Dong:2012;16), identificeres, som beskrevet i afsnit 5.1, modellen gennem restriktioner for de økonomiske sammenhænge. Der arbejdes med en eksakt identificeret model, og der pålægges $[K^2 + \frac{1}{2}K(K-1)]$ -restriktioner, jf. Lütkepohl (2004 og 2005), Hamilton (1994) samt Enders (2004). Det er nødvendigt at pålægge 51 restriktioner, da der indgår seks variable i VAR-modellen.

²⁰ Analysen af VAR-modellen kan i en anden opgave udvides til at rette disse fejl i resultaterne. I afhandlingen tages der forbehold for at residualerne misvisende kan påvirke resultaterne i analysen.

Fastlægges restriktionerne i henhold til teorien samt Amisano og Gianninis ISLM-model illustreret i Lütkepohl (2004 og 2005), anvendes nedenstående sammenhænge som grundlag for analysen af *impulse response* funktionerne.

$$u_t^{\text{inf}} = -a_{12}u_t^{\text{dy}} - a_{13}u_t^{\text{dc}} - a_{15}u_t^{\text{w}} - a_{16}u_t^{\text{dr}} + b_{11}\varepsilon_t^{\text{inf}} \quad (21)$$

$$u_t^{\text{dy}} = -a_{23}u_t^{\text{dc}} - a_{25}u_t^{\text{w}} - a_{26}u_t^{\text{dr}} + b_{22}\varepsilon_t^{\text{dy}} \quad (22)$$

$$u_t^{\text{dc}} = -a_{34}u_t^{\text{fi}} - a_{35}u_t^{\text{w}} - a_{36}u_t^{\text{dr}} + b_{33}\varepsilon_t^{\text{dc}} \quad (23)$$

$$u_t^{\text{fi}} = -a_{45}u_t^{\text{w}} - a_{46}u_t^{\text{dr}} + b_{44}\varepsilon_t^{\text{fi}} \quad (24)$$

$$u_t^{\text{w}} = -a_{53}u_t^{\text{dc}} - a_{54}u_t^{\text{fi}} - a_{56}u_t^{\text{dr}} + b_{55}\varepsilon_t^{\text{w}} \quad (25)$$

$$u_t^{\text{dr}} = b_{66}\varepsilon_t^{\text{dr}} \quad (26)$$

Da analysen af *impulse response* funktionerne foretages ud fra MA-repræsentationen af VAR(p)-modellen, er det ud fra residualerne, innovationer i de enkelte variabler forekommer. Residualerne fra hver ligning i VAR-modellen er korrelerede med de øvrige residualer. Herudfra pålægges restriktioner om økonomiske sammenhænge. I afhandlingen antages det endvidere, jf. ovenstående ligninger, at der forekommer øjeblikkelige påvirkninger som følge af ændringer i de øvrige ligninger.

I tråd med teoriens snit, påvirkes residualerne fra ligningen for inflationen, $u_t^{\Delta p}$, af residualerne fra henholdsvis differensen af produktionsniveauet, differensen af udbud af bankkredit, rentespændet samt Nationalbankens indskudsbevisrente, jf. ligning (22). En nul-restriktion påsættes på de finansielle friktioner, da det antages, at prisniveauet ikke fluktuerer som en direkte effekt af ændringer i de finansielle friktioner. Friktionerne påvirker prisniveauet indirekte gennem produktionsniveauet, jf. ASAD-modellen, udbuddet af kredit samt gennem rentespændet. Endvidere forventes det, at produktionsniveauet, jf. ASAD-modellen, samt udbuddet af kredit har en positiv effekt på prisniveauet. Stiger udbuddet af kredit, forøges både efterspørgselsniveauet efter investeringer samt forbrug, hvilket påvirker priserne gennem ASAD-modellen, og pengemængden i samfundet, hvorigennem hypotesen om pengenes neutralitet kommer i spil. Pengenes neutralitet antager, at produktionsniveauet på lang sigt er givet. En forøgelse af pengemængden fører til prisstigninger, jf. kvantitetsteorien. Residualerne for rentespændet samt differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente forventes at have en negativ sammenhæng med residualerne for prisniveauet, idet en stigning i disse fører til en kontraktion i pengemængden.

I identifikationen antages det endvidere, at residualerne for ligningen med differensen af produktionsniveauet, u_t^{dy} , påvirkes, jf. ligning (23), af residualerne fra både differensen af udbuddet af bankkredit, rentespændet og differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente. En stigning i residualet for udbuddet af kredit forventes at påvirke differensen af produktionsniveauet positivt, da flere investeringer kan finansieres, hvorfor efterspørgslen stiger, jf. ISLM-modellen. Stigninger i rentespændet samt differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente har derimod den modsatte effekt. En stigende rente kan føre til ændringer i forhold til forbrugspræferencerne samt det intertemporale substitutionsvalg. Stigende renter gør det mere attraktivt at spare op frem for at forbruge, hvormed produktionsniveauet mindskes. Det antages, at de finansielle friktioner ikke påvirker produktionsniveauet direkte, men

friktionerne påvirker dog både rentespændet og antallet af udlån. De finansielle friktioner har dermed indirekte effekt på produktionsniveauet, jf. teoriafsnittet 4.

Residualerne fra differensen af udbuddet af bankkredit, jf. ligning (24) påvirkes, ud over de finansielle friktioner, også af rentespændet samt differensen af indskudsbevisrenten, jf. teoriafsnittet 4. Det forventes, at et fald i disse variabler fører til en stigning i antallet af udlån, idet et fald i de tre variabler mindsker incitamenter til kreditrationering i både *borrowing* og *lending*-sektoren.

Selve residualerne af de finansielle friktioner, jf. ligning (25) antages at kunne påvirkes gennem residualerne fra både indskudsbevisrenten samt rentespændet, da det gennem teoriafsnittet er antaget, at lave renter mindsker spændinger på det finansielle marked. Dette medfører, at usikkerheden for tilbagebetaling lån mindskes, og aktivpriserne stiger. Det skal dog gøres opmærksom på, at en længere periode med lave renter kan have den modsatrettede effekt, jf. afsnit 4 om teorien.

Forbedres de finansielle friktioner, forbedres hele det finansielle marked, og færre agentomkostninger opkræves. Rentespændet mindskes. Residualerne fra de finansielle friktioner antages dermed at påvirke residualerne fra rentespændet øjeblikkeligt, jf. ligning (26). Falder likviditeten i banksektoren, vil muligheder for ekstern finansiering både i *borrowing* og *lending*-sektoren mindskes, hvorfor der udbydes færre lån som følge af kreditrationering, og rentespændet stiger. Udbuddet af kredit har dermed en betydning for udviklingen i rentespændet. Sidst antages det, at residualet fra differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente har en direkte effekt på residualet fra rentespændet, da rentespændet ofte ændres i takt med rentepolitikken, jf. teorien i afsnit 4.

Residualerne fra differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente, jf. ligning 27, påvirkes som den eneste variabel i denne analyse ikke af de øvrige faktorer. Dette skyldes, at indskudsbevisrenten bestemmes eksogent via pengepolitiske beslutninger. Indirekte kan de øvrige variabler dog have en effekt, da de danner rammen for analyser, der ligger til grund for pengepolitiske interventioner, som der tages beslutninger om internt i Nationalbanken.

Ovenstående ligninger samt antagelser udformer A- og B-matricerne, som anvendes i den strukturelle model, jf. nedenfor.

$$Au_t = B\varepsilon_t \gg \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & 0 & a_{15} & a_{16} \\ 0 & 1 & a_{22} & 0 & a_{25} & a_{26} \\ 0 & 0 & 1 & a_{34} & a_{35} & a_{36} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & a_{45} & a_{46} \\ 0 & 0 & a_{53} & a_{54} & 1 & a_{56} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} u_t = \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{66} \end{bmatrix} \varepsilon_t \quad (27)$$

A- og B-matricerne estimeres ud fra varians-kovarians matricen af residualerne fra den reducerede model. Matricerne kan ikke estimeres ved hjælp af OLS, da de strukturelle parametre for A og B-matricerne har en ikke-lineær relation til de reducerede parametre (Lütkepohl:2005;365). Estimering af restriktionerne, jf. ovenstående matricer, samt identificering af den strukturelle model til analysen af *impulse response* funktionerne foretages via en iterativ optimering gennem estimeringsmetoden *full-information Maximum Likelihood* (FIML). Estimeringen af A- og B-matricerne tager derfor udgangspunkt i det tilgængelige datagrundlag for hver ligning, som akkumuleres og maksimeres, jf. Hamilton (1994).

5.4.3 Analyse af eksogent chok i de finansielle friktioner

De første tre hypoteser omhandler friktionernes påvirkning af den danske økonomi, og analyseres i dette afsnit gennem *impulse response* funktioner. Ovenstående identifikation anvendes til at omskrive den reducerede model til en strukturel model. Ud fra den strukturelle *moving average* model beregnes selve estimerne for *impulse response* funktionerne, jf. nedenstående ligning.

$$b_{i,3}^{(h)} = \frac{\partial y_{i,t+h}}{\partial \varepsilon_{3,t}} \quad (28)$$

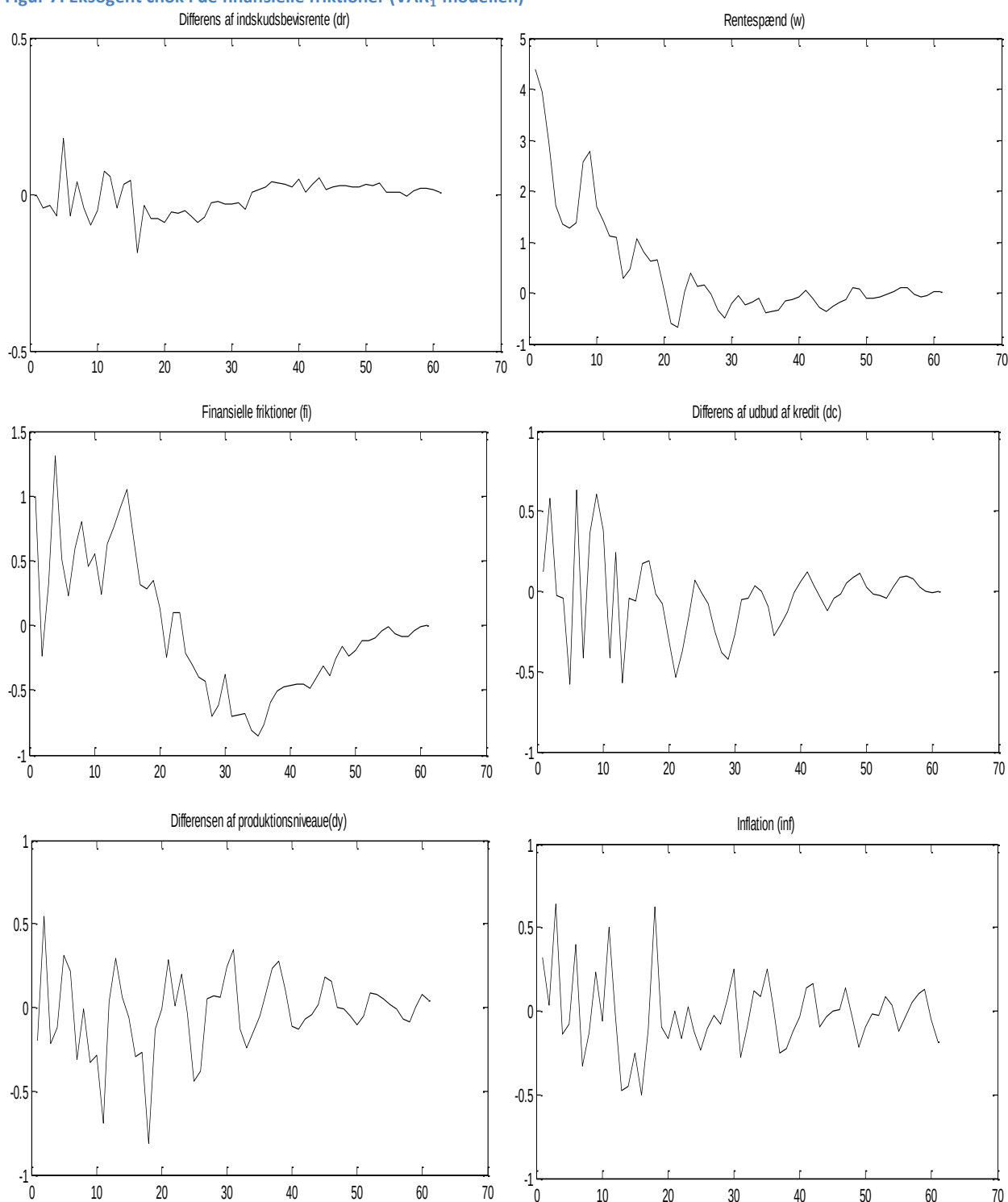
Jf. afsnit 5.1, gives det eksogene chok i friktionerne, $\partial \varepsilon_{3,t}$, kun på $t=0$, og der forekommer dermed ikke korrelation mellem forskellige choks. Korrelationer mellem choks mindsker tydeligheden af effekten af ét enkelt chok. Det eksogene chok i $t=0$ påvirker de øvrige variabler, hvis de er korrelerede med friktionerne. Nulrestriktioner hindrer korrelationer. Korrelationerne mellem variablerne kan vise sig at være øjeblikkelige grundet udformningen af restriktionerne. Tages der eksempelvis udgangspunkt i andre former for restriktioner, såsom Choleski-restriktioner, er rækkefølgen af variablerne i modellen afgørende for korrelationerne. I denne model vil Choleski-restriktioner bevirke, at differensen af indskudsbevisrenten påvirker de øvrige variabler, mens rentespændet påvirker alle de øvrige undtagen differensen af indskudsbevisrenten. De finansielle friktioner påvirker ikke rentespændet. Dette reagerer kun efter lags. Rækkefølgen af variablerne bliver afgørende for korrelationerne mellem variablerne. Restriktioner i henhold til ovenstående AB-model giver derimod muligheden for at arbejde med forskellige former for restriktioner samt at arbejde med korrelationer der både går fra rentespændet til de finansielle friktioner og omvendt.

Resultaterne af *impulse response* funktionerne reskaleres, da variablerne ikke er givet på samme skala. Grundet reskaleringen er innovationer i variablerne givet i standardafvigelser. Reskaleringen følger Lütkepohls (2005) metode og er påført direkte på resultaterne fra *impulse response* funktionerne. Resultaterne for eksempelvis differensen af indskudsbevisrenten divideres med standardafvigelse for residualerne fra ligningen herfor. Reskaleringen foretages efterfølgende i forhold til den pågældende variabel, hvori chokket forekommer. Chokket er på én standardafvigelse. Reskaleringen kan dog foretages ved at give choks på størrelse med standardafvigelse (Lütkepohl:2005;53).

Påføres et eksogent chok på friktionerne svarende til én standardafvigelse, forværres det finansielle marked i tidspunkt nul. Chokket svarer til, at uventede eksogene udviklinger, såsom krakket af Lehman Brothers i 2007, mindsker det danske OMXC-aktieindeks. Mindskes dette, forværres de finansielle friktioner, jf. beregningen af indekset for de finansielle friktioner i afsnit 5.2. Grundet usikkerhed om tilbagebetalingsmuligheder og faldende pris på sikkerhedsstillelse stiger agentomkostninger og den danske økonomi påvirkes, jf. plots for *impulse response* funktioner af rentespænd, udbud af kredit, produktionsniveau og priseniveau i Figur 7. Nationalbankens indskudsbevisrente fluktuerer, men grundet antagelsen i restriktionerne er denne eksogent givet. Fluktuationen i differensen af indskudsbevisrenten, jf. nedenstående plot for *impulse response* funktionen af differensen af indskudsbevisrenten (dr) i Figur 7, kan være forårsaget af ARCH-effekter i modellen. Endvidere er inferens omkring fluktuationen i variabelen tvivlsom. Dette skyldes, at *impulse response* funktionerne er konstruerede ud fra estimerede koefficienter for VAR-modellen (Enders:2004;277). Koefficienterne kan være estimerede upræcist, hvorfor der kan

skabes usikkerhed om analysen af *impulse response* funktionerne. Usikkerheden omkring parameterestimerne minimeres ved at konstruere konfidensintervaller, jf. Enders (2004). Intervallerne inkluderer usikkerheden bag beregningen af *impulse response* funktionerne. Konfidensintervaller kan indikere om fluktuationer eksempelvis er signifikante forskellige fra nul. Signifikante variabler kan antages at være korrelerede med det eksogene chok eller udviklinger i de øvrige variabler. Givet afhandlingens omfang er en sådan analyse henvist til senere.

Figur 7: Eksogent chok i de finansielle friktioner (VAR₁-modellen)



Trods det eksogene chok i de finansielle friktioner kun gives på tidspunkt nul, og der ikke gives yderligere choks, indikerer variablen for de finansielle friktioner, at det finansielle marked fortsætter med at være forværret til omkring 20 måneder efter chokket, jf. ovenstående plot af *impulse response* funktionen af de finansielle friktioner i Figur 7. Dette tyder på, at chokket i de finansielle friktioner har en vedvarende effekt på den danske økonomi og dermed kan føre til acceleratoreffekt, som nævnt i teorien i afsnit 4. Herefter forbedres det finansielle marked, hvilket kan skyldes, at aktivpriser (OMXC-aktieindekset) fortsætter med at stige, indtil markedet igen opnår en ligevægt. Dette forekommer mellem 25 og 50 måneder efter chokket. Efter 50 måneder er fluktuationerne i de finansielle friktioner ikke nødvendigvis forskellige fra nul, hvorfor det indikeres, at markedet er i en ligevægt. Denne nye ligevægt fastholdes så længe yderligere choks ikke forekommer.

Forværringen i de første 25 måneder og derefter forbedringen mellem 25 og 50 måneder kan endvidere skyldes bevægelser på de øvrige markeder. Ifølge restriktionerne påvirker både rentespændet og udbuddet af kredit de finansielle friktioner, jf. forrige afsnit 5.4.2. Sammenhængen mellem den danske økonomi og friktionerne (beregnet ud fra aktivpriser, indlånsunderskud, realrente samt Cibor) analyseres i afhandlingen ud fra de opstillede hypoteser.

Først analyseres de empiriske *impulse response* funktioner i forhold til den første hypotese. Der fokuseres på fluktuationer i rentespændet og differensen af udbud af kredit. Hypotesen antager, at choks i de finansielle friktioner påvirker rentespændet positivt og udbud af kredit negativt. Plottes *impulse response* funktionen af rentespændet over tid, jf. ovenstående Figur 7, fremgår det, at rentespændet umiddelbart stiger med over fire standardafvigelse som følge af chokket i de finansielle friktioner. Dette kan skyldes, at agentomkostninger forøges grundet den større usikkerhed på det finansielle marked. Rentespændet forbliver på et forhøjet niveau til omkring 20 måneder efter chokket, som det gør sig gældende for de finansielle friktioner. Udviklingen følger empiriske resultater fra tidligere VAR-analyser i eksempelvis Bernanke og Gertler (1995) og Peersman (2011). Da indekset for de finansielle friktioner falder i perioden fra 25 til 50 måneder efter det eksogene chok, udviser ovenstående plot for rentespændet i Figur 7 ikke et signifikant fald. Dette kan skyldes, at der ved udlån er administrationsomkostninger ved oprettelse heraf. Jf. teori-afsnittet, pålægges administrationsomkostninger låneren, hvorfor der ikke observeres negative spænd. Ved øget konkurrence på det finansielle marked, minimeres administrationsomkostningerne, jf. mikroøkonomisk teori om prisfastsættelse.

Den første hypotese understøttes endvidere af, at differensen af udbuddet af kredit falder efter 12 måneder og frem til omkring 40 måneder efter chokket, jf. ovenstående plot af differensen af udbud af kredit i Figur 7. Faldet i udbuddet af kredit observeres omkring et år efter chokket, hvorfor det indikeres, at *lending*-sektoren påvirkes efter adskillige lags. Dette kan skyldes kredit- og likviditetsbegrænsninger. De øgede finansielle friktioner forekommer eksempelvis som følge af indlånsunderskud i den finansielle sektor, jf. beregningen af indekset i afsnit 5.2. Rentespændet kan mindske opsparing, da *cash flows* påvirkes af de stigende renter, jf. det teoretiske afsnit. Mindskes indlånsunderskuddet, falder likviditeten i den finansielle sektor, og agentomkostninger stiger. Dette understøttes empirisk af det forøgede rentespænd. De forøgede agentomkostninger medfører kreditrationering, og den samlede mængde af udlån falder. Mindskes den samlede mængde af udlån, er differensen af udbud af kredit negativ, hvilket observeres i *impulse response* funktionen for differensen af udbud af kredit i Figur 7.

Det empiriske resultat af *impulse response* funktionen for differensen af udbud af kredit indikerer desuden, at usikkerheden om låntagernes tilbagebetalingsmuligheder er forhøjede i den danske økonomi grundet friktionerne. Den forøgede usikkerheden kan, ifølge det empiriske resultat, skyldes øgede renteudgifter og derigennem mindskelse af *cash flows* eller fald i aktivpriserne, jf. beregningen af det finansielle indeks. Usikkerheden øger kreditrationeringen grundet forøgede monitoreringsomkostninger. Plottet af *impulse response* funktionen af udbuddet af kredit indikerer, at *borrowing*-sektoren i dansk økonomi kan være påvirket som følge af det eksogene chok i de finansielle friktioner. Plottet af *impulse response* funktionen for udbuddet af kredit understøtter, som rentespændet, den første hypotese. Dog skal der tages højde for signifikansen af fluktuationerne i differensen af udbud af kredit.

Analyseres den anden hypotese om friktioner skaber gælds-inflation i den danske økonomi, fokuseres der på plottet af *impulse response* funktionen for produktionsniveauet i forhold til udviklingen i udbuddet af kredit. Der fokuseres på ændringer i produktionsniveauet og ændringer i udbuddet af kredit, hvorfor der ikke skal tages højde for en eventuel trend i produktionsniveauet.

Impulse response funktionen i Figur 7 indikerer, at differensen af produktionsniveauet empirisk reagerer negativt på udviklingerne i rentespændet, de finansielle friktioner samt udbuddet af kredit. Fluktuationer i differensen af produktionsniveauet, jf. ovenstående plot, kan skyldes sæsoneffekter, som en korrektion herfor ikke har formået at udfase tilstrækkeligt²¹. Trods fluktuationerne, er differensen af produktionsniveauet negativt mellem 9 og 25 måneder efter chokket i de finansielle friktioner. De største negative fald forekommer umiddelbart efter den negative udvikling i *impulse response* funktionen af differensen af udbuddet af kredit, jf. ovenstående plots i Figur 7. Dette indikerer, at produktionsniveauet påvirkes af udbuddet af kredit. Der kan derfor argumenteres for eksistensen af et lag-forhold mellem udbuddet af kredit og produktionsniveauet. Eksisterer dette forhold kan udviklingen i *impulse response* funktionen for produktionsniveauet forårsages af, at investeringsniveauet er mindsket grundet manglende finansieringsmuligheder, jf. faldet i udbuddet af kredit. Mindskes omfanget af investeringer er der fare for gælds-inflation, hvorfor produktionsapparatet forringes, og produktionsniveauet ikke kan opretholdes. Denne analyse af de empiriske udviklinger i den danske økonomi understøttes endvidere af resultaterne fra Bernanke og Gertler (1995). Forklares observationerne i plottet af differensen af produktionsniveauet ud fra Bernanke og Gertlers (1995) analyse, kan de negative fluktuationer forårsages af *excess sensitivity* hypotesen. Er dette tilfældet for dansk økonomi, kan mindre virksomheder med færre interne finansieringsmidler være nødsaget til at forlade markedet, da det ikke er muligt at opnå ekstern kredit til finansiering af blot den daglige produktion (betaling af faste udgifter). En dekomponering af produktionsniveauet kan afgøre om dette er årsagen til det observerede fald i differensen af produktionsniveauet. *Forecast error variance* dekomponeringer (FEVD) kan endvidere understøtte den observerede sammenhæng mellem udbud af kredit og produktionsniveauet. Grundet omfanget af denne afhandling er dette henvist til senere analyser.

Den tredje hypotese om sammenhængen mellem produktionsniveauet og inflationen understøttes som de foregående, idet der observeres fald i inflationen efter, at differensen af produktionsniveauet forekommer

²¹ VAR-modeller med færre lags kan give færre fluktuationer og dermed være en løsning på de mange fluktuationer fundet i *impulse response* funktionerne. I bilag er alle *impulse response* funktionerne, analyseret i denne opgave, gengivet med 4 lags i stedet for 12. Eventuelle afvigelser fra analysen er ikke diskuteret, men anses som en opgave for senere analyser.

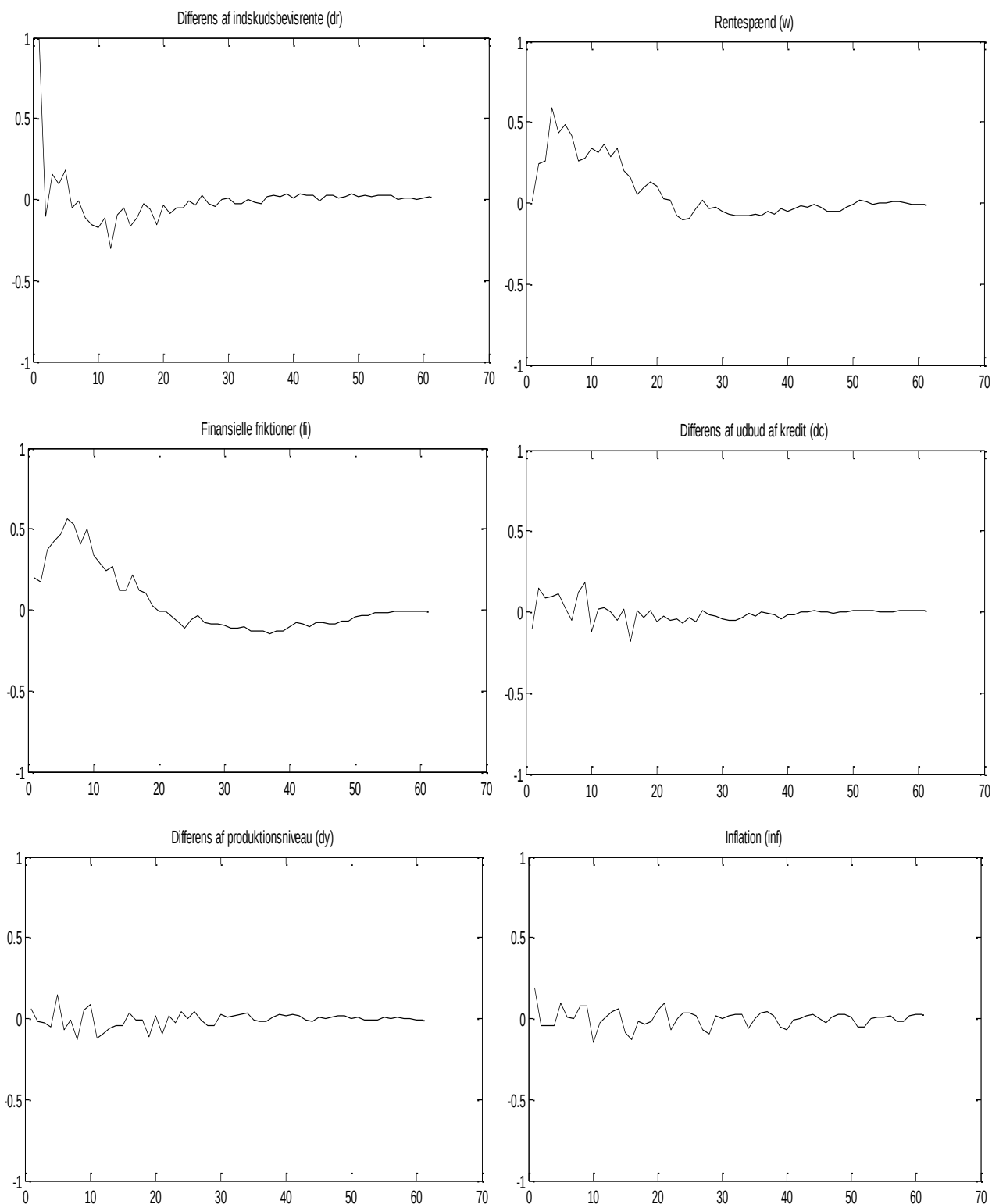
negativt, jf. plottet af *impulse response* funktionen af inflationen i Figur 7. Økonomisk set kan faldet i inflationen forklares ud fra ASAD-modellen, jf. teoriafsnittet. Det faldende produktionsniveauet mindsker presset på priserne, og virksomheder tilpasser produktionsniveauet. Der kan være fare for en deflationær spiral. Den deflationære spiral observeres ikke i *impulse response* funktionen for inflationen. Den kausale sammenhæng fra chokket i friktionerne via ændringer i rentespænd og udbud af kredit samt produktionsniveauet til inflationen skal derfor tages med forbehold i den danske økonomi. Trods indikationen af fald i inflationen bør der ydermere tages forbehold for signifikansen. Indikatoren for inflationen kan være påvirket af eksempelvis udviklinger i den udenlandske efterspørgsel, råvarepriser samt forventninger. En udvidelse af analysen og udarbejdelse af FEVD kan give en tydeligere indikation om den tredje hypotese.

Det eksogene chok i de finansielle friktioner indikerer, jf. denne analyse af hypoteserne, at choks i de finansielle friktioner medfører forøgelse af rentespændet og fald i udbuddet af kredit samt produktionsniveauet. Den første hypotese om, at finansielle friktioner medfølges af højere agentomkostninger understøttes af den empiriske analyse af rentespændet, jf. *impulse response* funktionerne. Endvidere følger udviklingen i kreditniveauet den første hypotese. Det tyder på, at den negative tendens i udbuddet af kredit har en betydning for differensen af produktionsniveauet, hvorfor der i den danske økonomi ses tegn på gældsdeflation, jf. den anden hypotese. *Impulse response* funktionen for inflationen, jf. ovenstående plots, viser sig at være tvetydig, hvorfor den tredje hypotese om den positive sammenhæng mellem produktionsniveauet samt prisniveauet kun understøttes med forbehold for signifikansen og andre faktorer. Friktioner påvirker den danske økonomi ved ændringer på både det finansielle marked og i realøkonomien. Forøgelse af friktioner skaber spændinger på markederne, der kan resultere i et sub-optimalt produktionsniveau, jf. faldet i differensen af produktionsniveauet i ovenstående plots *impulse response* funktioner i Figur 7.

5.4.4 Analyse af eksogent chok i Nationalbankens indskudsbevisrente

Analyseres den fjerde og femte hypotese om indskudsbevisrentens effekt på den danske økonomi, påføres et eksogent chok på differensen af indskudsbevisrenten. Chokket kan anskues som en uventet ændring af den pengepolitiske kurs, eksempelvis en opløsning af fastkurspolitikken eller anden form for afvigelse fra den regelbundne politik. Det uventede chok forventes ikke af investorer og andre markedsaktører. Disse har derfor ikke mulighed for at forudsige dette og dermed indrette sig, således at ændringen på markedet sker før ændringen i pengepolitikken. Afhandlingen er afgrænset fra forventningers betydning for den pengepolitiske transmissionsmekanisme. Derfor er et eksogent chok et billede på, hvordan økonomien påvirkes uden hensyntagen til forventningerne.

Figur 8: Eksogent chok i differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente (VAR₁-modellen)



Den empiriske analyse af eksistensen af en traditionel bankkanal, jf. den fjerde hypotese, indikerer, at denne ikke umiddelbart er at finde i den danske økonomi, jf. udviklingen i *impulse response* funktionen af differensen i udbuddet af bankkredit som følge af det eksogene kontraktive, chok i differensen af indskudsbevisrenten i Figur 8. Tværtimod spores der minimale stigninger i differensen af udbuddet af

kredit. Der forekommer derfor positive ændringer i udbuddet af kredit i den første del af den observerede periode. Dette kan skyldes, at efterspørgslen efter lån eller omlægning af lån er steget. Efter et halvt til trekvart år udviser udbuddet af kredit faldende tendenser, hvorfor det kan indikeres, at der efter lags eksisterer en traditionel bankkanal i den danske økonomi²². Det kontraktive chok i Nationalbankens indskudsbevisrente påvirker med lags de finansielle institutioners passivside. Ændres passivsiderne, påvirkes aktivsiderne, og antallet af udlån mindskes, grundet likviditetsmangel, hvorfor der opstår kreditrationering, jf. teori afsnittet. Denne antagelse understøttes endvidere af, at Danmark er en bankbaseret økonomi, hvor skyggebanks samt øvrige former for långivning ikke nødvendigvis påvirker den traditionelle bankkanal. Mindskelsen af kredit efter lags behøver ikke nødvendigvis indikere, at en traditionel bankkanal eksisterer i den danske økonomi, da dette kan skyldes udviklingen i de øvrige *impulse response* funktioner, jf. den femte hypotese. Signifikansen af *impulse response* funktionen af differensen af udbuddet af kredit i Figur 8 er tvivlsom. Viser ændringer i udbuddet af kredit sig ikke at være signifikant forskellig fra nul, kan dette forårsages af eksistensen af skyggebanksystemet, hvorfor der bør tages højde for risici indeholdt i bankkapital og ikke blot likviditetsrater samt kapital i forhold til antal af aktiver. Kreditmarkedet spiller dermed en større rolle for udviklingen i udbuddet af kredit.

I henhold til den femte hypotese om den pengepolitiske transmissionsmekanisme, indikeres det via rentespændet, at chokket i indskudsbevisrenten, som antaget, er positivt korreleret hermed. Det kontraktive chok i ændringen af Nationalbankens indskudsbevisrente øger de finansielle friktioner, jf. plottet af de finansielle friktioner i Figur 8, hvilket understøtter hypotesen. Dette skyldes eksempelvis betingelserne på det finansielle marked. Betingelserne forværres ved øgede renteudgifter, Cibur, samt gennem realrenten, jf. beregningen af de finansielle friktioner. Friktionerne stiger op mod 0,6 standardafvigelse og forbedres først omkring 20 måneder efter chokket. Dette indikerer vedvarende konsekvenser på det finansielle marked, som følge af en renteændring. Vedvarende effekter kan føre til en acceleratoreffekt i økonomien, hvor selv små ændringer får realøkonomiske konsekvenser, jf. gælds-inflation. Dette skyldes, at *cash flows*, der er vigtige for virksomheders nettoværdibeholdning, mindskes som følge af indskudsbevisrentens sammenhæng med rentespændet (Bernanke og Gertler:1995;40). Chok i differensen af indskudsbevisrenten medfører, jf. ovenstående plots i Figur 8, forøgelse af rentespændet, hvilket understøttes af teorien. Stigende renteudgifter mindsker *cash flows*, hvilket kan resultere i stigende friktioner i den danske økonomi. Desuden ses det empirisk, at rentespændet ikke mindskes før efter friktionerne stabiliseres omkring nulpunktet, jf. *impulse response* funktionen af rentespændet samt de finansielle friktioner i Figur 8. Den teoretiske sammenhæng mellem friktioner, agentomkostninger og rentespænd er at spore på lånemarkedet på det danske marked, jf. sammenligning af plots og LSLD- og XSSD-diagrammerne. Trods den umiddelbare stigning i differensen af udbuddet af kredit samt tvivl om signifikansen heraf, observeres det, at den femte hypotese understøttes af fald i differensen af produktionsniveauet. Ændringen af differensen af produktionsniveauet forbliver negativ frem til to år efter det kontraktive chok i pengepolitikken.

Den femte hypotese om de realøkonomiske konsekvenser af ændringer i pengepolitikken understøttes af den empiriske analyse af *impulse response* funktionerne for henholdsvis rentespændet og de finansielle friktioner. Signifikansen af differensen af udbuddet af kredit er tvivlsom. Produktionsniveauet indikerer, at

²² En dekomponering af *forecast error variance* (FEVD) kan eventuelt afklare om det er indskudsbevisrenten der påvirker udviklingen i udbuddet af kredit. Grundet opgavens omfang er dette dog henlagt til fortløbende analyser.

hypotesen om de realøkonomiske konsekvenser understøttes og er af længerevarende karakter. Realøkonomiske konsekvenser kan ikke umiddelbart spores i prisniveauet, hvoraf fluktuationerne forekommer tvetydige. Eventuelle sæsoneffekter, trods sæsonkorrigeret data, kan være inkorporeret i modellen. Den fjerde hypotese kan dermed ikke understøttes af den empiriske analyse, mens dele af den femte hypotese understøttes empirisk.

Analysen af Nationalbankens pengepolitik via indskudsbevisrenten indikerer, at Nationalbanken via renten har mulighed for at påvirke udviklinger på det finansielle marked, jf. rentespænd og friktioner, samt udviklinger i realøkonomien. Friktioner påvirker dog lånemarkedet og realøkonomien, hvorfor det ikke entydigt kan indikeres, hvorvidt Nationalbanken kan modvirke forøgelse af friktioner. Nationalbankens lave rente begrænser endvidere muligheden for at anvende indskudsbevisrenten som pengepolitisk instrument.

5.5 Analyse af VAR-modellen med Nationalbankens aktiver som det pengepolitiske instrument

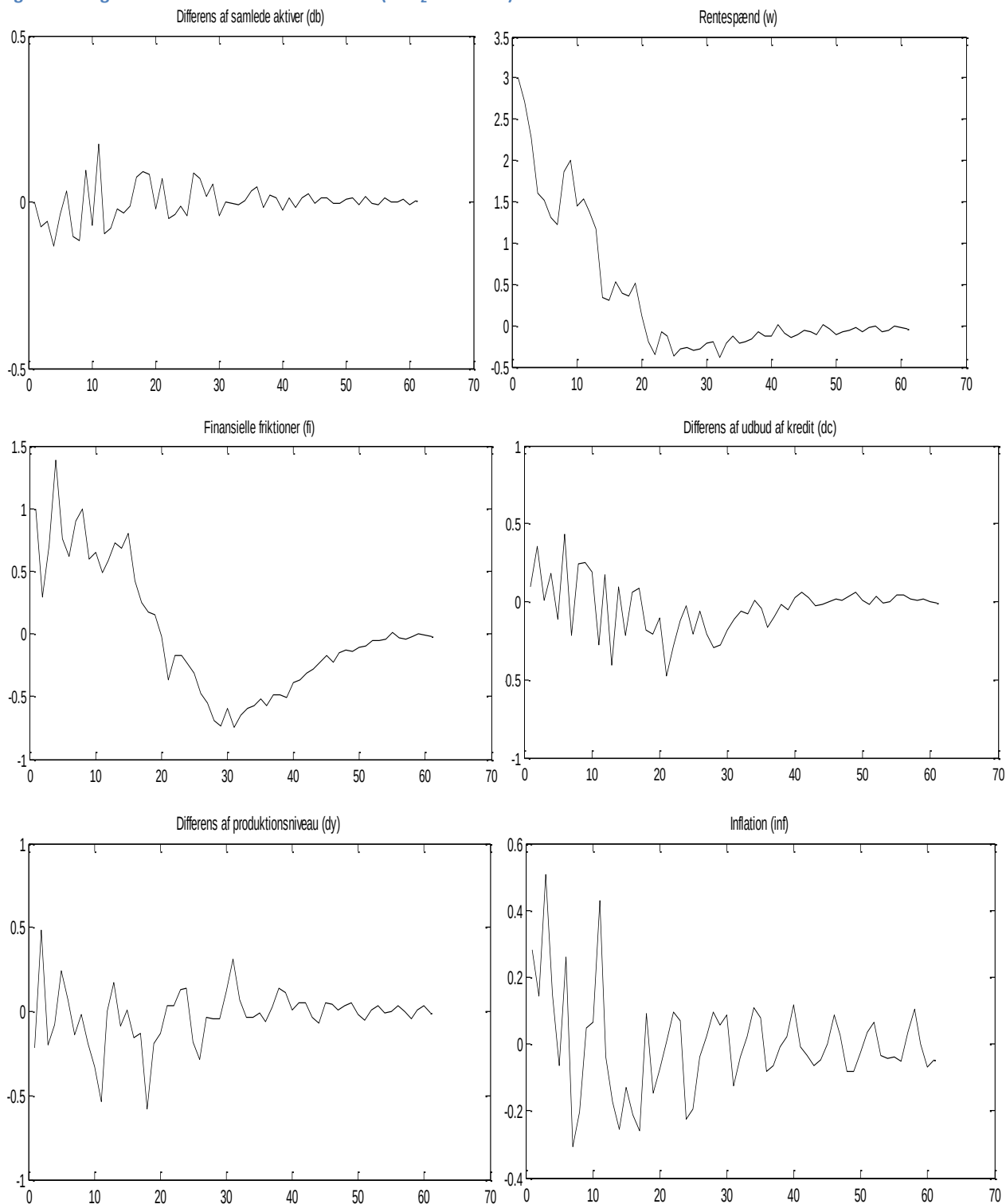
Hypoteserne analyseres endvidere ud fra en model, hvor Nationalbankens samlede aktiver inkluderes som det pengepolitiske instrument. Dette skyldes, at stimulering af økonomien via ændringer af indskudsbevisrenten som følge af krisen er minimal grundet den lave pengepolitiske rente. Endvidere argumenteres der for i ECB (2010), at den traditionelle rentepolitik ikke nødvendigvis har kunnet transmitteres ud i realøkonomien. Dette er til trods for, at analysen i afsnit 5.4 indikerer denne transmission. Hypoteserne analyseres ud fra respecificeringen af modellen.

Inkorporeringen af differensen af de samlede aktiver som det pengepolitiske instrument ændrer ikke på fremgangsmåden anvendt i ovenstående analyse. Estimeres modellen med 12 lags og beregnes egenværdierne af *companion*-matricen, fremgår det, at modellen kan antages at være stationær, da egenværdierne alle er mindre end én. Residualerne antages at være stationære. Ligesom i den forrige VAR₁-model forekommer der problemer i forhold til ARCH-effekter. Der er tegn på autokorrelation i ligningen for prisniveauet, hvorfor usikkerhed omkring inferens af *impulse response* funktionerne skabes. Medtages flere lags i modellen ændres denne konklusion ikke. På baggrund af Lütkepohls (2004) eksempel og argumentation for at stabilitet af parameterestimaterne er afgørende for muligheden for at arbejde videre med modellen, fortsættes analysen uden yderligere korrektion af VAR-modellen. I statistiske hypotesetests er der desuden fare for at begå henholdsvis type 1 og type 2 fejl. Mindskes signifikansniveauet, øges risici for at acceptere falske hypoteser. Der begås dermed en type 2 fejl. Type 1 fejlen afviser en sand hypotese (Aczel:2006;283f). Modellen omskrives til en *moving average* proces, og restriktioner pålægges på samme måde som i forrige analyse. Ud fra disse restriktioner foretages en analyse af *impulse response* funktionerne. Der påføres et eksogent chok på de finansielle friktioner samt på differensen af Nationalbankens samlede aktiver. Hypoteserne analyseres ud fra resultaterne fra *impulse response* funktionerne.

5.5.1 Eksogent chok i de finansielle friktioner

Anvendes differensen af Nationalbankens samlede aktiver som det pengepolitiske instrument i VAR-modellen (VAR_2 -modellen), understøttes resultaterne draget fra den forrige empiriske analyse i afsnit 5.4, hvori differensen af indskudsbevisrenten indgik som det pengepolitiske instrument i VAR-modellen. Dette understøtter robustheden af resultaterne. Et eksogent chok på de finansielle friktioner i VAR_2 -modellen giver følgende resultater fra *impulse response* funktionerne.

Figur 9: Eksogent chok i de finansielle friktioner (VAR_2 -modellen)



Som i den foregående analyse i afsnit 5.4.3, indikerer ovenstående plot af de finansielle friktioner i Figur 9, at et eksogent chok i de finansielle friktioner har vedvarende effekter på det finansielle marked. Det finansielle marked forbliver forværret til omkring 20 måneder efter det eksogene chok. Herefter falder indekset til omkring 30 måneder efter chokket. Først omkring 50 måneder efter chokket stabiliseres de finansielle friktioner igen omkring nulpunktet. Udviklingen i de finansielle friktioner følger analysen fra den forrige analyse, jf. afsnit 5.4. Udviklingen i de finansielle friktioner indikerer, at de finansielle friktioner påvirkes af markedet for udbuddet af kredit samt rentespændet, der også fluktuerer i denne periode.

Analysen af fluktuationerne i rentespændet og differensen af udbuddet af kredit tager udgangspunkt i den første hypotese, hvorfor fremgangsmåden i den første analyse i afsnit 5.4.3 følges. I rentespændet forekommer der en øjeblikkelig korrelation med chokket i de finansielle friktioner. Rentespændet stiger med op mod tre standardafvigelser, jf. ovenstående plot af *impulse response* funktionen af rentespændet i Figur 9. Reaktionen i variabelen er betydeligt mindre end i VAR₁-model, hvor rentespændet steg med mellem fire og fem standardafvigelser. Forøgelsen af spændet understøtter, som i analysen i 5.4.3, den første hypotese, hvorfor det indikeres, at der er en sammenhæng mellem de finansielle friktioner og rentespændet. Denne sammenhæng kan teoretisk forklares ud fra agentomkostninger. I ovenstående plot af rentespændet i Figur 9 viser det sig desuden, at dette aldrig forekommer signifikant under nul. Dette gjorde sig også gældende for den forrige analyse i afsnit 5.4.3, hvorfor antagelsen om positive agentomkostninger understøttes. Konkurrence på det finansielle marked kan dog forårsage en minimering af agentomkostningerne, jf. teoriafsnittet. På baggrund af den empiriske analyse i denne og den foregående empiriske analyse indikeres det, at der i den danske økonomi forekommer en positiv korrelation mellem de finansielle friktioner og rentespændet. Teorien samt resultater fra eksempelvis Peersman (2011) og Bernanke og Gertler (1995) understøttes.

Trods indikationen af den empiriske understøttelse af den første hypotese, forekommer sammenhængen mellem udviklinger på det finansielle marked, eksempelvis chokket i de finansielle friktioner, og differensen af udbud af kredit mere tvivlsom. Differensen af udbuddet af kredit fluktuerer, hvilket ikke kan forklares ud fra ustabile parameterestimater. Fluktuationen er mindre end en halv standardafvigelse, hvorfor der kan sås tvivl om inferens heraf. Trods tvivlen kan der observeres en overvejende negativ udvikling i differensen af udbuddet af kredit fra omkring 10 til 30 måneder efter chokket i de finansielle friktioner. Dette kan indikere eksistensen af et lagged forhold mellem udviklingerne i friktionerne samt i rentespændet. Det lagged forhold kan skyldes en vedvarende effekt i de finansielle friktioner, hvorfor den fremtidige indtjeningsevne berøres mere end ved blot midlertidige udsving. Falder den fremtidige indtjeningsevne, forværres den finansielle sektor og virksomheders nettoværdibeholdninger. Dette forværrer lånepositioner, hvorfor der kan opstå kreditrationering, der observeres ved færre udlån. Den første hypotese understøttes dermed kun med forbehold for inferens i variabelen for differensen af udbud af kredit, jf. ovenstående plots af *impulse response* funktioner i Figur 9.

Tvivlen omkring den første hypotese besværliggør grundlaget for at undersøge den anden hypotese empirisk. Ovenstående plot af differensen af produktionsniveauet (dy) indikerer, at produktionsniveauet, som udbuddet af kredit, er underlagt fluktuationer i den observerede periode. Der observeres en overvejende negativ tendens i variabelen for produktionsniveauet fra omkring 10 måneder til 25 måneder efter chokket. Denne periode dækker perioden, hvori der observeres en negativ tendens i differensen af udbuddet af kredit, hvorfor det tyder på, at der kan observeres en sammenhæng mellem de to variabler,

som hypotesen foreskriver. Det ses, at der ikke umiddelbart forekommer et lag-forhold mellem fald i differensen af udbuddet af kredit samt differensen af produktionsniveauet, hvorfor resultater fra den forrige empiriske analyse i afsnit 5.4.3 modsiges. Resultaterne i denne empiriske analyse kan skyldes med udviklingerne i rentespændet, da øgede rentespænd kan skabe større omkostninger i forhold til afbetaling af lån, hvorfor nye investeringer ikke foretages til opretholdelse af produktionsniveauet. De stigende renteomkostninger kan også have betydning for *excess sensitivity* hypotesen, hvorfor udviklingen i produktionsniveauet kan forklares herudfra. I *excess sensitivity* hypotese er det antaget at forøgede renteomkostninger kan påvirke små virksomheder, hvilket mindsker produktionsniveauet. Mindskes produktionsniveauet, forekommer der fald i differensen af produktionsniveauet i stil med dem der kan observeres i ovenstående plot i Figur 9. Medtagelse af flere variabler samt dekomponering af produktionsniveauet kan indikere, om *excess sensitivity* og dermed forøgelser af rentespænd forårsager faldet i differensen af produktionsniveauet. Den anden hypotese kan således ikke umiddelbart understøttes, idet der ikke observeres lag-forhold mellem udbuddet af kredit og produktionsniveauet. Øvrige forklaringer på faldet må tages i brug.

Den tredje hypotese understøttes ikke nødvendigvis af ovenstående *impulse response* funktioner for inflationen i Figur 9. Som i den forrige analyse af friktionernes betydning for dansk økonomi i afsnit 5.4.3 fluktuerer inflationen, hvorfor en tydelig konklusion om den tredje hypotese besværliggøres. Inflationen udviser dog en negativ tendens i perioden, produktionsniveauet falder. Dette kan understøtte teorien bag ASAD-modellen. Plottet af *impulse response* funktionen af inflationen i Figur 9 indikerer imidlertid også, at inflationen falder umiddelbart før produktionsniveauet mindskes. Dette kan hænge sammen med udviklingen i rentespændet. En analyse af FEVD bør anvendes for at danne et entydigt billede af konklusion om den tredje hypotese. Konfidensintervaller vil desuden undersøge fluktuationerne for inferens. Den negative tendens mellem 10 og 25 måneder efter chokket tyder på, at der kan eksistere en sammenhæng mellem produktionsniveauet samt inflationen i den danske økonomi.

Den empiriske analyse af VAR-modellen med Nationalbankens samlede aktiver som det pengepolitiske instrument understøtter den første hypotese. Det er tvivlsomt, hvorvidt den anden og tredje hypotese kan bekræftes i den danske økonomi. Inflationen synes dog at have en sammenhæng med produktionsniveauet. Friktioner påvirker dermed den danske økonomi gennem forøgede agentomkostninger samt negative effekter på både produktionsniveauet og inflationen. Disse resultater forekommer robuste i de to analyser.

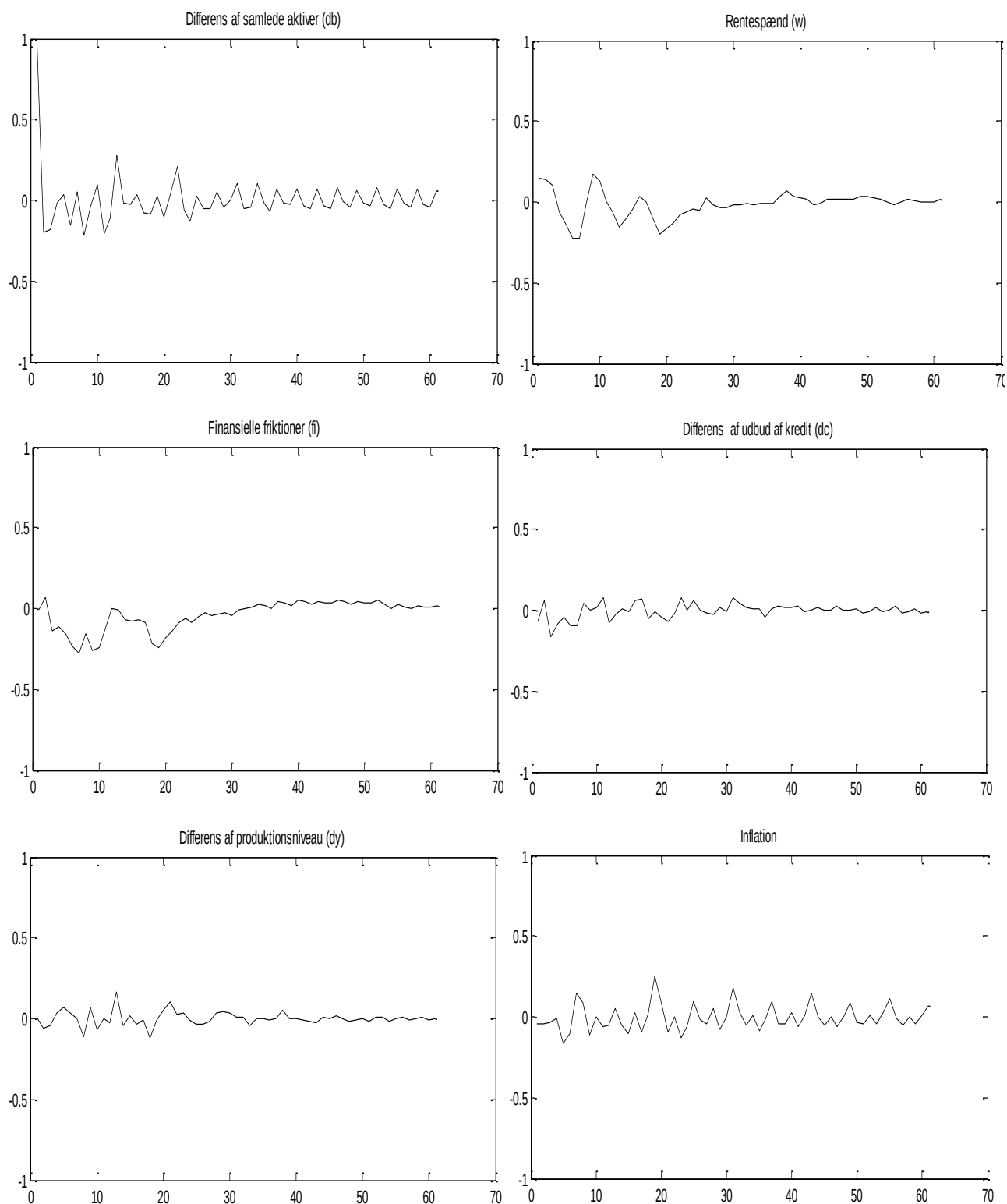
5.5.2 Eksogent chok i Nationalbankens samlede aktiver

Et eksogent chok på differensen af Nationalbankens samlede aktiver i *moving average* repræsentationen indikerer en ændring af den pengepolitiske kurs i forhold til markedsforventningerne. Det eksogene chok i differensen af Nationalbankens samlede aktiver undersøges på baggrund af den fjerde og femte hypotese, hvorfor den metodiske gennemgang følger den forrige empiriske analyse af et chok i indskudsbevisrenten i afsnit 5.4.4.

Undersøges den fjerde hypotese om eksistensen af en traditionel bankkanal, ses denne ikke empirisk i VAR-modellen med Nationalbankens samlede aktiver (VAR₂-modellen). Plottet for differensen af udbud indikeres endvidere at være insignifikant. Dette understøtter indikationen fra forrige analyse af VAR₁-

modellen, hvori der blev sået tvivl om signifikansen af fluktuationerne i differensen af udbuddet af kredit. Resultater fra Adrian, Moench og Shin (2010) samt Zeng (2010) modsiges dermed i denne empiriske analyse.

Figur 10: Eksogent chok i differensen af Nationalbankens samlede aktiver (VAR₂-modellen)



Lægges fokus på den femte hypotese om pengepolitikens realøkonomiske konsekvenser empirisk via *impulse response* funktionerne, observeres denne ikke empirisk for dansk økonomi. Af ovenstående plot for rentespændet i Figur 10, indikeres et fald. Faldet er imidlertid ikke nødvendigvis forskelligt fra nul. Det ses endvidere, at den negative effekt i de finansielle friktioner som følge af det ekspansive eksogene chok i Nationalbankens samlede aktiver er betydeligt længerevarende end i VAR₁-modellen. Friktionerne fluktuerer først omkring nulpunktet efter to til tre år efter chokket i Nationalbankens samlede aktiver. Aktiverne kan dermed have en betydning for udviklingen i de finansielle friktioner og understøtter, som i den tidligere analyse i afsnit 5.4.4 den femte hypotese.

Modsat den empiriske analyse i afsnit 5.4.4, er det ikke muligt at konkludere ud fra hverken differensen i udbuddet af kredit, produktionsniveauet eller ud fra inflationen, om den femte hypotese kan understøttes empirisk for den danske økonomi. Dette skyldes, at der i *impulse response* funktionerne af disse, ikke forekommer tydelige udviklinger heri, hvorfor sammenslutning om økonomiske sammenhænge mellem hypotesen og empirien besværliggøres. Tværtimod tyder det på, at chokket i Nationalbankens aktiver ikke umiddelbart har den forudindtagede sammenhæng med produktionsniveauet. Dette er til trods for at udviklingen i rentespændet samt i de finansielle friktioner empirisk understøtter den teoretisk hypotese. Endvidere ses i denne model væsentligt større fluktuationer i *impulse response* funktionerne. Dette kommer især til udtryk i plottet for inflationen, jf. Figur 10 ovenfor. Det indikeres, at *impulse response* funktionerne kan være underlagt problemer i forhold til estimeringen grundet ARCH-effekter samt autokorrelation i netop ligningen for inflationen. En justering af disse problemer kan give en tydeligere indikation af udviklingen i inflationen som følge af chokket i Nationalbankens samlede aktiver. En dekomponering af inflationen foretrækkes endvidere for fokus udelukkende kan lægges på danske udviklinger i estimeringen af selve VAR-modellen. Disse opgaver er henlagt til senere analyser.

Et ekspansivt chok i Nationalbankens samlede aktiver har, på baggrund af ovenstående, en effekt på rentespændet og de finansielle friktioner. Det er tvivlsomt, hvorvidt Nationalbankens samlede aktiver kan anvendes til at mindske kredit- og likviditetsbegrænsninger, som antaget af Kiyotaki og Moore (2005). Dette skyldes ikke mindst, at udbuddet af kredit først efter et halvt år udviser positive fluktuationer, der endda forekommer tvivlsomme. Hverken den fjerde eller femte hypotese er dermed at finde empirisk for den danske økonomi, om end elementer af den femte hypotese understøttes af analysen.

5.6 Den finansielle krise fra 2007

I ovenstående analyser i afsnit 5.4 og 5.5 af de fem første hypoteser er der ikke taget højde for uroen på de finansielle markeder, og hvilken betydning denne har haft for konklusioner draget omkring hypoteserne. I denne del af analysen fokuseres der på den sjette hypotese, hvori det er antaget, at transmissionsmekanismen er påvirket, og at choks i Nationalbankens samlede aktiver har en større effekt på kreditudbudskanalen end chok i indskudsbevisrenten under krisen. Analysen foretages ved at påsætte en dummy på tiden omkring den finansielle krise og derefter sammenligne resultaterne fra choks i de finansielle friktioner samt i ændringen af pengepolitikken med de forrige konklusioner. I analysen anvendes hypoteserne 1-5 til at danne et grundlag for den sjette hypotese. Disse analyseres først.

En dummy fastsættes i afhandlingen ud fra observationerne 141-155, hvilket svarer til tiden fra september 2007 til november 2008. Dummyen er påsat ud fra indekset for de finansielle friktioner og betegner den tid, hvori de finansielle friktioner var på højeste niveau i den observerede periode anvendt i afhandlingen. Det påpeges, at det i afhandlingen ikke antages, at den finansielle krise kun forekom i denne periode. Længerevarende effekter har kunnet spores i dansk økonomi. Endvidere har den finansielle krise medført andre kriser, såsom euro-krisen. Denne kan ligeledes have påvirket dansk økonomi. En dummy udelukkende fra september 2007 til november 2008 bevirker, at der udelukkende kan refereres til den finansielle krise og ikke andre efterfølgende kriser, der kan være forårsaget af den finansielle krise. Forlængelse af datasættet samt medtagelsen af øvrige kriser kan styrke analysen.

På sættes dummyen, forbedres datagrundlaget til *impulse response* analysen, idet begge VAR-modeller, både den reducerede VAR-model med differensen af indskudsbevisrente som det pengepolitiske instrument (VAR_{1d}-modellen) og VAR-modellen med differensen af Nationalbankens samlede aktiver som det pengepolitiske instrument (VAR_{2d}-modellen), nu kan antages at have stabile parameterestimer. Enhedsrødderne er alle mindre end én. Endvidere viser tests af residualerne fra begge modeller, at residualerne nu kan antages at udgøre *white noise* processer. Residualerne kan antages at være både stationære og ukorrelerede. Endvidere er der i modellerne ikke længere tegn på ARCH-effekter på signifikansniveau 0,01, og antagelsen om konstant varians er mødt. Statistiske tests af modellerne giver dermed ikke grund til at tro, at resultaterne bag *impulse response* funktionerne er misvisende. Dummyen synes at have en forbedrende effekt på modellerne.

I VAR_{1d}-modellen, fremgår det, jf. Figur 11, at de finansielle friktioner ikke kan antages at være forhøjede over længere tid som det gjorde sig gældende for VAR₁-modellen. De finansielle friktioner fluktuerer efter chokket. Fra 5 til omkring 10 måneder efter chokket ses fald på op til en halv standardafvigelse. Herefter stiger friktionerne igen og forbliver forhøjede i perioden fra 15 til omkring 30 måneder efter chokket. Der observeres ikke den umiddelbare nedgang i friktionerne, som der observeres i VAR₁-modellen.

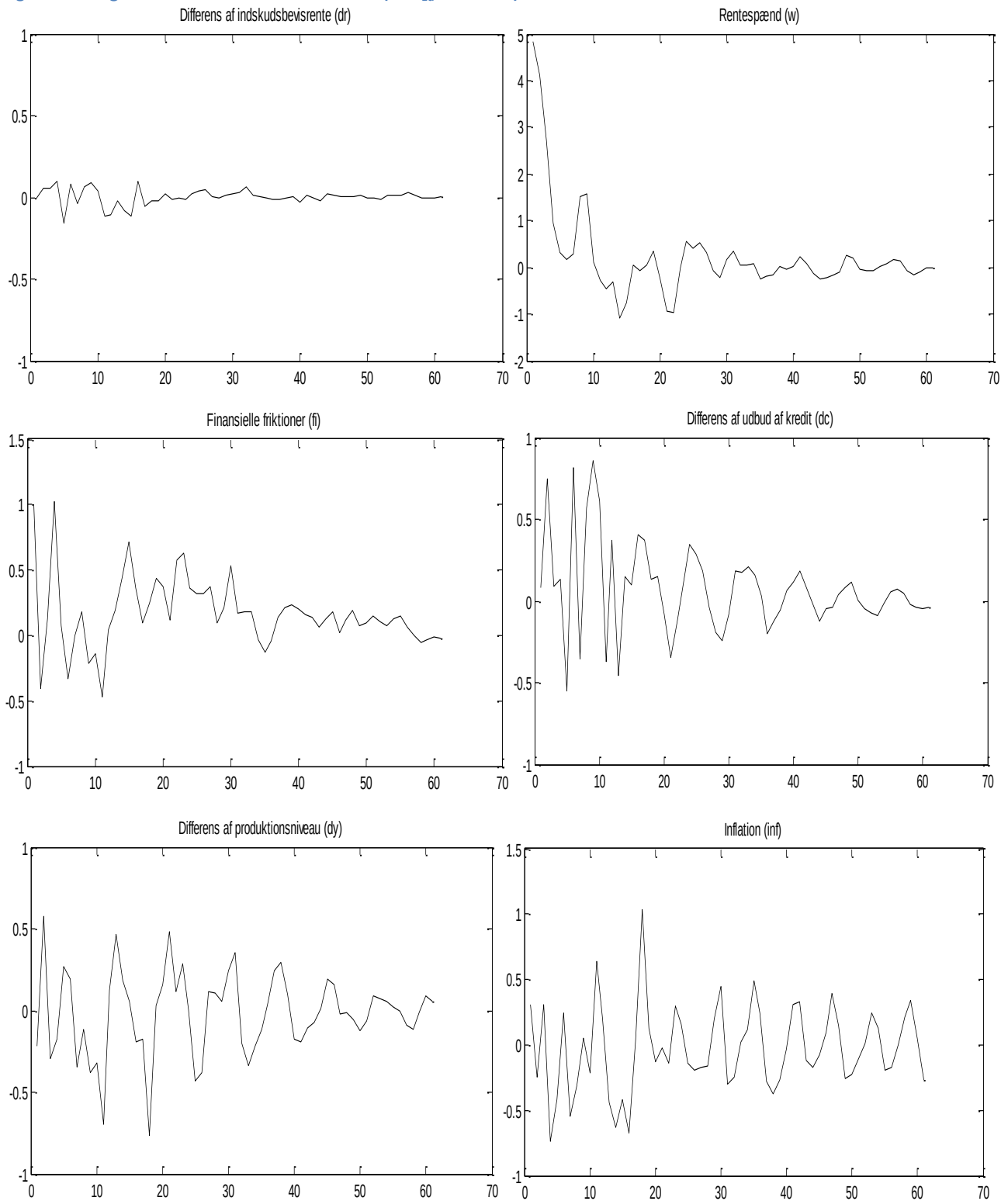
Den første hypotese i VAR_{1d}-modellen kan ligesom i VAR₁-modellen ikke afvises. Der observeres en øjeblikkelig, kraftig stigning på op mod fem standardafvigelser, jf. nedenstående plot af *impulse response* funktionen for rentespændet. Modsat VAR₁-modellen udviser rentespændet i VAR_{1d}-modellen ikke indikation af et længerevarende, forøget niveau, som i VAR₁-modellen. Dette kan hænge sammen med, at der ikke observeres samme vedvarende forøgelse af de finansielle friktioner grundet chokket i VAR_{1d}-modellen. Ud fra plots af *impulse response* funktionerne i Figur 11 indikeres det, at agentomkostninger kan aflæses empirisk i rentespændet for den danske økonomi, og at friktioner påvirker dette.

Udbuddet af kredit fluktuerer gennem den observerede periode. Det er ikke muligt at slutte en entydig sammenhæng mellem udbuddet af kredit og de forøgede friktioner samt rentespændet. Tværtimod indikerer fluktuationerne en stigning i differensen af udbuddet af kredit, jf. nedenstående plot i Figur 11. Dette modsiger analysen fra VAR₁-modellen samt den første hypotese. Der kan dermed ikke antages at eksistere en *balance sheet channel* i den danske økonomi, hvorfor det umiddelbare fald i eksempelvis aktivpriserne, jf. beregningen af indekset for de finansielle friktioner, ikke fører til de forudindtagede fald i udbuddet af kredit. Den første hypotese kan ikke umiddelbart antages at gælde for dansk økonomi, hvorfor krisen tyder på at have haft en effekt på friktionernes påvirkning af dansk økonomi.

Den observerede udvikling i udbuddet af kredit, jf. nedenstående plot i Figur 11, besværliggør endvidere analysen af den anden hypotese, hvorfor det ikke er muligt at antage, at fald i kredit medfører gældsdeflation. Dog udviser differensen af produktionsniveauet, jf. nedenstående plot i Figur 11, en udpræget negativ tendens fra omkring 10 til 25 måneder efter chokket i de finansielle friktioner. Variablen fluktuerer, hvorfor observation af en tydelig tendens besværliggøres. Indikationen af en overvejende negativ tendens i differensen af produktionsniveauet indikerer, at der kan være en vedvarende og udbredende effekt som følge af chokket i de finansielle friktioner. Forøgelsen af friktionerne mindsker aktivpriserne, hvorfor afkast på investeringer samt eksempelvis virksomhedens værdi minimeres, jf. teorien. Dette forværrer den finansielle position og muligheden for at investere. Endvidere øges rentespændet, hvilket forøger renteudgifter. De øgede renteudgifter mindsker *cash flows*, hvorfor det kan være nødvendigt at begrænse den daglige produktion og dermed de variable omkostninger. Faldet i produktionsniveauet kan således stadig være et tegn på gældsdeflation, idet mulighederne for investeringer i kapitalapparatet mindskes. Mindskes dette, falder produktiviteten. Dekomponering af produktionsniveauet er nødvendigt for at drage en entydig konklusion om den anden hypotese. Lag-effekter mellem udbud af kredit og produktionsniveauet er ikke at spore empirisk i VAR_{1d}-modellen, hvilket modsiger resultater fra eksempelvis Bernanke og Gertler (1995).

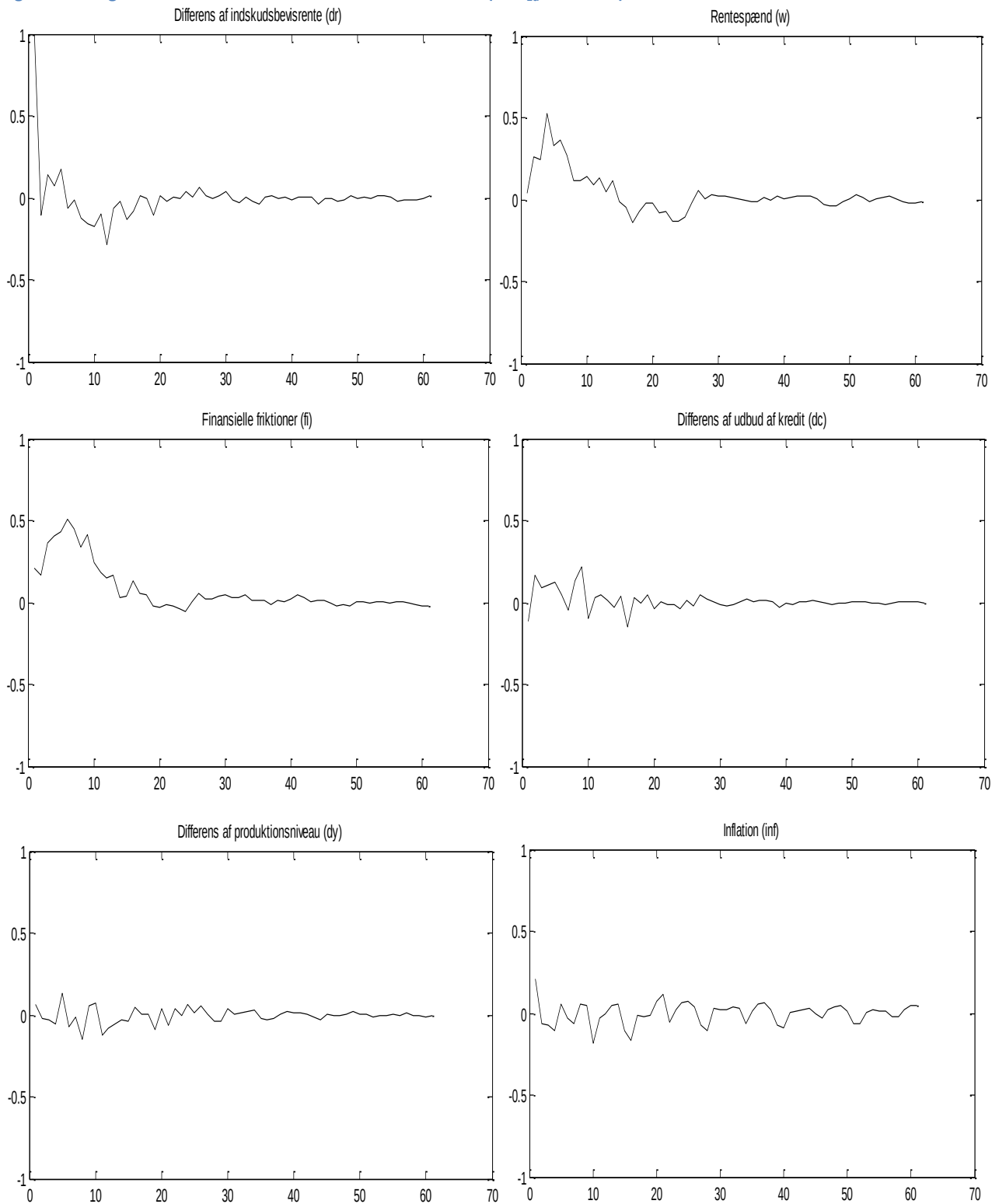
Inkorporeres en dummy i analysen, indikeres det, at inflationen har været mere produktionsfølsom før krisen. Dette observeres ud fra fluktuationerne i inflationen, jf. nedenstående plot i Figur 11. Fluktuationerne er ikke bare større end tidligere, men udviser en negativ tendens i perioden fra chokket indtræder til omkring 15 måneder efter chokket. De umiddelbart største fald observeres i perioden mellem 10 og 15 måneder efter chokket, hvorfor disse indtræder i samme tidsrum som de største fald i produktionsniveauet. Dette understøtter den tredje hypotese. Der observeres desuden fald før produktionsniveauet falder, hvilket kan forklares ud fra udviklingerne på det finansielle marked samt i rentespændet. Uroen på det finansielle marked i form af forøgelsen af friktionerne, mindsker inflationen grundet aktiepriserne. Rentespændet mindsker endvidere forbruget grundet det intertemporale substitutionsvalg samt øger opsparing i finansielle institutioner frem for investeringer i eksempelvis aktier. Derudover kan udenlandske tendenser påvirke inflationen, hvorfor faldet i inflationen ikke nødvendigvis bør søges i de øvrige variabler i modellen.

Figur 11: Eksogent chok i de finansielle friktioner (VAR_{1d}-modellen)



Sammenlignes konklusionerne for den fjerde og femte hypotese fra VAR₁-modellen gives der også i dette analyseafsnit et eksogent chok på differensen af indskudsbevisrenten. Det fremgår af udviklingen i differensen af udbuddet af kredit, jf. nedenstående plot af *impulse response* funktionen i Figur 12, at den fjerde hypotese om en traditionel bankkanal stadig ikke kan antages at gælde for den danske økonomi. Det eksogene chok i differensen af indskudsbevisrenten forårsager ikke umiddelbare fald i udbuddet af kredit. Endvidere fremgår det af udviklingen i rentespændet samt de finansielle friktioner, at der i modellen med dummyen sker en hurtigere tilpasning til ændringer i den pengepolitiske kurs. Dette fremgår af, at rentespændet og de finansielle friktioner allerede omkring et år efter chokket i indskudsbevisrenten stabiliseres omkring nulpunktet. I den tidligere analyse af VAR₁-modellen i afsnit 5.4.4 foregik dette først mellem halvandet til to år efter chokket i indskudsbevisrenten. Det økonomiske rationale bag denne udvikling kunne grunde i, at der i nedenstående plots i Figur 12 er taget højde for de ekstreme udviklinger på det finansielle marked under den finansielle krise. Ses der bort fra de ekstreme udviklinger kan det indikeres, at markedet relativt hurtigt tilpasser sig til den nye økonomiske situation med et højere niveau af indskudsbevisrenten, som følge af en positiv renteændring. Renteniveauet er i sig selv ikke afgørende for udviklingen i realøkonomien, mens ændringer i niveauet er afgørende herfor. Både rentespændet og indekset for de finansielle friktioner understøtter den femte hypotese, hvorfor de økonomiske sammenhænge er sammenlignelige med VAR₁-modellen. Den femte hypotese understøttes endvidere af udviklingen i produktionsniveauet, der undergår samme udvikling i begge modeller. Krisen tyder ikke på at have haft en effekt herpå. Inflationen er, jf. nedenstående plot i Figur 12, overvejende negativ. De store fluktuationer besværlig gør som i VAR₁-modellen en retvisende konklusion herom. Fluktuationerne er større, når der tages højde for krisen, jf. VAR_{1d}-modellen.

Figur 12: Eksogent chok i Nationalbankens indskudsbevisrente (VAR_{1d}-modellen)



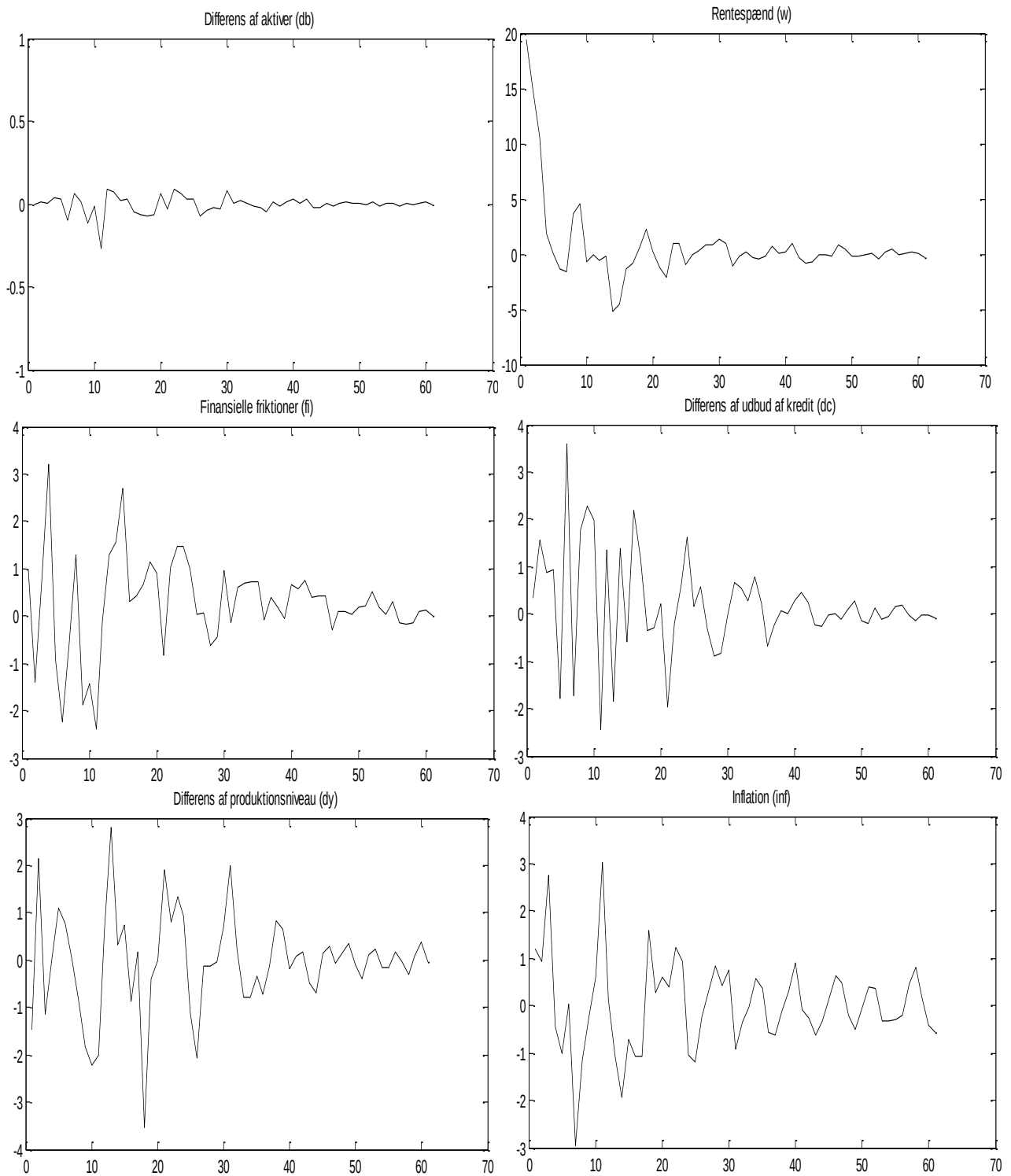
For at analysere den sjette hypotese er det ligeledes nødvendigt at foretage en sammenligning med VAR-modellen, hvor der inkluderes både differensen af Nationalbankens samlede aktiver og en dummy (VAR_{2d}-modellen), og ovenstående analyse af VAR_{1d}-modellen. Fokuseres der på VAR_{2d}-modellen indikeres det, at der i denne model er store forskelle at finde sammenlignet med den tidligere VAR₂-model og ovenstående VAR_{1d}-model, når der fokuseres på et chok i de finansielle friktioner, jf. nedenstående plots af *impulse response* funktionerne i Figur 13. Dette fremgår blandt andet af de store ændringer i de øvrige variabler som følge af chokket i de finansielle friktioner.

Friktionerne stabiliserer sig ikke omkring nulpunktet umiddelbart efter chokket. Tværtimod udvises der både negative og positive fluktuationer, hvorfor uroen på det finansielle marked ikke kan antages at være forbigående. Efter de første 10 måneder ses der udelukkende positive fluktuationer. Chokket på det finansielle marked kan være en af de forklarende faktorer bag den finansielle krise. Dette kan forklares ud fra krakket af Lehman Brothers i USA. Usikkerheden på det finansielle marked blev øjensynligt og markeder i både USA, EU og Danmark blev ramt. En enkelt hændelse udløste dermed en dominoeffekt.

Fokuseres der på rentespændet, forekommer der en kraftig stigning heri på op mod 20 standardafvigelser. Dette understøtter den første hypotese. Analysen udviser en indikation af, at rentespændet forekommer negativt omkring 15 måneder efter chokket på det finansielle marked. Denne observation modsiger den tidligere argumentation for, at rentespændet ikke kan forekomme negativt. Denne analyse adskiller sig væsentligt fra de tidligere, og robustheden af resultaterne er tvivlsomme. Udbuddet af kredit fluktuerer endvidere, hvorfor udviklingen heri følger de tidligere analyser i afsnit 5.4 og 5.5. Fluktuationen samt tvivlen om robustheden af analysen bevirker, at den første hypotese ikke umiddelbart kan antages at gælde for den danske økonomi, hvis der fokuseres på VAR_{2d}-modellen.

Fokuseres der på den anden og tredje hypotese er det desuden ikke muligt at komme med et entydigt svar om disse er at finde i dansk økonomi, når der fokuseres på VAR_{2d}-modellen. Produktionsniveauet fluktuerer, og udviser et overvejende fald omkring 10 måneder efter chokket. Disse forekommer efter kreditten falder. Tvivlen om udviklingen i kreditten skaber problemer med at vurdere om fald i produktionsniveauet skyldes eksistens af gældsdeflation forårsaget af mindsket kreditudbud. Fluktuationerne i produktionsniveauet besværliggør endvidere en empirisk analyse af den tredje hypotese. Inflationen fluktuerer, men de umiddelbart store fald i inflationen forekommer ikke i forlængelse af fald i produktionsniveauet, hvorfor denne analyse afviser den tredje hypotese om sammenhængen mellem produktions- og prisniveauet. Den danske økonomi kan derfor ikke nødvendigvis forklares ud fra ASAD-modellen. Det er vanskeligt at anvende denne VAR-model til at forudsige udviklinger i økonomien, da denne ikke understøttes af økonomiske rationaler, som det gjorde sig gældende for både VAR₁-, VAR₂- og VAR_{1d}-modellerne.

Figur 13: Eksogent chok i de finansielle friktioner (VAR_{2d}-modellen)

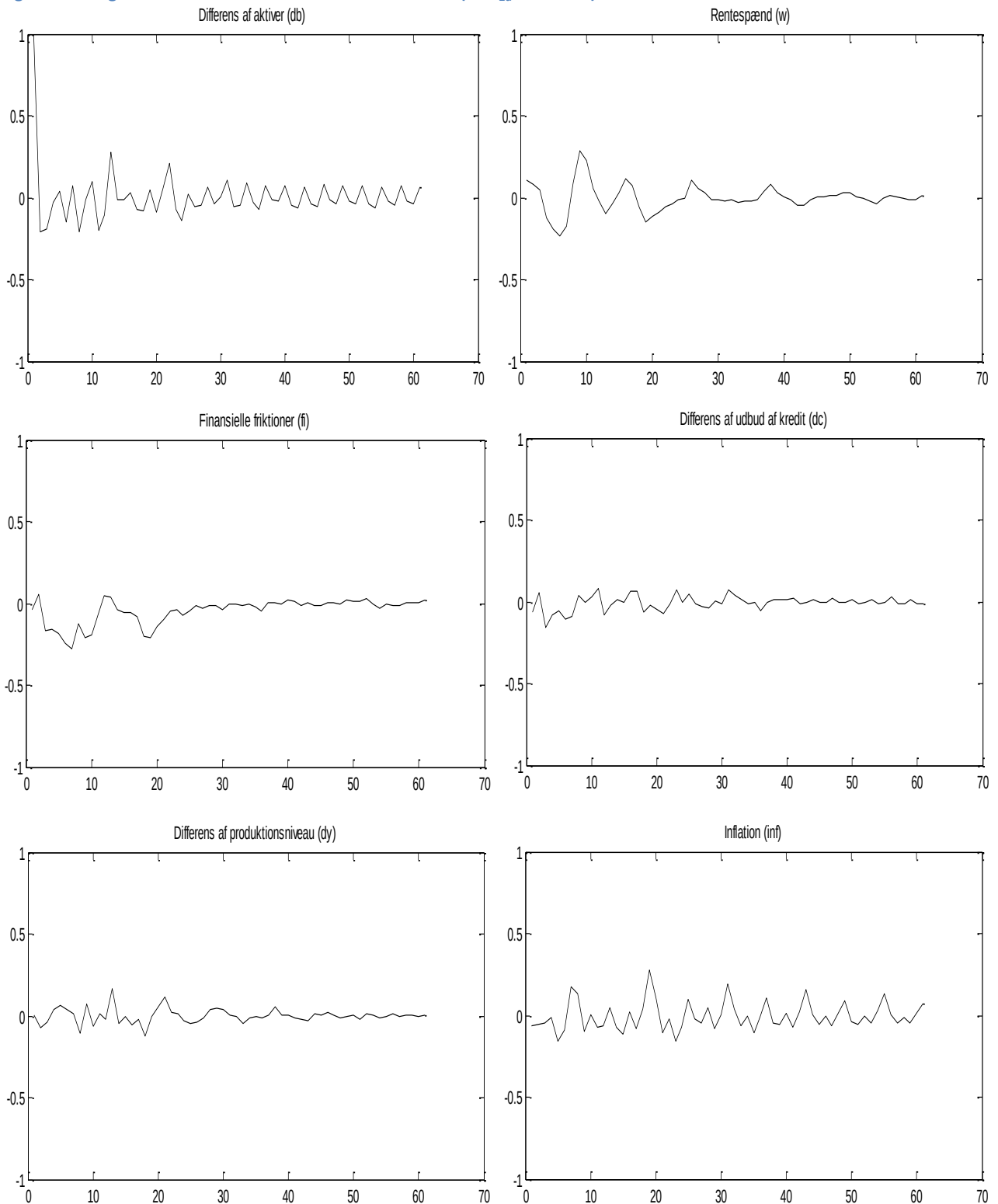


Den manglende mulighed for at forudsige udviklingen i økonomien kan endvidere skyldes, at der gennem 1970'eren observeredes lavere korrelation mellem pengemængden og prisniveauet, jf. kvantitetsteorien. Centralbanker gik over til at føre rentepolitik frem for at justere pengemængden, heriblandt ændringer på Nationalbankens aktivside. Den finansielle krise har dog, jf. Curdia og Woodford (2010) og Williams (2011) skabt et grundlag for at anvende Nationalbankens aktivside som et pengepolitisk instrument, da det i disse analyser er antaget, at Nationalbankens aktivside destabiliserer økonomierne unødvendigt ved brug af aktiver uden for krisetider. Et chok i Nationalbankens samlede aktiver giver en indikation af om denne sjette hypotese kan understøttes empirisk for den danske økonomi. Først undersøges dog den fjerde og femte hypotese for at danne et sammenligningsgrundlag med de tidligere analyser.

Det ses, jf. nedenstående *impulse response* funktioner af rentespændet samt indekset for de finansielle friktioner i Figur 14, at inklusionen af dummyen ikke skaber den store forskel fra den tidligere model i afsnit 5.5. Den femte hypotese om den pengepolitiske transmissionsmekanisme understøttes. Udviklingen i rentespændet er dog mere tvetydig end i VAR₂-modellen. Den fjerde hypotese om en traditionel bankkanal kan desuden stadig ikke understøttes, selvom der inkluderes en dummy i VAR-modellen, jf. *impulse response* funktionen af differensen af udbuddet af kredit i Figur 14.

Ses der på differensen af produktionsniveauet og inflationen er det ikke muligt at give nogen retvisende konklusion på den femte hypotese om sammenhængen mellem pengepolitikken og realøkonomien. Tværtimod tyder disse på, at Nationalbankens samlede aktiver ikke kan anvendes som et pengepolitisk instrument til at stimulere realøkonomien.

Figur 14: Eksogent chok i Nationalbankens samlede aktiver (VAR_{2d}-modellen)



Det ses ud fra ovenstående, at der kan være et problem med at modellere den danske økonomi ud fra en model, hvori der medtages differensen af Nationalbankens samlede aktiver samt en dummy for at udelukke de værste konsekvenser af krisen. Friktionerne har destabiliserende effekter på den danske økonomi, når krisen udelukkes via en dummyvariabel. Friktioner har derfor ramt økonomien hårdt, men har også betydet, at der før krisen har været en betydelig forskel i at anvende renten som det pengepolitiske instrument, hvorigennem agenterne fastsætter deres forventninger, der lægger til grund for udviklingerne på markedet. Endvidere ses det, at rentepolitik transmitteres relativt hurtigere i økonomien i VAR_{1d}-modellen efter en renteændring, hvorfor denne udgør en mere stabil proces, når dummyen medtages.

Den nuværende lave rente skaber dog problemer i forhold til rentepolitik. Dette kan være en af grundene til, at Nationalbankens samlede aktiver har været anvendt under krisen. Stiger renten ikke, inden økonomien stabiliseres, kan problematikken for Nationalbanken opstå ved at føre pengepolitik via ændringerne på balancen. Dette indikeres i via VAR₂- og VAR_{2d}-modellerne, hvor forudsigelse af effekter af pengepolitikken besværliggøres, hvorfor uroligheder på markedet igen kan opstå. En analyse, hvor der ses på kompositionen af Nationalbankens aktiver kan dog vise sig at give andre resultater.

Inkluderes der en dummy for den finansielle krise, indikeres det, jf. denne analyse af VAR-modellerne, at der i den danske økonomi er en forskel mellem brugen af pengepolitiske instrumenter i krisetider og uden for krisetider. Dette understøttes af ECBs (2010) analyse af den europæiske økonomi. Det er tvetydigt, hvorvidt den sjette hypotese om, at Nationalbankens balance, heri de samlede aktiver, har en større effekt på kredit- og likviditetsbegrænsninger under krisen. Der ses samme udvikling i udbuddet af kredit i VAR-modellen med Nationalbankens aktiver både med og uden dummyen. Det bør dog understreges, at VAR_{1d}-modellen har en hurtigere og stabiliserende effekt af de finansielle friktioner i modellen end VAR₁-modellen. Dette tyder på, at effekten af choks i indskudsbevisrenten hurtigere stabiliserer markedet uden for krisetider, hvilket kan skyldes en højere gennemsigtighed og sammenhæng mellem de forskellige markeder uden for krisetider. Endvidere bør det understreges, at renten i forvejen er lav, hvilket, jf. teori afsnittet, i sig selv kan forekomme destabiliserende på økonomien. Det tyder således på, at den sjette hypotese ikke udelukkende kan afvises trods påvirkningen af kreditudbudskanalen ikke er fundet i modellerne samt den manglende realøkonomiske sammenhæng i VAR-modellerne med de samlede aktiver.

5.7 Teoretisk opsummering af den empiriske analyse

Ovenstående empiriske analyse i afsnit 5.4, 5.5 og 5.6 af det danske marked indikerer, at LSLD- og XSXD-diagrammerne samt ISLM- og ASAD-modellerne kan anvendes til at beskrive udviklingen trods enkelte afvigelser. I denne opsummering vurderes den empiriske analyse ud fra en teoretisk vinkel for at skabe et overblik over den danske økonomi og relationen til problemstillingen.

Den første til den tredje hypotese tager udgangspunkt i XSXD-diagrammet og dennes sammenhæng med Woodfords (2010) ISLM-model. Den empiriske analyse indikerer, at forøgelse af friktionerne øger rentespændet, som forudsagt i XSXD-diagrammet. I den danske økonomi kan det antages, at w stiger til w_2 , som illustreret i det teoretiske afsnit, når XS-kurven rykker op grundet det uventede chok i de finansielle friktioner. I den danske økonomi tyder det på, at stigende agentomkostninger kan måles ud fra rentespændet mellem den sikre og usikre pengepolitiske rente. Medtagelse af øvrige spænd kan teste

robustheden af denne empiriske slutning omkring hypotesen. Den første hypotese understøttes endvidere af, at udbuddet af kredit efter lags falder, hvilket tyder på, at der opstår en form for kredit- og likviditetsbegrænsninger, der bunder i både *borrowing* og *lending*-sektoren. Dette observeres empirisk ud fra det faldende niveau af udbud af kredit. XSXD-diagrammet tyder dermed på at give et billede af de økonomiske dynamikker i den danske økonomi. Robusthed af dette resultat kan diskuteres, da signifikansen for differensen af udbuddet af kredit bør tages forbehold for.

Det observerede faldende niveau af udbuddet af kredit som følge af det uventede chok i friktionerne kan endvidere føre til et samfundsøkonomisk problem, jf. hypotese 2. Den empiriske observation understøtter hypotesen om mulig gælds-inflation i den danske økonomi i VAR₁-modellen, da et faldende produktionsniveau er at spore. Dette svarer til, at IS-kurven i ISLM-modellen, jf. det teoretiske afsnit, rykker mod venstre. Friktioner kan skabe et samfundsøkonomisk problem, hvis det viser sig, at produktionsniveauet ender på et sub-optimalt niveau, hvilket skader landets konkurrenceevne samt vækst på længere sigt. Der kan dog sås tvivl om denne konklusion. Det viser sig endvidere, at ASAD-modellen i tre ud af fire modeller kan beskrive udviklingen i prisniveauet for modellen. Hypotese 3 kan således antages at være til stede i den danske økonomi. Igen tages der dog forbehold for signifikansen af inflationen.

Gives der et chok på pengepolitikken bliver linierne mellem teorien og empirien mere uklare, idet hverken den fjerde eller femte hypotese entydigt kan observeres empirisk. Der kan ikke antages at eksistere en traditionel bankkanal i den danske økonomi, hvorfor den fjerde hypotese afvises for alle modeller. Den femte hypotese understøttes af de empiriske udviklinger i den danske økonomi som følge af de pengepolitiske choks, jf. ovenstående analyse af *impulse response* funktionerne. Realøkonomiske konsekvenser forekommer ved at ændre den pengepolitiske kurs. Både differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente og differensen af de samlede aktiver påvirker rentespændet som foreskrevet af teorien. Udviklingen kan dermed beskrives ud fra ISLM-modellerne. Endvidere ses det, at friktionerne påvirkes, hvorfor risikopræmien i Jones' (2009) ISLM-model påvirkes. Aktiverne kan ikke umiddelbart anvendes til at påvirke produktionsniveauet, jf. analysen af VAR₂-modellen. Differensen af indskudsbevisrenten, jf. VAR₁-modellen indikeres dog empirisk at påvirke produktionsniveauet. Empirisk påvirker differensen af Nationalbankens samlede aktiver således kun rentespændet og det finansielle marked, jf. de finansielle friktioner, og har længerevarende effekter herpå, end tilfældet er for differensen af indskudsbevisrenten. Sammenligningen mellem de to pengepolitiske choks besværliggøres dog, da chokket i differensen af indskudsbevisrenten er et kontraktivt chok, mens chokket i Nationalbankens samlede aktiver er et ekspansivt chok. Det ses desuden, at ingen af modellerne indikerer en større sammenhæng mellem renten som det pengepolitiske instrument og inflationen end mellem aktiverne og inflationen. En analyse med andre data for inflationen kan eventuelt give andre resultater.

Den sjette hypotese kan, jf. ovenstående afsnit om den finansielle krise, ikke nødvendigvis antages at gælde for den danske økonomi, idet der ikke er fundet betydelige ændringer i modellerne, når der gives et uventet chok til pengepolitikken, hvis der tilføjes en dummy for den finansielle krise. Det tyder dog på, at der er en forskel på transmissionen af rentepolitik i VAR_{1d}- og VAR₁-modellerne. I VAR_{1d}-modellen forekommer transmissionen relativt hurtigere, hvorfor dette kan indikere en forøget gennemsigtighed af Nationalbankens pengepolitik før krisen og dermed hurtigere tilpasning til ændringer i pengepolitikken. Det er dog ikke muligt at afklare om den finansielle krise, hvor de finansielle friktioner antages at være på et forhøjet niveau, jf. udviklingen i indekset for de finansielle friktioner, har haft en betydning for størrelsen

af effekten af Nationalbankens pengepolitik. Det kan derfor ikke vurderes om Nationalbanken har haft kunnet modvirke konsekvenserne af den finansielle krise ved brug af aktiverne. En analyse af VAR-modellerne, hvor friktionerne eventuelt holdes konstant, jf. Sims og Zha (1998) og Fu, Taylor og Yücel (2003), kan give et billede af realøkonomiens reaktion på choks i Nationalbankens pengepolitiske kurs under den finansielle krise. Dette kan være behjælpeligt i besvarelsen af den sjette hypotese. Grundet afhandlingens omfang anses dette som en opgave for en videre analyse.

Finansielle friktioner i den danske økonomi påvirker på baggrund af ovenstående således rentespændet, udbuddet af kredit og produktionsniveauet, hvilket kan resultere i gælds-inflation, hvor acceleratoreffekter kan forekomme. Empirisk observeres det, at uventede choks i den pengepolitiske kurs har påvirket friktionerne. Det er tvivlsomt, hvorvidt udbuddet af kredit kan påvirkes gennem pengepolitikken. Der kan dog have været en forskel på brugen af henholdsvis indskudsbevisrenten og Nationalbankens samlede aktiver under den finansielle krise, jf. den empiriske analyse, idet indskudsbevisrenten har en hurtigere effekt på rentespændet og de finansielle friktioner, når der ses bort fra krisen. Nationalbankens samlede aktiver viser sig endvidere at have en længerevarende effekt på rentespændet og de finansielle friktioner. I afhandling kan der desuden ikke spores en teoretisk sammenhæng i forhold til udbuddet af kredit, produktions- og prisniveauet.

6 Diskussion af analysen

Analysen tager udgangspunkt i en økonometrisk undersøgelse af dansk økonomi, hvorfor der kan opstå problemer i forhold til at drage konklusioner om problemstillingen herudfra.

Til estimeringen indgår eksempelvis mange parametre grundet de mange lags. Medtagelsen af mange lags kan føre til overparameterisering, jf. Enders (2004) og kan dermed være en af forklaringerne bag de mange insignifikante parameterestimer, der indgår i VAR-modellerne. Færre lags kan være en løsning. Modeller med færre lags udjævner også fluktuationerne i *impulse response* funktionerne, jf. bilag, hvorfor inferens herom er nemmere at drage. Estimering af Bayesian VAR-modeller (BVAR-modeller), jf. Lesarge (1999), kunne være en anden løsning. I disse modeller vægtes hver variabel og dennes lags ud fra en overbevisning om, at eksempelvis det tolvte lag har mindre betydning end det ellefte og så videre. Sådanne modeller vil selv være underlagt problemer i forhold til valget af vægtningen. BVAR-modeller kan, ligesom estimeringer af kointegrerede modeller, endvidere være en løsning af stationaritetsproblemer. BVAR-modeller ligger uden for afhandlingens omfang, hvorfor disse ikke er efterprøvet.

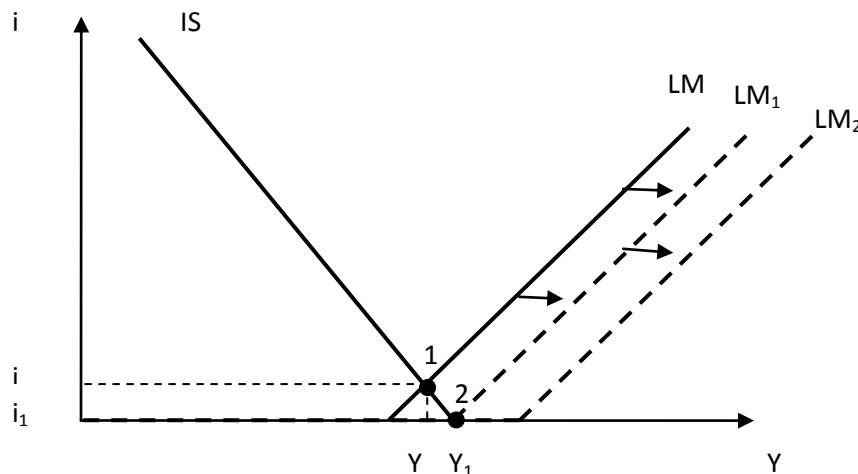
Impulse response funktionerne påvirkes desuden af metodologien bag identifikation af den strukturelle model. I afhandlingen er der kun anvendt én form for restriktioner påsat ud fra økonomisk teori og ikke forskellige former for restriktioner. Dette kan, jf. Enders (2004), være problematisk, idet restriktionerne kan være påsat forkert, hvorfor ukorrekte sammenhænge kan være til stede i *impulse response* funktionerne. Er dette tilfældet er Lucas-kritikken ikke imødekommet, og forecasting ud fra parameterestimerne kan vise sig at være problematisk, hvis analysen anvendes til politikanbefalinger. Dette skyldes, at parameterestimer fra de reducerede modeller er beregnet ud fra tidligere hændelser i økonomien og ikke tager forventninger til fremtiden i betragtning, jf. Lucas (1976). Ændrer forventningerne sig, ændrer agenternes adfærd sig også. Dette kan skabe en mindsket efterspørgsel efter lån, hvorfor dette eksempelvis

ikke spores, når der gives et ekspansivt chok til Nationalbankens samlede aktiver. En modellering samt sammenligning med andre restriktioner, end dem der er taget højde for i afhandlingen kan give andre resultater, hvorfor konklusionerne fra *impulse response* funktionerne bør vurderes kritisk.

Endvidere kan aggregering af data skabe et problem for udfaldet af modellen. Dekomponering af eksempelvis produktionsniveauet og priseniveauet, som i Bernanke og Gertler (1995), kan afhjælpe med at undersøge tvetydige resultater sporet i analysen. En dekomponering af Nationalbankens aktiver kan give et større indblik i hvilken form for pengepolitik, der er underlagt chokket. Ved inklusion af Nationalbankens samlede aktiver indgår også ændringer af indskudsbevisrenten i selve aktiverne. Dette skyldes, at indskudsbevisrenten påvirker Nationalbankens balance. Under krisen blev likviditetsmangel i forhold til euros og dollars mødt gennem swap-aftaler med henholdsvis ECB og Fed, jf. Dam og Risbjerg (2009), og en analyse af eksempelvis valutareserven som en del af aktiverne kan give indikation på dennes betydning for dansk økonomi. Denne afhængighed af udenlandsk valuta indikerer desuden, at en undersøgelse af dansk økonomi ud fra en lukket økonomi kan skabe problemer, idet udenlandske faktorer påvirker den danske efterspørgsel og dermed produktionsniveauet såvel som priseniveauet. Dette kan være en af forklaringerne bag tvetydigheden fundet omkring udviklingen i inflationen, men også i produktionsniveauet. Både produktionsniveauet og priseniveauet er desuden differensede, og, ifølge Enders (2004), kan en sådan transformering skabe problemer, idet aktuelle sammenhænge mellem variablerne kan fjernes gennem differenseringen. I afhandlingen er det kun rentespændet samt de finansielle friktioner, der ikke er differensede, hvorfor der stadig bør spores en sammenhæng mellem de øvrige.

Trods statistiske forbedringer af modellen ved påsættelse af dummyen, kan der sås tvivl om yderligere fluktuationer, eksempelvis omkring årtusindeskiftet. Dette skyldes, at en sådan indikation af den finansielle krise ikke nødvendigvis skaber et plausibelt sammenligningsgrundlag for den sjette hypotese. En udvidelse af datasættet kan være en løsning, idet perioden bliver mere repræsentativ i forhold til niveauet af indskudsbevisrenten. I størstedelen af den observerede periode har renten været lav, og endda endnu lavere under krisen, hvilket i sig selv skaber et problem i forhold til forhøjelse af de finansielle friktioner, jf. tidligere. Aktiverne kan dermed have spillet en rolle før den finansielle krise og altså ikke kun under den finansielle krise. Endvidere bør analysen foretages med blik for likviditetsfælden (Blanchard: 2006;474), som illustreret nedenfor.

Figur 15: Likviditetsfælden i ISLM-modellen



Når renten i forvejen er lav, som eksempelvis Nationalbankens indskudsbevisrente er på nuværende tidspunkt, vil et rentefald betyde, at renten nærmer sig nul. Ifølge Figur 15 svarer dette til, at LM-kurven rykkes ned, til den skærer IS-kurven i punktet 2. Renten er nu i_1 og svarer til en nulrente, og produktionsniveauet i økonomien svarer til Y_1 . Da den nominelle rente aldrig kan blive negativ, har ekspansive pengepolitiske tiltag ingen effekt på produktionsniveauet, hvilket er illustreret i Figur 15, hvor LM-kurven rykkes ned til LM_2 . Skæringen med IS-kurven vil bevirke, at den nominelle rente er nul, hvorfor ligevægtspunktet fra før i punktet 2 fastholdes. Det er derfor ikke længere muligt at anvende renten som et pengepolitisk instrument, når denne er nul.

Ifølge Grandmont og Laroque (1976) kan samme likviditetsfælde opstå, selv hvis renten ikke er nul, men blot lav. Der må stilles spørgsmålstejn ved effekten af chok i indskudsbevisrenten, trods disse værende af kontraktiv karakter. Parametrene for variablerne kan være estimerede ud fra en periode, hvor indskudsbevisrenten ikke har haft nogen signifikant effekt på de øvrige variabler. Den manglende effekt af renten som pengepolitisk instrument vil desuden bevirke, at der opstår en negativ spiral, hvor den økonomiske situation forværres yderligere, da et sub-optimalt produktionsniveau medfører en faldende inflation. Realrenten og dermed de finansielle friktioner stiger. Dette mindsker produktionsniveauet yderligere. IS-kurven påvirkes og rykkes mod venstre til et lavere produktionsniveau med samme rente (nul) (Blanchard:2006;475). Pengepolitikken er sat ud af funktion, når renten bliver lav. En sammenligning af perioden efter årtusindeskiftet med perioder før denne kan robusethed af resultater i denne afhandling. Dette kan endvidere løse problemet i forhold til påsættelse af dummyen omkring den finansielle krise.

Resultaterne af VAR-modellen viser sig trods ovenstående kritik at være robuste i de fire modeller. Politikanbefalinger bør bero på en vurdering af kritikkens konsekvenser for resultaterne. Samtidig bør der tages forbehold for, at agenterne agerer ud for en form for begrænset rationalitet (Simon:1978;354), hvor agenter ikke kan gennemskue Nationalbankens politik, hvorfor pengepolitik baseret på forventningsdannelser, som eksempelvis choks i pengepolitikken, bør foretages med varsomhed.

7 Konklusion

Den finansielle krise fra 2007 har ikke bare påvirket verdensøkonomien, men også den danske økonomi. Finansielle friktioner er tydeliggjort, og den pengepolitiske transmissionsmekanisme er blevet berørt. I denne afhandling er konsekvenser af finansielle friktioner i den danske økonomi samt krisens indflydelse på transmissionsmekanismen af Nationalbankens pengepolitik blevet undersøgt. Undersøgelsen af problemstillingen har taget udgangspunkt i fire VAR-modeller.

I VAR-modellerne medtages seks variabler for inflationen, differensen af produktionsniveauet, differensen af udbud af kredit, de finansielle friktioner, rentespændet samt differensen af det pengepolitiske instrument. Modellerne adskiller sig fra hinanden gennem det pengepolitiske instrument. Som indikator for traditionel pengepolitik anvendes Nationalbankens indskudsbevisrente. Nationalbankens samlede aktiver anvendes som indikator for utraditionel pengepolitik. Nationalbankens samlede aktiver er især blevet anvendt under den finansielle krise og tager form af eksempelvis likviditetsstøtte til kredit- og likviditetsbegrænsede banker.

Til besvarelse af delspørgsmålene i problemstillingen opstillet i afhandlingen udarbejdes eksakt identificerede strukturelle VAR-modeller. Identifikationen tager udgangspunkt i det teoretiske grundlag og giver mulighed for øjeblikkelige effekter af choks i variablene. Der gives et eksogent chok til henholdsvis de finansielle friktioner og til det pengepolitiske instrument. Afhandlingens problemstilling besvares ud fra seks hypoteser via analyse *impulse response* funktioner. Hypoteserne opstilles ud fra det teoretiske grundlag. Krisens effekt på Nationalbankens pengepolitik undersøges ved at inkludere en dummy fra september 2007 til november 2008.

I afhandlingen blev indikeres det via *impulse response* funktioner, at den danske økonomi påvirkes af uventede choks i de finansielle friktioner, hvorfor realøkonomiske konsekvenser som følge af den finansielle krise fra 2007 kan være forårsaget af dette. Et uventet, eksogent chok i de finansielle friktioner viser sig at have vedvarende karakter. Resultaterne viser, at friktionerne forbliver forhøjede efter chokket i op mod 30 måneder, hvorfor den længerevarende uro på det finansielle marked fra 2007 kan forklares. Tilføjes en dummy i VAR-modellerne for at tage højde for krisen, ses der fluktuationer i indekset for det finansielle marked, og en længerevarende effekt af det eksogene chok af friktionerne kan ikke længere antages, jf. resultaterne.

Det eksogene chok i friktionerne understøtter teorien, hvorfor agentomkostninger på det finansielle marked påvirkes i den danske økonomi. Dette observeres i afhandlingen gennem stigninger i rentespændet som følge af et eksogent chok i de finansielle friktioner. Forøgelse af rentespændet fører i teorien til kreditrationering hos både *borrowing*- og *lending*-sektoren. Påvirkes parameterestimaterne af udviklingerne under krisen kan en sådan udvikling også spores i afhandlingens modeller gennem *impulse response* funktionerne for differensen af udbuddet af kredit. Resultaterne af *impulse response* funktioner viser fald i differensen af udbuddet af kredit i VAR-modellerne, hvori der ikke er medtaget en dummy. Signifikansen af denne variabel bør der tages forbehold for. Det indikeres endvidere i modellerne i afhandlingen, at realøkonomiske konsekvenser forekommer som følge af det eksogene chok i de finansielle friktioner i den danske økonomi. Modelresultaterne indikerer, at differensen af produktionsniveauet forekommer negativ. Der er dog ikke blevet observeret deciderede lag-effekter mellem udbud af kredit og produktionsniveauet, hvorfor hypotesen opstillet ud fra Bernanke og Gertlers (1995) analyse ikke kan

antages at være til stede i den danske økonomi. Denne manglende mekanisme kan forklares ud fra rentespændet. Stigende renter betyder større renteomkostninger og derigennem fald i *cash flows*. Mindskes *cash flows*, mindskes muligheden for at anvende intern finansiering til yderligere investeringer. Herigennem påvirker friktioner den danske økonomi både teoretisk og empirisk.

Friktioner i den danske økonomi medfører, jf. resultater fra VAR-modellerne, kreditrationering, hvorfor det tyder på, at friktioner i låneaftaler begrænser udbud af kredit op det finansielle marked. Kredit- og rentekanalene synes betydelig for den pengepolitiske transmissionsmekanisme i dansk økonomi. Kanalerne er afgørende for allokeringen af kredit til finansiering. Friktioner under den finansielle krise kan påvirke investeringsniveauet og skabe et sub-optimalt investeringsniveau, der kan udløse et samfundsmæssigt problem i forhold til svækket konkurrenceevne og vækst. Resultater for VAR-modellerne kan dermed forklares ud fra Woodsfords (2010) modeller for lånemarkedet (LSLD- og XSXD-modellerne) samt både Jones' (2009) og Woodsfords (2010) modificerede ISLM-modeller for realøkonomien. En entydig sammenhæng mellem udviklingen i produktionsniveauet og inflationen i den danske økonomi påvises ikke, hvorfor der bør tages forbehold for den teoretiske argumentation i Jones' (2009) ASAD-model, hvori risikopræmien som følge af friktionerne medtages. Risikopræmien anses i denne afhandling som rentespændet. Medtages en dummy i modellen med indskudsbevisrenten påvises der dog en relativt mere produktionsfølsom inflation.

Undersøges Nationalbankens muligheder for at påvirke den danske økonomi, påføres VAR-modellerne uventede, eksogene choks i differensen af de pengepolitiske variabler. Via *impulse response* funktionerne spores der ikke en traditionel bankkanal i den danske økonomi. Hverken differensen af indskudsbevisrenten eller Nationalbankens samlede aktiver tyder på at påvirke udbuddet af kredit, da denne variabel ikke kan antages at være signifikant i *impulse response* funktionerne. Det indikeres, at rentekanalene ikke nødvendigvis kan anvendes til at mindske kreditbegrænsninger under eksempelvis den finansielle krise, hvor friktionerne ud fra grafen af indekset for de finansielle friktioner viser sig at være forhøjede. Trods Danmark antages at være en bankbaseret økonomi, kan der være tegn på, at skyggebanks påvirker transmissionsmekanismen. Skyggebanks forårsager, at bankkredit påvirkes af kreditmarkederne, hvor øvrige instrumenter er til rådighed, og at effekter via den traditionelle bankkanal mindskes.

Afhandlingen indikerer, at der kan forekomme en påvirkning af realøkonomien i form af ændringer i produktionsniveauet, som foreskrevet af teorien, når *impulse response* funktioner fra VAR-modellerne med indskudsbevisrenten som det pengepolitiske instrument analyseres. Choks i ændringen af den pengepolitiske kurs via ændringer i Nationalbankens samlede aktiver tyder derimod ikke på at udvise realøkonomiske effekter, hverken i modellen med dummy eller uden. Analysen indikerer, at effekterne på det finansielle marked (i de finansielle friktioner og rentespændet) er længerevarende ved brug af Nationalbankens samlede aktiver end via indskudsbevisrenten, hvorfor dette kan være årsagen til, at likviditets- og kreditbegrænsninger er søgt mindsket ved ændringer af Nationalbankens balance. Krisen tyder endvidere på at have haft en effekt på det finansielle marked ved brug af indskudsbevisrenten. Dette ses via den hurtigere transmission af ændringen i pengepolitikken i modellen med dummyen. Dette kan indikere højere gennemsigtighed på det finansielle marked før krisen. Tages der desuden højde for, at indskudsbevisrenten i forvejen er på et lavt niveau, hvor der er fare for at ende i en likviditetsfælde, kan de samlede aktiver dog have haft en effekt på den danske økonomi under krisen. Det noteres, at en udvidelse af datasættet muliggør en sådan undersøgelse.

Resultaterne i afhandlingen bør tages med forbehold, da der er at gøre med en statistisk model, hvorfor usikkerhed omkring parameterestimerne, stabilitet af modellerne samt brud på antagelser om *white noise* processer kan påvirke resultaterne og besvarelsen af problemformuleringen. Usikkerheden kan søges løst i senere analyser via modificering af modellerne, større tilgængelighed af data samt dekomponering af data. Endvidere skaber afgrænsningen til en lukket økonomi problemer i forhold til anskuelsen af de fleste pengepolitiske regimer i dag. Fastkurssamarbejdet med ECB bør eksempelvis tages i betragtning.

Med forbehold for usikkerheden indikeres det via resultaterne af *impulse response* funktioner, at finansielle friktioner har realøkonomiske konsekvenser for den danske økonomi. Rentespænd stiger, udbud af kredit begrænses og produktionsniveauet falder. Den finansielle krise kan endvidere have påvirket den pengepolitiske transmissionsmekanisme, da transmissionen af renteændringer forekommer langsommere i modellen med krisen. Aktiver indikeres desuden under krisen at kunne anvendes til at mindske kredit- og likviditetsbegrænsninger.

8 Litteraturliste

Artikler og bøger:

- Aczel, Amir D. og Sounderpandian, Jayavel (2006), *Complete Business Statistics* (6. Udgave), McGraw-Hill, International Edition
- Adrian, Tobian, Moench, Emanuel og Shin, Hyun Song (2010), *Financial Intermediation, Asset Prices and Macroeconomic Dynamics*, Federal Reserve Bank of New York Staff Report no. 422
- Adrian, Tobias og Shin, Hyun Song (2010), *Financial Intermediaries and Monetary Economics*, Federal Reserve Bank of New York Staff Report no. 398
- Allen, Franklin, Bartiloro, Laura og Kowalewski, Oskar (2005), *The Financial System of the EU 25*, fra Financial Development, Integration and Stability
- Amisano, Gianni (1997), *Topics in structural VAR econometrics* (2. Udgave), Springer Verlag
- Bernanke, Ben S. og Gertler, Mark (1989), *Agency Costs, Net Worth, and Business Fluctuations*, The American Review (vol. 79, nr. 1, s. 14-31)
- Bernanke, Ben S. og Gertler, Mark (1995), *Inside the Black Box: The Credit Channel of Monetary Policy Transmission*, Journal of Economic Perspectives (Vol. 9, nr. 4, s. 27-48)
- Bernanke, Ben S., Gertler, Mark og Gilchrist, Simon (1999), *The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework*, Handbook of Macroeconomics (vol. 1, kap. 21) af Taylor, J. B. og Woodford, M.
- Blanchard, Olivier (2006), *Macroeconomics* (4. Udgave), Pearson Prentice Hall
- Bohn Nielsen, Heino (2007), *Non-stationary Time Series and Unit Root Testing*, Lecture note 5, Econometrics 2.
- Brunnemeier, Markus K. (2009), *Deciphering the liquidity and credit crunch 2007-2008*, Journal of Economic Perspectives (vol. 23, nr. 1, s. 77-100)
- Curdiá, Vasco og Woodford, Michael (2010), *The Central-Bank Balance Sheet as an Instrument of Monetary Policy*, 75th Carnegie-Rochester Conference on Public Policy, "The Future of Central Banking"
- Dam og Risbjerg (2009), *Centralbankernes tiltag og balancer under krisen*, Danmarks Nationalbanks Kvartalsoversigt 4. kvartal
- Danmarks Nationalbank (DNB) (2009a), *Pengepolitik I Danmark*, 3. udgave
- Danmarks Nationalbank (DNB) (2009b), *Kvartalsoversigt - 4. kvartal*
- Dong, Gang (Nathan) (2012), *Mortgage Securitization: The Good, the Bad, or the Irrelevant?* Job Market Paper
- Enders, Walter (2004), *Applied Econometric Time Series*, 2. Udgave, Wiley

- European Central Bank (ECB) (August 2008), *The Role of Banks in the Monetary Transmission Mechanism*, Monthly Bulletin
- European Central Bank (ECB) (Oktober 2010), *The ECB's Response to the Financial Crisis*, Monthly Bulletin
- Fu, Dong, Taylor, Lori og Yücel, Mine (2003), *Fiscal policy and growth*, Federal Reserve Bank of Dallas, Research Paper (no. 0301)
- Gambacorta, Leonardo og Marques-Ibanez, David (2011), *The bank lending channel: Lessons from the crisis*, BIS Working Paper (Monetary and Economic Department)
- Gertler, Mark og Kiyotaki, Nobuhiro (2010), *Financial Intermediation and Credit Policy in Business Cycle Analysis*, Handbook of Monetary Economics
- Grandmont, Jean-Michel og Laroque, Guy (1976), *The Liquidity Trap*, Econometrica (vol. 44, nr. 1)
- Hamilton, James D. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press
- Heij, Christiaan et al (2004), *Econometric Methods with Application in Business and Economics*, Oxford University Press
- Jones, Charles I. (2009), *The Global Financial Crisis of 2007-20??*, Supplement til W.W. Nortons (2008) Macroeconomics
- Kiyotaki, Nobuhiro, and Moore, John (1997), *Credit Cycles*, The Journal of Political Economy (vol.105, no. 2, s. 211-248)
- Kiyotaki, Nobuhiro og Moore, John (2005), *Financial Deepening*, Journal of European Economic Association (April-Maj 2005, s. 701-713)
- Lesarge, James P. (1999), *Applied Econometrics using MATLAB*, Department of Economics , University Toledo
- Lucas, Robert E. (1976), *Econometric Policy Evaluation: A Critique*, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1
- Lütkepohl, Helmut og Krätzig, Markus (2004), *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge University Press
- Lütkepohl, Helmut (2005), *New Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer-Verlag
- Mishkin, Frederic S. (2003), *Policy Remedies for Conflicts of Interest in the Financial System*, Conference: Macroeconomics, Monetary Policy and Financial Stability
- Peersman, Gert (2011), *Macroeconomic Effects of Unconventional Monetary Policy in the Euro Area*, ECB Working Paper (no. 1397, November 2011) (Revideret udgave af CEPR Discussion Paper Series no. 8348)
- Phillips, Peter C. B. (1995), *Impulse response and forecast error variance asymptotics in nonstationary VAR's*, Cowles Foundation Discussion Paper no. 1102

Simon, Herbert A. (1978), *Rational Decision- making in Business Organizations*, Nobel Memorial Lecture

Sims, Christopher A. og Zha, Tao A. (1998), *Does Monetary Policy Generate Recessions?*, Federal Reserve Bank of Atlanta, Working Paper no. 98-12

Smaghi, Lorenzo Bini (2010), *Monetary policy transmission in a changing financial system: lessons from the recent past, thoughts about the future*, Tale ved Barclays Global Inflation Conference den 14.06.2010

Walsh, Carl E. (2010), *Monetary Theory and Policy*, The MIT Press

Williams, John C., (2011), *Unconventional Monetary Policy: Lessons from the Past Three Years*, Tale ved Swiss National Bank Research Conference i Zürich (Schweiz) den 23.09.2011

Woodford, Michael (2010), *Financial Intermediation and Macroeconomic Analysis*, Journal of Economic Perspectives (vol. 24, nr. 4, s. 21-44)

Zeng, Zhixiong Zeng (2010), *A Theory of the Non-Neutrality of Money with Banking Frictions and Bank Recapitalization*, Economic Theory

Österholm, Pär (2010), *The effect on the Swedish real economy of the financial crisis*, Applied Financial Economics (vol. 20, nr. 4, s. 265-274)

Hjemmesider:

Amisanos *impulse response* funktion til MATLAB:

www.eco.unibs.it/~amisano/bc/var_index

Danmarks Nationalbank:

www.nationalbanken.dk

LeSarge's econometric toolbox:

www.spartiale-conometrics.com

Statistiske databaser:

Eurostat:

epp.eurostat.ec.europa.eu

Oecd statistikbank:

stats.oecd.org

Danmarks statistikbank:

www.statistikbanken.dk

Appendiks med MATLAB-kode til analysen

VAR-modellerne er estimerede i MATLAB, og nedenstående er et eksempel på min kode. Koden beskriver importering af data, analyse af data og tager derefter udgangspunkt i den første VAR-model, det vil sige VAR-modellen med indskudsbevisrenten som det pengepolitiske instrument. De øvrige tre modeller anvender samme metode, hvorfor det ikke anses nødvendigt at illustrere dem her.

Til Augmented Dickey-Fuller tests, tests af laglængde af VAR-modellen samt tests af residualerne (Ljung-Box-tests for autokorrelation samt LM-tests for ARCH-effekter) er der gjort brug af LeSarge's Econometric Toolbox [adf.m, lrratio.m, qstat2.m og arch.m]. Selve estimeringen samt dekomponeringen af varians-kovarian-matricen er også herfra [vare.m og svar.m]. Til *impulse response* funktionerne gøres brug af Amisanos funktion [irfa_mk.m].

MATLAB-kode

Importer data (automatisk genererede fra MATLAB)

```
[~, ~, raw, dateNums] =
xlsread('C:\Users\Bruger\Dropbox\Speciale\Data\Dataspeciale.xlsx', 'Ark1', 'A3:H191', '', @convertSpreadsheetDates);
R = ~cellfun(@isequalwithhequalnans, dateNums, raw) & cellfun('isclass', raw, 'char');
raw(R) = dateNums(R);
data = cell2mat(raw);
dato = data(:,1);
hicp = data(:,2);
Y = data(:,3);
c = data(:,4);
fi = data(:,5);
w = data(:,6);
r = data(:,7); bal = data(:,8);
clearvars data raw dateNums R columnIndices;
```

Konstruer tidsvariabel

```
S=datestr(dato)
tid=cal(1996,2,12,189)
```

Analyse af data

Hicp

```
tsplot(hicp,tid,'hicp')
hicpsacf=sacf(hicp,24)
hicpspacf=spacf(hicp,24)
hicpadf=adf(hicp,0,1)
prt(hicpadf,'hicp')
inf=tdiff(hicp,1)
tsplot(inf,tid,'inf')
infsacf=sacf(inf,24)
infspacf=spacf(inf,24) infadf=adf(inf,-1,4)
prt(infADF,'inf')
```

Produktionsniveauet

```
tsplot(Y,tid,'Y')
ysacf=sacf(Y,24)
yspacf=spacf(Y,24)
yadf=adf(Y,0,2)
prt(yadf,'Y')
```

```
dy=tdiff(Y,1)
tsplot(dy,tid,'dy')
dysacf=sacf(dy,24)
dyspacf=spacf(dy,24)
dyadf=adf(dy,-1,5)
prt(dyadf,'dy')
```

Udbud af kredit

```
tsplot(c,tid,'c')
csacf=sacf(c,24)
cspacf=spacf(c,24)
cadf=adf(c,0,1)
prt(cadf,'c')
dc=diff(c,1)
tsplot(dc,tid,'dc')
dcsacf=sacf(dc,24)
dcspacf=spacf(dc,24)
dcadf=adf(dc,-1,3)
prt(dcadf,'dc')
```

Indeks for de finansielle friktioner

```
tsplot(fi,tid,'fi')
fisacf=sacf(fi,24)
fispacf=spacf(fi,24)
fiadf=adf(fi,-1,3)
prt(fiadf,'fi')
```

Rentespænd

```
tsplot(w,tid,'w')
wsacf=sacf(w,24)
wspacf=spacf(w,24)
wadf=adf(w,-1,1)
prt(wadf,'w')
```

Indskudsbevisrenten

```
tsplot(r,tid,'r')
rsacf=sacf(r,24)
rspacf=spacf(r,24)
radf=adf(r,-1,1)
prt(radf,'r')
dr=diff(r,1)
tsplot(dr,tid,'dr')
drsacf=sacf(dr,24)
drspacf=spacf(dr,24)
dradf=adf(dr,-1,3)
prt(dradf,'dr')
```

Nationalbankens samlede aktiver

```
tsplot(bal,tid,'b')
bsacf=sacf(bal,24)
bspacf=spacf(bal,24)
badf=adf(bal,0,1)
prt(badf,'bal')
dbal=diff(bal,1)
tsplot(dbal,tid,'db')
dbsacf=sacf(dbal,24)
dbspacf=spacf(dbal,24)
dbadf=adf(dbal,-1,2)
prt(dbadf,'db')
```

VAR-modellen med indskudsbevisrenten som pengepolitisk instrument

Test for lag-længde

```
inf(1,:)=[]
dy(1,:)=[]
fi(1,:)=[]
w(1,:)=[]
var1=horzcat(inf,dy,dc,fi,w,dr)
vnames=strvcat('inf','dy','dc','fi','w','dr')

lrratio(var1,24,1,4)
```

Estimering af VAR-model

```
results=vare(var1,12)
prt_var(results,vnames)
plt_var(results)
```

Beregn egenverdier til test af stabile parameterestimer

```
companioneig1=eig(companion1)
xlswrite('eigcompanion1.xls', companioneig1)
```

Residualtests

```
resid=var_resid(var1,12)
tsplot(resid(:,1),tid,'Residualer i ligning 1')
tsplot(resid(:,2),tid,'Residualer i ligning 2')
tsplot(resid(:,3),tid,'Residualer i ligning 3')
tsplot(resid(:,4),tid,'Residualer i ligning 4')
tsplot(resid(:,5),tid,'Residualer i ligning 5')
tsplot(resid(:,6),tid,'Residualer i ligning 6')
```

Augmented Dickey-Fuller tests

```
resid1sacf=sacf(resid(:,1),24)
resid1spacf=spacf(resid(:,1),24)
resid1adf=adf(resid(:,1),-1,4)
prt(resid1adf,'Residualer i 1')
```

```
resid2sacf=sacf(resid(:,2),24)
resid2spacf=spacf(resid(:,2),24)
resid2adf=adf(resid(:,2),-1,5)
prt(resid2adf,'Residualer i 2')
```

```
resid3sacf=sacf(resid(:,3),24)
resid3spacf=spacf(resid(:,3),24)
resid3adf=adf(resid(:,3),-1,3)
prt(resid3adf,'Residualer i 3')
```

```
resid4sacf=sacf(resid(:,4),24)
resid4spacf=spacf(resid(:,4),24)
resid4adf=adf(resid(:,4),-1,1)
prt(resid4adf,'Residualer i 4')
```

```
resid5sacf=sacf(resid(:,5),24)
resid5spacf=spacf(resid(:,5),24)
resid5adf=adf(resid(:,5),-1,1)
prt(resid5adf,'Residualer i 5')
```

```
resid6sacf=sacf(resid(:,6),24)
resid6spacf=spacf(resid(:,6),24)
resid6adf=adf(resid(:,6),-1,4)
prt(resid6adf,'Residualer i 6')
```

Ljung-Box test for autokorrelation

```
[qstat pval]=qstat2(resid(:,1),12)
[qstat pval]=qstat2(resid(:,2),12)
```

```
[qstat pval]=qstat2(resid(:,3),12)
[qstat pval]=qstat2(resid(:,4),12)
[qstat pval]=qstat2(resid(:,5),12)
[qstat pval]=qstat2(resid(:,6),12)
```

LM-tests for ARCH-effekter

```
[archstats pval]=arch(resid(:,1),12)
[archstats pval]=arch(resid(:,2),12)
[archstats pval]=arch(resid(:,3),12)
[archstats pval]=arch(resid(:,4),12)
[archstats pval]=arch(resid(:,5),12)
[archstats pval]=arch(resid(:,6),12)
```

Dekomponering af varians-covarians-matrix

```
n = results(1).neqs;
nsq=n^2;
afree=15;bfree=6;
sa=zeros(nsq,afree);
sa(7,1)=1;sa(13,2)=1;sa(14,3)=1;sa(17,4)=1;sa(21,5)=1;
sa(23,6)=1;sa(25,7)=1;sa(26,8)=1;sa(27,9)=1;sa(28,10)=1;
sa(31,11)=1; sa(32,12)=1; sa(33,13)=1; sa(34,14)=1; sa(35,15)=1;
da=zeros(nsq,1);da(1,1)=1;da(8,1)=1;da(15,1)=1;da(22,1)=1;da(29,1)=1;da(36,1)=1;
sb=zeros(nsq,bfree);sb(1,1)=1;sb(8,2)=1;sb(15,3)=1;sb(22,4)=1; sb(29,5)=1;sb(36,6)=1;
db=zeros(nsq,1);
```

```
[a, b,a_se, b_se]=svar(results,sa,sb,da,db,afree,bfree)
```

```
C=inv(a)*b
```

Impulse Response funktioner

```
[irfa] = mk_irfa([A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A110 A111 A112],C,60)
```

Reskalering til standardafvigelser (chok i de finansielle friktioner)

```
out_cb=squeeze(irfa(6,4,:))*inv(std(results(6).resid))
out_cb=out_cb/out_fil(1,1)
plot(out_cb)

out_w=squeeze(irfa(5,4,:))*inv(std(results(5).resid))
out_w=out_w/out_fil(1,1)
plot(out_w)

out_fil=squeeze(irfa(4,4,:))*inv(std(results(4).resid))
out_fi=out_fil/out_fil(1,1)
plot(out_fi)

out_c=squeeze(irfa(3,4,:))*inv(std(results(3).resid))
out_c=out_c/out_fil(1,1)
plot(out_c)

out_y=squeeze(irfa(2,4,:))*inv(std(results(2).resid))
out_y=out_y/out_fil(1,1)
plot(out_y)

out_p=squeeze(irfa(1,4,:))*inv(std(results(1).resid))
out_p=out_p/out_fil(1,1)
plot(out_p)
```

Reskalering til standardafvigelser (chok i indskudsbevisrenten)

```
out_cb1=squeeze(irfa(6,6,:))*inv(std(results(6).resid))
out_cb=out_cb1/out_cb1(1,1)
plot(out_cb)
```

```
out_w=squeeze(irfa(5,6,:))*inv(std(results(5).resid))
out_w=out_w/out_cb1(1,1)
plot(out_w)

out_fi=squeeze(irfa(4,6,:))*inv(std(results(4).resid))
out_fi=out_fi/out_cb1(1,1)
plot(out_fi)

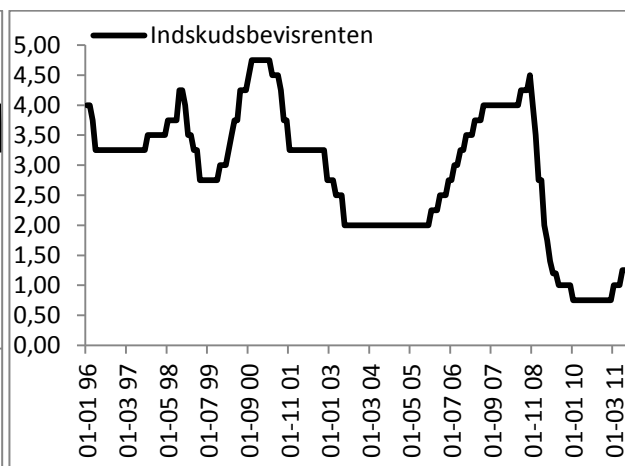
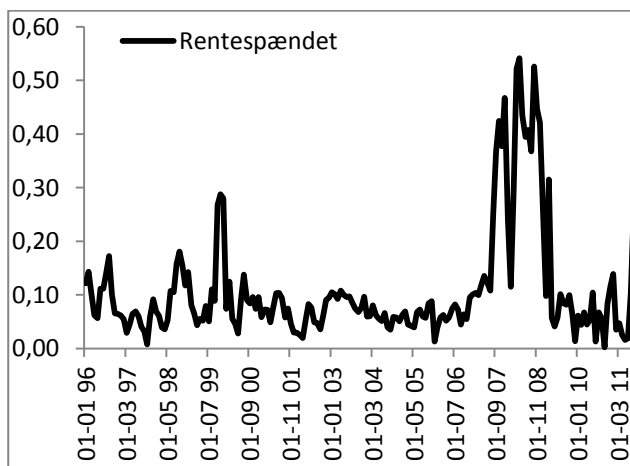
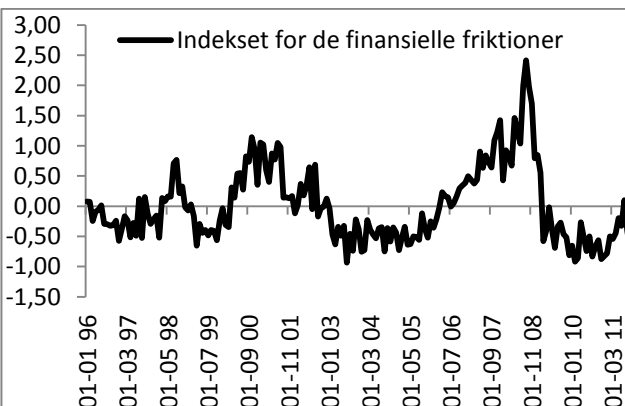
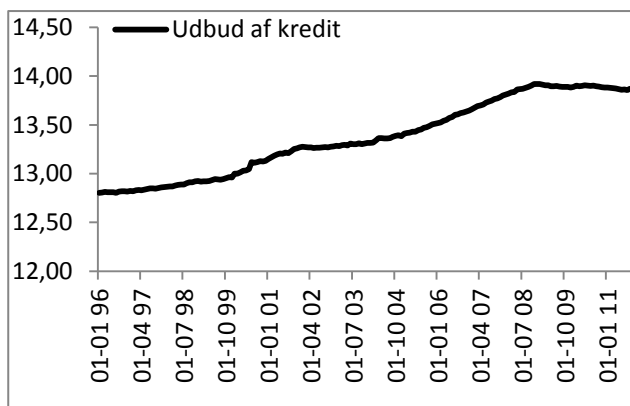
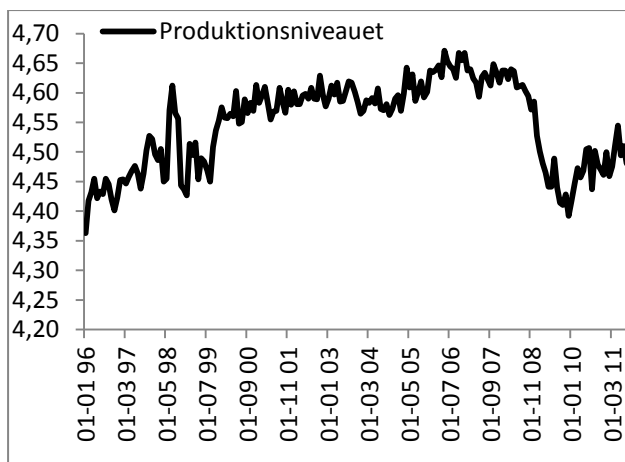
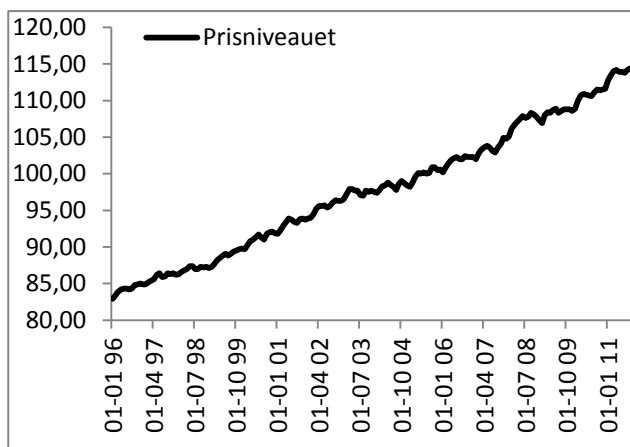
out_c=squeeze(irfa(3,6,:))*inv(std(results(3).resid))
out_c=out_c/out_cb1(1,1)
plot(out_c)

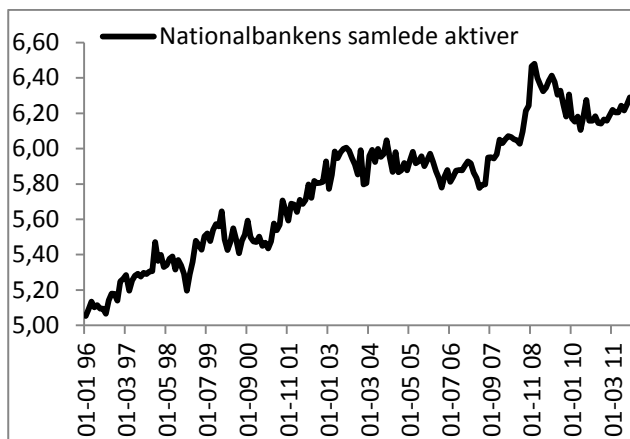
out_y=squeeze(irfa(2,6,:))*inv(std(results(2).resid))
out_y=out_y/out_cb1(1,1)
plot(out_y)

out_p=squeeze(irfa(1,6,:))*inv(std(results(1).resid))
out_p=out_p/out_cb1(1,1)
plot(out_p)
```

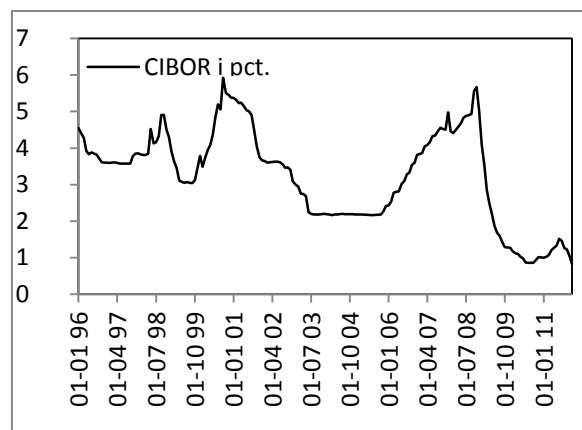
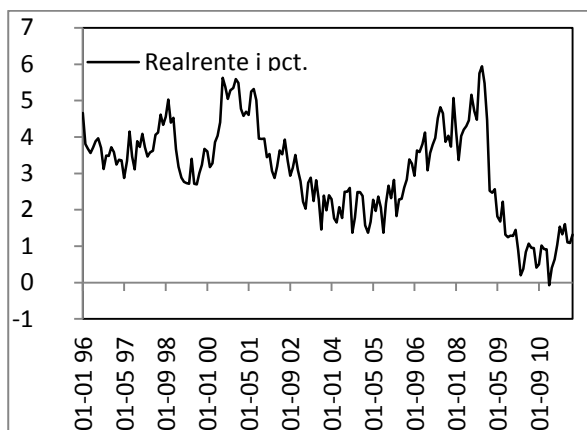
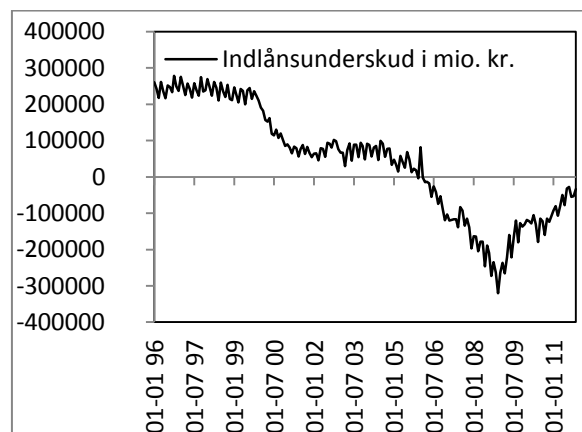
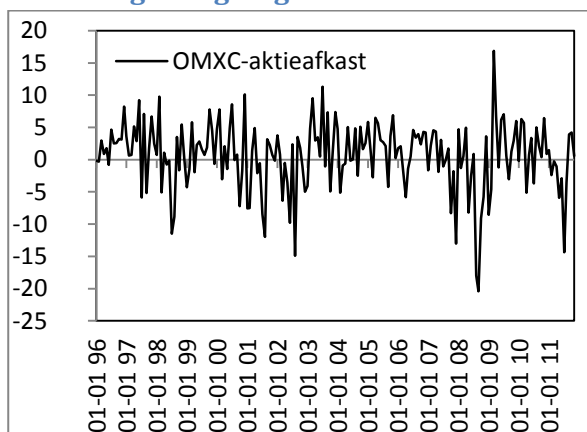
Bilag

Illustration af dataserierne





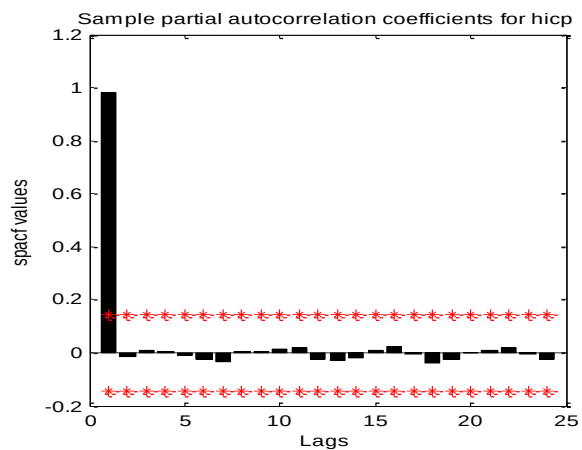
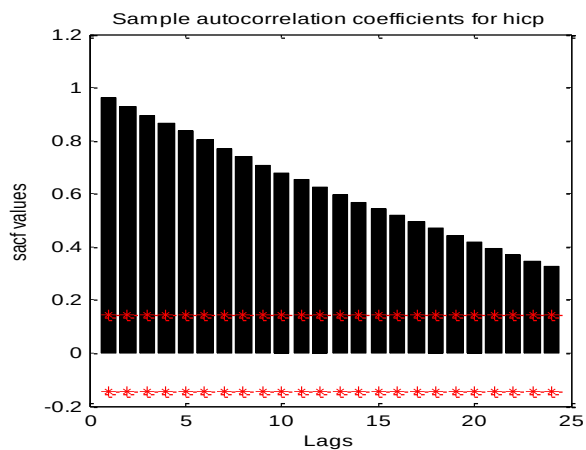
Grafer bag beregningen af indekset for de finansielle friktioner



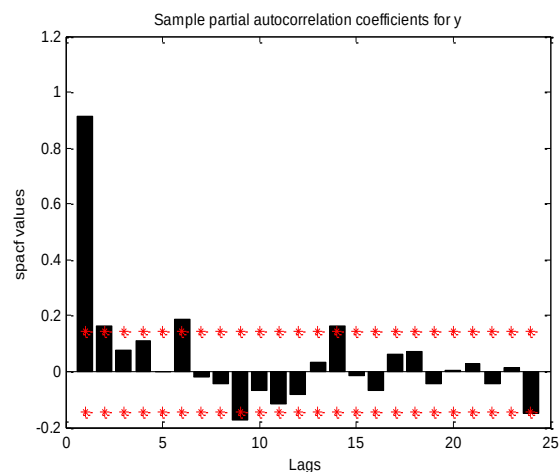
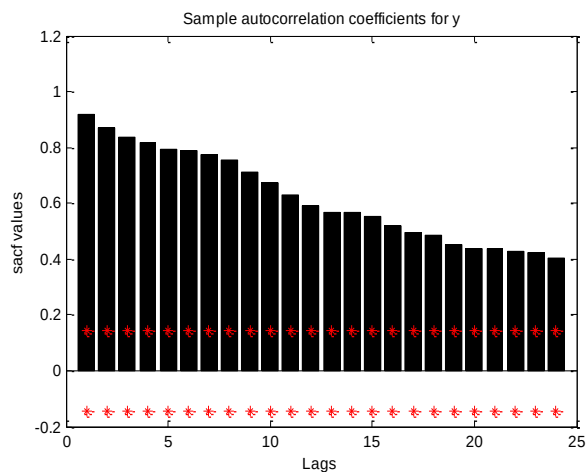
Analyse af data

Autokorrelationsplots og partielle autokorrelationsplots

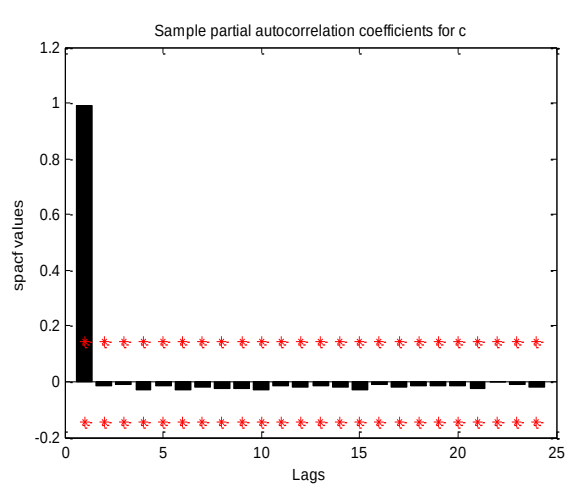
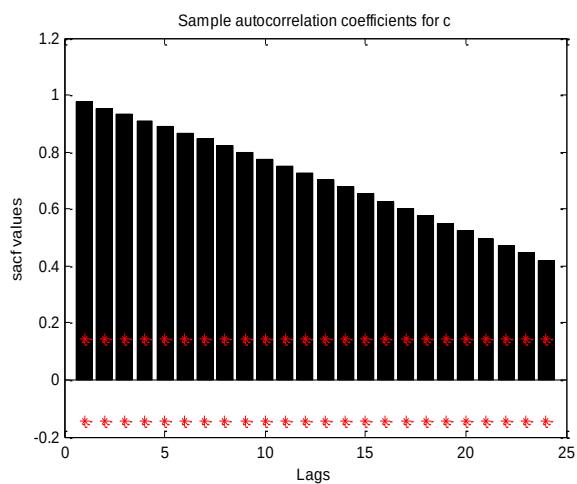
Prisniveauet



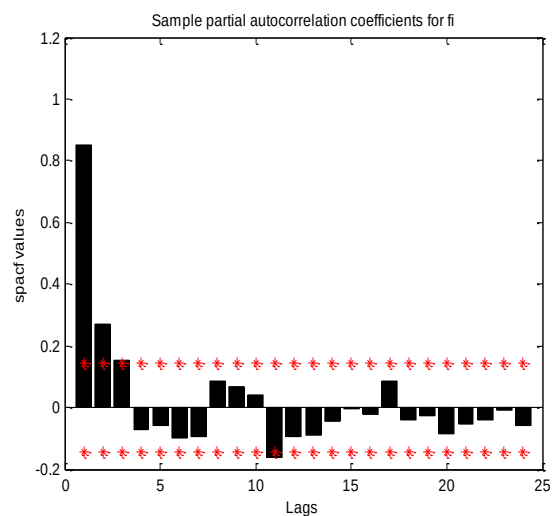
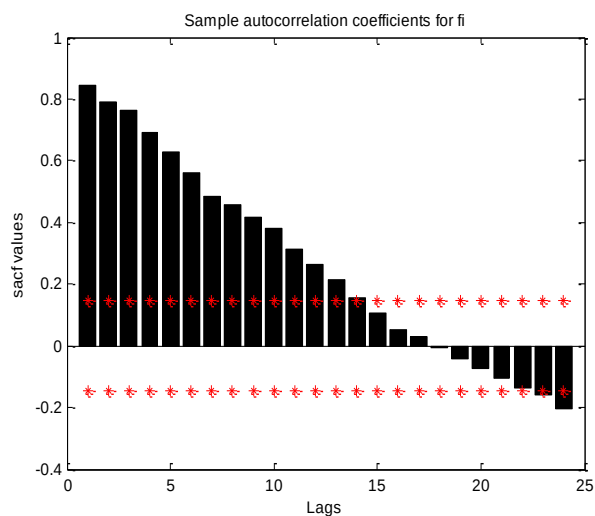
Produktionsniveauet



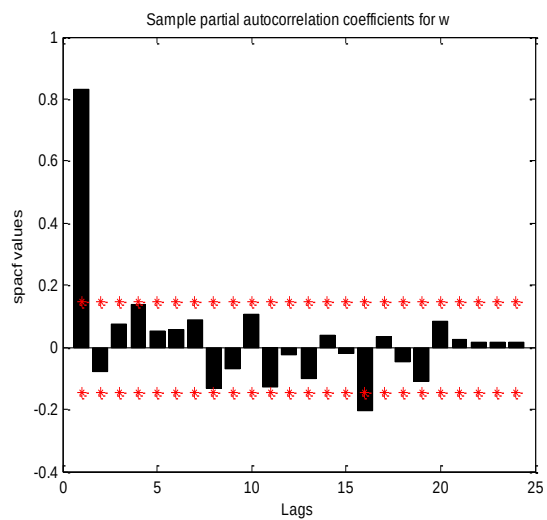
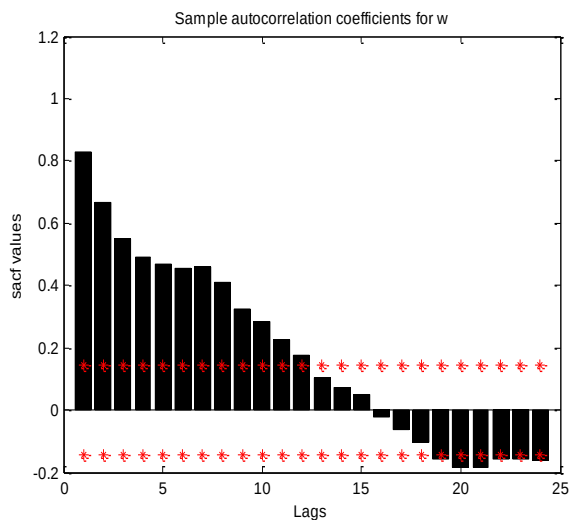
Udbud af bankkredit



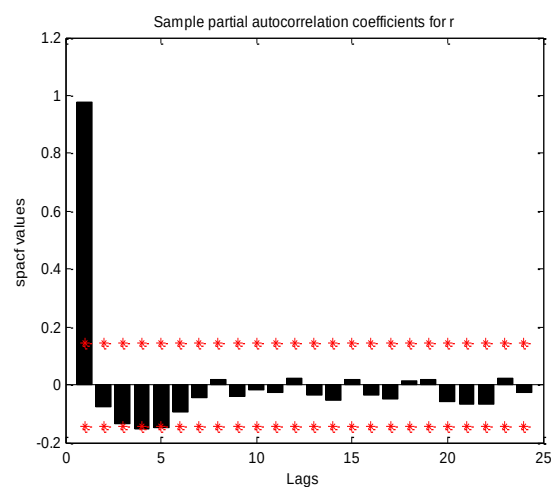
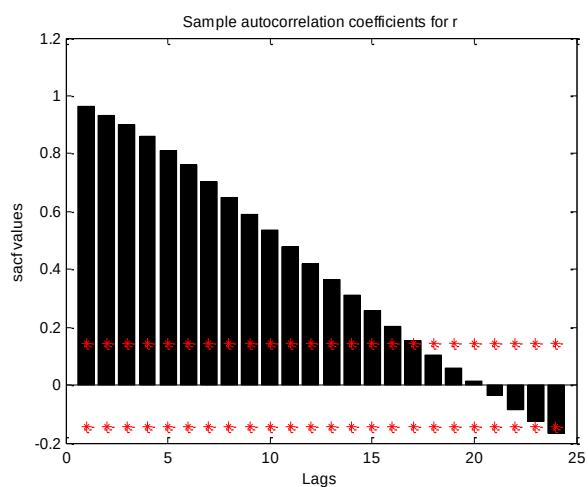
Indekset for de finansielle friktioner



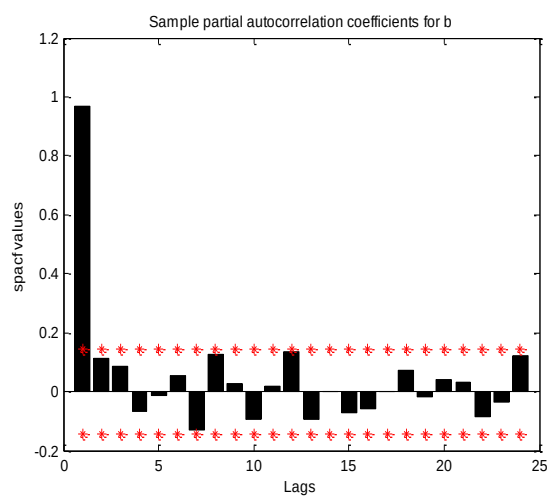
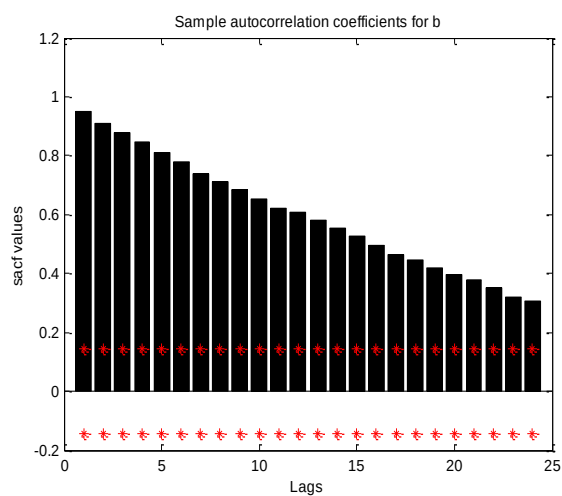
Rentespændet



Nationalbankens indskudsbevisrente

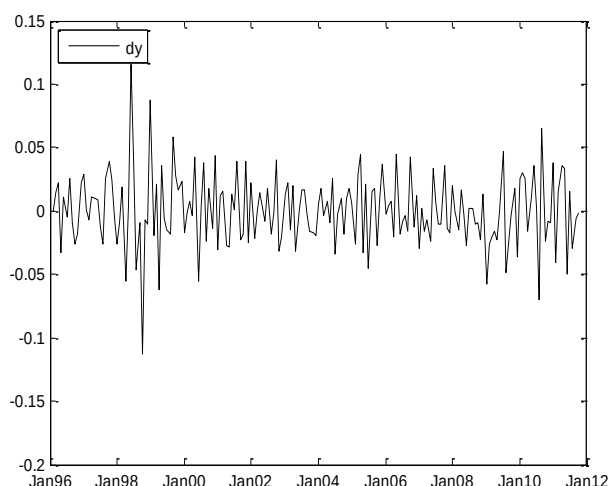
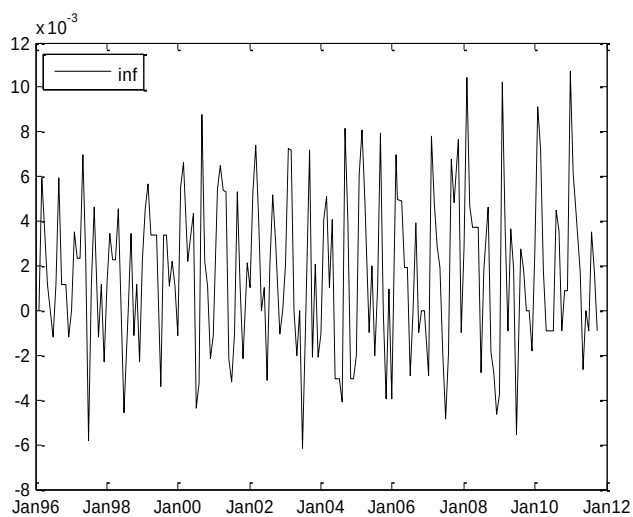


Nationalbankens samlede aktiver

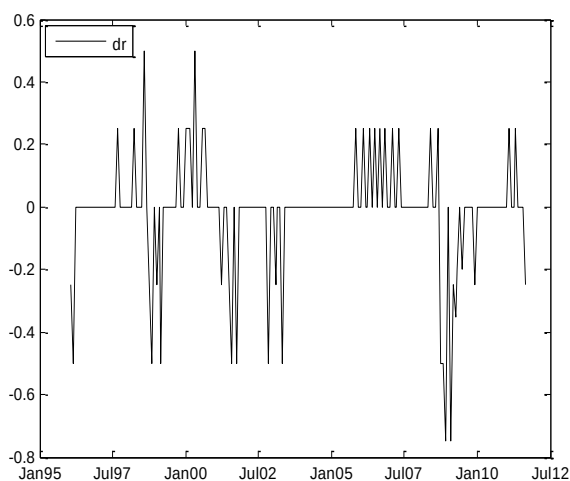
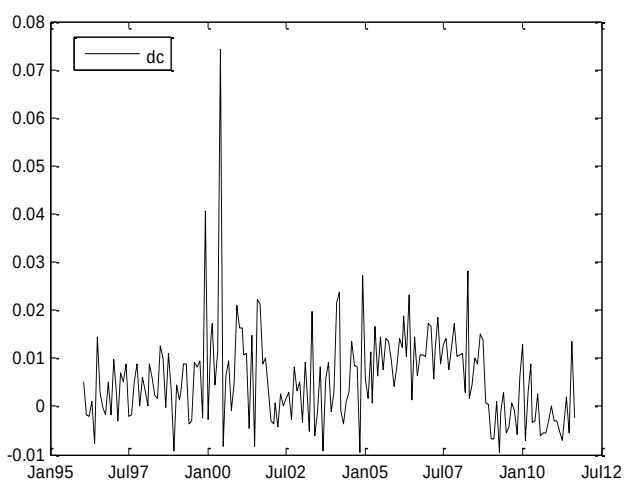


Plots af differenser

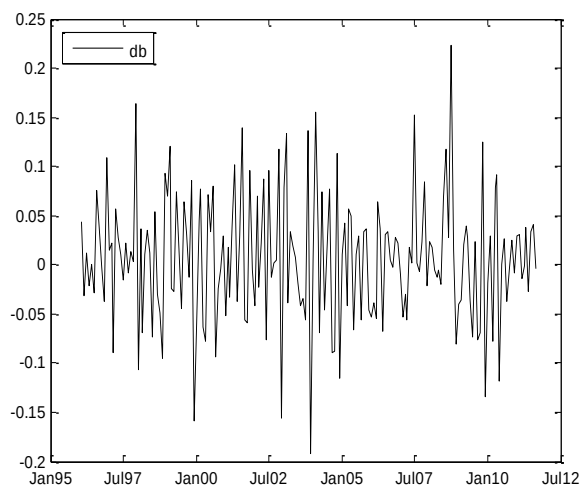
Differensen af priseniveauet og produktionsniveauet



Differensen af udbuddet af bankkredit og Nationalbankens indskudsbevisrente

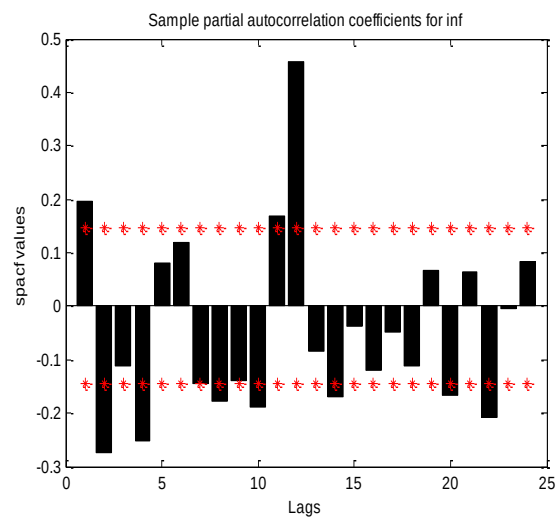
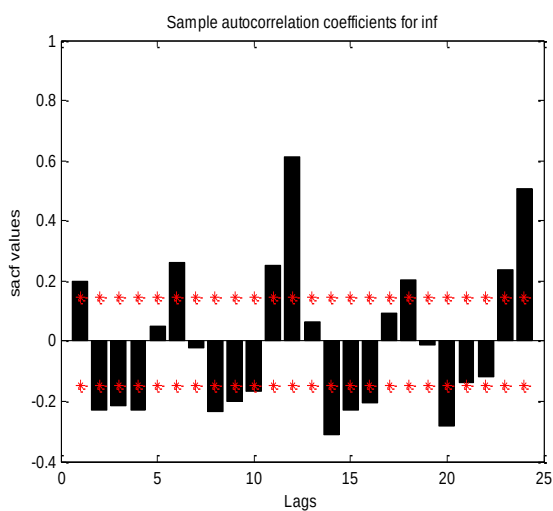


Differensen af Nationalbankens samlede aktiver

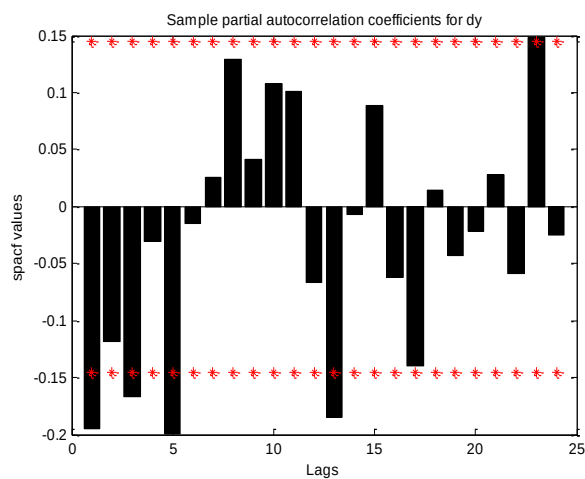
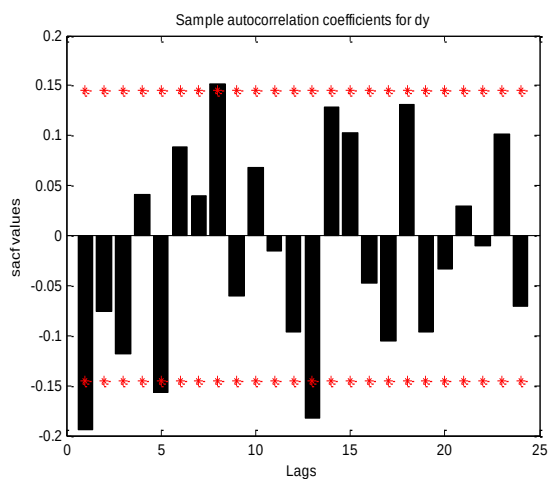


Autokorrelationer og partielle autokorrelationer

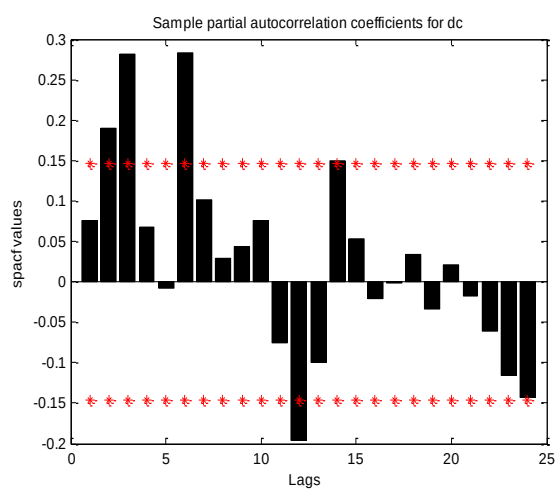
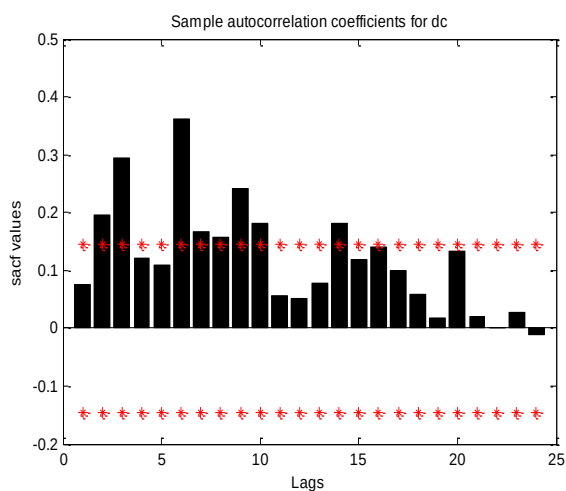
Differensen af prisniveauet



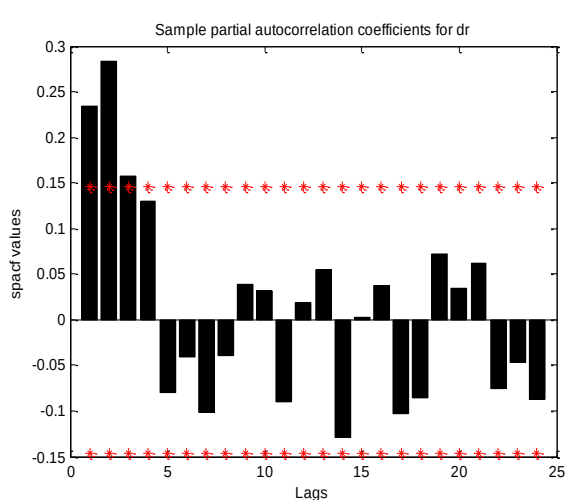
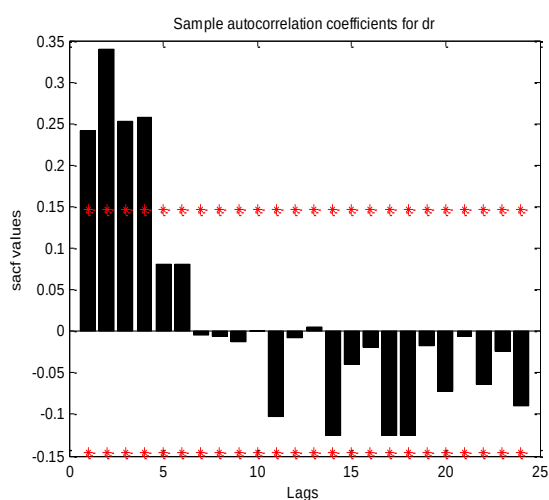
Differensen af produktionsniveauet



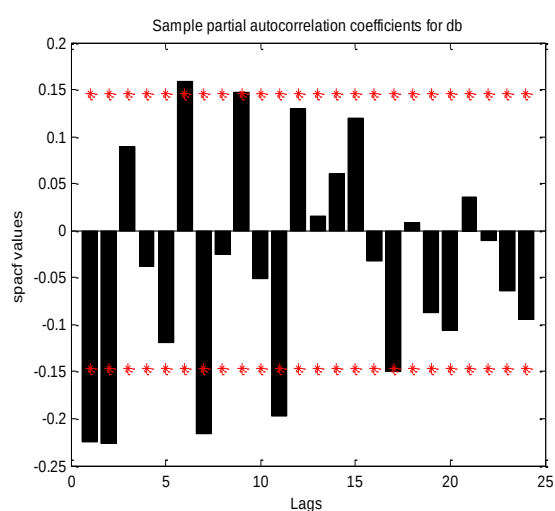
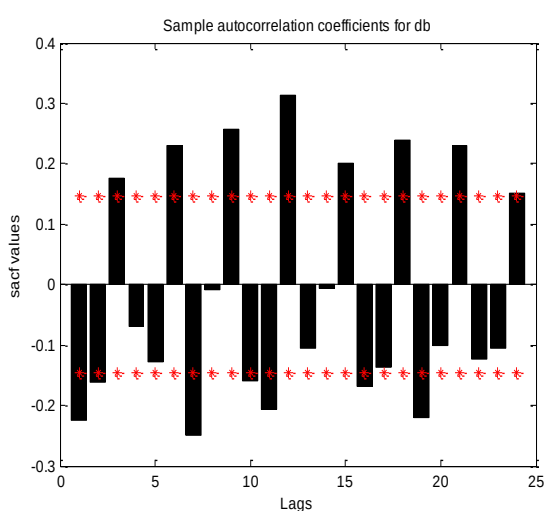
Differensen af udbud af bankkredit



Differensen af Nationalbankens indskudsbevisrente



Differensen af Nationalbankens samlede aktiver



Analyse af VAR-modellen med renten som pengepolitisk instrument

Estimering af modellen med OLS

ANOVA-tabel

Afhængig variabel:	inf	dy	dc	fi	w	dr
R ²	0,6415	0,4993	0,5328	0,8910	0,8707	0,6172
R ² -justeret	0,3909	0,1493	0,2061	0,8148	0,7804	0,3497
SSE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0749	0,0028	0,0206
Observationer	176	176	176	176	176	176

Parameterestimer

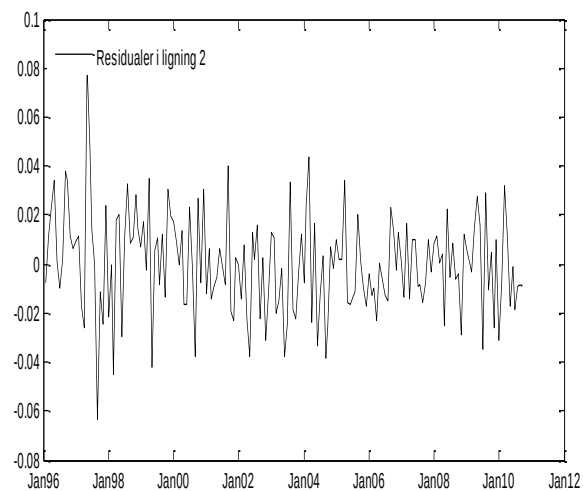
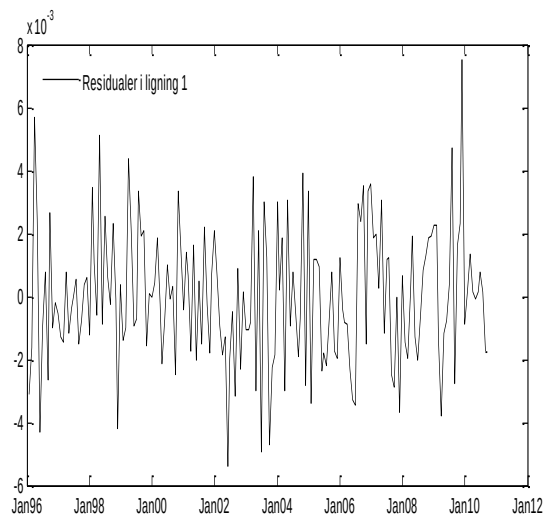
Variabel	Lag	Afhængig variabel					
		inf	dy	dc	fi	w	dr
inf	1	0,0520	1,5727*	0,0372	7,9284	2,9958*	6,6503
inf	2	-0,1652*	0,0792	-0,0333	-2,3714	-1,7263	-2,8020
inf	3	-0,0490	1,1630	-0,1511	5,5587	0,6772	-4,1318
inf	4	-0,1018	1,5413*	0,1037	6,7983	1,2707	4,8772
inf	5	0,0205	0,1425	-0,0253	5,5024	0,3630	3,0498
inf	6	0,0146	1,5828*	-0,3412	2,9673	4,4635***	3,3800
inf	7	-0,0224	0,5119	-0,0600	7,8599	1,9280	-6,2608
inf	8	-0,1346	0,8611	-0,1148	-3,7237	1,4723	4,6428
inf	9	-0,0198	0,4522	-0,1086	16,6253*	1,8047	-1,6096
inf	10	-0,1079	0,4723	0,0844	-8,3428	0,6171	-2,9590
inf	11	0,0596	0,4430	-0,0320	2,0959	-0,8281	-6,5538
inf	12	0,4950***	-0,3863	0,2212	-1,8626	-1,2928	1,2571
dy	1	0,0075	-0,4524***	-0,0107	0,0789	-0,2218	0,7410
dy	2	0,0158	-0,3927***	0,0492	2,0110*	-0,0368	1,7138***
dy	3	0,0176	-0,4356***	-0,0327	0,6645	-0,4412*	1,5386**
dy	4	0,0116	-0,3827***	-0,0070	0,9692	-0,4792*	1,1533
dy	5	0,0126	-0,3758***	-0,0030	-0,9641	-0,4229	0,5643
dy	6	0,0042	-0,2500*	-0,0298	0,4088	-0,4904*	1,4389*
dy	7	-0,0010	-0,1936	-0,0099	1,2924	-0,6571**	1,0861
dy	8	-0,0039	0,0391	-0,0286	0,2669	-0,4465*	0,4703
dy	9	-0,0026	-0,0477	-0,0089	-0,5106	-0,2738	0,7814
dy	10	-0,0219*	0,0295	-0,0127	0,2255	-0,1936	0,3426
dy	11	-0,0111	0,0309	-0,0446	1,2291	-0,0437	0,1660
dy	12	-0,0087	-0,0488	-0,0031	-1,5781	-0,5477***	0,8940*
dc	1	-0,0367	0,1720	-0,0734	-3,0559	0,4364	0,3344
dc	2	0,0315	0,3235	0,1597	-2,5356	-0,4131	0,3686
dc	3	-0,0041	0,3594	0,1186	3,8038	-0,3112	2,5703
dc	4	-0,0319	0,1907	-0,1401	1,6433	-0,2134	-0,9987
dc	5	-0,0132	0,2563	0,1043	1,6531	0,9060	1,6591
dc	6	0,0185	-0,3752	0,2997***	-0,6940	-1,1986**	0,7179

Finansielle friktioner i den danske økonomi

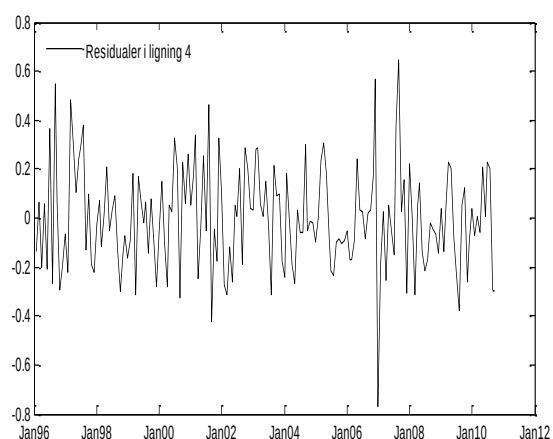
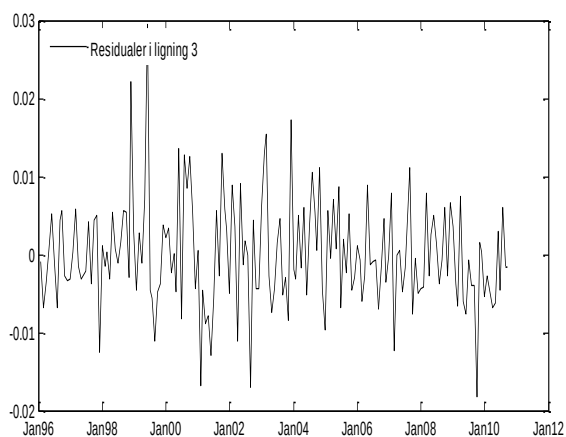
dc	7	0,0040	0,3802	0,0956	2,1298	-0,4732	-0,6983
dc	8	0,0407	0,1858	0,0508	1,8486	-0,5484	0,2065
dc	9	-0,0028	0,0075	0,2059**	-1,6069	-0,2065	2,1199
dc	10	0,0354	-0,3250	0,0896	2,7196	0,6299	1,6358
dc	11	0,0110	-0,1005	-0,0604	0,4064	-1,0005*	2,5116
dc	12	0,0352	-0,1059	-0,1670*	0,6668	-0,5046	2,3169
fi	1	-0,0020*	0,0140	0,0035	0,2039*	0,0091	-0,0185
fi	2	-0,0009	-0,0064	-0,0076**	0,0570	-0,0239	-0,0685
fi	3	-0,0013	-0,0100	0,0009	0,0489	0,0347*	-0,1885***
fi	4	-0,0007	-0,0008	0,0056	0,0185	0,0194	0,0106
fi	5	0,0019	0,0007	-0,0050	0,1678	-0,0107	0,0347
fi	6	0,0008	-0,0194*	-0,0033	0,0127	0,0247	-0,0233
fi	7	0,0009	0,0162	0,0026	-0,1255	-0,0195	0,0540
fi	8	0,0005	0,0076	-0,0011	0,1584	0,0010	0,0719
fi	9	0,0000	0,0033	-0,0052	0,1509	0,0295	0,0343
fi	10	0,0006	-0,0124	0,0077**	0,2974***	-0,0105	-0,0178
fi	11	0,0001	0,0035	0,0034	-0,0665	-0,0239	0,0195
fi	12	-0,0002	-0,0075	-0,0009	0,0045	-0,0040	-0,0425
w	1	0,0029	0,0286	0,0177	-0,5290	0,8709***	-0,0942
w	2	0,0067	-0,0271	-0,0035	0,9883	-0,0653	0,0476
w	3	-0,0088	-0,0272	-0,0213	0,8203	-0,1995	-0,0455
w	4	0,0068	0,0323	-0,0129	-0,8285	0,2378*	0,4477
w	5	0,0028	0,0281	0,0641***	-0,2513	-0,0017	-0,2244
w	6	-0,0063	-0,0301	-0,0592***	0,7426	-0,1281	0,2184
w	7	0,0009	0,0052	0,0106	0,2351	0,3919***	-0,2949
w	8	0,0004	-0,0745	0,0416*	-1,0391	-0,1292	-0,3382
w	9	-0,0030	0,0184	-0,0031	0,5787	-0,3127**	0,5776
w	10	0,0084	-0,0813	-0,0424*	-0,2924	0,3154**	-0,0676
w	11	-0,0063	0,0047	0,0357	0,2986	-0,0966	-0,0214
w	12	-0,0037	0,0117	-0,0301*	0,0215	-0,1595	0,1770
dr	1	-0,0007	-0,0089	0,0073	0,2098	0,0795**	-0,1287
dr	2	0,0009	-0,0056	0,0073	0,6911***	0,0330	0,1810*
dr	3	0,0005	-0,0153	0,0045	0,6767***	0,1223***	0,2728**
dr	4	0,0045*	0,0112	0,0014	0,5462**	-0,0166	0,2900**
dr	5	0,0015	-0,0027	0,0043	0,4724**	0,0074	0,0781
dr	6	0,0024	-0,0086	-0,0058	0,2000	-0,0442	0,0527
dr	7	0,0023	-0,0208	0,0105	0,0454	-0,0654	-0,0539
dr	8	0,0031	-0,0078	0,0129*	0,2214	-0,0284	-0,0340
dr	9	-0,0016	0,0149	-0,0015	0,1779	0,0069	0,0154
dr	10	-0,0022	-0,0195	-0,0074	0,0899	0,0171	0,0079
dr	11	-0,0020	-0,0065	-0,0018	-0,0579	0,0214	-0,0732
dr	12	-0,0007	-0,0129	0,0018	0,0702	0,0259	-0,0744
konstant		0,0011	-0,0075	0,0032	-0,1516	0,0333*	-0,1270**

Plots af residualerne

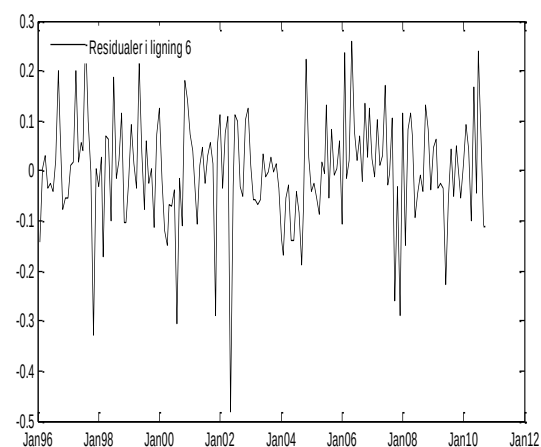
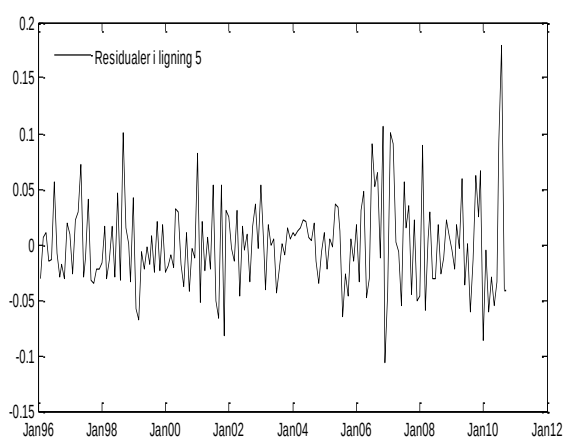
Residualerne fra ligning 1 (inf) og 2 (dy)



Residualerne fra ligning 3 (dc) og 4 (fi)

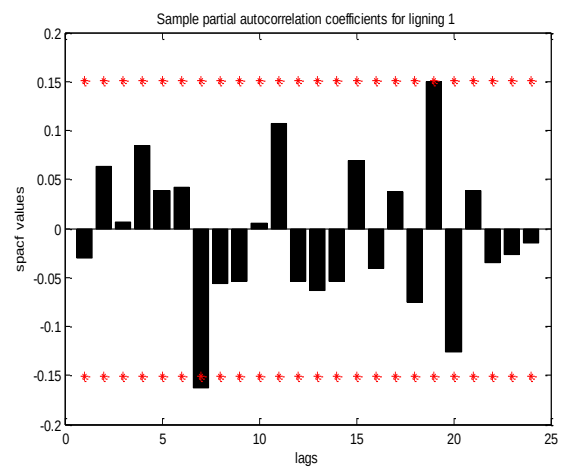
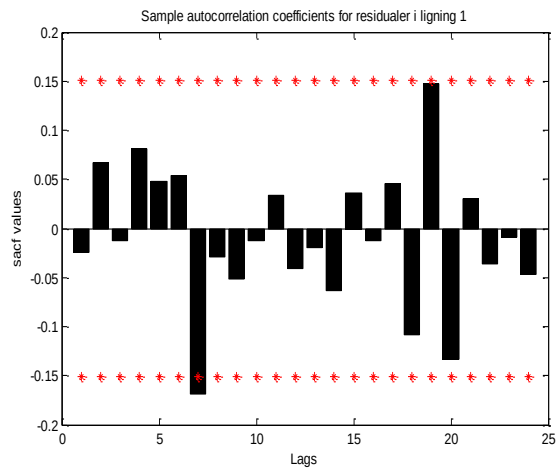


Residualerne fra ligning 5 (w) og 6 (dr)

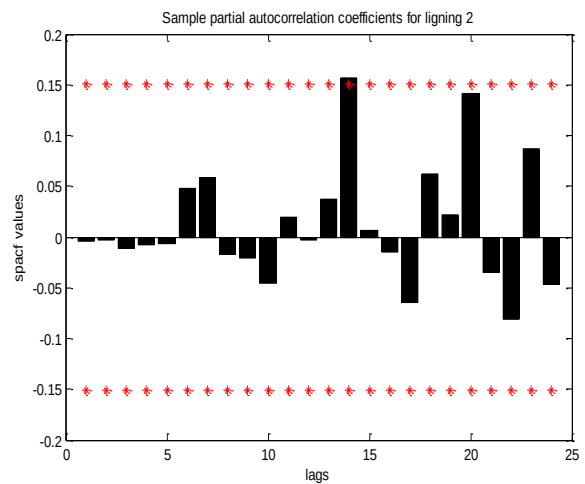
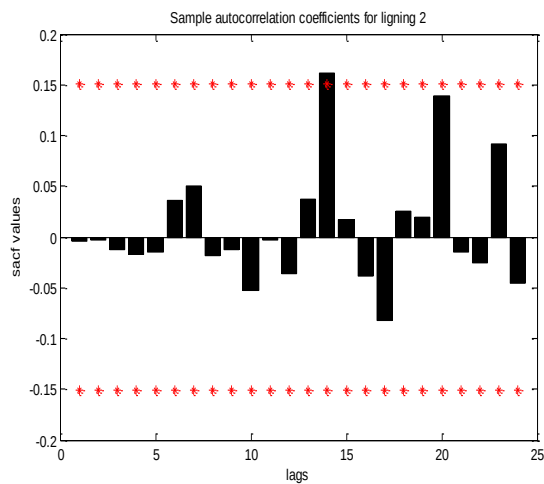


Autokorrelationsplots og partielle autokorrelationsplots i residualerne

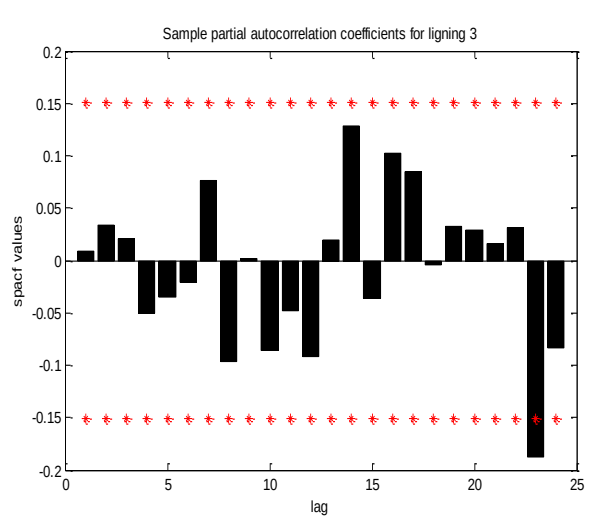
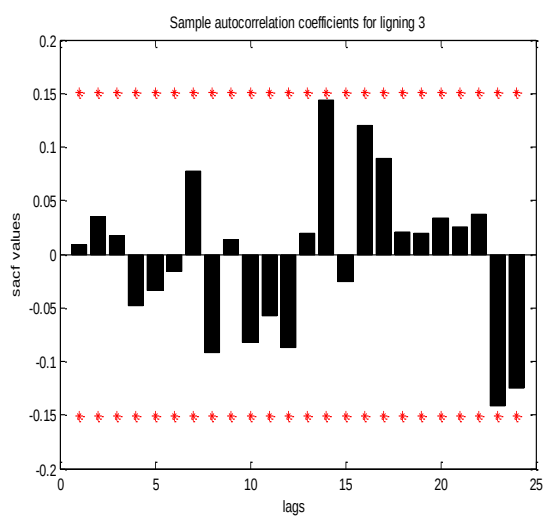
Residualerne fra ligning 1 (inf)



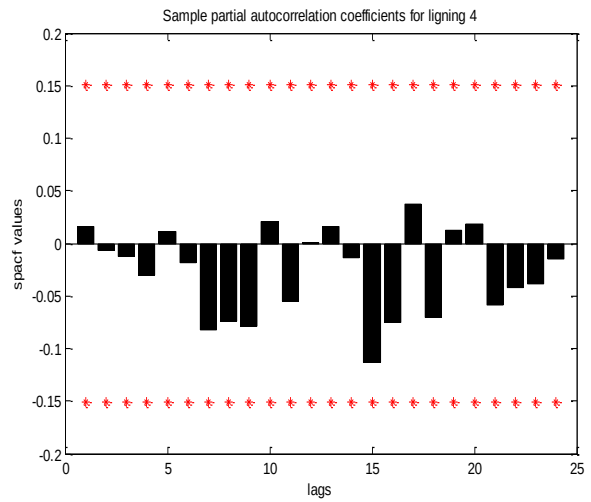
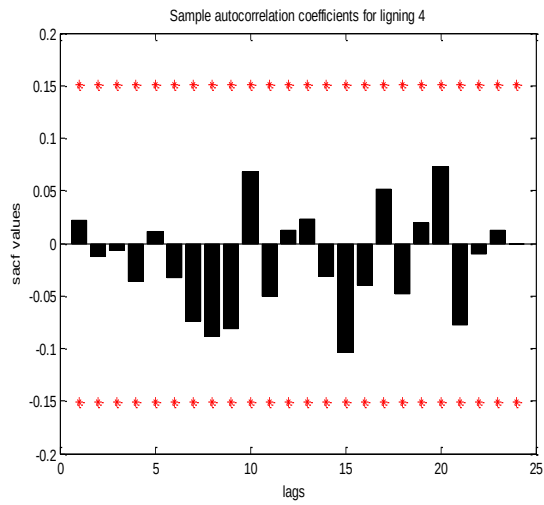
Residualerne fra ligning 2 (dy)



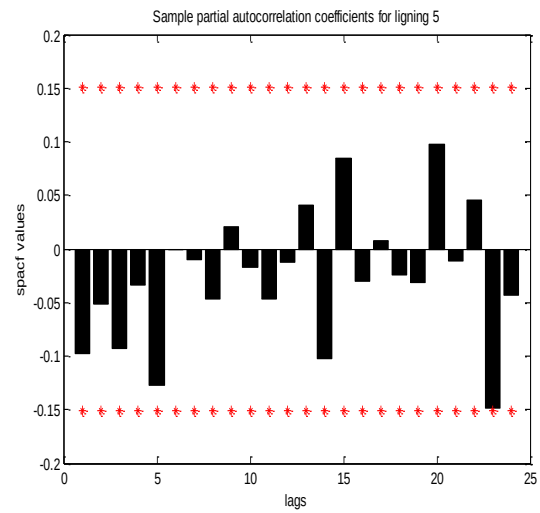
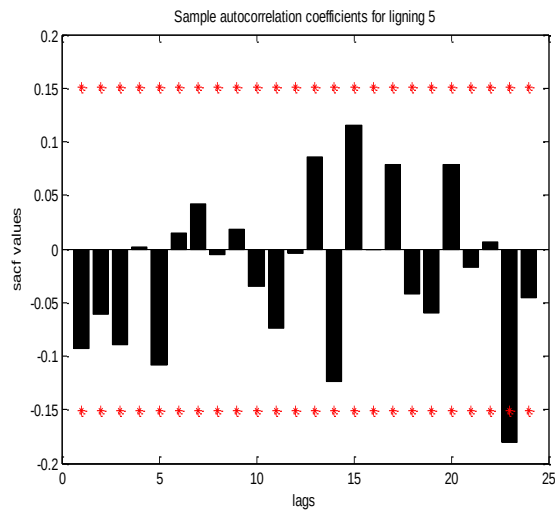
Residualerne fra ligning 3 (dc)



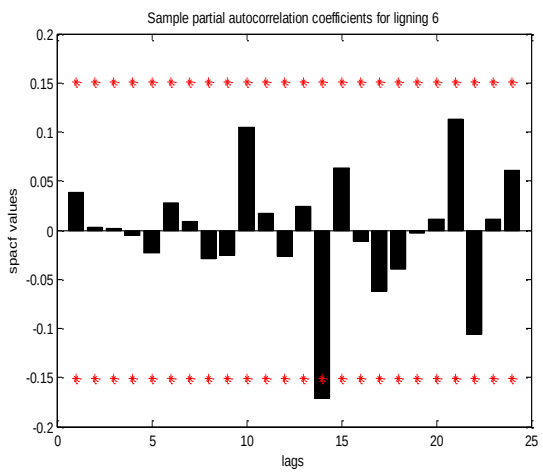
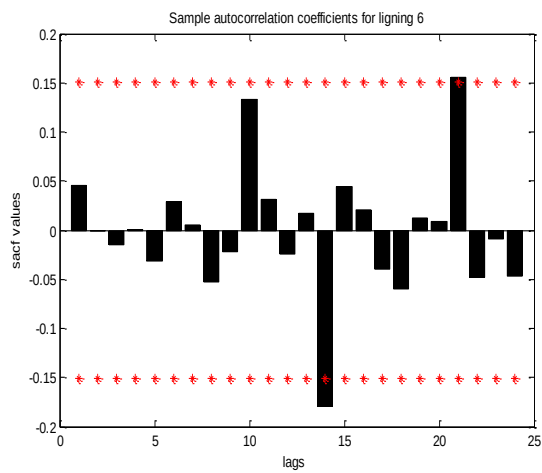
Residualerne fra ligning 4 (fi)



Residualerne fra ligning 5 (w)



Residualerne fra ligning 6 (dr)



Augmented Dickey-Fuller tests

Ligning		Deterministisk del	Antal lags	AR(1)- estimatet	t-stat	Kritisk værdi		
						1 %	5 %	10 %
inf	1	ingen	4	0,200***	-4,987	-2,652	-1,991	-1,666
dy	2	ingen	5	0,008***	-5,053	-2,652	-1,991	-1,666
dc	3	ingen	3	0,020***	-6,537	-2,652	-1,991	-1,666
fi	4	ingen	1	0,009***	-9,240	-2,652	-1,991	-1,666
w	5	ingen	1	-0,155***	-9,994	-2,652	-1,991	-1,666
dr	6	ingen	4	0,010***	-5,839	-2,652	-1,991	-1,666

Identifikation

Estimering af A-matricen

1	-0,018	0,010	0	-0,004	-0,004
0	1	0,100	0	0,022	-0,010
0	0	1	2,839	-3,329	-1,074
0	0	0	1	31,007	-0,440
0	0	-819,049	2,310	1	-6,323
0	0	0	0	0	1

Standardafvigelser i A-matricen

0	0,001	0,002	0	0,000	0,000
0	0	0,016	0	0,003	0,001
0	0	0	0,000	0,000	0,000
0	0	0	0	709,173	129,988
0	0	0	0	0	0,000
0	0	0	0	0	0

Estimering af B-matricen

0,002	0	0	0	0	0
0	0,020	0	0	0	0
0	0	-0,593	0	0	0
0	0	0	1,421	0	0
0	0	0	0	5,700	0
0	0	0	0	0	0,115

Standardafvigelser i B-matricen

0,000	0	0	0	0	0
0	0,000	0	0	0	0
0	0,0	0,000	0	0	0
0	0,0	0	313,243	0	0
0	0,0	0	0	0,000	0
0	0	0	0	0	0,000

Analyse af VAR-modellen med de samlede aktiver som pengepolitisk instrument

LR-test for laglængde

Sammenligning af lags		LR-statistik	P-værdi
12	11	131,783	0,000
11	10	72,765	0,000
10	9	68,126	0,001
9	8	76,123	0,000
8	7	56,140	0,017
7	6	57,591	0,024
6	5	76,966	0,000
5	4	47,830	0,090
4	3	49,539	0,066
3	2	55,251	0,021
2	1	118,897	0,000

Estimering af modellen med OLS

ANOVA-tabel

Afhængig variabel:	inf	dy	dc	fi	w	db
R ²	0,658	0,495	0,528	0,876	0,866	0,616
R ² -justeret	0,419	0,142	0,199	0,789	0,773	0,347
SSE	0,000	0,000	0,000	0,086	0,003	0,003
Observationer	176	176	176	176	176	176

Parameterestimer

Variabel	Lag	Afhængig variabel					
		inf	dy	dc	fi	w	db
inf	1	0,041	1,810**	0,149	14,945*	3,910**	-0,224
inf	2	-0,110	0,220	0,107	6,456	-2,116	0,454
inf	3	-0,111	0,925	-0,024	16,711*	2,078	0,937
inf	4	-0,083	1,551*	0,147	14,791	2,143	2,306
inf	5	0,015	0,591	0,242	11,358	0,784	-0,575
inf	6	-0,043	1,361	-0,234	14,968	5,449***	1,846
inf	7	-0,061	0,154	-0,044	12,931	3,760**	1,473
inf	8	-0,070	0,953	0,176	4,442	0,854	-0,094
inf	9	-0,075	0,641	0,070	23,581**	2,788	1,739
inf	10	-0,114	0,578	-0,180	-4,403	-0,180	1,013
inf	11	0,089	0,423	0,183	9,540	-0,805	-1,797
inf	12	0,555***	-0,415	0,236	3,834	-2,255	1,754
dy	1	0,007	-0,478***	-0,026	-0,324	-0,265	0,163
dy	2	0,017	-0,414***	0,036	1,262	-0,121	0,054
dy	3	0,018	-0,489***	-0,026	-0,102	-0,472*	-0,299
dy	4	0,019	-0,450***	0,001	0,942	-0,457*	-0,026
dy	5	0,018	-0,458***	-0,019	-1,580	-0,350	-0,266
dy	6	0,013	-0,328**	-0,050	0,251	-0,447	-0,187

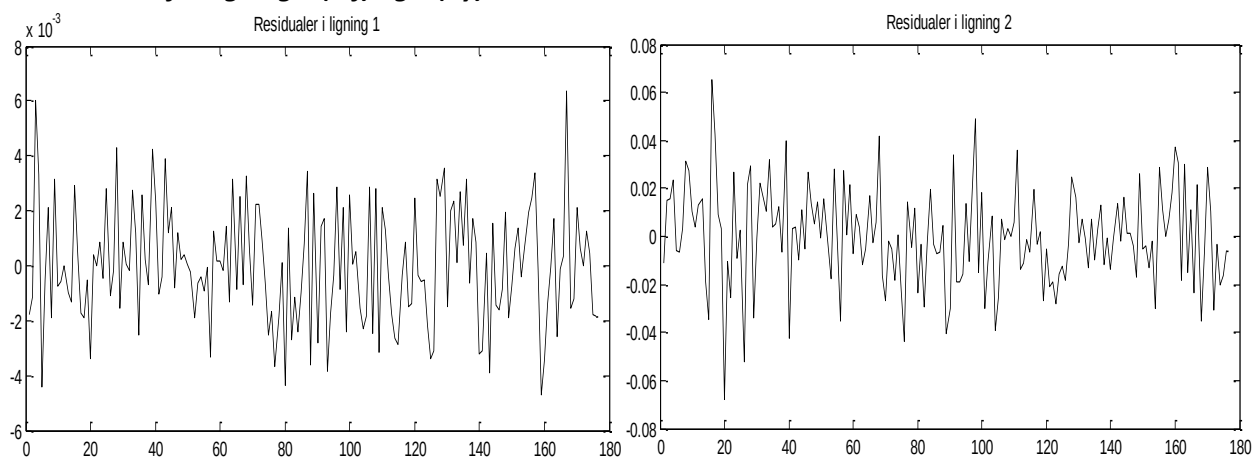
Finansielle friktioner i den danske økonomi

dy	7	0,005	-0,254*	-0,031	0,437	-0,711**	0,276
dy	8	0,006	-0,017	-0,055	-0,821	-0,688**	0,116
dy	9	0,011	-0,046	-0,018	-1,397	-0,511*	0,189
dy	10	-0,004	0,027	-0,024	-0,349	-0,365	0,230
dy	11	0,002	0,038	-0,044	0,824	-0,095	0,278
dy	12	-0,001	-0,069	-0,012	-2,217**	-0,490**	0,069
dc	1	-0,014	0,278	-0,078	-1,923	0,285	1,021*
dc	2	0,021	0,416	0,118	-4,135	-0,414	-0,153
dc	3	-0,004	0,397	0,157	4,989	-0,475	0,356
dc	4	-0,040	0,165	-0,078	3,153	0,208	-0,654
dc	5	0,000	0,227	0,147	6,448**	1,291**	-1,252**
dc	6	0,007	-0,412	0,339***	1,378	-0,429	0,864
dc	7	-0,006	0,298	0,080	3,746	-0,431	-0,750
dc	8	0,005	0,161	0,075	3,886	-0,304	-0,717
dc	9	0,003	-0,113	0,183*	-0,680	-0,368	-1,467**
dc	10	0,038	-0,386	0,153	4,666	0,769	-0,051
dc	11	0,012	-0,326	-0,094	-0,665	-0,704	0,905
dc	12	0,025	-0,137	-0,188*	0,212	-0,291	-1,207**
fi	1	-0,002*	0,013	0,006**	0,433***	0,033*	0,015
fi	2	-0,001	-0,007	-0,006*	0,233**	-0,021	-0,004
fi	3	-0,001	-0,012	0,002	0,219**	0,047**	0,024
fi	4	0,000	0,002	0,004	-0,048	-0,003	-0,039**
fi	5	0,002*	-0,003	-0,004	0,097	-0,020	0,015
fi	6	0,000	-0,021**	-0,004	-0,133	-0,009	-0,011
fi	7	0,000	0,010	0,002	-0,214*	-0,017	0,029
fi	8	0,000	0,011	-0,002	0,048	-0,015	-0,003
fi	9	0,000	0,005	-0,005	0,160	0,041**	0,029
fi	10	0,000	-0,011	0,004	0,204*	0,003	0,032
fi	11	0,000	0,005	0,001	-0,214*	-0,026	-0,017
fi	12	0,000	-0,004	0,001	-0,035	-0,007	-0,029
w	1	0,006	0,030	0,007	-0,329	0,812***	0,044
w	2	0,006	-0,041	0,005	0,945	0,059	-0,005
w	3	-0,004	-0,017	-0,016	0,588	-0,295**	0,050
w	4	0,003	0,029	-0,015	-1,308*	0,234*	0,033
w	5	0,003	0,023	0,055**	-0,321	0,008	-0,132
w	6	-0,009	-0,012	-0,048**	0,954	-0,178	0,124
w	7	0,002	-0,023	0,007	0,382	0,453***	0,070
w	8	0,001	-0,036	0,032	-1,448**	-0,137	-0,233*
w	9	-0,002	-0,011	0,005	0,839	-0,332**	0,105
w	10	0,008	-0,078	-0,059***	-0,670	0,325**	-0,215
w	11	-0,005	-0,019	0,048**	0,551	-0,078	0,181
w	12	-0,004	0,036	-0,032*	-0,184	-0,199*	-0,033
db	1	-0,003	-0,025	0,009	0,493	0,034	-0,193**

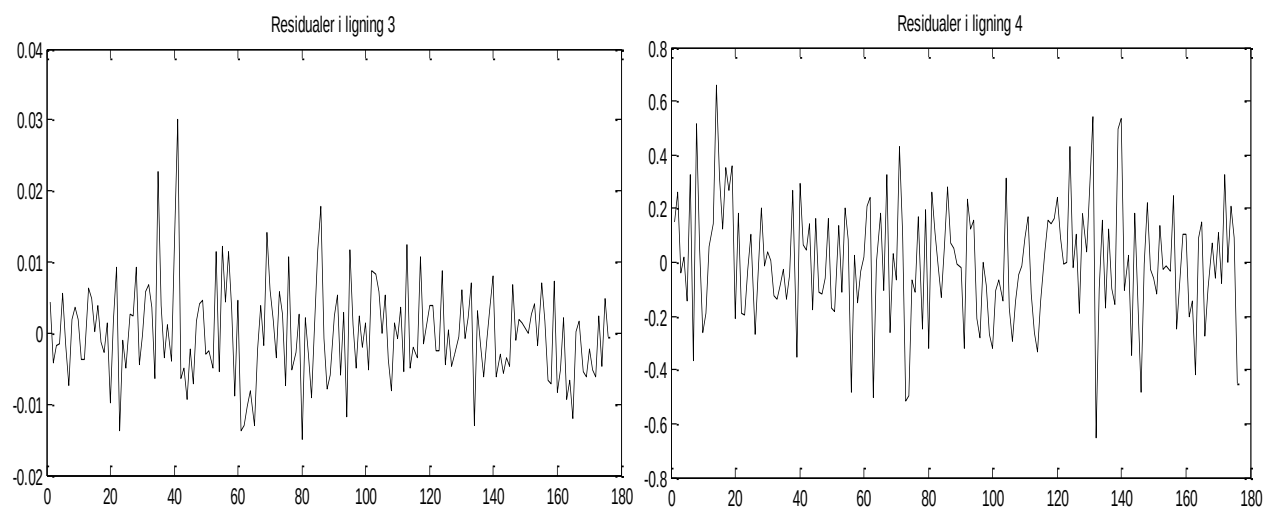
db	2	-0,003	-0,037	-0,028*	-0,927*	-0,038	-0,242***
db	3	-0,004	0,014	-0,010	-0,457	-0,065	-0,057
db	4	-0,011**	0,045	-0,011	-0,800	-0,132	-0,040
db	5	-0,009*	0,064	-0,013	-0,349	-0,076	-0,110
db	6	0,000	0,058	-0,003	-0,514	-0,022	0,035
db	7	0,000	0,014	0,003	0,332	0,183**	-0,250***
db	8	-0,008	0,020	0,007	0,232	0,241**	-0,050
db	9	-0,007	0,006	0,013	-0,084	0,159	0,019
db	10	-0,011**	0,039	0,019	0,264	-0,002	-0,256***
db	11	-0,010**	0,003	0,001	0,916*	0,084	-0,169*
db	12	-0,003	0,020	0,005	0,992**	-0,031	0,090
konstant		0,001	-0,005	0,001	-0,338***	0,015	0,018

Plots af residualerne

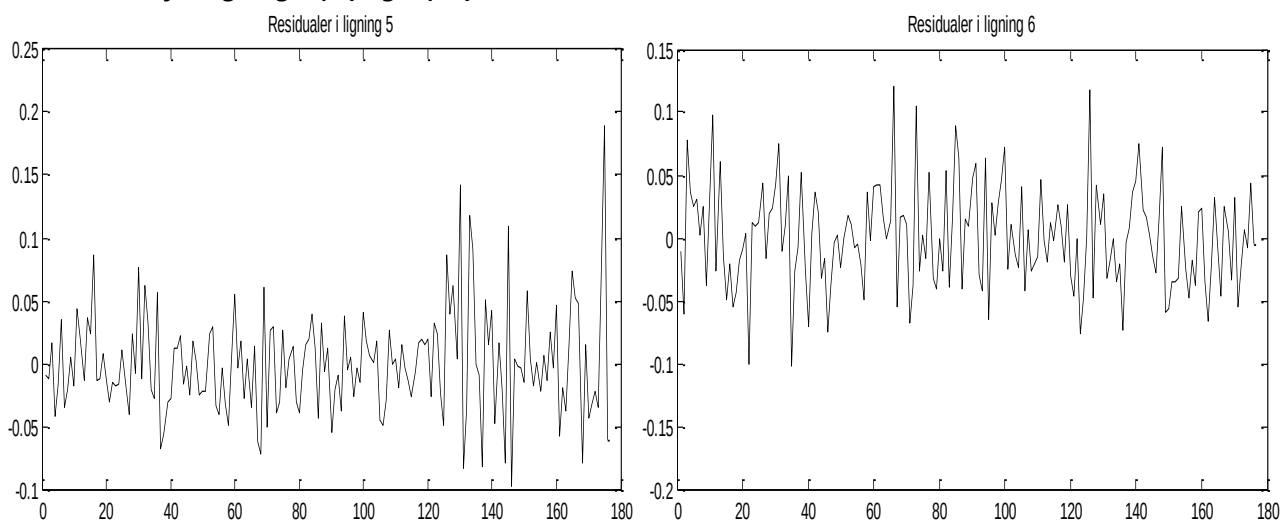
Residualerne fra ligning 1 (inf) og 2 (dy)



Residualerne fra ligning 3 (dc) og 4 (fi)

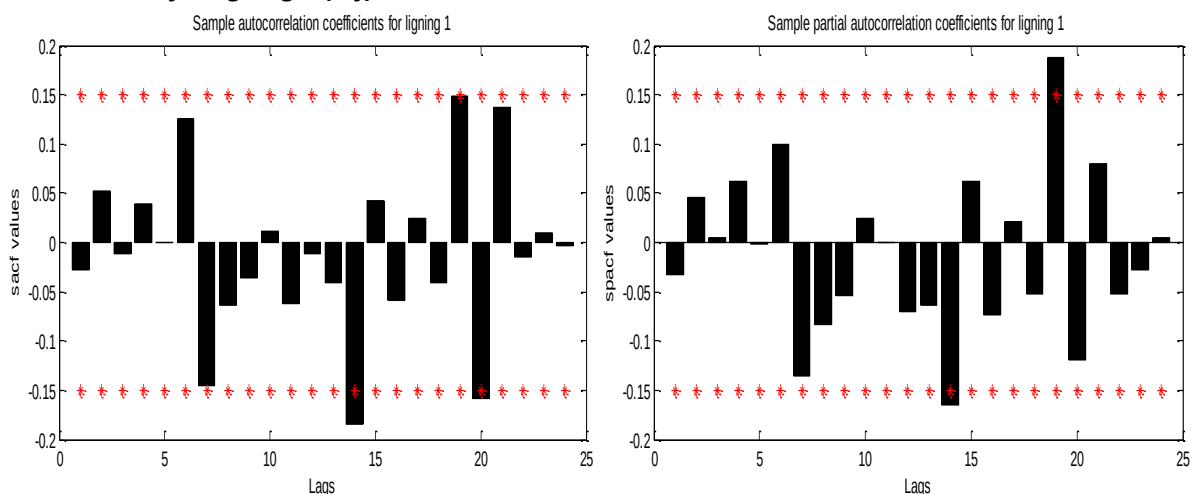


Residualerne fra ligning 5 (w) og 6 (db)

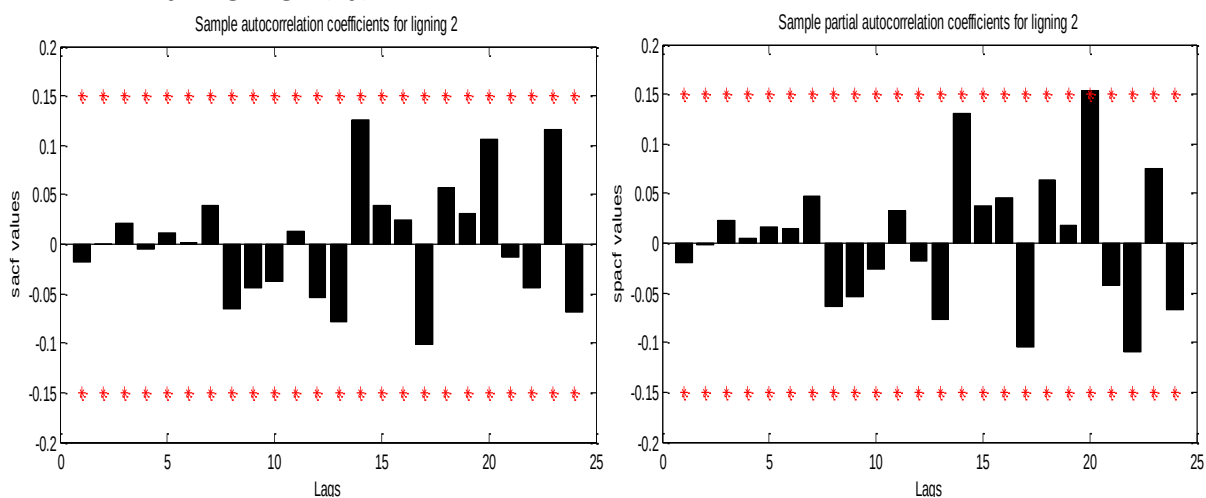


Autokorrelationsplots og partielle autokorrelationsplots i residualerne

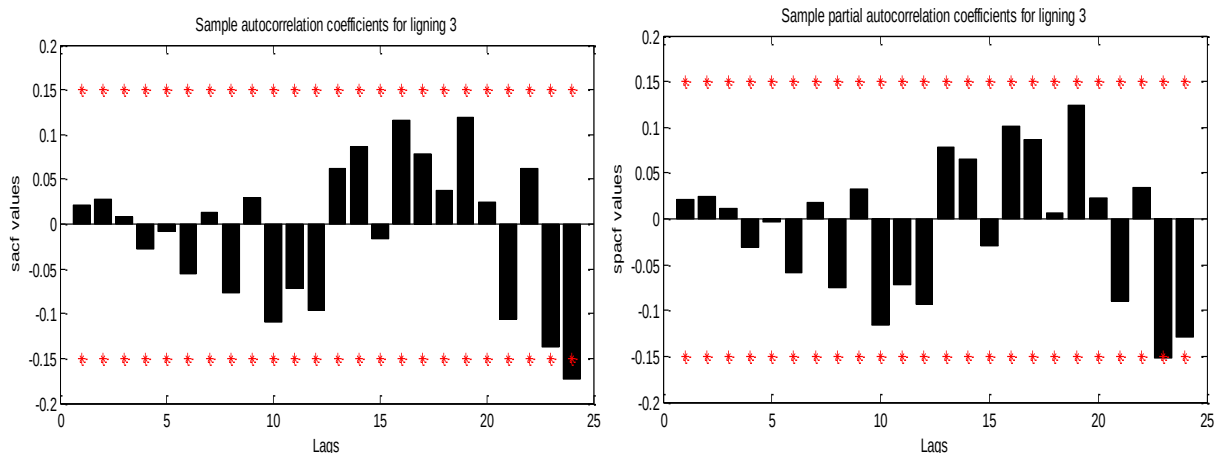
Residualerne fra ligning 1 (inf)



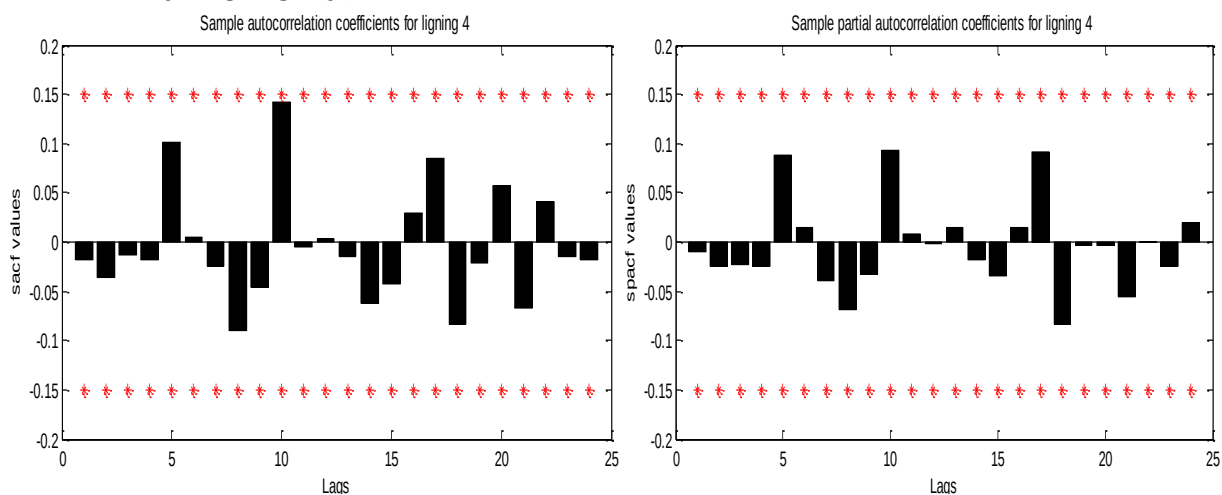
Residualerne fra ligning 2 (dy)



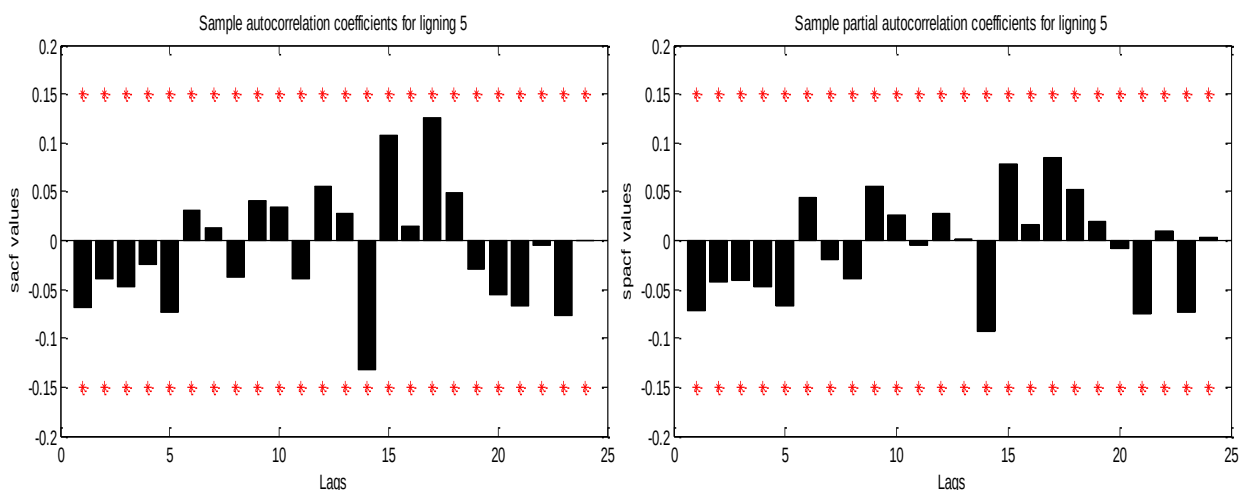
Residualerne fra ligning 3 (dc)



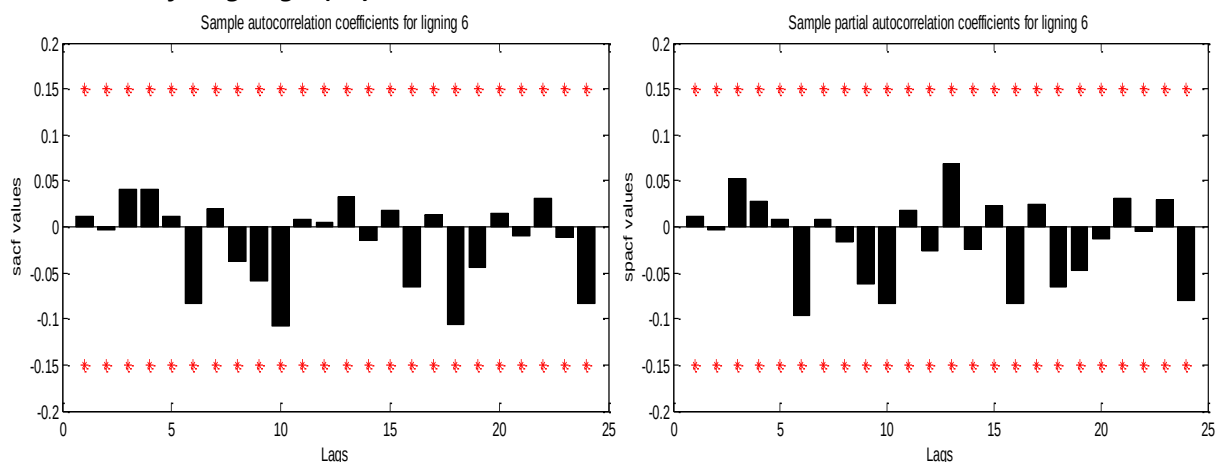
Residualerne fra ligning 4 (fi)



Residualerne fra ligning 5 (w)



Residualerne fra ligning 6 (db)



Augmented Dickey-Fuller tests

AR(1)-						Kritisk værdi		
Ligning		Deterministisk del	Antal lags	estimatet	t-stat	1 %	5 %	10 %
inf	1	ingen	1	0,036***	-8,943	-2,652	-1,991	-1,666
dy	2	ingen	1	-0,120***	-9,353	-2,652	-1,991	-1,666
dc	3	ingen	1	0,047***	-8,917	-2,652	-1,991	-1,666
fi	4	ingen	1	-0,031***	-9,466	-2,652	-1,991	-1,666
w	5	ingen	1	-0,118***	-9,796	-2,652	-1,991	-1,666
db	6	ingen	1	0,025***	-9,174	-2,652	-1,991	-1,666

Ljung-Box-test for autokorrelation

Ligning i VAR-model		Q-statistik	P-værdi
inf	1	9,609	0,650
dy	2	2,486	0,998
dc	3	7,229	0,842
fi	4	8,108	0,777
w	5	4,545	0,972
db	6	5,137	0,953

ARCH-test

Ligning i VAR-model		LM-statistik	P-værdi
inf	1	7,325	0,835
dy	2	13,573	0,329
dc	3	18,568	0,100
fi	4	16,933	0,152
w	5	22,710	0,030
db	6	6,024	0,915

Identifikation

Estimering af A-matricen

1	-0,026	0,005	0	-0,006	0,003
0	1	0,196043	0	0,034	-0,007
0	0	1	-0,209	0,370	-0,056
0	0	0	1	23,225	-3,409
0	0	-106,450	-0,257	1	-1,331
0	0	0	0	0	1

Standardafvigelse i A-matricen

0	0,001	0,002	0	0,000	0,000
0	0	0,018	0	0,003	0,003
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

Estimering af B-matricen

0,002	0	0	0	0	0
0	0,020	0	0	0	0
0	0	-0,035	0	0	0
0	0	0	-1,08	0	0
0	0	0	0	-0,709	0
0	0	0	0	0	0,041

Standardafvigelse i B-matricen

0,018	0	0	0	0	0
0	0,015	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,000

Analyse af VAR-modellen med dummy og renten som pengepolitisk instrument

Estimering af modellen med OLS

ANOVA-tabel

Afhængig variabel:	inf	dy	dc	fi	w	db
R ²	0,656	0,499	0,536	0,892	0,874	0,618
R ² -justeret	0,410	0,141	0,204	0,814	0,783	0,345
SSE	0,000	0,000	0,000	0,075	0,003	0,021
Observationer	176	176	176	176	176	176

Parameterestimer

Variabel	Lag	Afhængig variabel					
		inf	dy	dc	fi	w	dr
inf	1	0,013	1,576*	0,087	6,270	2,457	6,144
inf	2	-0,201**	0,082	0,012	-3,871	-2,213	-3,260
inf	3	-0,087	1,166	-0,103	3,955	0,156	-4,622
inf	4	-0,121	1,543*	0,129	5,971	1,002	4,624

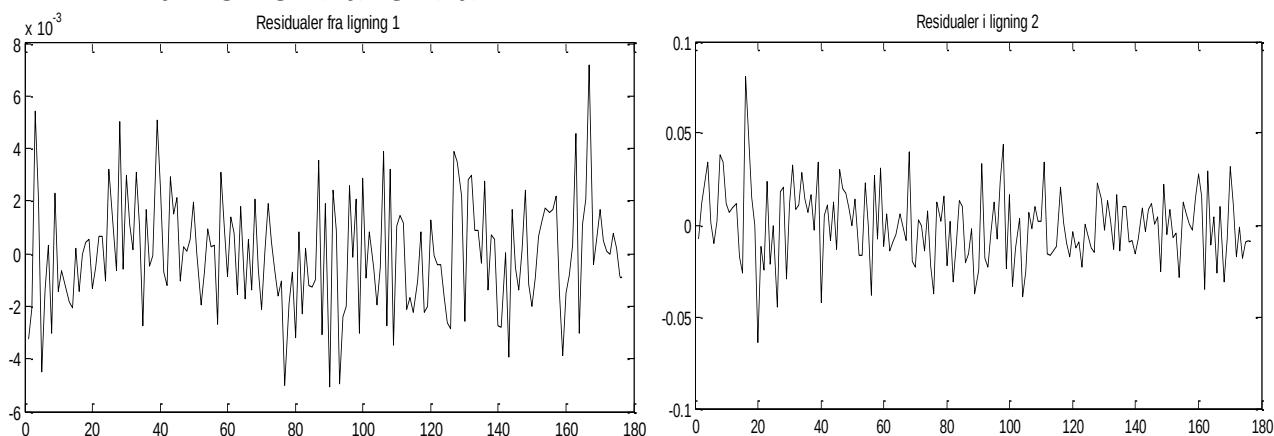
Finansielle friktioner i den danske økonomi

inf	5	-0,004	0,144	0,006	4,474	0,029	2,736
inf	6	-0,009	1,584*	-0,312	1,979	4,143**	3,078
inf	7	-0,037	0,513	-0,042	7,257	1,732	-6,445
inf	8	-0,138	0,861	-0,111	-3,854	1,430	4,603
inf	9	-0,033	0,453	-0,092	16,063*	1,622	-1,781
inf	10	-0,107	0,472	0,083	-8,293	0,633	-2,944
inf	11	0,035	0,445	-0,001	1,067	-1,162	-6,868
inf	12	0,499***	-0,387	0,216	-1,699	-1,240	1,307
dy	1	0,007	-0,452***	-0,010	0,044	-0,233	0,730
dy	2	0,016	-0,393***	0,049	2,030*	-0,031	1,720***
dy	3	0,020	-0,436***	-0,036	0,758	-0,411*	1,567**
dy	4	0,014	-0,383***	-0,010	1,067	-0,448*	1,183
dy	5	0,016	-0,376***	-0,008	-0,808	-0,372	0,612
dy	6	0,007	-0,250*	-0,034	0,535	-0,450	1,477*
dy	7	0,003	-0,194	-0,014	1,441	-0,609**	1,131
dy	8	-0,001	0,039	-0,032	0,387	-0,408	0,507
dy	9	0,001	-0,048	-0,013	-0,375	-0,230	0,823
dy	10	-0,019	0,029	-0,017	0,365	-0,148	0,385
dy	11	-0,009	0,031	-0,047	1,302	-0,020	0,188
dy	12	-0,005	-0,049	-0,008	-1,407	-0,492***	0,946*
dc	1	-0,031	0,172	-0,081	-2,799	0,520	0,413
dc	2	0,033	0,323	0,158	-2,464	-0,390	0,391
dc	3	-0,007	0,360	0,122	3,703	-0,344	2,539
dc	4	-0,030	0,191	-0,142	1,722	-0,188	-0,975
dc	5	-0,017	0,257	0,109	1,493	0,854	1,610
dc	6	0,020	-0,375	0,298***	-0,643	-1,182**	0,733
dc	7	0,000	0,381	0,101	1,957	-0,529	-0,751
dc	8	0,036	0,186	0,057	1,656	-0,611	0,148
dc	9	-0,007	0,008	0,211**	-1,782	-0,263	2,066
dc	10	0,023	-0,324	0,106	2,183	0,456	1,472
dc	11	0,006	-0,100	-0,054	0,186	-1,072*	2,444
dc	12	0,031	-0,106	-0,162*	0,499	-0,559	2,266
fi	1	-0,002**	0,014	0,004	0,192*	0,005	-0,022
fi	2	-0,001	-0,006	-0,008**	0,055	-0,025	-0,069
fi	3	-0,001	-0,010	0,001	0,045	0,033	-0,190***
fi	4	-0,001	-0,001	0,005	0,024	0,021	0,012
fi	5	0,002*	0,001	-0,005	0,173	-0,009	0,036
fi	6	0,001	-0,019*	-0,004	0,022	0,028	-0,021
fi	7	0,001	0,016	0,002	-0,117	-0,017	0,057
fi	8	0,001	0,008	-0,001	0,161	0,002	0,073
fi	9	0,000	0,003	-0,005	0,148	0,029	0,033
fi	10	0,001	-0,012	0,008**	0,296***	-0,011	-0,018
fi	11	0,000	0,003	0,003	-0,063	-0,023	0,021

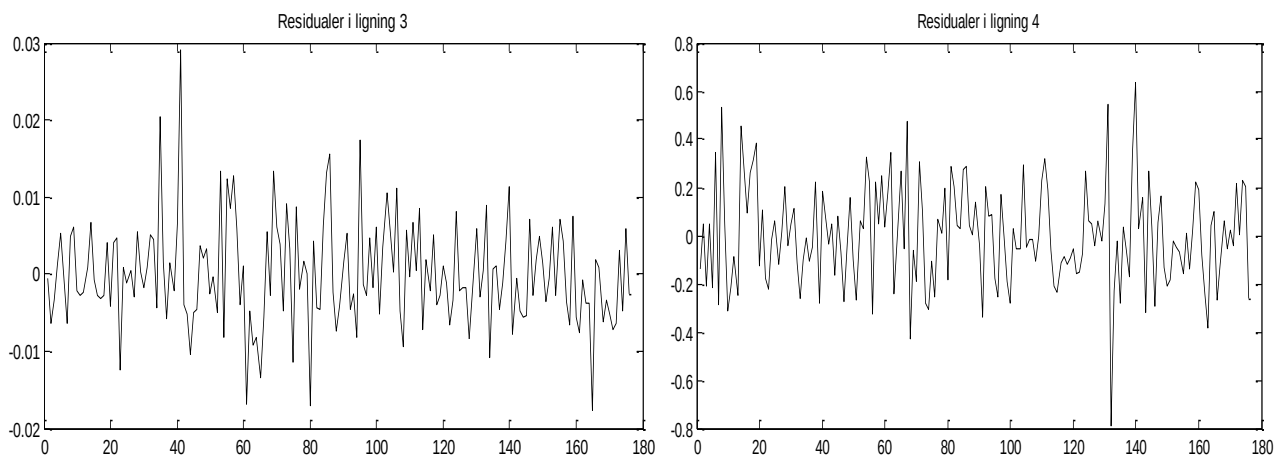
fi	12	0,000	-0,007	-0,001	0,000	-0,005	-0,044
w	1	0,000	0,029	0,021	-0,652	0,831***	-0,132
w	2	0,005	-0,027	-0,001	0,902	-0,093	0,021
w	3	-0,012*	-0,027	-0,017	0,693	-0,241*	-0,084
w	4	0,006	0,032	-0,012	-0,845	0,232*	0,443
w	5	0,002	0,028	0,065***	-0,288	-0,014	-0,236
w	6	-0,008	-0,030	-0,057***	0,684	-0,147	0,200
w	7	0,000	0,005	0,011	0,208	0,383***	-0,303
w	8	0,000	-0,075	0,042*	-1,041	-0,130	-0,339
w	9	-0,003	0,018	-0,003	0,580	-0,312**	0,578
w	10	0,010	-0,081	-0,044*	-0,223	0,338**	-0,046
w	11	-0,005	0,005	0,035	0,333	-0,085	-0,011
w	12	-0,003	0,012	-0,030*	0,033	-0,156	0,180
dr	1	-0,001	-0,009	0,007	0,207	0,079**	-0,129
dr	2	0,001	-0,006	0,007	0,686***	0,031	0,179*
dr	3	0,000	-0,015	0,005	0,656***	0,116***	0,267**
dr	4	0,005**	0,011	0,001	0,556**	-0,013	0,293**
dr	5	0,002	-0,003	0,004	0,486**	0,012	0,082
dr	6	0,003	-0,009	-0,006	0,216	-0,039	0,057
dr	7	0,003	-0,021	0,010	0,075	-0,056	-0,045
dr	8	0,003	-0,008	0,013*	0,222	-0,028	-0,034
dr	9	-0,002	0,015	-0,001	0,177	0,007	0,015
dr	10	-0,002	-0,019	-0,007	0,089	0,017	0,008
dr	11	-0,002	-0,006	-0,001	-0,067	0,018	-0,076
dr	12	-0,001	-0,013	0,002	0,067	0,025	-0,075
konstant		0,004**	0,000	-0,005	0,168	0,055	0,051
Dummy		0,002*	-0,008	0,002	-0,103	0,049**	-0,112*

Plots af residualerne

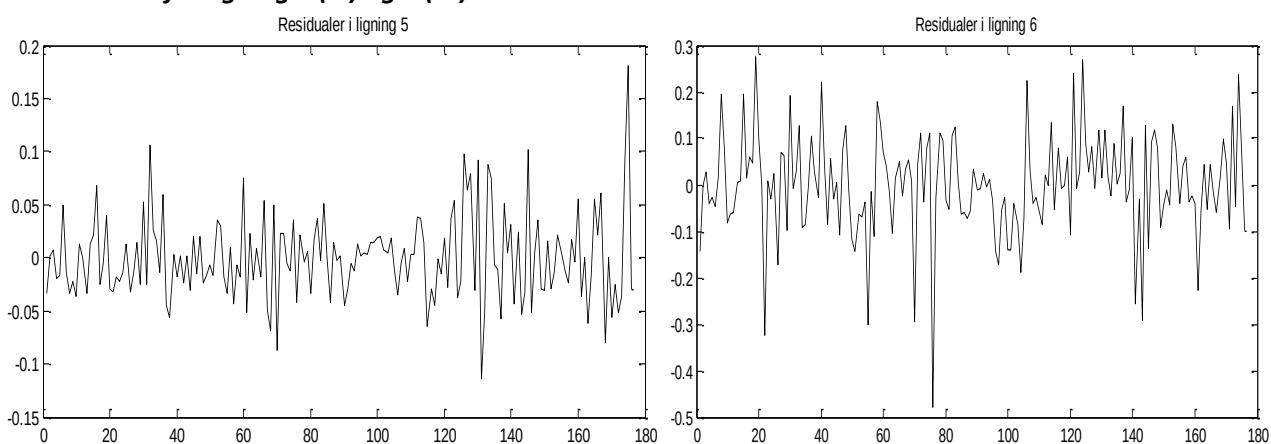
Residualerne fra ligning 1 (inf) og 2 (dy)



Residualerne fra ligning 3 (dc) og 4 (fi)

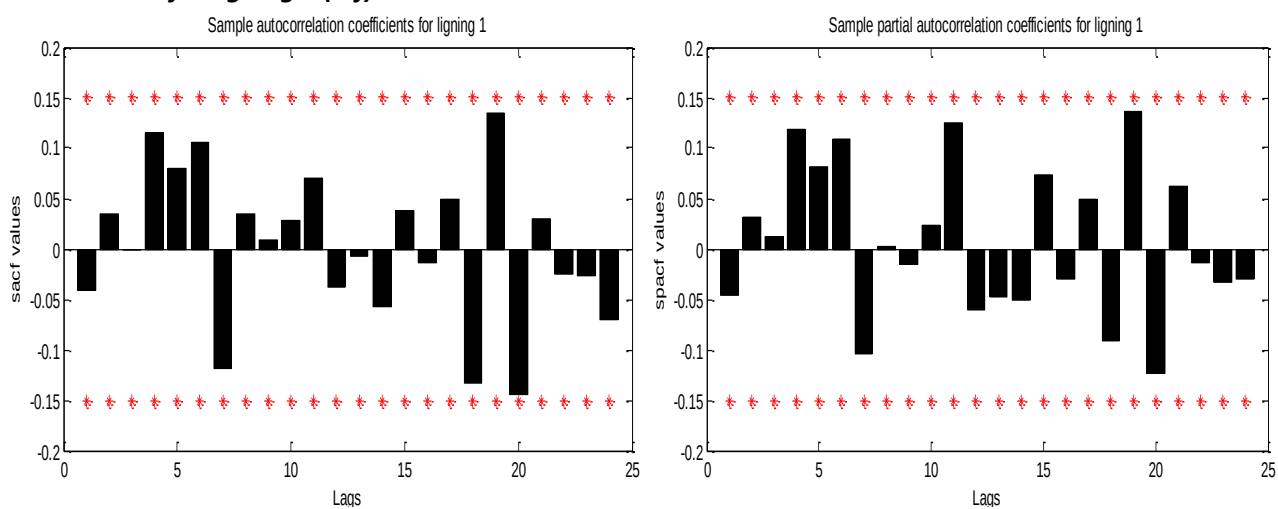


Residualerne fra ligning 5 (w) og 6 (dr)

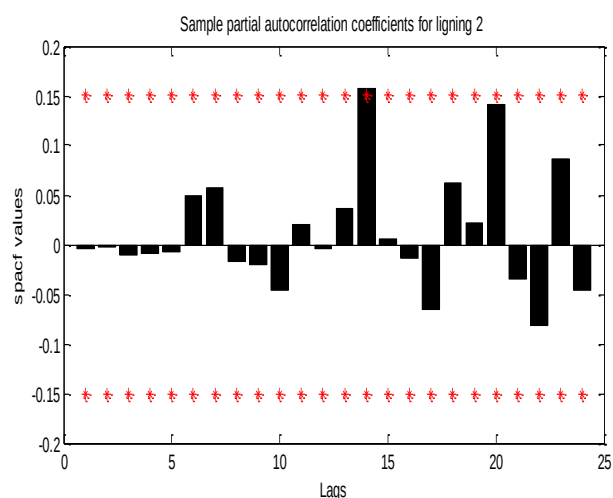
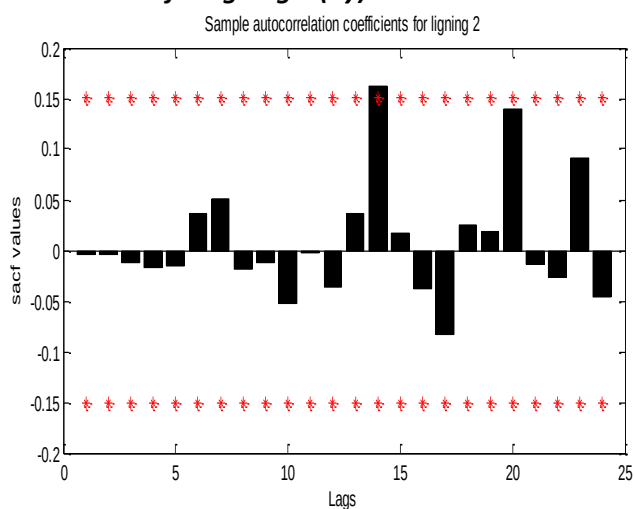


Autokorrelationsplots og partielle autokorrelationsplots i residualerne

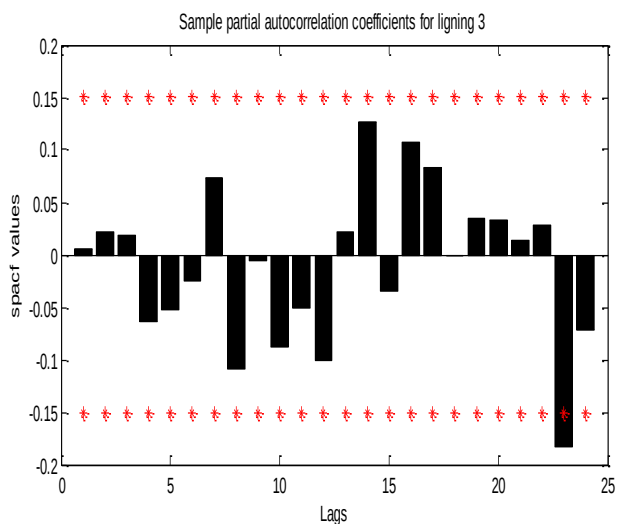
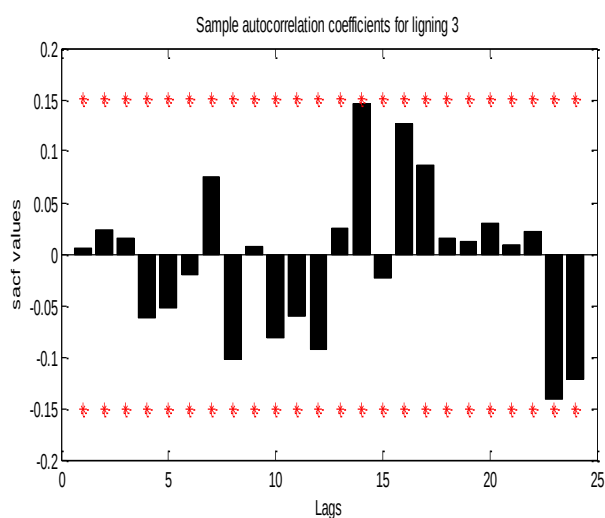
Residualerne fra ligning 1 (inf)



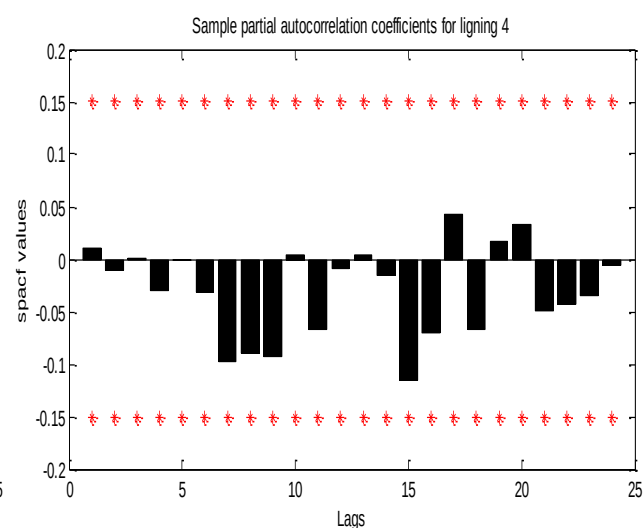
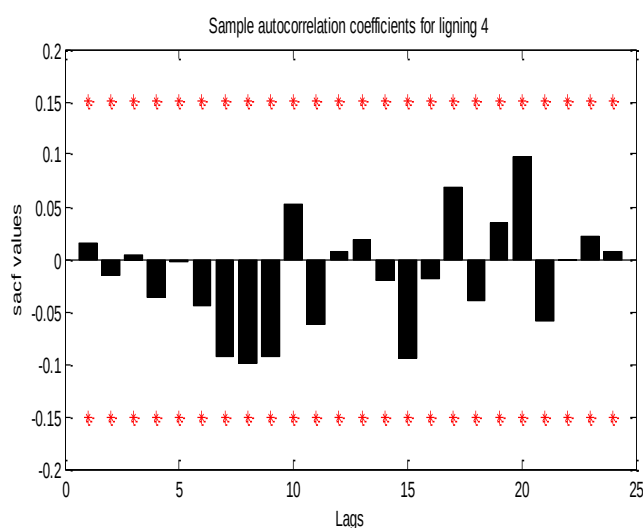
Residualerne fra ligning 2 (dy)



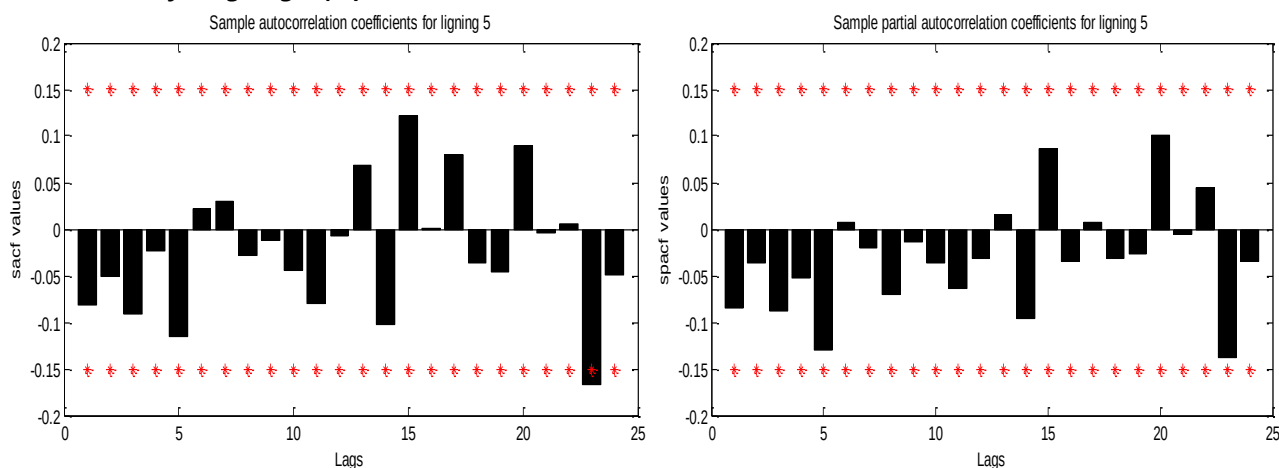
Residualerne fra ligning 3 (dc)



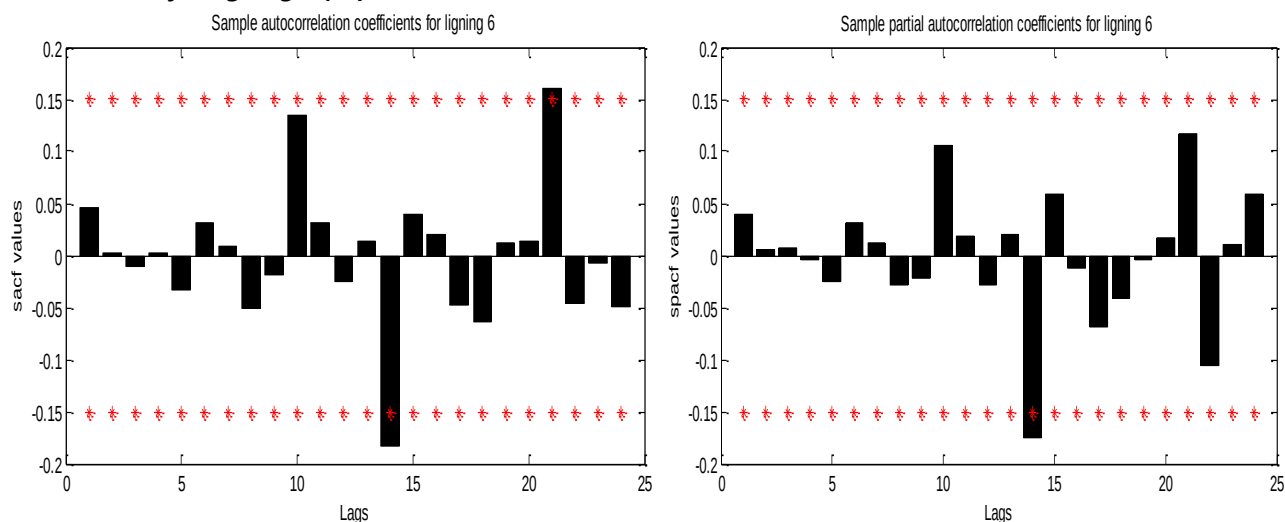
Residualerne fra ligning 4 (fi)



Residualerne fra ligning 5 (w)



Residualerne fra ligning 6 (dr)



Augmented Dickey-Fuller tests

AR(1)-						Kritisk værdi		
Ligning		Deterministisk del	Antal lags	estimatet	t-stat	1 %	5 %	10 %
inf	1	ingen	1	0,017***	-0,039	-2,652	-1,991	-1,666
dy	2	ingen	1	-0,008***	-9,330	-2,652	-1,991	-1,666
dc	3	ingen	1	0,024***	-9,062	-2,652	-1,991	-1,666
fi	4	ingen	1	-0,002***	-9,323	-2,652	-1,991	-1,666
w	5	ingen	1	-0,127***	-9,762	-2,652	-1,991	-1,666
dr	6	ingen	1	0,048***	-8,975	-2,652	-1,991	-1,666

Ljung-Box-test for autokorrelation

Ligning i VAR-model	Q-statistik	P-værdi
inf	10,377	0,583
dy	1,709	0,999
dc	8,017	0,784
fi	6,986	0,859
w	7,699	0,808
dr	5,047	0,956

ARCH-test

Ligning i VAR-model		LM-statistik	P-værdi
inf	1	9,924	0,663
dy	2	18,554	0,100
dc	3	12,777	0,386
fi	4	36,377	0,021
w	5	22,285	0,035
dr	6	10,417	0,579

Identifikation

Estimering af A-matricen

1	-0,017	0,017	0	-0,004	-0,004
0	1	0,081	0	0,022	-0,012
0	0	1	-3,538	3,791	1,385
0	0	0	1	56,634	-1,183
0	0	8,430	-3,251	1	7,486
0	0	0	0	0	1

Standardafvigelser i A-matricen

0	0,001	0,002	0	0,000	0,000
0	0	0,015	0	0,000	0,001
0	0	0	28,578	30,724	11,256
0	0	0	0	11,578	15,919
0	0	20,008	62,320	0	19,025
0	0	0	0	0	0

Estimering af B-matricen

0,002	0	0	0	0	0
0	0,020	0	0	0	0
0	0	0,734	0	0	0
0	0	0	-2,464	0	0
0	0	0	0	-6,250	0
0	0	0	0	0	0,113

Standardafvigelser i B-matricen

0,000	0	0	0	0	0
0	0,000	0	0	0	0
0	0	0,597	0	0	0
0	0	0	0,494	0	0
0	0	0	0	16,684	0
0	0	0	0	0	0,001

Analyse af VAR-modellen med dummy og aktiver som pengepolitisk instrument

Estimering af modellen med OLS

ANOVA-tabel

Afhængig variabel:	inf	dy	dc	fi	w	db
R ²	0,664	0,495	0,530	0,878	0,875	0,619
R ² -justeret	0,424	0,134	0,194	0,791	0,785	0,346
SSE	0,000	0,000	0,000	0,085	0,003	0,003
Observationer	176	176	176	176	176	176

Parameterestimer

		Afhængig variabel					
Variabel	Lag	inf	dy	dc	fi	w	db
inf	1	0,019	1,785**	0,178	12,671	3,124**	-0,477
inf	2	-0,128	0,199	0,131	4,543	-2,776*	0,241
inf	3	-0,134	0,899	0,006	14,303	1,246	0,669
inf	4	-0,093	1,540*	0,160	13,755	1,785	2,190
inf	5	0,006	0,582	0,254	10,446	0,469	-0,677
inf	6	-0,053	1,350	-0,221	13,931	5,091***	1,731
inf	7	-0,065	0,150	-0,039	12,536	3,624**	1,429
inf	8	-0,067	0,956	0,173	4,715	0,948	-0,063
inf	9	-0,082	0,633	0,079	22,816	2,523	1,654
inf	10	-0,107	0,586	-0,189	-3,624	0,090	1,100
inf	11	0,072	0,404	0,205	7,761	-1,419	-1,995
inf	12	0,558***	-0,412	0,232	4,086	-2,168	1,782
dy	1	0,007	-0,479***	-0,024	-0,419	-0,298	0,153
dy	2	0,016	-0,414***	0,036	1,208	-0,139	0,048
dy	3	0,018	-0,488***	-0,027	-0,036	-0,449*	-0,291
dy	4	0,018	-0,451***	0,001	0,896	-0,473*	-0,031
dy	5	0,018	-0,458***	-0,019	-1,573	-0,347	-0,265
dy	6	0,012	-0,329**	-0,049	0,161	-0,478	-0,197
dy	7	0,006	-0,254*	-0,031	0,455	-0,704**	0,278
dy	8	0,006	-0,018	-0,054	-0,837	-0,694**	0,114
dy	9	0,011	-0,046	-0,018	-1,397	-0,510*	0,189
dy	10	-0,003	0,028	-0,026	-0,256	-0,332	0,241
dy	11	0,002	0,039	-0,045	0,854	-0,084	0,281
dy	12	0,001	-0,067	-0,015	-2,005*	-0,417**	0,093
dc	1	-0,012	0,281	-0,082	-1,643	0,382	1,052*
dc	2	0,023	0,418	0,116	-3,940	-0,346	-0,131
dc	3	-0,005	0,396	0,157	4,928	-0,496	0,349
dc	4	-0,038	0,168	-0,081	3,384	0,288	-0,628
dc	5	-0,003	0,225	0,151	6,196*	1,204**	-1,280**
dc	6	0,008	-0,411	0,337***	1,521	-0,380	0,880

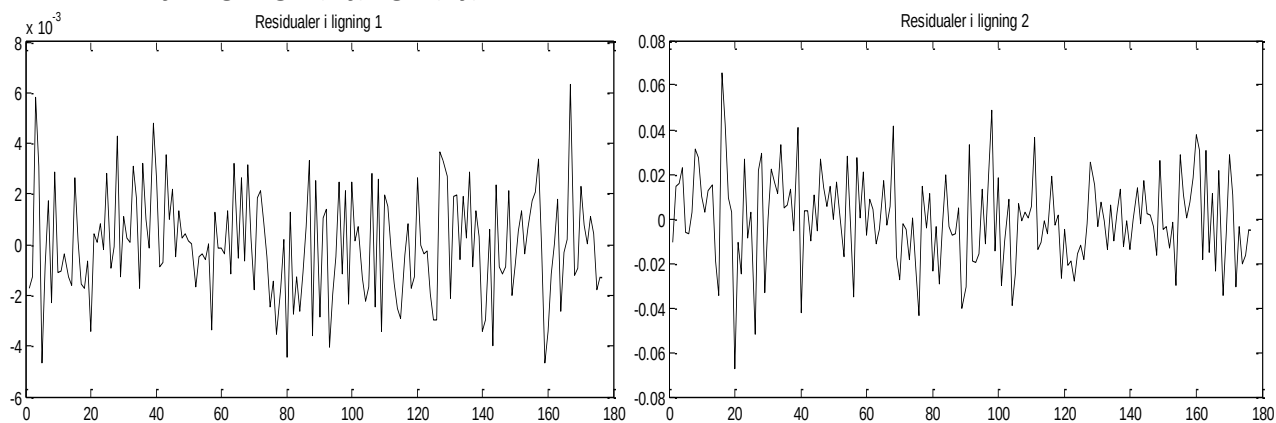
Finansielle friktioner i den danske økonomi

dc	7	-0,008	0,297	0,082	3,585	-0,487	-0,768
dc	8	0,001	0,156	0,081	3,435	-0,460	-0,767
dc	9	0,000	-0,115	0,186*	-0,932	-0,455	-1,495***
dc	10	0,029	-0,396	0,165*	3,706	0,437	-0,158
dc	11	0,007	-0,332	-0,088	-1,202	-0,889	0,845
dc	12	0,020	-0,142	-0,182*	-0,255	-0,452	-1,259**
fi	1	-0,002*	0,013	0,006**	0,411***	0,025	0,012
fi	2	-0,001	-0,007	-0,006**	0,241**	-0,018	-0,003
fi	3	-0,001	-0,012	0,002	0,215*	0,046**	0,024
fi	4	0,000	0,003	0,004	-0,025	0,004	-0,037*
fi	5	0,002*	-0,003	-0,004	0,115	-0,014	0,017
fi	6	0,001	-0,020*	-0,005	-0,111	-0,001	-0,008
fi	7	0,000	0,010	0,002	-0,212*	-0,016	0,029
fi	8	0,000	0,011	-0,002	0,047	-0,015	-0,003
fi	9	-0,001	0,005	-0,005	0,144	0,035*	0,028
fi	10	0,000	-0,011	0,004	0,192*	-0,001	0,030
fi	11	0,000	0,005	0,001	-0,210*	-0,025	-0,016
fi	12	0,000	-0,004	0,001	-0,046	-0,011	-0,030*
w	1	0,003	0,027	0,010	-0,571	0,729***	0,017
w	2	0,005	-0,043	0,007	0,806	0,011	-0,021
w	3	-0,006	-0,019	-0,014	0,385	-0,365***	0,027
w	4	0,002	0,029	-0,015	-1,332**	0,225*	0,030
w	5	0,002	0,022	0,056***	-0,404	-0,020	-0,141
w	6	-0,010	-0,013	-0,047**	0,875	-0,206*	0,116
w	7	0,001	-0,024	0,008	0,293	0,422***	0,060
w	8	0,001	-0,036	0,032	-1,469**	-0,144	-0,235*
w	9	-0,002	-0,011	0,005	0,856	-0,326**	0,107
w	10	0,009	-0,077	-0,061***	-0,557	0,364***	-0,203
w	11	-0,004	-0,018	0,048**	0,603	-0,061	0,187
w	12	-0,004	0,036	-0,032*	-0,185	-0,199*	-0,033
db	1	-0,004	-0,025	0,010	0,460	0,022	-0,196**
db	2	-0,003	-0,037	-0,028*	-0,923*	-0,037	-0,242***
db	3	-0,004	0,013	-0,009	-0,509	-0,083	-0,062
db	4	-0,011**	0,045	-0,011	-0,795	-0,130	-0,039
db	5	-0,009*	0,064	-0,013	-0,340	-0,072	-0,109
db	6	0,000	0,058	-0,004	-0,475	-0,009	0,039
db	7	0,001	0,015	0,002	0,404	0,208**	-0,242***
db	8	-0,007	0,021	0,006	0,322	0,273***	-0,040
db	9	-0,006	0,008	0,011	0,035	0,200**	0,032
db	10	-0,010**	0,040	0,018	0,374	0,036	-0,243**
db	11	-0,010*	0,003	0,000	1,001*	0,114	-0,160*
db	12	-0,002	0,021	0,004	1,077**	-0,002	0,100
konstant		0,003	0,003	-0,004	0,286	0,099***	0,032

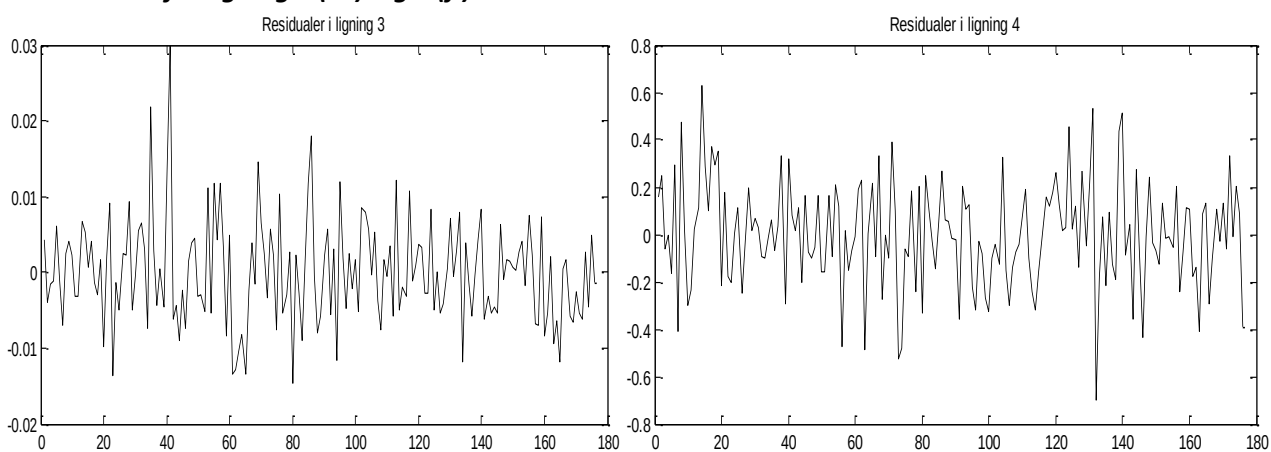
dummy	0,002*	-0,004	0,000	-0,257**	0,043**	0,027
-------	--------	--------	-------	----------	---------	-------

Plots af residualerne

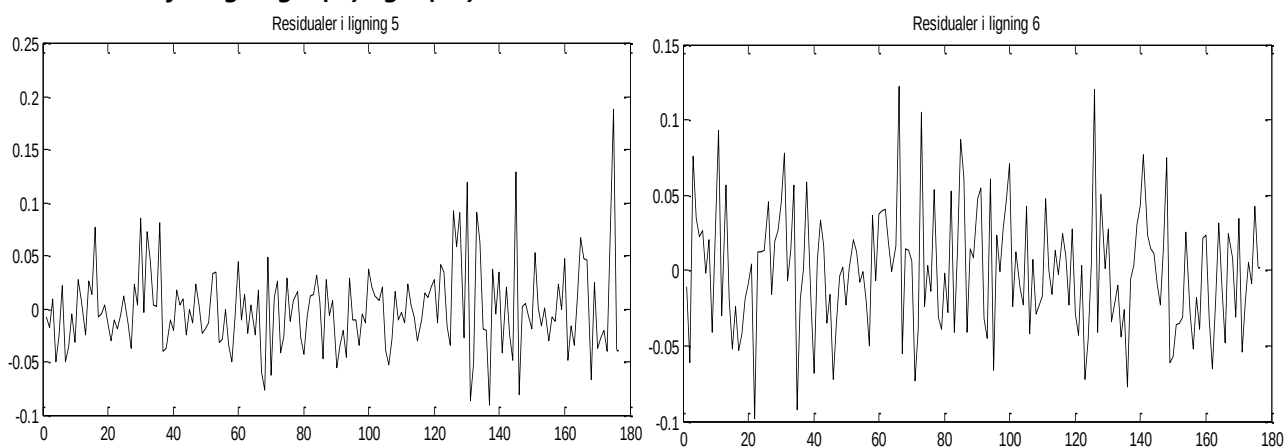
Residualerne fra ligning 1 (inf) og 2 (dy)



Residualerne fra ligning 3 (dc) og 4 (fi)

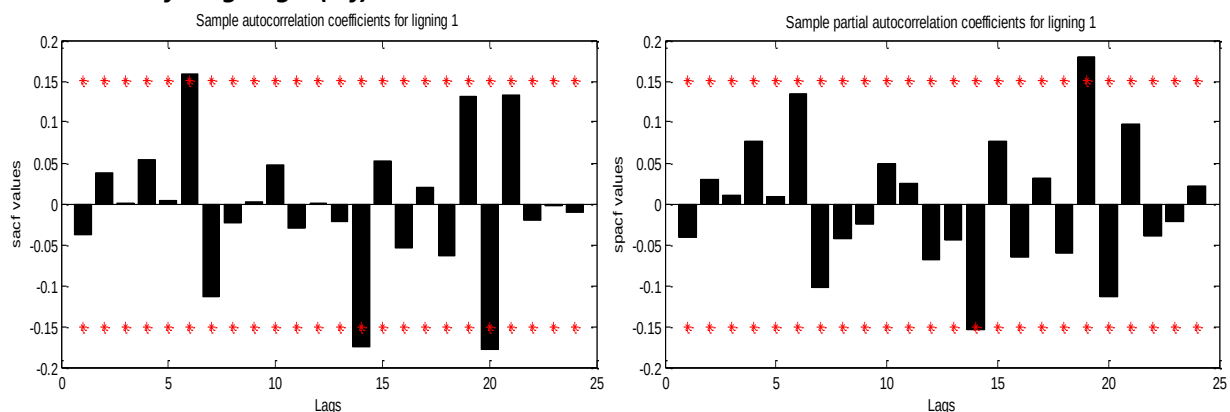


Residualerne fra ligning 5 (w) og 6 (db)

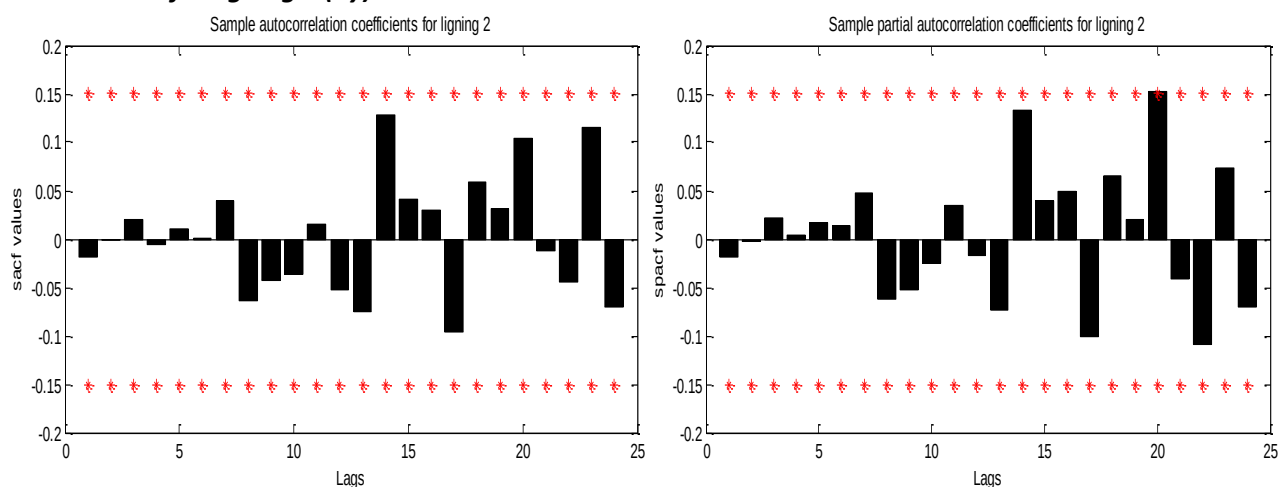


Autokorrelationsplots og partielle autokorrelationsplots i residualerne

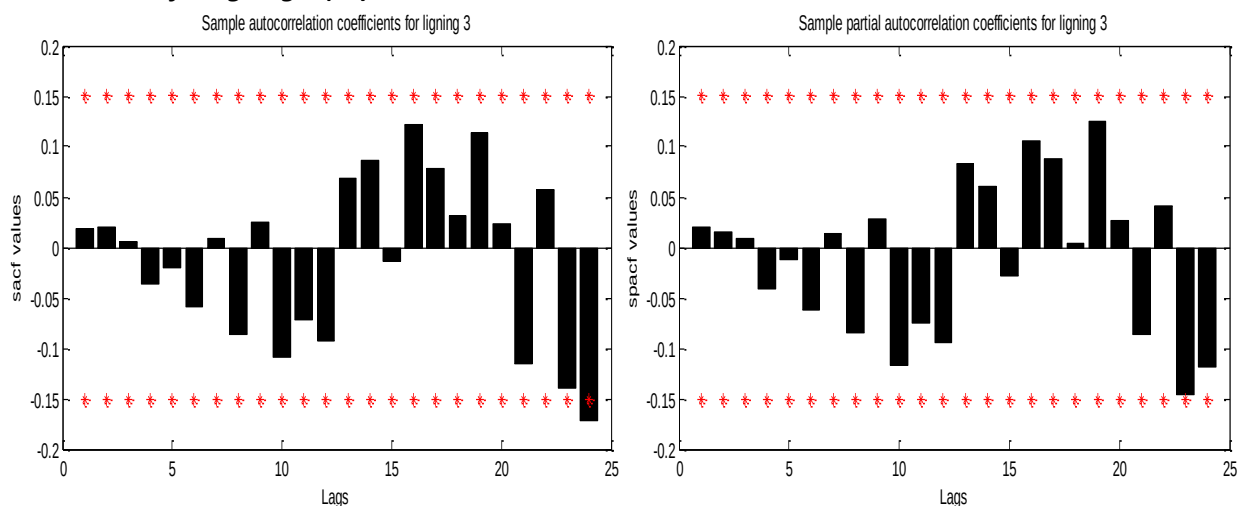
Residualerne fra ligning 1 (inf)



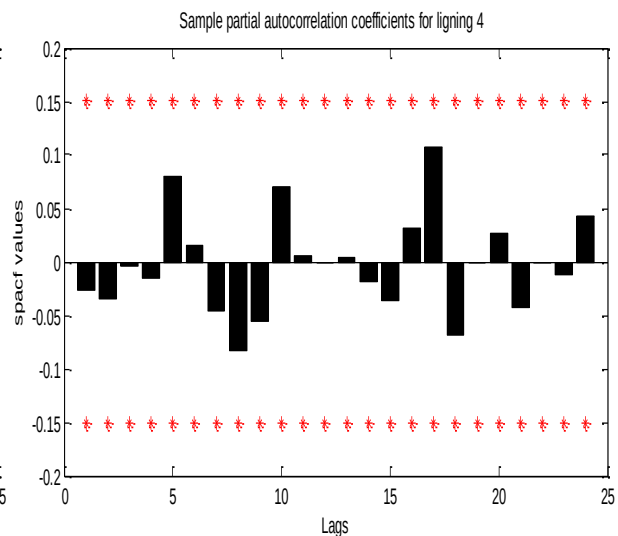
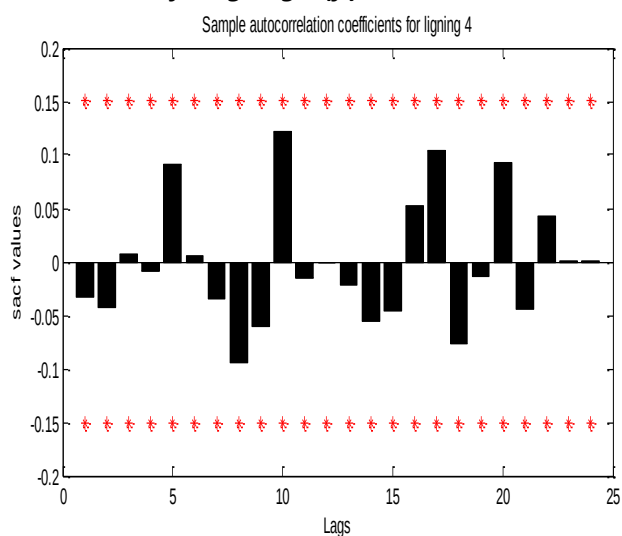
Residualerne fra ligning 2 (dy)



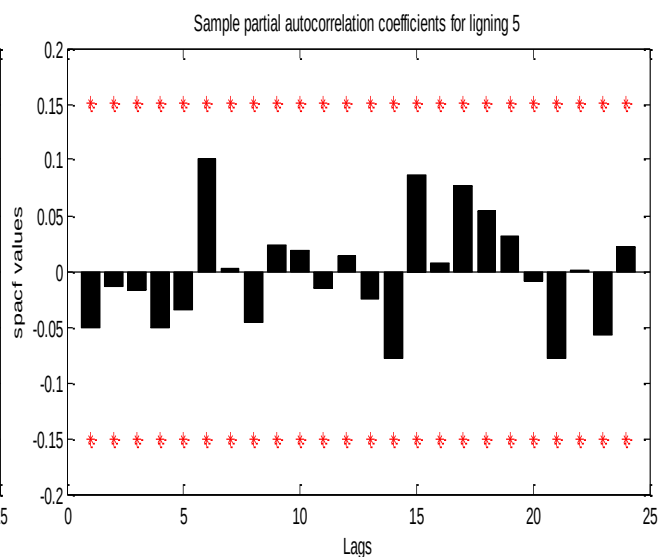
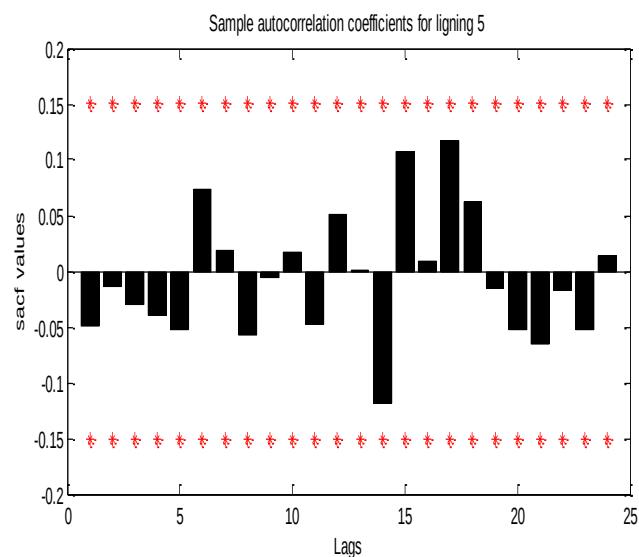
Residualerne fra ligning 3 (dc)



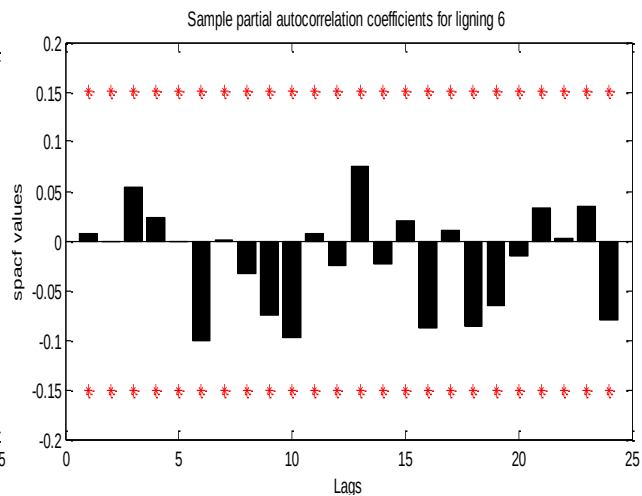
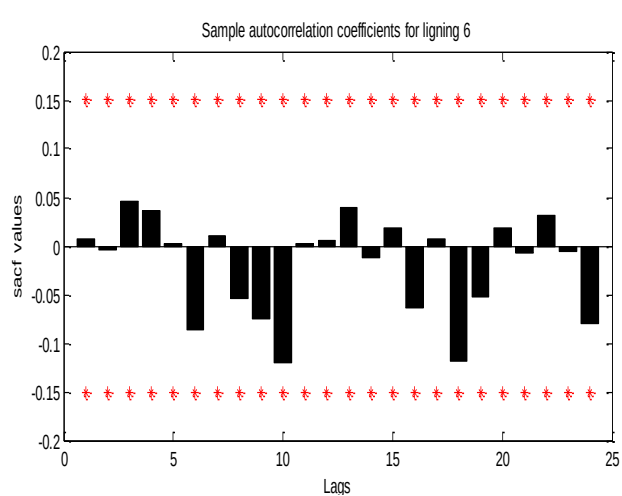
Residualerne fra ligning 4 (fi)



Residualerne fra ligning 5 (w)



Residualerne fra ligning 6 (db)



Augmented Dickey-Fuller tests

Ligning		Deterministisk del	Antal lags	AR(1)- estimatet	t-stat	Kritisk værdi		
						1 %	5 %	10 %
inf	1	ingen	1	0,012***	-9,122	-2,652	-1,991	-1,666
dy	2	ingen	1	-0,020***	-9,360	-2,652	-1,991	-1,666
dc	3	ingen	1	0,038***	-9,000	-2,652	-1,991	-1,666
fi	4	ingen	1	-0,065***	-9,653	-2,652	-1,991	-1,666
w	5	ingen	1	-0,064***	-9,368	-2,652	-1,991	-1,666
db	6	ingen	1	0,024***	-9,163	-2,652	-1,991	-1,666

Ljung-Box-test for autokorrelation

Ligning i VAR-model		Q-statistik	P-værdi
inf	1	8,771	0,722
dy	2	2,370	0,999
dc	3	7,540	0,820
fi	4	7,466	0,825
w	5	4,065	0,9822
db	6	6,355	0,897

ARCH-test

Ligning i VAR-model		LM-statistik	P-værdi
inf	1	7,942	0,799
dy	2	13,348	0,344
dc	3	17,056	0,146
fi	4	17,821	0,121
w	5	10,470	0,575
db	6	5,499	0,939

Identifikation

Estimering af A-matricen

1	-0,025	0,003	0	-0,004	0,004
0	1	0,191	0	0,038	-0,006
0	0	1	-0,001	-0,002	0,010
0	0	0	1	-52,514	5,652
0	0	5,069	-3,568	1	-0,873
0	0	0	0	0	1

Standardafvigelse i A-matricen

0	0,001	0,002	0	0,000	0,000
0	0	0,017	0	0,003	0,003
0	0	0	11,118	3,189	2,891
0	0	0	0	0,000	0,000
0	0	4,191	0	0	3,336
0	0	0	0	0	0

Estimering af B-matricen

0,002	0	0	0	0	0
0	0,020	0	0	0	0
0	0	0,007	0	0	0
0	0	0	-2,070	0	0
0	0	0	0	-0,782	0
0	0	0	0	0	0,040

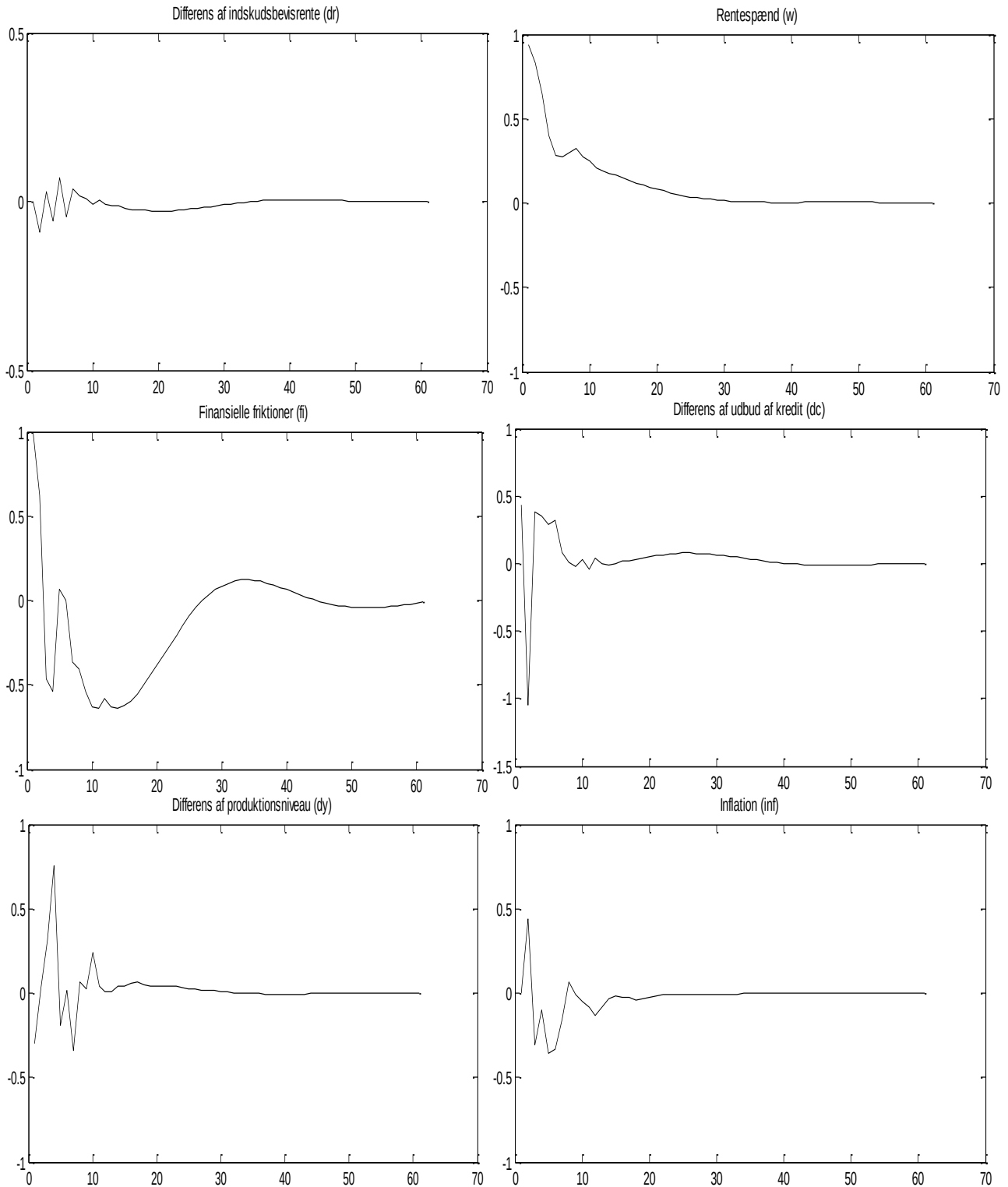
Standardafvigelser i B-matricen

8,116	0	0	0	0	0
0	8,155	0	0	0	0
0	0	85,854	0	0	0
0	0	0	0,000	0	0
0	0	0	0	0,000	0
0	0	0	0	0	0,000

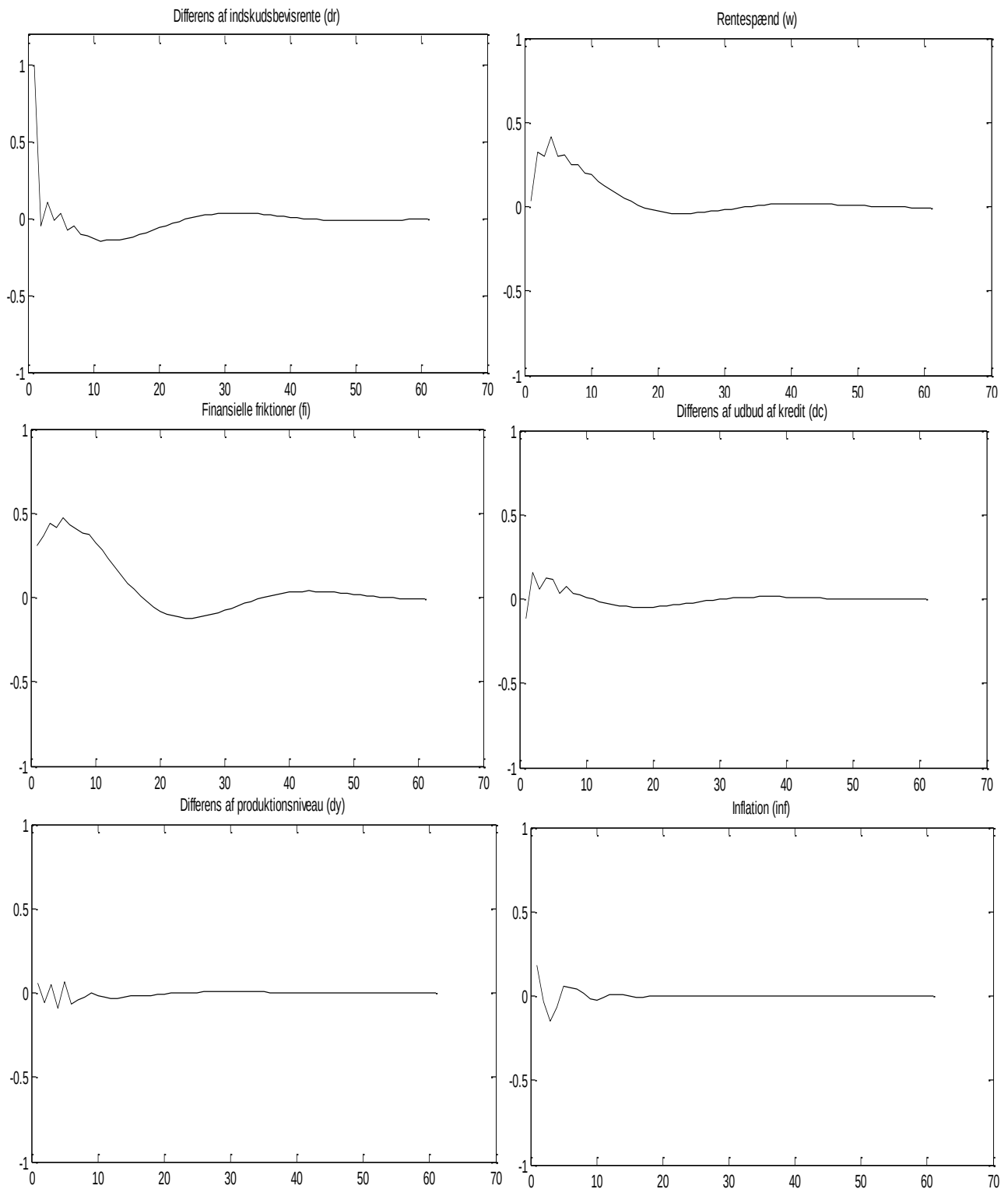
Impulse response funktioner med 4 lags

VAR-model med renten som pengepolitisk instrument

Chok i de finansielle friktioner

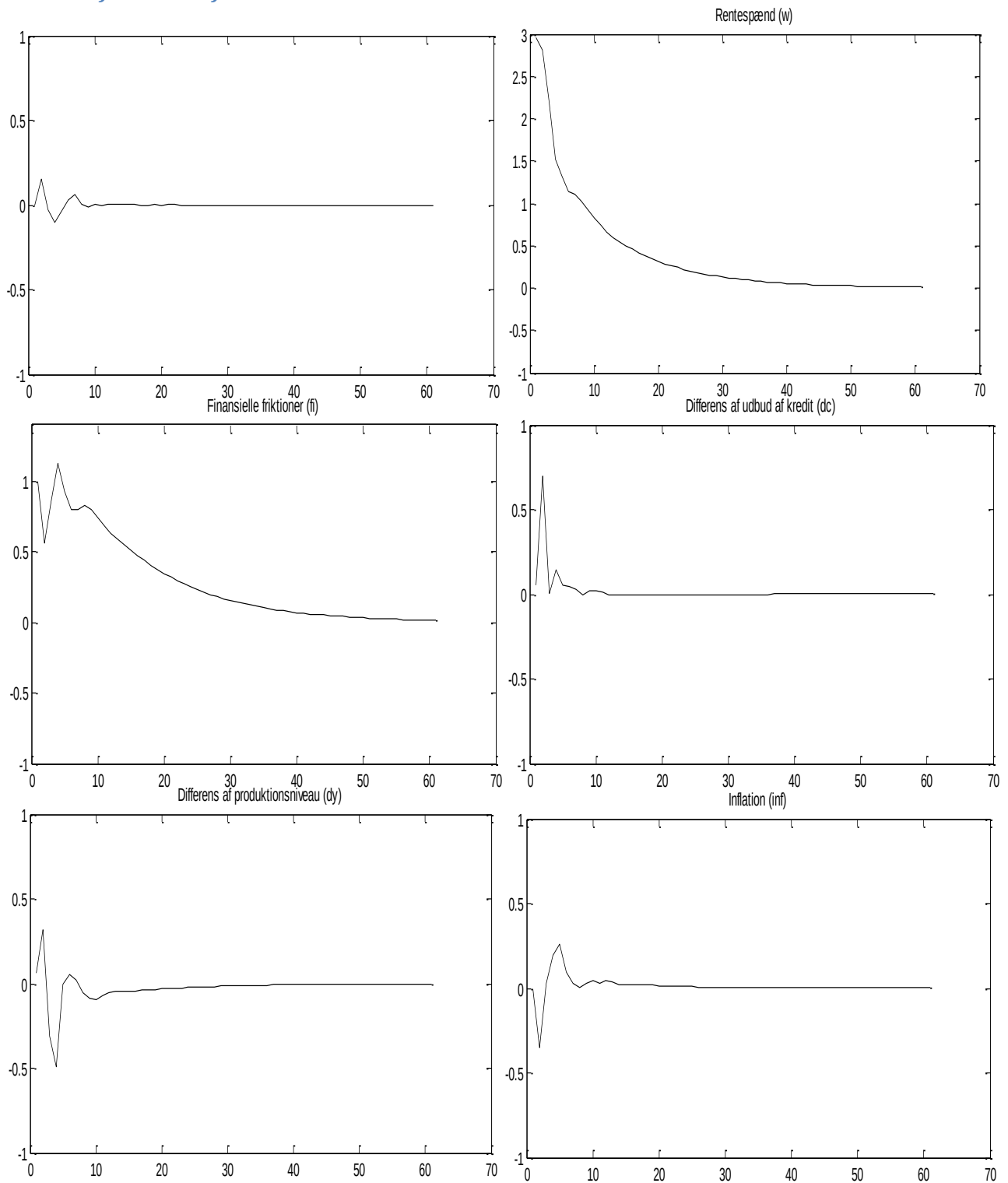


Chok i differensen af indskudsbevisrenten

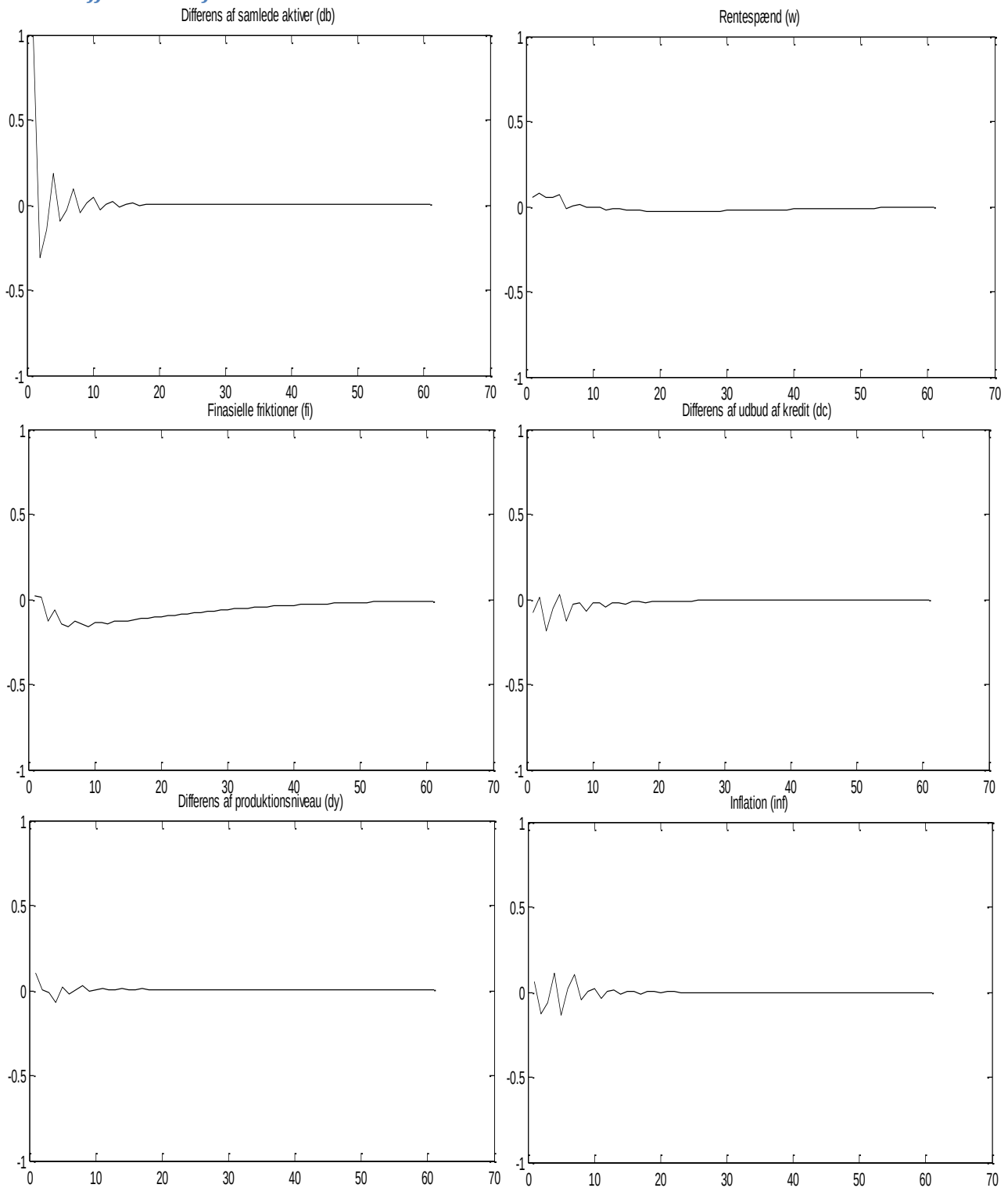


VAR-model med de samlede aktiver som pengepolitisk instrument

Chok i de finansielle friktioner

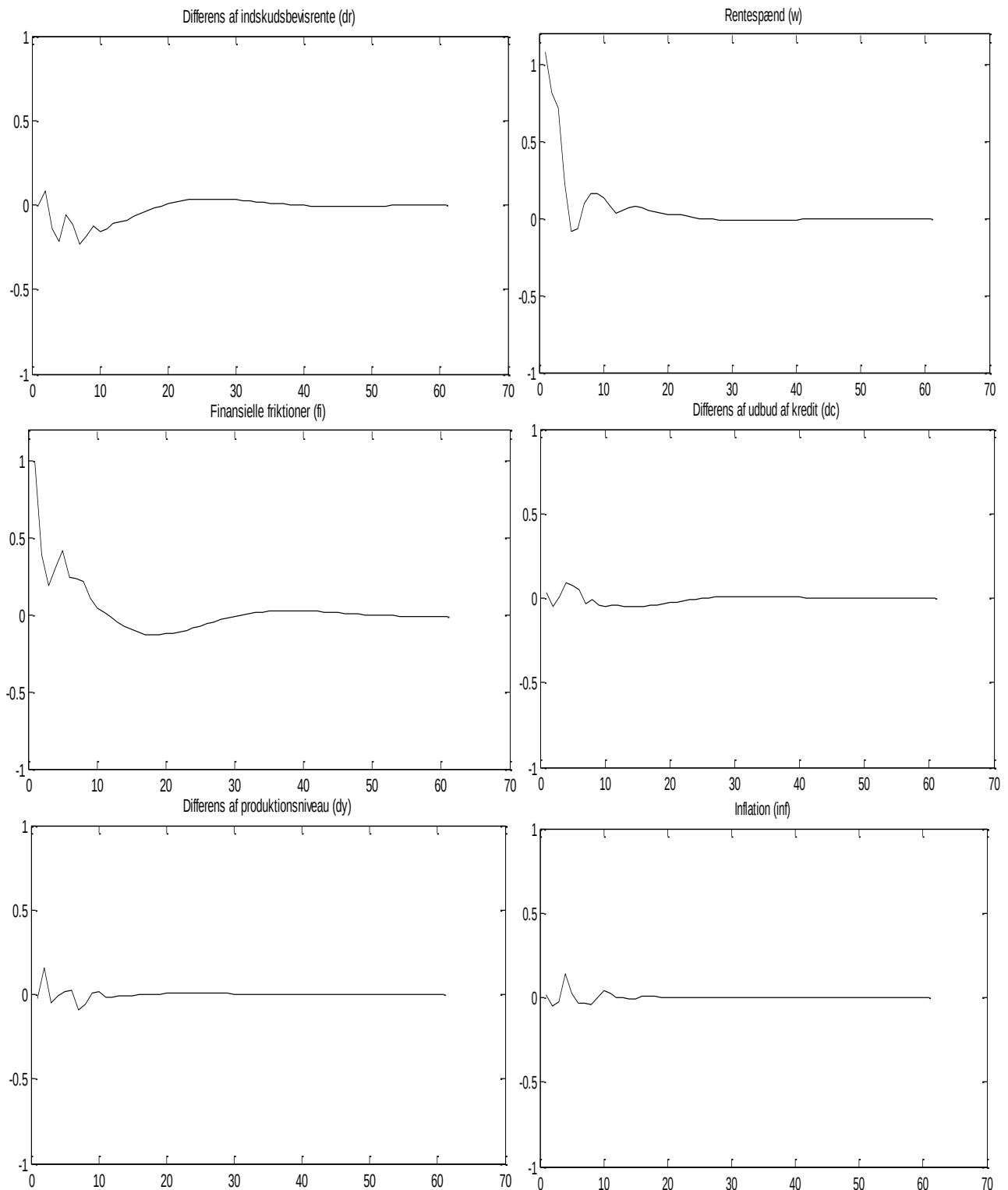


Chok i differensen af Nationalbankens samlede aktiver

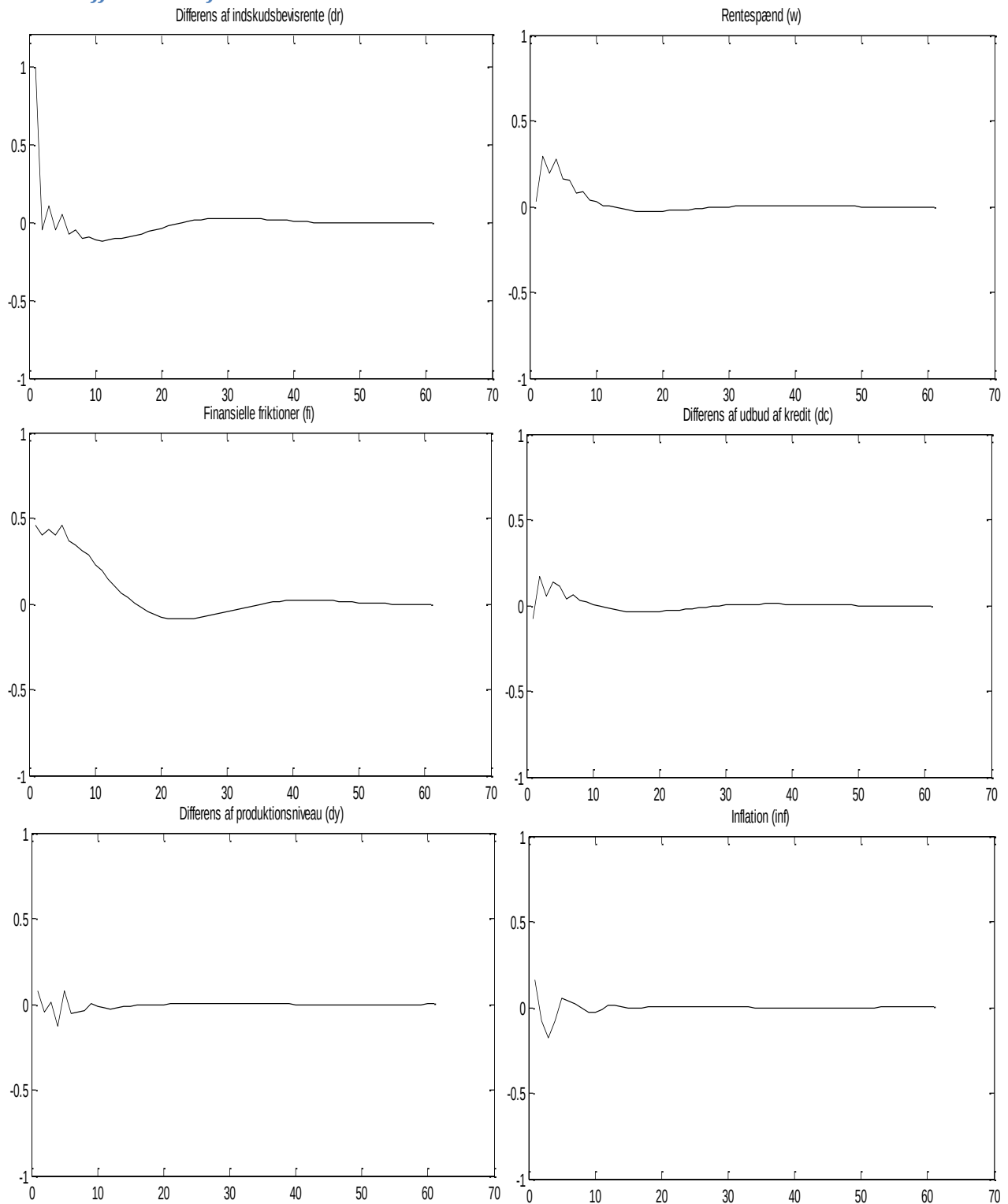


VAR-model med dummy og renten som pengepolitisk instrument

Chok i de finansielle friktioner

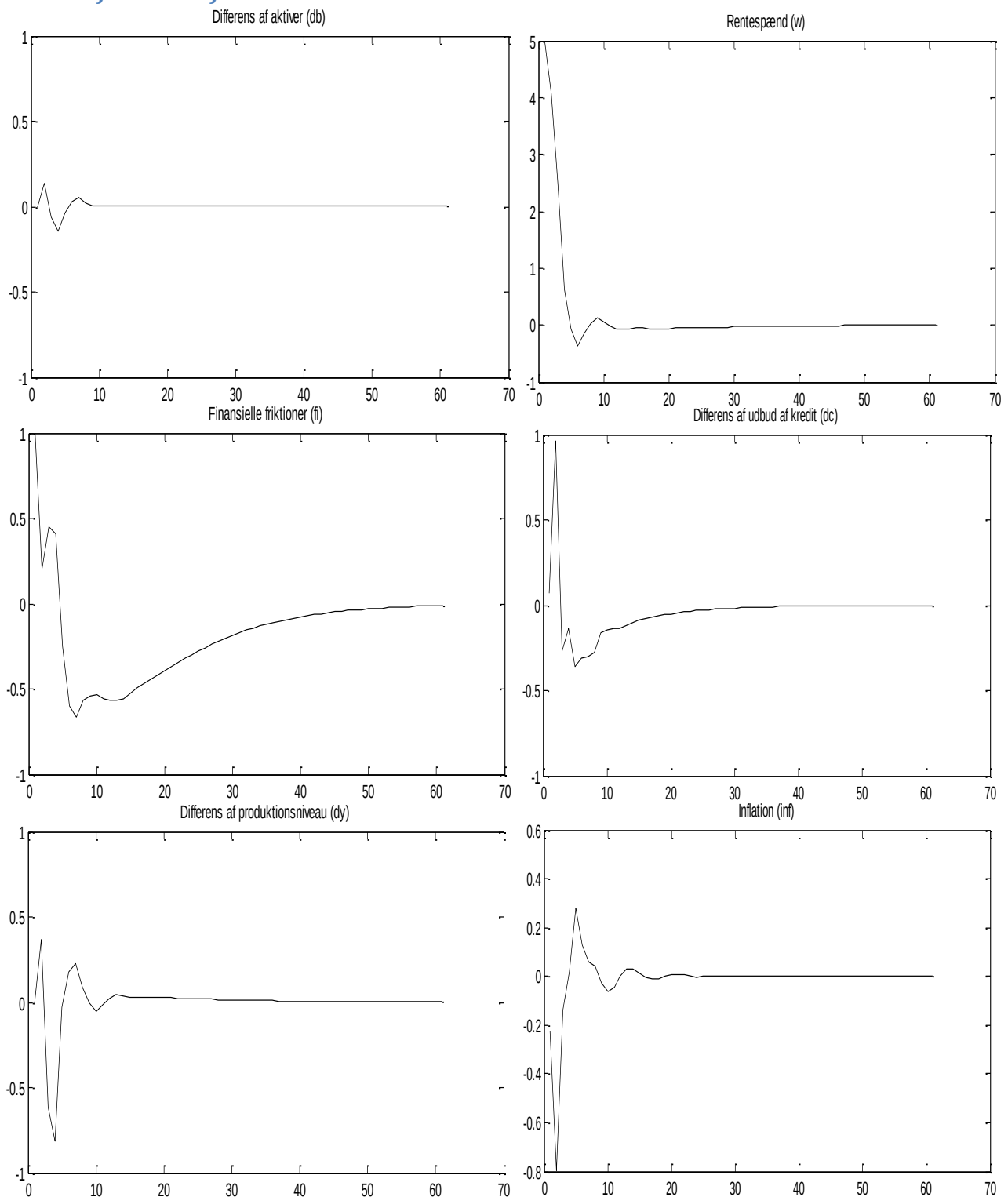


Chok i differensen af indskudsbevisrenten



VAR-model med dummy og aktiver som pengepolitisk instrument

Chok i de finansielle friktioner



Chok i differensen af Nationalbankens samlede aktiver

