

Projektstatus: Sammenligning af tilpasningstid i ADAM og en VAR-model med reduceret rang

Resumé:

Dette papir beskriver status på et projekt, der forsøger at belyse tilpasningstid og tilpasnings-mekanismer i ADAM ved at sammenligne med en VAR-model med reduceret rang. VAR-modellen er opstillet efter samme metode som i Johansen (1996) og Juselius (2006). Der jages en VAR-model hvor crowding-out går via prismekanismen. Formålet er at fokusere på fortrængnings- og tilpasningstid i reaktionen på eksogene stød og sammenligne med resultaterne i f.eks. Troelsen (2016), der bruger de samme eksperimenter til at sammenligne ADAM med en VAR-model med fuld rang. I en VAR-model med reduceret rang udløser et stød til det offentlige forbrug en permanent ændring i det offentlige forbrug. Dermed kan man sammenligne ADAM og VAR-modellens respons på en permanent ændring i det offentlige forbrug. Det er endnu ikke lykkedes at opstille en VAR model med reduceret rang som kan sammenlignes med ADAM.

Nøgleord: NNA120917, VAR-model, projektstatus

Modelgruppepapirer er interne arbejdsrapporter. De konklusioner, der drages i papirerne, er ikke endelige og kan være ændret inden opstillingen af nye modelversioner. Det henstilles derfor, at der kun citeres fra modelgruppepapirerne efter aftale med Danmarks Statistik.

1 Indledning

Den totale tilpasningstid og især den tid, det tager at fortrænge en eksogen påvirkning af output- eller beskæftigelsesgabet, er vigtig i ADAM og i alle modeller, der bruges til at vurdere den kort- og mellemfristede effekt af økonomiske indgreb. Formålet med dette projekt er at sammenligne med tilsvarende mekanismer i en VAR-model. En VAR-model er i hovedtræk en reformulering af covariancer i data, spørgsmålet er om disse kan fortolkes ud fra rationel økonomisk opførsel.

Tidligere arbejde med VAR-modeller og ADAM findes i ”*Fiscal Expenditure Shocks in a Structural VAR and ADAM*” af Peter Agger Troelsen(2016), hvor midlertidige finanspolitiske udgifts-stød sammenlignes i ADAM og en VAR-model med fuld rang, vha. impuls-respons analyse af en række makrovariabler. Her forstås fuld rang ud fra lineært uafhængige rækker hvor alle rødderne er i enhedscirklen med modulus < 1 . Systemet er derfor stationært og niveauet af alle variable har stationær middelværdi. Troelsen konkluderer, at crowding-out tid i ADAM og VAR-modellen stemmer godt overens. Formålet med dette projekt er at undersøge, om ADAM reagerer lige så hurtigt eller langsomt som en VAR-model med reduceret rang.

I en VAR-model med reduceret rang, $(\Pi) = r < k$, kan en engangsimpuls udløse permanente ændringer. Systemet er her ikke stationært, men der er r cointegrerende forhold i mellem variablerne, dvs. r rækker er lineært uafhængige og altså er r lineært afhængige kombinationer af vektoren stationære. Hvis data tillader for en reduceret rang i Π , kan et par få økonomiske ligninger alene repræsentere de signifikante langsigtede relationer. Formålet er at sammenligne fundne mønstre med centrale multiplikatorer i ADAM.

Der er her tale om en Vector Error Correction Model (VECM) hvor level og differences kombineres, i stedet for at estimere en VAR model i level. Hvis der findes cointegrerende forhold i VECM modellen, kan den benyttes til at beskrive både de kortsigtede og langsigtede forhold. De cointegrerende ligninger beskriver den langsigtede ligevægt, mens hele VECM modellen beskriver tilpasningen til den langsigtede ligevægt.

Metoden til cointegrationsanalysen følger Johansen(1996) og Juselius(2006). Der vælges variabler som muliggør en direkte sammenligning med ADAM ved et stød til det offentlige forbrug, dvs. variabler der i ADAM beskriver tilpasningsmekanismen tilbage mod ligevægten. Det endelige formål med projektet er, at foretage to efterspørgselsstød; et offentligt og et privat, der begge er simple at lave i ADAM uden at pålægge ekstra antagelser, som ville vanskeliggøre en sammenligning med VAR-modellen. Nærværende papir beskriver den metode der er forsøgt for at opstille en VAR model med reduceret rang der kan sammenlignes med ADAM.

2 VAR model og data

Det er hensigten at opstille en VAR-model, som bedst muligt kan sammenlignes direkte med ADAM, og som fungerer på samme måde som en klassisk AD-AS model, med crowding-out via prismekanismen. Den økonomiske ramme for modellen er derfor baseret på en simpel udbud/efterspørgsels model, hvor de vigtigste makrovariabler er taget med. Datagrundlaget for VAR-modellen er kvartalsvis data fra MONA, da flere observationer giver et bedre grundlag for at opstille en VAR-model.

Som det beskrives i Juselius(2006)¹, kan man ved VAR-analyse kombinere partielle systemer. Idéen er her, at der benyttes cointegrations-analyse af mindre grupper af variable som et middel til at rekonstruere og simplificere det empiriske problem. Det fulde sæt af relevante variable er altså delt ind i undersæt som kan beskrive nogle af de økonomiske sammenhænge. Hver undermodel analyseres først separat hvorefter cointegrations-resultaterne fra de partielle systemer kombineres til en fuld model.

Der opstilles to forskellige modeller som efterfølgende samles til én model for den danske økonomi. Den første model beskriver den danske økonomi som en lille, lukket økonomi og det ønskes at den skal indeholde følgende information:

$$Y_1 = [fcp, fco, ur, w, pcp]$$

Hvor fcp er det private forbrug, fco er det offentlige forbrug, ur er arbejdsløshedsraten, w er lønnen og pcp er priserne. Da det ønskes at inddrage reallønnen deflateres lønnen med priserne: $\frac{w}{pcp} = rw$. I den opstillede model indgår variableerne på følgende måde:

$$X_1 = [fcp, fco, ur, rw, \Delta w]$$

Bemærk her, at det er nødvendigt at inddrage Δw for at tage højde for I(2) trends i reallønnen². Formålet med den anden model er at beskrive handelssiden af den danske økonomi. I denne inddrages følgende information:

$$Y_2 = [feind, feu, ur, w, wf]$$

Hvor $feind_t$ er den danske industrieksport til udlandet, feu_t er et markedsindeks for den danske eksport, w_t er den danske løn mens wf_t er udenlandsk løn, som er sammenvejet med kronekursindeksets vægte, og som derfor korrigeres med den effektive kronekurs for at blive udtrykt i kroner. I ligningen beskriver $\frac{feind_t}{feu_t} = ms$ markedsandelen, mens $\frac{w_t}{wf_t} = cw_t$ beskriver den relative løn som et reallønbasert kronekursindeks. Variableerne indgår i model 2 på følgende måde:

$$X_2 = [ms, ur, cw, \Delta w, \Delta feu]$$

Bemærk igen at det er nødvendigt at inddrage $\Delta w, \Delta feu$ for at tage højde for I(2) trends i hhv. den relative løn, cw , og i markedsandelen, ms . Formålet er nu, at finde de langsigtede relationer for de to modeller, og derefter koble dem til én samlet model.

Variableerne er beskrevet yderligere nedenfor. Det private forbrug er givet ved følgende variabel:

$$fcp_t = \frac{yd_h}{pcp} \quad (1)$$

Hvor yd_h er det private forbrug for husstande og pcp er en deflator for privatforbruget. Arbejdsløshedsraten beskrives som andelen af arbejdsløse ud af den samlede arbejdsstyrke:

$$UR_t = \frac{ul}{ul + qby}$$

¹ Se side352-353

² Alternativt kan man inddrage Δpcp

(2)

Hvor ur er nettoledige og qby er beskæftigelsen i byerhverv. Arbejdsløshedsraten, UR_t , kan også fortolkes som en produktionsindikator, der korrelerer negativt med BNP, da en stigning i produktionen vil mindske arbejdsløsheden. Reallønnen er defineret som den nominelle timeløn lna deflateret med Nationalregnskabets forbrugerprisindeks:

$$RW_t = \frac{lna}{pcp} \quad (3)$$

Bemærk her, at det er nødvendigt at inddrage ΔW for at tage højde for I(2) trends i RW_t :

$$\Delta W_t = \Delta lna \quad (4)$$

Inflationen kan også indikere ændringer i forbrugsmulighederne. Det offentlige reale forbrug er givet ved MONA-variablen fco , der svarer til ADAM's fco :

$$fco_t = fco \quad (5)$$

fcp_t , fco_t og RW_t indgår i systemet i log-level.

Vi jagter følgende sammenhæng mellem de 5 variabler:

$$fco_t \uparrow \Rightarrow Y \uparrow \Rightarrow UR \downarrow \Rightarrow lna \uparrow \Rightarrow REER \uparrow \Rightarrow E \downarrow$$

Ved et ekspansivt finanspolitisk stød stiger produktionen, og arbejdsløsheden falder derfor, da flere kommer i arbejde. Faldet i arbejdsløsheden skuber priser og lønninger op, hvilket reducerer konkurrenceevnen (REER, Real Effective Exchange Rate), hvilket medfører et fald i eksporten (E). Det er det forløb, som realiseres i ADAM.

Det viste forløb deles op i to delforløb med overlap i lønnen, som beskrevet ud fra de to modeller, X1 og X2, ovenfor. Et delforløb fra og med det offentlige forbrug, fco , til og med timelønnen, lna , plus et delforløb fra og med timelønnen, lna , til og med eksporten, E . Første delforløb kan ses som en model for en lille lukket økonomi mens andet delforløb beskriver effekten på økonomiens udadvendte handelsside med konkurrenceevne og udenrigshandel.

2.1 Model 1: En lille lukket økonomi

Som beskrevet ovenfor, skildrer model 1 en lille lukket økonomi med privatforbrug, arbejdsløshedsrate, realløn, inflation og offentligt forbrug. Variableerne kan opskrives på vektor-form:

$$x_t = \begin{pmatrix} fcp_t \\ RW_t \\ UR_t \\ \Delta W \\ fco_t \end{pmatrix}$$

Her er x_t en vektor med endogene variabler og dimensionen 5×1 . VAR(k) modellen er dermed givet ved:

$$\Delta x_t = \Pi x_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta x_{t-i} + \mu_0 + \phi D_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

Hvor $\varepsilon_t \sim iid N(0,1)$. Modellen skal specificeres mht. antal lags k , dummy-variabler D_t , så man undgår autokorrelation og heteroskedasticitet i de 5 residualer, som gerne må være normalfordelte med indbyrdes korrelation. Ved reparameterisering udtrykkes modellen på ECM form:

$$\begin{aligned}x_t - x_{t-1} &= (A_1 + A_2 - I_p)x_{t-1} + A_2(x_{t-2} - x_{t-1}) + \phi D_t + u_t \\ \Delta x_t &= \Pi x_{t-1} + \Gamma_1 \Delta x_{t-1} + \phi D_t + u_t + \varepsilon_t\end{aligned}\tag{7}$$

Hvor Π har reduceret rang og derved kan skrives som $\Pi = \alpha\beta'$. Hvis VAR-modellen ikke estimeres med reduceret rang, er $\Pi = 0$ eller også har Π fuld rang. Det bemærkes, at hvis produkter af α, β har reduceret rang, har de ortogonale komplement $\alpha_\perp, \beta_\perp$ så $\alpha_\perp' \alpha = 0$ og $\beta_\perp \beta' = 0$. Der opstilles en model med 5 ligninger, én for hver af de endogene variable. Modellen betragtes som integreret af 1. orden, I(1), da der ikke umiddelbart er indikationer på I(2), efter at der er taget hensyn til reallønnen ved at inddrage Δpcp_t .

2.2 Model 2: Handelssiden

Model 2 er en VAR- model for handelssiden af den danske økonomi. Denne delmodel skal beskrive følgende forhold:

$$\log\left(\frac{feind_t}{feu_t}\right) = -\beta \log\left(\frac{lna_t}{lonudl_t/efkrks}\right)\tag{8}$$

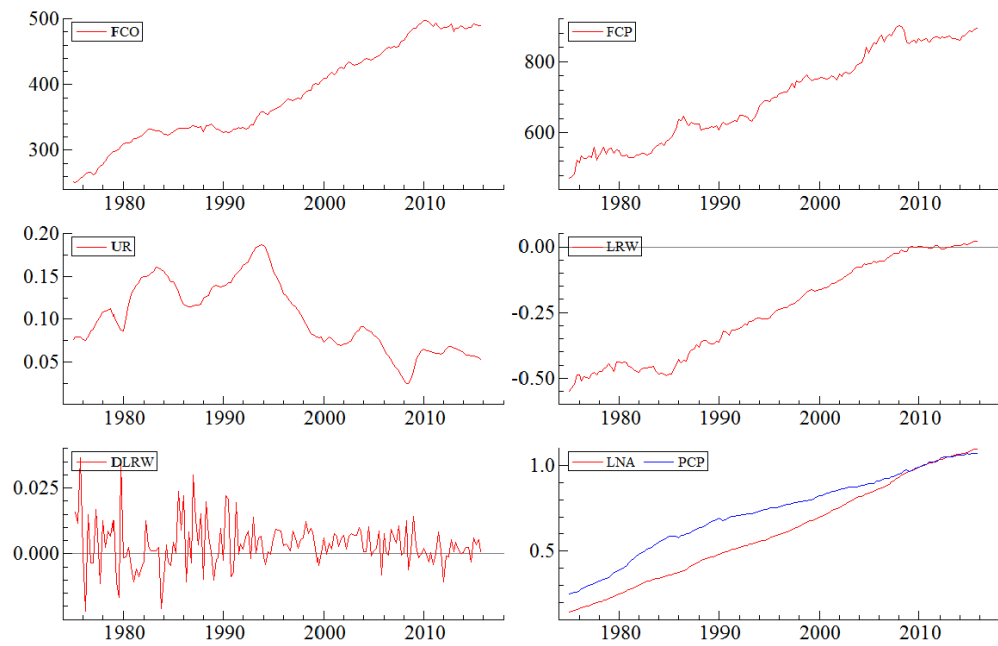
Her er $feind_t$ den danske industrieksport til udlandet, feu_t er et markedsindeks for den danske eksport, lna_t er den danske løn mens $lonudl_t$ er udenlandsk løn, som er sammenvejet med kronekursindeksets vægte, og som derfor korrigeres med den effektive kronekurs for at blive udtrykt i kroner. I ligningen beskriver $\log\left(\frac{feind_t}{feu_t}\right)$ markedsandelen, mens $\log\left(\frac{lna_t}{lonudl_t/efkrks}\right)$ beskriver den relative løn som et reallønbasert kronekursindeks. Den udenlandske løn i kroner $lonudl_t/efkrks$ kaldes herefter $lonudle_t$.

Modellen betragtes ligesom model 1 som værende integreret af 1. orden, I(1), da der ikke umiddelbart er indikation på I(2), Denne model (2) fokuserer på den langsigtede eksportrelation og kobles efterfølgende sammen med model 1.

3 Grafisk inspektion af data

Der benyttes kvartalsvis data fra 1975(4)-2013(4) fra MONAs databank. Før VAR-modellerne opstilles, udføres en grafisk analyse. Nedenstående figur med de anvendte variables niveauer viser, at der er en tydelig positiv trend i realløn, RW, offentligt forbrug, fco , og privat forbrug, fcp . Det bliver også nødvendigt at modellere outliers og strukturbrud vha. dummy-variable for at få en velspecificeret model.

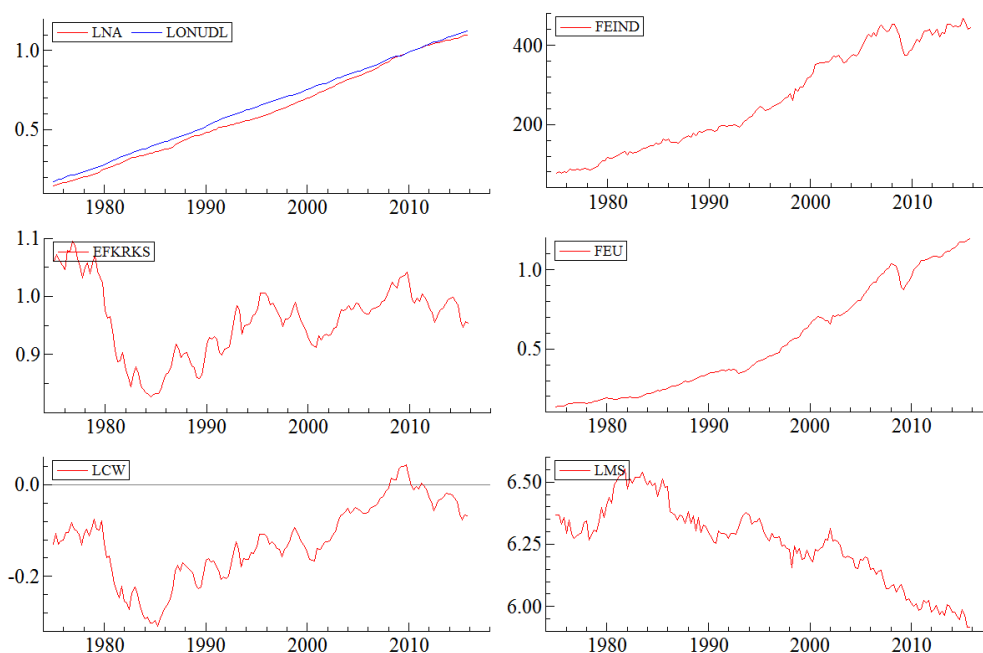
Figur 1: Arbejdsløshed, privat og offentligt forbrug, realløn, pris og inflation



Arbejdsløsheden har været stigende i den undersøgte periode til omkring 1993, hvorefter den med et afbræk omkring 2004 falder frem til finanskrisen i 2007-2008, hvor arbejdsløsheden stiger igen. Der er små hop i data omkring Tysklands genforening og omkring finanskrisen i 2008, hvilket indikerer at det kan være nødvendigt med dummy-variabler. Første ordens ændringer ser stationære ud. Der medtages dummy variable for at kontrollere for særlige begivenheder, som har haft påvirkning på data. For eksempel ses omkring 1975(4) store udsving i forbrug og arbejdsløshed, og det kan skyldes et økonomisk politisk forlig med bl.a. midlertidig momsnedsettelse, midlertidigt investeringsfradrag og frigivelse af bunden opsparing. I 1979 vedtages efterlønnen, hvilket giver anledning til en dummy i 1970(4). I 1980(2) indgås et økonomisk-politisk forlig med offentlige besparelser samt moms- og afgiftsforhøjelser. Der inddrages en dummy i 1986 for at tage hensyn til Kartoffelkuren. Der er store fald i aktiemarkedene ultimo 1987 efterfulgt af finansielle problemer i 1988(1). Det undersøges desuden om der bør korrigeres for finanskrisen, ved at indsætte en dummy i 2008. Denne er dog ikke signifikant ved F-test. Da Danmark i 1983 skifter til fastkurspolitik, inkluderes en skift dummy for at tage højde for skiftet. Denne dummy er 0 til og med 1982(4) og 1 efterfølgende. Skift-dummyen indgår som den eneste dummy i den langsigtede relation.

Det fremgår af figuren nedenfor, at der er en tydelig korrelation mellem den relative løn $CW = \log\left(\frac{lna_t}{lonudle_t}\right)$ og markedsandelen $MS = \log\left(\frac{feind_t}{feu_t}\right)$.

Figur 2: Variabler i model 2

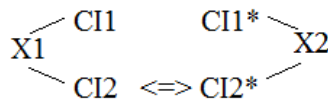


Når den indenlandske løn falder, falder det danske prisniveau, og det bliver billigere for udlandet at købe danske varer, så eksporten stiger. Hvis de udenlandske priser stiger, bliver de indenlandske varer også relativt billigere og den danske eksport stiger.

De fleste af dummy-variablerne er permanente dummys af typen (0, 0, 1, 0, 0) eller transitoriske af typen (0, 0, 1, -1, 0, 0) og er alle signifikante ved F-test. Skiftdummyen i 1983 er af typen (0, 0, 1, 1, 1). Det kunne desuden diskuteres om der er tale om et level shift i forbindelse med finanskrisen. Der er dog ikke indikationer på dette i data, så det er undladt.

4 Metode

Som tidligere beskrevet, kan de to partielle modeller forenes til en samlet model. Den samlede model kan opfattes som en AS/AD ligevægtsmodel for en lille åben økonomi. Bemærk igen at det er nødvendigt at inddrage Δw , Δfeu for at tage højde for I(2) trends i hhv. den kompetitive løn, cw , og i markedsandelen, ms . Formålet er, at finde de langsigtede relationer for de to modeller, og derefter koble dem til én samlet model.

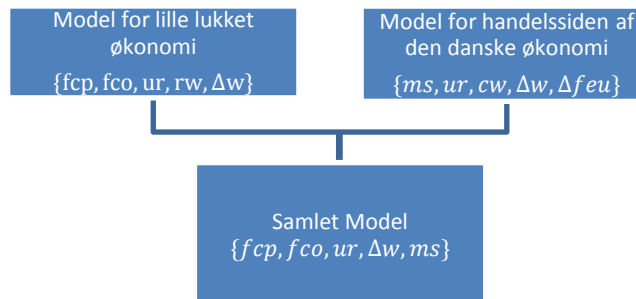


Hvor X1 og X2 svarer til modellerne opstilles i afsnit 2. Den fulde model benytter nu variabler fra model 1 og 2 samt 3 langsigtede relationer, CI1, CI1* og CI2*. At alle 4 langsigtede relationer ikke benyttes, skyldes at CI2 og CI2* i realiteten er den samme langsigtsrelation som beskriver Phillips-kurven. Den endelige model ser ud som følger:

$$\begin{bmatrix} \Delta fcp \\ \Delta fco \\ \Delta ur \\ \Delta^2 w \\ \Delta ms \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{CI1} \\ \text{CI1*} \\ \text{CI2*} \end{bmatrix} + \theta \Delta feu + \varphi D_t + \varepsilon_t$$

Der opstilles altså ligninger for 5 forskellige variabler. Bemærk at rw og cw ikke indgår i informationssættet, dels for at forenkle den empiriske analyse og dels fordi de allerede er inkluderet gennem lønvariablen. Bemærk desuden at Δfeu kan indgå i den kortsigtede relation for at tage højde for udlandets indflydelse på den danske økonomi.

Figur 3: De to partielle modeller samles til én model



De valgte variabler og de estimerede langsigtsrelationer stemmer overens med en neo-klassisk syntese model for en lille åben økonomi, idet de fanger både efterspørgsels- og udbudssiden samt effekten fra udlandet. Her danner det offentlige forbrug, privatforbruget og reallønnen jf. model 1 efterspørgselsiden, mens det Phillipskurven beskriver udbudssiden jf. model 2.

For hver af de to modeller, X1 og X2 skal en række tests gennemføres før de kan samles til én model. For at bestemme antal af lags i modellen, opstilles 6 forskellige modeller med lags $k=5,4,\dots,0$ som testes i mod hinanden for at finde den bedst specificerede model. Der testes med HQ, SC og IAC. Herefter bestemmes cointegrationsrangen, $r = Rang(\pi)$, som opdeler den p -dimensionelle vektor i r cointegrerende relationer og $p-r$ stokastiske trends. Valget af r har stor betydning for den samlede analyse af modellen, og er bestemmende for om økonomiske hypoteser accepteres eller afvises. Når cointegrationsrangen, r , bestemmes, testes den cointegrerede VAR model $H(r)$ i mod den urestrikterede model VAR $H(p)$. For yderligere beskrivelse, se bilag 1.

Efter den reducerede rang $\Pi = \alpha\beta'$ er indført, udføres en identifikation af de cointegrerende forhold ved at tilføje netop så mange restriktioner på β , at likelihood ikke ændres, hvilket kan opnås ved rækkeoperationer. Givet de identificerede cointegrerende langsigtsrelationer, kan der efterfølgende identificeres og estimeres en tilhørende kortsigtsstruktur (forenklet reduceret form). Der opstilles en urestrikteret model på reduceret form, en simultan ligningsmodel. I denne model indsættes de estimerede langsigtsrelationer ved at indføre deres residualer. Fejlkorrigerings-leddene defineres, og den reducerede form, $I(0)$, sættes op. Den urestrikterede reducerede model er identificeret da $A_0 = I$, men overparameteriseret da der er mange insignifikante koefficienter. Det er nødvendigt at fjerne de insignifikante koefficienter, og de anvendte restriktioner er overidentificerende og testbare. Når de to modeller, X1 og X2 er vel-specificerede, samles de til én model og sammenlignes med ADAM³. Da ADAM benytter årsdata og VAR-modellen kvartalsdata, beregnes det årlige gennemsnit af impuls-responsen i VAR-modellen. Det skal bemærkes, at stødenes effekt i VAR-modellen beregnes ud fra de estimerede ligninger mens stødenes effekt i ADAM beregnes ift. en fremskrivning, der starter i 2016. Der benyttes således forecast i eksperimentet med ADAM, og forecastet har en begrænset effekt på udfaldet i ADAM. Resultatet af eksperimentet i VAR-modellen afhænger udelukkende af de estimerede parametre.

³ Gøres praktisk ved at skrive en frm-fil der indeholder både langt- og kortsigtsstrukturerne.

5 Status og videre arbejde

Der er forsøgt flere fremgangsmåder for at opstille en VAR model, der kan sammenlignes direkte med ADAM, dvs. hvor en model, hvor tilpasningen tilbage mod ligevægt sker via crowding-out i prismekanismen. Det blev først forsøgt at opstille én VAR model med reduceret rang ud fra samtlige udvalgte variabler. Dette viste sig dog at være svært, og nærværende papir beskriver, hvordan det i stedet er forsøgt at opstille to partielle systemer som samles til én VAR-model. Den anden metode har dog også komplikationer. Der ligger derfor noget videre arbejde i at finde en VAR model med reduceret rang, der kan sammenlignes direkte med ADAM.

Problemet er kort fortalt, at det først bliver interessant at sammenligne VAR-modellen med ADAM, hvis VAR-modellen også kører rundt på en måde, der omfatter, at en afvigelse fra arbejdsløshedens steady state kumulerer op som en ændring i den relative løn, der påvirker markessandelen, som igen påvirker arbejdsløsheden. I modellen samlet ud fra partielle systemer, som er beskrevet her, er der forsøgt nogle forskellige muligheder, for at opstille en bedre model. I den første model har vi prøvet at lade markedsandelen indgå på forskellige måder, både med 2, 3 og 4 variabler:

- (1) $\log\left(\frac{feind}{feu}\right)$
- (2) $\log\left(\frac{feind}{feu}\right), \log\left(\frac{lna}{lonudl*efkrs}\right)$
- (3) $\log\left(\frac{feind}{feu}\right), \frac{lonudl}{lna*efkrs}$

En alternativ mulighed der kunne afprøves er kun at benytte data fra perioden 1983-2014, på samme måde som i Hove & Spange(2012).

6 Konklusion

Dette papir har beskrevet de forsøg der er foretaget for at opstille en VAR model med reduceret rang. Det er ikke lige til at opstille en model der afspejler de overordnede tilpasningsmekanismer i ADAM. Det er både forsøgt at lave én overordnet VAR model, som fanger alle mekanismer, samt to modeller; én for en lukket økonomi og én for udenrigshandlen som samles til én model for den samlede danske økonomi. Begge metoder har dog vist sig at volde problemer, og der ligger derfor fortsat noget arbejde i at forsøge at opstille en VAR model med reduceret rang.

7 Kilder

Blanchard, Olivier & Perotti, Roberto (2002): *An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output*. The Quarterly Journal of Economics, Nov. Vol. 117(4) pp. 1329-1368

Blanchard, Olivier, & Quah, Danny (1989): *The Dynamic Effects of aggregate demand and supply disturbances*. The American Economic Review, 1. September, Vol. 79(4) pp. 655-673.

Danmarks Nationalbank (2003): *MONA: A Quarterly Model of the Danish Economy*, Danmarks Nationalbank.

Danmarks Statistik (2013): *ADAM: A Model of the Danish Economy*, Danmarks Statistik.

Finansministeriet, 2014: *Finansredegørelse 2014*, Finansministeriet.

Johansen, S. (1996): *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*, 2nd edition, Oxford University Press.

Juselius, K. (2006): *The Cointegrated VAR Model, Methodology and Applications*, Oxford University Press.

Knudsen, D. & Gustafsson, N. (2013): *Rapport om ADAMs tilpasningstid*, Danmarks Statistik, arbejdspapir

Mojon, Benoît & Peersman, Gert (2001): *A VAR Description of the Effects of Monetary Policy in the Individual Countries of the Euro Area*, European Central Bank - Working Paper Series.

National Institute of Economic Research (2015): *Appropriate Macroeconomic Model Support for the Ministry of Finance and the National Institute of Economic Research: A Pilot Study*. Working Paper, no. 137 Marts 2015.

Pedersen, Erik Haller & Mikkel Plagborg-Møller (2010): *New Calculation of Danmarks Nationalbank's Effective Krone-Rate Index*. Danmarks Nationalbank Monetary Review, vol. 2, p. 139-144

Phillips, P. C. B., (1998): *Impulse Response and Forecast Error Variance Asymptotics in Nonstationary VARs*, Journal of Econometrics, 83, 21-56

Hove, Søren Ravn & Spange, Morten (2012): *The Effects of Fiscal Policy in a Small Open Economy with a Fixed Exchange Rate: The Case of Denmark*, Danmarks Nationalbank Working Papers, 2012-80.

Troelsen, Peter Agger (2016): *Fiscal Expenditure Shocks in a Structural VAR and ADAM*, udkast til udgivelse i Nationaløkonomisk Tidsskrift

Økonomisk politisk kalender, DST

8 Bilag

Bilag 1: Bestemmelse af cointegrations-rang

I den ikke-stationære VAR model vil tilstedeværelsen af unit roots (stokastiske trends) medføre at langsigtsmatricen $\Pi = \alpha\beta'$ har reduceret rang. Cointegration henviser her til at lineære kombinationer af variablerne i vektorprocessen kan være integreret af lavere orden end processen selv. De cointegrerede variabler er drevet af de samme stød. Hvis den ikke-stationære komponent i en variabel svarer til den ikke-stationære komponent i en anden variabel, kan man lave stationær linearkombination mellem de to variable. Det er sådanne stationære linearkombinationer, der fortolkes som langsigtede økonomiske relationer, der beskriver steady state.

Cointegrationsrangen, $r = Rang(\pi)$ opdeler den p -dimensionelle vektor i r cointegrerende relationer og $p-r$ stokastiske trends. De r cointegrerende relationer går i mod tilpasningen af processen, dvs. afvigelser fra steady state, mens $p-r$ relationer

skubber processen og derved er de *common driving trends* i systemet. Når $r=0$ er der p $I(1)$ trends og ingen cointegration, mens en rang på p antyder at alle lineære kombinationer af x_t er stationære, dvs. $x_t \sim I(0)$. Hvis rangen er reduceret som i denne model, dvs. $0 < r < p$, kan der være cointegration i $I(1)$ variableerne. Valget af r har stor betydning for den samlede analyse af modellen, og er bestemmende for om økonomiske hypoteser accepteres eller afvises. Når cointegrationsrangen, r , bestemmes, testes den cointegrerede VAR model $H(r)$ i mod den urestrikerede model VAR $H(p)$.

For at bestemme cointegrations-rangen, som altså er rangen r af koefficientsmatricen $\Pi = \alpha\beta'$, benyttes trace testen, som er en likelihood-ratio-test der diskriminerer mellem egenværdier svarende til stationære og ikke-stationære relationer. Det bemærkes her, at de kritiske værdier afhænger af hvor godt modellen er specificeret i forhold til de deterministiske led. Da trace testen kan være usikker for relevante alternative hypoteser omkring enhedscirklen, benyttes flest mulige alternative metoder til at bestemme cointegrations-rangen.