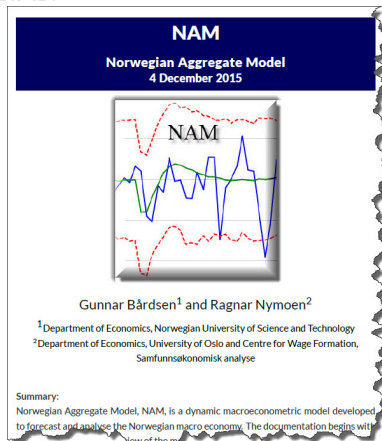


NAM–Norwegian Aggregate Model; - og om store prognosefeil

Ragnar Nymoen

Finansdepartementet
11. desember, 2015

KILDE:



- ▶ Bårdsen and Nymoen(2015))
- ▶ Oppdateres ved store og små revisjoner og utvidelser.

www.svt.ntnu.no/iso/gunnar.bardsen/
www.folk.uio.no/rnymoen/

DYNAMISK MODELL MED FÅ EKSOGENE VARIABLE

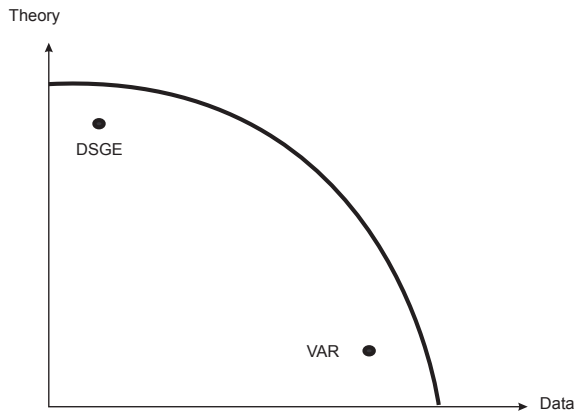
- ▶ Dynamisk økonometrisk modell for kort sikt: framskrivninger og analyse
- ▶ Endogeniserer samlet tilgang og anvendelse, renter, kredittvekst, lønns og prisdannelse, reell- og nominell valutakurs, ledighetsrate.
- ▶ Høy 'endogeniseringsgrad':
 - ▶ 10 eksogene økonomiske variable som må framskrives av bruker.
 - ▶ 165 endogene i alt.
 - ▶ 68 eksogene i alt
- ▶ Offentlig konsum og bruttoinvestering er eksogene
- ▶ Andre 'utenlandske' eksogene: Markedsvekst, KPI og PPI, oljepris i dollar, korte renter

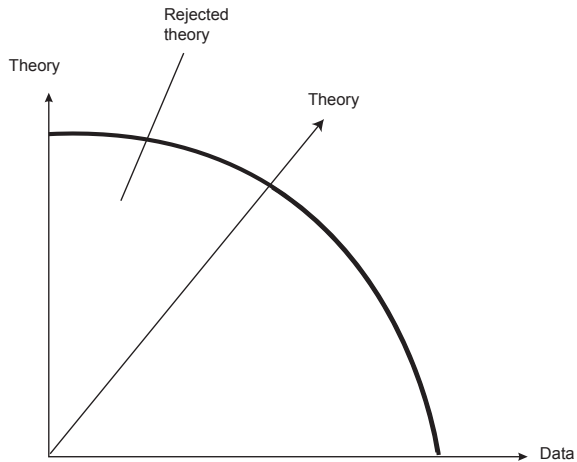
NAM ER EN EMPIRISK MODELL

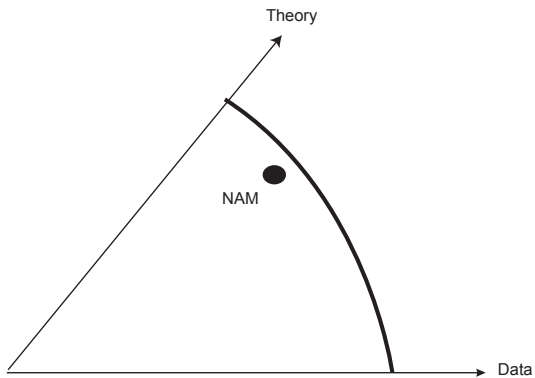
- ▶ Definisjon av *Empirisk modell*:
Restleddsegenskapene er avledet:

$$\text{restledd}_i = \underbrace{Y_i}_{\text{Observert}} - \underbrace{g(X_i)}_{\text{Forklart}} \quad (1)$$

- ▶ Motstykket er teoretiske modeller, der restleddsegenskapene er postulerte, og er en del av modellen, i særdeleshet kalibrerte DSGE.
- ▶ I egenskap av å være en empirisk modell, gjør vi i NAM bruk av teori til å forklare norsk økonomi, og data til å evaluere teorien.







NAM ER EN OPERASJONELL MODELL

- ▶ Modellen har blitt oppdatert, re-estimert og brukt til analyse og prognoser siden 2006.
- ▶ Nå oppdateres NAM etter hver ny KNR utgave.
- ▶ Forholdsvis lite ekstern bruk før 2013.
- ▶ Nå: KLP, Finanstilsynet, LO og NHO.

DATAKILDER OG PROGRAMVARE

- ▶ Data fra *Statistikkbanken* (www.ssb.no/en/statistikkbanken), og fra andres web-sider
- ▶ 4x i året: Leveranse av data fra databasen til SSBs modell KVARTS.
- ▶ Hver operative versjon av er NAM kodet i en *EViews* programfil.
- ▶ Bruker *PcGive* i OxMetrics til spesifikasjon og estimering av modellen .

NAM KJØREFIL I EViews I

I NAM prg-fila utfører alle stegene i en modellkjøring:

1. Sette parametere for estimeringsperiode, start/lutt framskrivningperiode osv
2. Datainnlesing
3. Navnsetting i tråd med NAM-dokumentasjonen
4. Generere alle impuls- og step-dummier
5. Forlenge tidsserier for ikke-modellerte (til framskrivning).
6. Estimere sub-systemer og enkeltligninger (selv om allerede estimert i PcGive)
7. Danne modellobjektet NAM inklusive identiteter og definisjoner
8. Løse sagbladsproblemet (for framskrivning)

NAM KJØREFIL I EViews II

9. Spesifisere verdier for add-faktorer
10. Dynamisk stokastisk simulering
 - ▶ Historisk
 - ▶ Framskrivning
 - ▶ Scenarieanalyse (politikkanalyse)
11. Rapportering av tabeller og figurer

HVIS VI FORENKLER OG KUN BEHOLDER NOEN HOVEDTREKK I NAM:

1. Samme nominelle lønnsats for alle sektorer, regulert gjennom kollektive avtaler og allmenngjøring
2. Nominell lønn er et kompromiss mellom mål om produsentreal lønn, og mål om konsumreal lønn
3. Mål om produsentreal lønn er forankret i produktivitet
4. Ledighetsrate avhenger bare av realvalutakurs
5. Produktivitet er $I(1)$, 'random-walk', med drift,
6. Nominell importpris er $I(1)$ med drift. (Denne $I(1)$ -egenskapen har stor grad av invarians overfor skifte fra 'fast' til 'flyt' i valutapolitikken.)

...FÅR VI EN MINI-MODELL

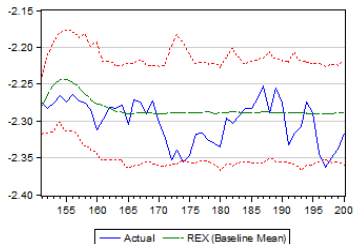
- ▶ Redusert form kan skrives som en VAR i 3 endogene: log realvalutakurs (re), lønnsandel (ws) og ledighetsrate (u)

$$\begin{pmatrix} re_t \\ ws_t \\ u_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l & -k & n \\ \lambda & \kappa & -\eta \\ -\rho & 0 & \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} re_{t-1} \\ ws_{t-1} \\ u_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e & 0 & -d \\ \xi & -1 & \delta \\ 0 & 0 & c_u \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta pi_t \\ \Delta pr_t \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{re,t} \\ \varepsilon_{ws,t} \\ \varepsilon_{u,t} \end{pmatrix} .$$

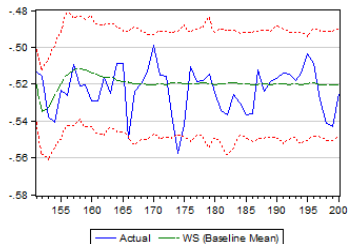
 y_t \mathbf{R} y_{t-1} \mathbf{P} x_t ε_t

- ▶ Vekst i importpris (Δpi) og i produktivitet (Δpr) eksogene pga forenklinger
- ▶ Stabilitet avhenger av karakteristiske røtter til \mathbf{R} .
- ▶ *Kompromiss* i nominell lønnsdannelse gjør stabilitet mer sannsynlig (viser det seg!)
- ▶ Uansett er ikke $\rho > 0$ avgjørende for stabilitet
- ▶ Dynamisk homogenitet i nominell W-P fører **ikke** til at likevektsledighetsraten u_{SS} blir en helt invariant parameter.

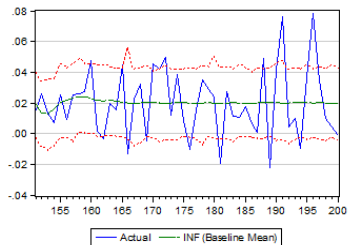
Real exchange rate



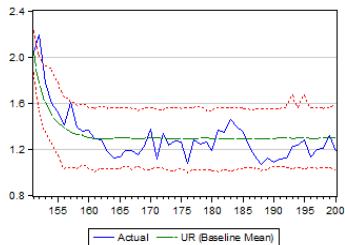
Wage-share



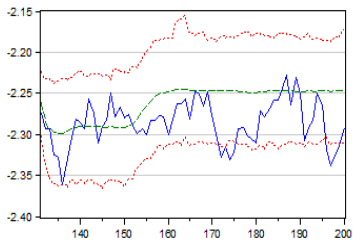
Inflation rate



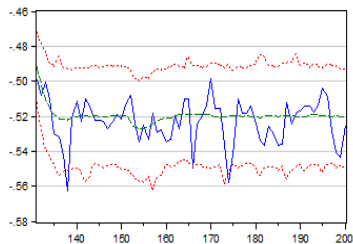
Unemployment rate



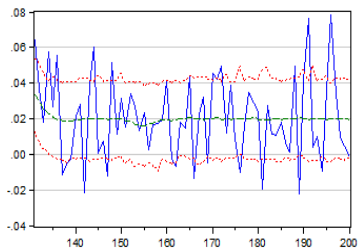
Real exchange rate



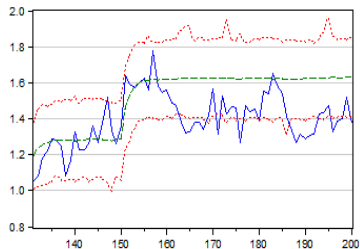
Wage share



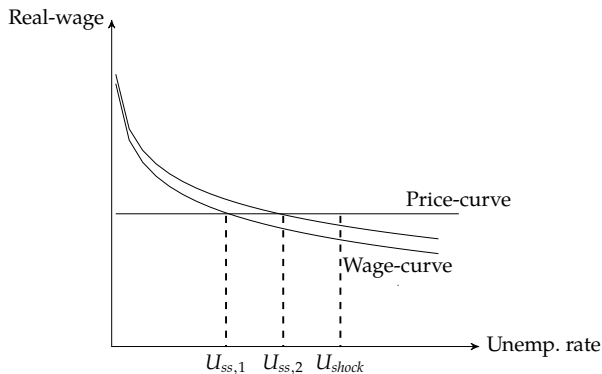
Inflation



Unemployment rate



W-P ATTRAKTORER OG STEADY-STATE U



- ▶ Initial stasjonærsituasjon i $U_{ss,1}$. Etter et sjokk er økonomien i U_{shock} . $U_{ss,2}$ indikerer en ny stasjonærsituasjon
- ▶ U_{ss} er en parameter med lav grad av invarians

NAM OG DSGE I

- ▶ NAMs reduserte form er en høy-dimensjonal VAR (egentlig med redusert rang pga enhetsrøtter på null-frekvensen)
- ▶ Videre: Det eksisterer en “companion form” (cf. \mathbf{R}) og en tilhørende karakteristisk ligning med mange røtter.
- ▶ Disse røttene styrer som vi vet løsningen til alle endogene variable, litt ut i (prognose)perioden
- ▶ Løsningen på en DSGE model, dersom den eksisterer og er entydig, er også en VAR.
- ▶ Forskjellene mellom NAM og en DSGE for Norge kan dermed føres tilbake til:

NAM OG DSGE II

- ▶ **Identifiserende antakelser for VAREn**
- ▶ Identifikasjon er som kjent egenskap som hefter ved en teoretisk modell
- ▶ I tillegg kommer:
- ▶ **Variabelvalg** (hvilke deler av økonomien som er modellert)
- ▶ **Variabeltransformasjoner**, foretatt før modellering—konsekvenser for tolkning av dynamikk
 - ▶ Likevektsdynamikk i DSGE
 - ▶ Likevektskorrigering i NAM, rundt eksplisitte likevektssammenhenger

KORT SAGT...

“I think it should be generally agreed that a model that does not generate many properties of actual data cannot be claimed to have any ‘policy implications’...”

Clive.W. J. Granger(1992)), p. 4.

NAM FRAMSKRIVNING AV LEDIGHETS RATEN

NAM PROGNOSE FRA MARS 2007

Norwegian Aggregate Model-NAM

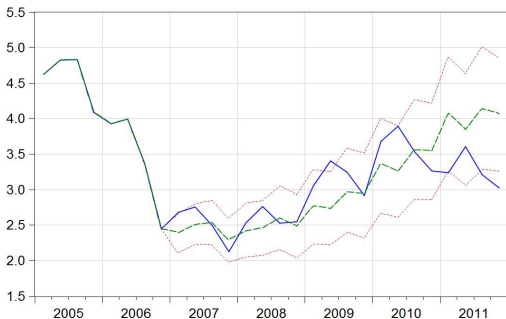
Gunnar Bården and Ragnar Nymoen

Evaluation of forecasts

The forecasts are plotted together with outcomes.

Forecasts are green, outcomes are blue, and the uncertainty intervals are red.

Unemployment rate (Labour force Survey)



NAM FRAMSKRIVNING AV KPI-INFLASJON

FRAMSKRIVNING FRA MARS 2007

Norwegian Aggregate Model-NAM

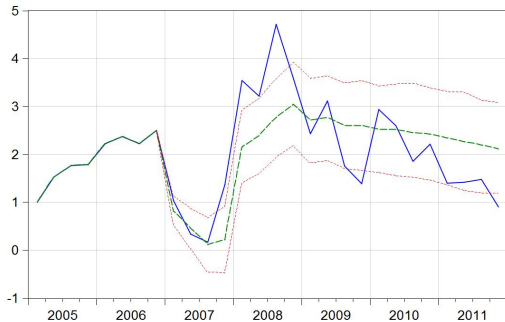
Gunnar Blårben and Ragnar Nymoen

Evaluation of forecasts

The forecasts are plotted together with outcomes.

Forecasts are green, outcomes are blue, and the uncertainty intervals are red.

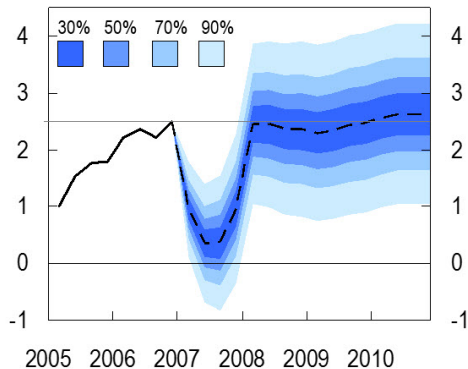
Annual CPI inflation



NORGES BANK FRAMSKRIVNING AV KPI-INFLASJON

FRAMSKRIVNING PR 1/2007

Figur 1.9c Anslag på KPI i referansebanen med usikkerhetsvifte. Firekvartalersvekst. Prosent. Kvartalstall. 1. kv. 05 – 4. kv. 10



NAM FRAMSKRIVNING AV 3 MND RENTE

FRAMSKRIVNING FRA MARS 2007

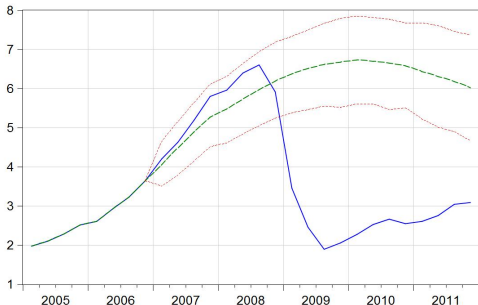
Norwegian Aggregate Model-NAM

Gunnar Blarbaen and Ragnar Nymoen

Evaluation of forecasts

The forecasts are plotted together with outcomes.
Forecasts are green, outcomes are blue, and the uncertainty intervals are red.

Interest rate (3 month)



NAM FRAMSKRIVNING AV 3 MND RENTE

FRAMSKRIVNING FRA SEPTEMBER 2008

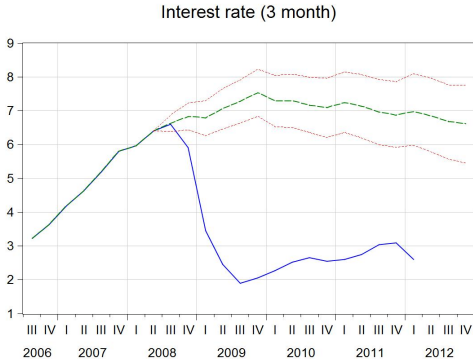
Norwegian Aggregate Model-NAM

Gunnar Blården and Ragnar Nymoen

Evaluation of forecasts

The forecasts are plotted together with outcomes.

Forecasts are green, outcomes are blue, and the uncertainty intervals are red.



NAM FRAMSKRIVNING AV 3 MND RENTE

FRAMSKRIVNING FRA FEBRUARY 2009

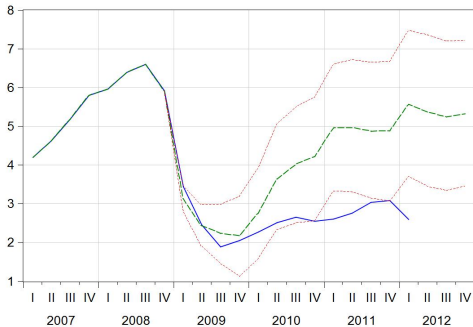
Norwegian Aggregate Model-NAM

Gunnar Bården and Ragnar Nymoen

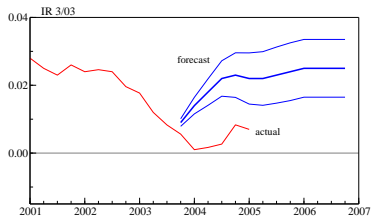
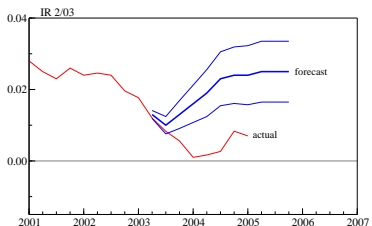
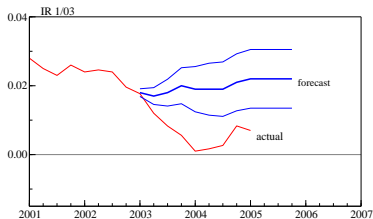
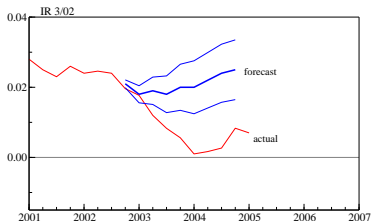
Evaluation of forecasts

The forecasts are plotted together with outcomes.
Forecasts are green, outcomes are blue, and the uncertainty intervals are red.

Interest rate (3 month)



NORGS BANK: INFLASJONSPROGNOSER, 2002-2003



HVORFOR STORE BOM?

- ▶ Eksemplene illustrerer at makroøkonomiske framskrivninger, litt for ofte, bommer *mer* enn det prediksjonsintervallene tilsier.
- ▶ En liten lærebokmodell “har det meste i seg”:
- ▶ **Den viser hvorfor modellprognoser noen ganger bommer så det suser**
- ▶ **og hvorfor de lett kan komme til å tape for naive prognoser (f.eks $\hat{y}_{T+1} = y_T$)**
- ▶ Uten at noen av delene, i og for seg, *behøver* å være, uten videre, diskreditterende....
- ▶ Ikke “alt behøver være galt” med en modell, selv om prognosene kan bomme stygt nå og da.

BETRAKT EN MEGET GUNSTIG PROGNOSESITUASJON

- ▶ Betingelser prognosen på periode T
- ▶ Perfekt målesystem; Ingen datarevisjoner
- ▶ Prognosemodellen samsvarer med økonomien.
- ▶ Restleddene for periode $T + 1, T + 2, \dots$ antas ikke-predikerbare basert på T -informasjon. Settes i prognosen til sin forventning, som er null.
- ▶ Parametrene er kjent (ikke noe estimeringsproblem), til og med periode T .
- ▶ Betrakt det stasjonære tilfellet (enklere notasjonsmessig enn tilfellet med kjente kointegrasjonsvektorer)

KORTSIKTSMODEL FOR EN LUKKET ØKONOMI

- ▶ C_t betegner privat konsum i periode t , i faste kroner.
- ▶ BNP_t , S_t og J_t betegner bruttonasjonalprodukt, skattebeløp og eksogen ('autonom') anvendelse.
- ▶ $a - e$ er parametre
- ▶ ϵ_{Ct} , og ϵ_{Jt} og ϵ_{Tt} er uavhengige hvit-støy prosesser med forventning null og konstant varians.

$$C_t = a + b(BNP_t - S_t) + cC_{t-1} + \epsilon_{Ct} \quad (2)$$

$$S_t = d + eBNP_t + \epsilon_{St} \quad (3)$$

$$BNP_t = C_t + J_t \quad (4)$$

$$J_t = J^* + \epsilon_{Jt} \quad (5)$$

OPTIMALE PROGNOSE, H-PERIODER FRAM, FRA PERIODE T

$$\hat{C}_{T+h|T} = C^* + \lambda^h(C_T - C^*) \quad -1 < \lambda < 1 \quad (6)$$

$$\widehat{BNP}_{T+h|T} = BNP^* + \lambda^h(BNP_T - BNP^*) \quad (7)$$

$$\hat{J}_{T+h|T} = J^*, \quad h = 1, 2, \dots, H \quad (8)$$

- ▶ $0 < \lambda < 1$ med vanlige antakelser om parametrene b, c og e
 - ▶ C^*, BNP^* og J^* er likevektsverdiene til C_t, BNP_t og J_t .
 - ▶ **Prognosene likevektsjusterer**
 - ▶ Kunne sagt: **forventningsjusterer**, siden $C^* = E(C_t) = \mu_C$
- OSV

GENERALISERING AV PROGNOSEFUNKSJONEN I

Generelt, for en variabel y_t i en makromodell med høyere ordens dynamikk:

$$\hat{y}_{T+h|T} = y^* \left(1 - \sum_{i=1}^p \rho_i^{(h)} \right) + \sum_{j=1}^h \rho_j^{(h)} y_{T-i+1}, \quad h = 1, 2, \dots \quad (9)$$

- ▶ Hver $\rho_i^{(h)}$ er en lineær kombinasjon av potenser av p karakteristiske røtter λ_i .
- ▶ p er av orden: antall ligninger i modellen x antall "lags" i ligningene
- ▶ $|\lambda_i| < 1$
- ▶ y^* er likevektsverdien, som må være ubetinget forventning til y_t

GENERALISERING AV PROGNOSEFUNKSJONEN II

- ▶ Funksjonen (9) representerer ikke bare simultane og kausale modeller, slik som (2)-(4), men også “forward-looking” modeller som vi får ved å erstatte (2) med:

$$C_t = a + b(BNP_t - S_t) + c_f E_t C_{t+1} + c_b C_{t-1} + \epsilon_{Ct} \quad (10)$$

- ▶ Forutsatt at løsningen av systemet eksisterer og er entydig.

START-ENDEPUNKT-GLIDEFLUKT

- ▶ Garvede prognosemakere vil si at all framskrivning koker ned til å tegne en glideflukt fra et gitt utgangspunkt til et endepunkt:
- ▶ (9) ivaretar nettopp dette:

$$\hat{y}_{T+h|T} = \underbrace{y^*}_{\text{forventning}} \cdot \underbrace{\left(1 - \sum_{i=1}^p \rho_i^{(h)}\right)}_{\text{glidebane}} + \sum_{i=1}^p \rho_i^{(h)} \cdot \underbrace{y_{T-i+1}}_{\text{'nowcast'}}, \quad h = 1, 2, \dots$$

LIKEVEKTSJUSTERINGSFORM AV PROGNOSEFUNKSJONEN

Omskriver (9):

$$\hat{y}_{T+h|T} = y^* + \sum_{i=0}^{p-1} \left(\sum_{k=1}^i \rho_k^{(h)} \right) \Delta y_{T-i} + \sum_{i=1}^p \rho_i^{(h)} (y_{T-p+1} - y^*) \quad (11)$$

som er generaliseringen av for eksempel funksjonen for C_{T+h} i (6)

HVA GJØR ØKONOMIEN?

- ▶ Den likevektsjusterer også; Men ikke alltid mot den samme likevekten som prognosen!
- ▶ I vår lille modell, dersom $J^* \rightarrow J^{**}$ fra og med periode $T + 1 \Rightarrow C^* \rightarrow C^{**}$:

$$C_{T+h} = C^{**} + \lambda^h(C_T - C^{**}) + e_{T+h}$$

der e_{T+h} er en veid sum av sjokkene i periode T+1, T+2 osv.

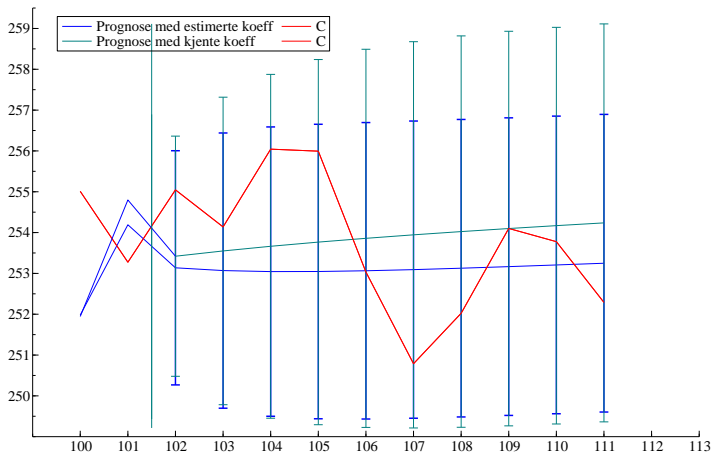
Prognosefeilene blir

$$C_{T+h} - \hat{C}_{T+h} = dC^* - \lambda^h dC^* + e_{T+h} \quad (12)$$

$$dC^* = C^{**} - C^* \quad (13)$$

Vi treffer bra (i gjennomsnitt) dersom økonomi og modell er enige om hva likevekten er, i *prognoseperioden*.

PROGNOSE FOR KONSUM (C) NÅR ØKONOMI OG MODELL ER ENIG

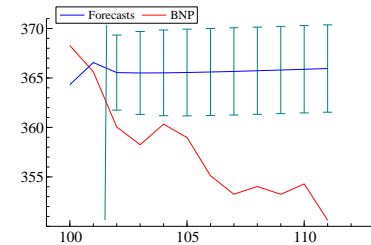
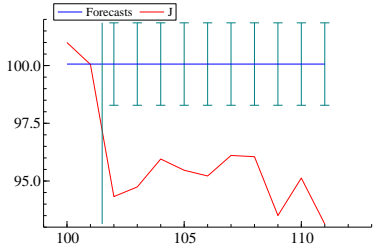
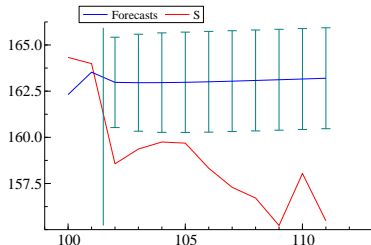
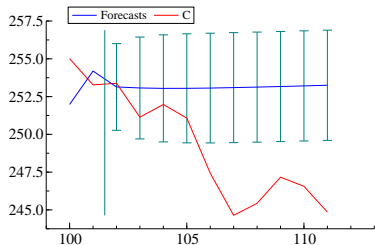


STRUKTURELLE BRUDD

- ▶ dC^* “stor” betyr at det skjer et regimeskift i prognoseperioden
- ▶ Ikke én svart svane (jf. Taleb), men en hel flokk (jf. Hendry)
- ▶ Å innrette seg *som om* de ikke forekommer, fører helt sikkert til store prognosefeil
- ▶ Det er slike ‘location shifts’ som er den virkelige fienden til prognosene fra våre modeller
- ▶ Dette forklarer også hvorfor “naive” prognoser kan gjøre det overraskende bra i prognosekonkurranser.

'LOCATION SHIFT' I PROGNOSEPERIODEN

Investeringsfall **etter** at prognosen er laget



MODELLPROGNOSER FEILKORRIGERER IKKE

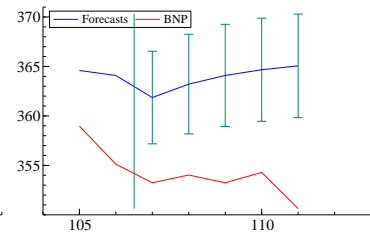
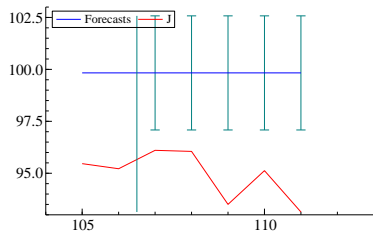
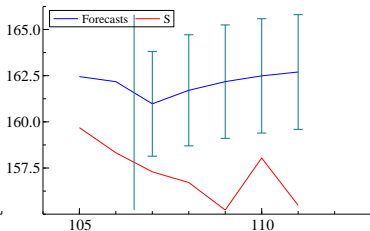
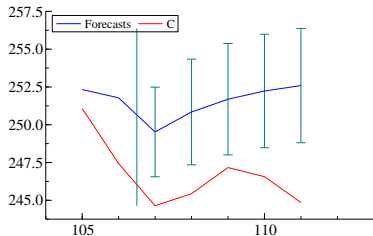
- ▶ Brudd som skjer i periode $T + 1$ eller senere skader prognoser betinget på periode T
- ▶ Men etter én periode kan vi jo oppdatere prognosen!
- ▶ Bruddet er da i *informasjonssettet*
- ▶ Men prognosen trekkes fortsatt mot det gamle likevekten:

$$\hat{C}_{T+2+h|T+1} = C^* + \lambda^h(C_{T+1} - C^*),$$

ikke mot den nye likevekten C^{**} .

- ▶ Modellbaserte prognoser skades derfor både av strukturelle brudd som ligger i forecastperioden, og av brudd som har skjedd før vi lager prognosen

INVESTERINGSFALL FØR PROGNOSEN BLIR LAGET



KONSEKVENNS FOR POLITIKKANALYSE?

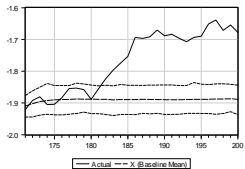
- ▶ Akkurat de samme egenskapene ved makromodellen som gjør den lite robust som prognosemekanisme gjør den egnet til politikkanalyse:
- ▶ “Hva blir effekten på C og BNP dersom det blir et varig skift nedover i investeringene?”
- ▶ Modeller som feiler i prognosesammenheng behøver ikke være diskreditert som politikkmodeller
- ▶ *Invariants* av parametre overfor sjokk til J er det relevante for politikkanalyse.
- ▶ Men store prognosefeil må analyseres: Strukturelle brudd *kan* ha endret politikkparameterene så mye at de fører til store prognosefeil
- ▶ Prognosefeil kan dessuten skyldes at restleddsbruken” var feil !

ET UNNTAK SOM BEKREFTER REGELEN I

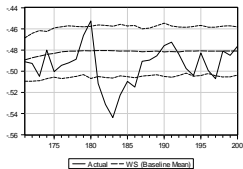
- ▶ Det *kan* skje at prognosefeil er robuste overfor “location-shifts”, se Bårdsen et. al (2011)
- ▶ Eksempel: Prognosefeilen for lønnsandelen i NAM er robust overfor brudd i konstantleddet i kointegrasjonssammenhengen i “Wage-setting”

Forecasts of model with break in mean of ecm_2

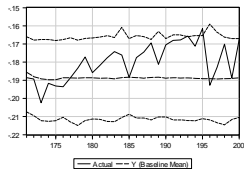
Real-exchange rate



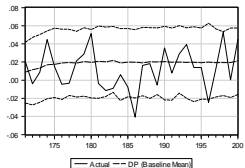
Wage-share



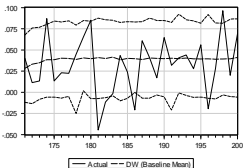
Y



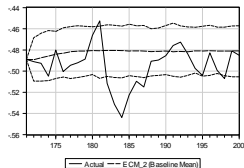
DP



DW



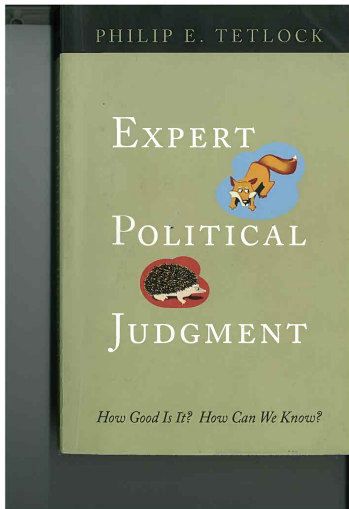
ECM_2



UNNTAK SOM BEKREFTER REGELEN III

- ▶ Bemerk relevans i forhold til “innvandringssjokket” i den norske lønnsdannelsen
- ▶ Men i slike tilfeller skyldes den uteblitte prognosefeilen at selve økonomien er robust overfor sjokket,
- ▶ og at vi har den korrekte modellen av økonomien.
- ▶ F.eks NAMs prognoser for lønnsandelen er derfor bare robust dersom modelleringen av lønndannelsen er realistisk

EN ANNEN OBSERVASJON:



- ▶ VAR og ARDL gjør det svært bra her (rev).
- ▶ Er det CI-VAR og DSGE (identifikasjon) som er våre pinnsvin?

FINNES DET LØSNINGER PÅ MODELLENES PROBLEMER VED BRUDD?

- ▶ **Modellovervåkning, evaluering og re-modellering gjør modellprognosene mer tilpasningdyktig— Og dét hjelper!**
- ▶ Prognoser basert på unødvendig urealistisk modell vil bare virvle opp støy om tolkningen av strukturelle brudd.
- ▶ **Likevektsverdier må ofte re-estimeres på basis av bare noen få observasjoner**
- ▶ Der data kommer til å bli revidert!
- ▶ **Sågar vanskelig å klassifisere et skift som varig eller midlertidig ...**
- ▶ og i så fall skal jo ikke y^* ikke endres, og bare prognosene for kort horisont skal korrigeres.
- ▶ **Men stort potensial for den kan greie å bringe inn hyppigere sampling kombinert med statistiske metoder på en operasjonaliserbar måte**

REFERENCES I

Bårdsen, G., D. Kolsrud and R. Nymoen (2011).
Forecast Robustness in Macroeconometric Models.
University of Oslo.

Bårdsen, G. and R. Nymoen (2015).
NAM. Norwegian Aggregate Model.
Manuscript with full model documentation, <http://folk.uio.no/rnymoen>.

Doornik, J. A. and D. F. Hendry (2009).
Empirical Econometric Modelling PcGive 143. Volume 1.
Timberlake Consultants, London.

Doornik, J. A. and D. F. Hendry (2013).
Modelling Dynamic Systems PcGive 14. Volume 2.
Timberlake Consultants, London.

Granger, C. W. (1992).
Fellow's Opinion: Evaluating Economic Theory.
Journal of Econometrics, 51, 3–5.

Hendry, D. F. and J. A. Doornik (2014).
Empirical Model Discovery and Theory Evaluation. Automatic Selection Methods in Econometrics.
Arne Ryde Memorial Lectures. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. London, England.

Kolsrud, D. and R. Nymoen (2014).
Macroeconomic Stability or Cycles? The Role of the Wage-Price Spiral.
Australian Economic Papers, 53(1-2), 41–68.
DOI: 10.1111/1467-8454.12020.

NAM

MER OM NAM PROGNOSER

▶ Link to <http://www.svt.ntnu.no/iso/gunnar.bardsen/>