

Dokumentasjonsnotat

Nærmere om modellene omtalt i utdypingen «En svakere kronkurs løfter prisveksten – men hvor mye?» i Pengepolitisk rapport 3/24

Om publikasjonen

Dokumentasjonsnotater gir en kortfattet dokumentasjon av analyser eller beregninger som er omtalt i Pengepolitisk rapport, taler og andre publikasjoner der mulighetene for ytterligere utdyping er begrenset. Et viktig mål med Dokumentasjonsnotater er å gjøre analysene mer tilgjengelige for et bredere publikum, og dermed bidra til etterprøvnbarhet og åpenhet. I enkelte tilfeller vil også tilhørende kode og datasett følge med.

Synspunktene som uttrykkes i dette notatet er Norges Banks og er godkjent for publisering av direktør for Avdeling for pengepolitikk.

Modellene bak utdypingen «En svakere kronekurs løfter prisveksten – men hvor mye?» (PPR 3/24)

Dette notatet gir en nærmere beskrivelse av de tre empiriske modellene som er benyttet i utdypingen om valutakursgjennomslaget i PPR 3/24, side 41-44.

ECM-modellen

ECM-modellen er en feilkorreksjonsmodell som legger til grunn at prisveksten (KPI-JAE) kan uttrykkes som funksjon av kronekurs ($I-44$), lønnskostnader (LPE), kapasitetsutnyttning (KAP), kostnader ved skipsfrakt ($FRAKTPRIS$) og utenlandske priser på importerte konsum- og innsatsvarer (IPK og IPI), se Tabell 1 i vedlegg. Den estimerte ligningen er gitt ved:

$$\begin{aligned} \Delta kpi-jae_t = & -0,22 + 0,20 \Delta_2 kpi-jae_{t-1} + 0,14 \Delta lpe_t + 0,02 \Delta i-44_t + 0,04 \Delta_4 i-44_{t-1} \\ & (7,51) \quad (4,40) \quad (1,39) \quad (2,40) \quad (5,94) \\ & - 0,16 kpi-jae_{t-1} + 0,08 lpe_{t-1} + 0,06 KAP_{t-1}/100 \\ & (6,61) \quad (6,62) \quad (3,44) \\ & + 0,06 i-44_{t-5} + 0,05 (0,75 ipk_{t-1} + 0,20 ipi_{t-3} + 0,05 fraktpris_{t-2}) \\ & (6,13) \quad (6,52) \end{aligned}$$

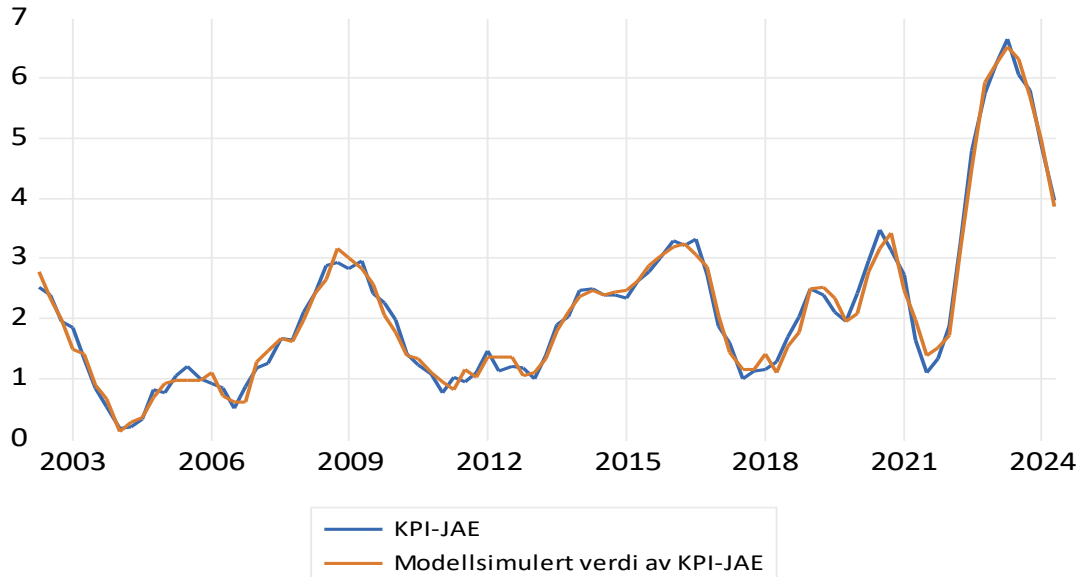
$$R^2 = 0,818, \quad \sigma = 0,00171, \quad DW = 2,27.$$

Her er Δ en differensoperator ($\Delta_k X_t = (X_t - X_{t-k})$), der X_t og X_{t-k} er verdiene av X i periodene t og $t-k$), R^2 er andelen av variasjonen i venstresidevariabelen som forklares av modellen, σ er standardavviket til regresjonsresidualene og DW er Durbin-Watson observatoren. Modellen er estimert på data for perioden 2. kvartal 2002 – 2. kvartal 2024 ved hjelp av minste kvadraters metode. Absolutte t -verdier er oppgitt i parentes under estimatene. Små bokstaver angir at variabelen er målt på logaritmisk skala.

Modellen impliserer at KPI-JAE øker med 0,37 prosent på lang sikt dersom kronekursen svekkes permanent med én prosent og de øvrige forklaringsfaktorene ligger fast. Figur 1 viser at modellen følger godt over estimeringsperioden.

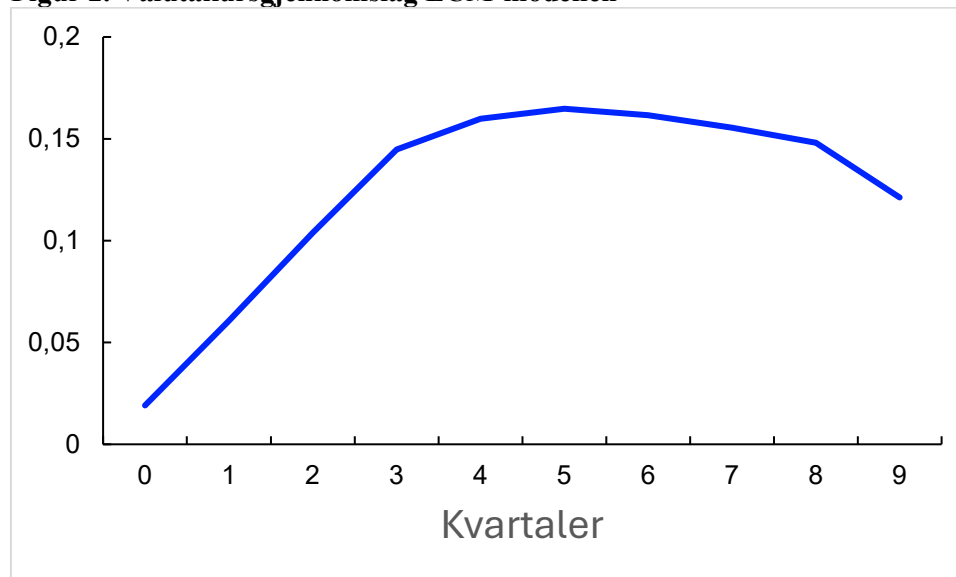
Valutakursgjennomslaget til prisveksten fremkommer ved å se på forskjellen mellom to ulike simulerte baner for KPI-JAE basert på den estimerte modellen. Referansebanen legger til grunn Norges Banks egne anslag for høyresidevariablene 10 kvartaler frem. I en alternativ simulering beholdes alle fremtidige anslag fra referansebanen, med unntak av kronekursen som antas å ligge 1 prosent svakere enn i referansebanen gjennom hele simuleringssperioden (10 kvartaler). Forskjellen mellom de to banene kan tolkes som en impulsrespons av en 1-prosents permanent svekkelse av kronekursen. Modellen gir i utgangspunktet et sett impulsrespons for kvartalsinflasjonen. I figur 2 viser vi responsene i termer av 4-kvartalsvekseten i KPI-JAE, slik de fremkommer i figur 3.H i utdypingen (s. 42, PPR 3/24)

Figur 1. Faktisk og simulert verdi av KPI-JAE. Firekvartalersvekst. Prosent



Note: De simulerte verdiene er anslått med estimatene fra modellen, samt anslåtte og faktiske verdier av forklaringsvariablene, herunder tilbakedaterte verdier av *KPI-JAE*.

Figur 2. Valutakursgjennomslag ECM-modellen



SVAR-modellen

Utgangspunktet er en redusert-form vektor-autoregressiv (VAR) modell som kan skrives på følgende form:

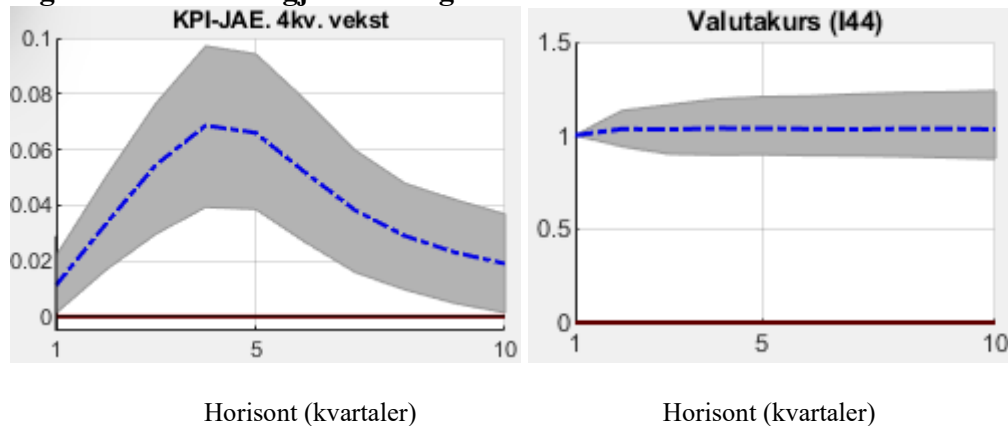
$$y_t = c + \sum_{l=1}^4 B_l y_{t-l} + e_t$$

der y er en vektor som inkluderer følgende endogene variabler: konsumpris (KPI-JAE), kronekurs (I-44), BNP Fastlands-Norge, lønn per produserte enhet i Fastlands-Norge (LPE), styringsrenten og den registrerte arbeidsledighetsraten. Videre angir c en vektor av konstantledd, mens B_l ($l=1,2,3,4$) er en 6×6 matrise av koeffisienter som bestemmer hvordan de endogene variablene på tidspunkt t påvirkes av tilbakedaterte verdier av de samme variablene, mens e_t er en vektor av residualer.

I et første steg estimeres c , B_l og kovariansmatrisen til e_t ut fra et Bayesiansk perspektiv, som i Giannone et al. (2015). Modellen er estimert på kvartalsdata for perioden 1995 Q1 til 2023 Q4. Vi tenker oss at residualene speiler ulike forstyrrelser som treffer økonomien og som kan gis en strukturell økonomisk tolkning. I neste steg identifiserer vi de underliggende forstyrrelsene med utgangspunkt i de estimerte residualene. Først identifiserer vi sjokket som samlet forklarer mest mulig av den samlede variasjonen i renten, BNP, LPE og arbeidsledigheten på 6-32 kvartalers sikt, som ofte defineres som varigheten av et normalt konjunkturforløp. Dette sjokket vil dermed forklare mesteparten av konjunktursvingningene i Norge. Denne forstyrrelsen tolkes som en generell konjunkturforstyrrelse. Deretter identifiserer vi et sjokk som er godt korrelert med valutakursen, men uavhengig av konjunktursjokket. Dette tolker vi som et valutakurssjokk. Metoden for identifisering er nærmere beskrevet i Angeletos et. al (2020).

Modellen er i utgangspunktet estimert på nivåvariable. I figur 3 viser vi den implisitte responsen i 4-kvartalsveksten i KPI-JAE, som også er sammenfallende med tallene som er vist i utdypningen i PPR 3/24.

Figur 3. Valutakursgjennomslag i SVAR-modellen



LP-modellen

Modellen estimerer den historiske samvariasjonen mellom bevegelser i den importveide valutakursen, I-44, og utviklingen i prisveksten i tiden etter en gitt endring i valutakursen, såkalte

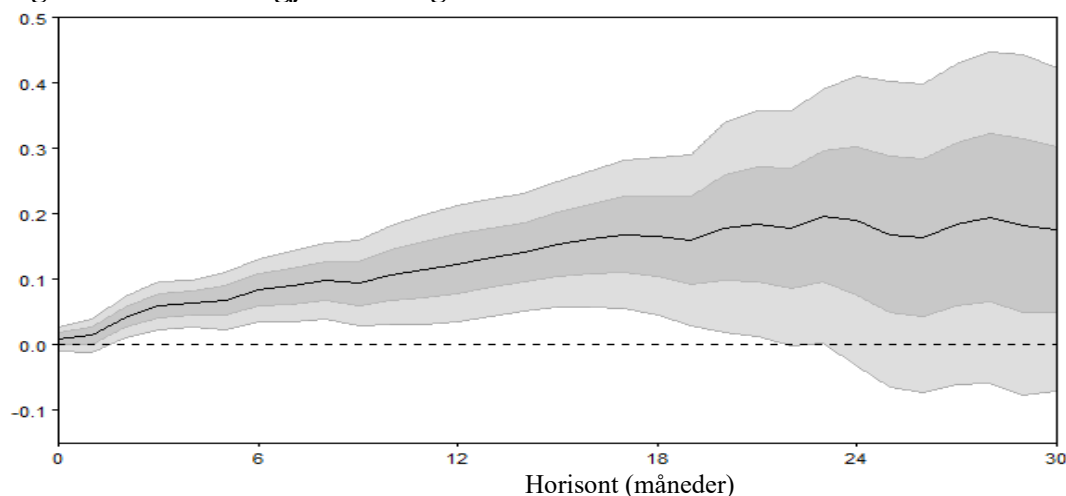
lokal projeksjoner (Jordà, 2005). Modellen er lokal i den forstand at impulsresponsen for hver periode estimeres fra unike regresjoner uavhengig av hverandre. Modellen er spesifisert ved:

$$p_{t+h} - p_{t-1} = \alpha_h + \beta_h \Delta I44_t + \sum_{j=1}^J \gamma_{h,j} X_{t-j} + \epsilon_{t+h}$$

for $h = 0, 1, \dots, 30$. Modellen er estimert på månedstall for perioden januar 2000 til april 2024. Impulsresponsen for horisont h , β_h , angir endringen i KPI-JAE over h måneder ($p_{t+h} - p_{t-1}$) som følger av en endring i valutakursen på én prosent. For å unngå at den estimerte valutakurseffekten også fanger opp bidrag fra andre forhold som kan tenkes å påvirke fremtidig prisvekst, inkluderer vi i tillegg et sett kontrollvariabler (X). Mer spesifikt inkluderer vi endringer i styringsrenten i Norge og USA, prisen på nordsjøolje og arbeidsledigheten i prosent av arbeidsstyrken, i tillegg til 12 måneder med tilbakedaterte verdier av de nevnte variablene, samt av endringer i KPI-JAE og I-44.

Figur 4 viser impulsresponsfunksjonen (sort linje), dvs. estimerte verdier av $\{\beta_h\}_{h=1,\dots,30}$. I tillegg viser vi tilhørende konfidensbånd for henholdsvis 68 og 95 prosent konfidensnivå. Som man kan forvente øker usikkerheten lenger ut i horisonten.

Figur 4. Valutakursgjennomslag LP-modellen



I utdypningen i *PPR 3/24* vises modellens impliserte bidrag til firekvartalersveksten i KPI-JAE. Bidraget beregnes som differansen mellom impulsen for periode h og $h-12$. Det omregnes deretter til kvartalsfrekvens ved å ta gjennomsnittet over tre måneder.

En LP-modell legger i prinsippet færre føringer for hvilke mekanismer som virker inn enn for eksempel beslektede VAR-modeller, som spesifiser et fullstendig system for alle forklaringsvariablene. Dette gjør LP-modellen mindre sårbar for feilspesifikasjoner. Samtidig er en mulig svakhet ved tilnærmingen at hver impulsrespons individuelt er heftet med større usikkerhet, slik konfidensbåndene i figur 4 illustrerer.

Referanser

Angeletos, G.-M., F. Collard, og H. Dellas (2020). "Business-Cycle Anatomy." *American Economic Review*, 110 (10): 3030–70.

Jordà, Ò. (2005): «Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections», *American Economic Review*, vol. 95(1), side 161–182, Mars.

Giannone, D., M. Lenza og G. E. Primiceri (2015). "Prior Selection for Vector Autoregressions," *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 97(2), side 436-451, Mai.

Vedlegg

Tabell 1: Variabeldokumentasjon

KPI-JAE: Konsumprisindeksen justert for avgifter og uten energivarer. Sesongjustert. Kilde: Statistisk sentralbyrå.
LPE: Lønnskostnader per produsert enhet i Fastlands-Norge. Sesongjustert og glattet. Kilder: Statistisk sentralbyrå og Norges Bank.
I-44: Importveid valutakursindeks. Høyere indeksverdi for I-44 betyr svakere kronekurs. Kilde: Norges Bank.
IPK: Indeks for internasjonale prisimpulser til importerte konsumvarer. Målt ved internasjonale produsentpriser og regnet i utenlandsk valuta. Sesongjustert. Se figur 1.B i PPR 3/24. Kilder: LSEG Datastream og Norges Bank.
IPI: Indeks for internasjonale prisimpulser til importerte innsatsvarer. Målt ved internasjonale produsentpriser og regnet i utenlandsk valuta. Sesongjustert. Se figur 1.B i PPR 3/24 og utdyping i PPR 4/23. Kilde: LSEG Datastream og Norges Bank.
FRAKTPRISER: Indeks for internasjonale fraktpriser. Snitt over de tre siste kvartalene. Se figur 1.B i PPR 3/24. Kilde: LSEG Datastream og Norges Bank.
KAP: Norges Banks anslag for kapasitetsutnyttningen (produksjonsgapet) i norsk økonomi. Se figurene E, 3.B og 4.1 i PPR 3/24. Kilder Statistisk sentralbyrå og Norges Bank.
BNP Fastlands-Norge: Bruttoproduktet i Fastlands-Norge. Kilde: Statistisk sentralbyrå
Registrert arbeidsledighet: Antall registrerte arbeidsledige som andel av arbeidsstyrken, kilde: NAV
Styringsrente Norge: Bankenes innskuddsrente (Foliorenten) i Norges Bank, månedlig gjennomsnitt. Kilde: Norges Bank.
Styringsrente USA: Federal funds rate, månedlig gjennomsnitt. Kilde: Norges Bank
Oljepris: Brent Blend USD per fat, månedlig gjennomsnitt. Kilde: SSB og Norges bank