

Weissert, Christoffer Jessen

Research Report

Trends and cycles in the Danish economy

Economic Memo, No. 3

Provided in Cooperation with:

Danmarks Nationalbank, Copenhagen

Suggested Citation: Weissert, Christoffer Jessen (2024) : Trends and cycles in the Danish economy, Economic Memo, No. 3, Danmarks Nationalbank, Copenhagen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/299300>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Trends and cycles in the Danish economy

Written by

Christoffer Jessen Weissert
Senior Economist

cjw@nationalbanken.dk
+45 6082 5463

I present empirical results on the contribution of three key drivers of inflation in Denmark: an inflation trend anchored by inflation expectations; the Danish business cycle; and an energy price cycle. All three drivers contribute significantly to the development of inflation and explain most of the variation in the last 40 years. The results are based on a data-driven trend-cycle model estimated over the period from 1985 to 2023. The impact of the cyclical gap on inflation manifests itself via an active and stable Danish Phillips curve relationship. In the context of the Danish economy, the model also provides new estimates of GDP, employment, and unemployment rate gaps, as well as an inflation-relevant activity gap.



Business and energy price cycles are crucial drivers of inflation

I find that both the business cycle and the energy price cycle are crucial to the development of headline inflation. I also find that cyclical fluctuations in energy prices contribute large indirect effects on inflation, especially in 2023. In contrast to the actual consumer price inflation, inflation expectations are driven more by the business cycle and less by the energy price cycle.



Trend inflation has fallen steadily since 1985, but rose in 2022 and 2023

The model estimate of trend inflation, which expresses long-run year-on-year changes in consumer prices and is anchored by inflation expectations, has declined steadily from over 4 per cent in 1985 to below 1 percent in the 2010s. In 2022, however, trend inflation rose sharply and is above 3 percent in 2023. Trend inflation is higher than the actual inflation, which, according to the model, is pulled down by energy prices. Trend inflation is not affected by energy prices in the same way.



Cyclical gaps affect inflation via an active and stable Phillips curve

Over the entire period from 1985 to 2023, I find that the Danish Phillips curve relationship is active and stable, i.e., business cycles affect inflation. The estimated Phillips curve relation covers a complex relationship where the development of consumer prices, inflation expectations, and the real economy are dynamically linked, and where the influence of energy prices is removed. The results contrast with simple correlations in raw data where the Phillips curve appears unstable.

Why is it important?

Understanding the drivers behind economic developments is an essential input for economic policy decision-making processes. This memo presents a model that quantifies the size and contribution of three key drivers of inflation. The model provides both a historical decomposition, current insights, and forecasts of future developments. These insights provide knowledge about whether and how to best organise economic policy, including measures to ensure stable price development.

Main chart

Drivers behind the cyclical movements in the Danish economy from 1985 to 2023



Note: The black line shows the total cycle for each variable. The total cycle is the sum of the common and idiosyncratic cycles. The total cycle is also the difference between the actual observed value of each variable and its model-estimated trend.

Keywords

Danish economy

Inflation and price developments

Models

01

Introduktion

I dette memo bidrager jeg med en historisk opgørelse af og et aktuelt indblik i tre centrale drivkræfter bag inflationsudviklingen i Danmark: en inflationstrend, som udtrykker den langsigtede inflationsudvikling; konjunkturcyklen i dansk økonomi; og udviklingen i energipriserne. Til formålet anvender jeg en datadrevet model fra Hasenzagl *m.fl.* (2022), en såkaldt trend-cyklusmodel hvor udviklingen i økonomien splittes op i trends og cykliske udsving. Modellen er tilpasset dansk økonomi og estimeret for perioden fra 1. kvartal 1985 til 4. kvartal 2023. Modellen har været anvendt i en række analyser fra Danmarks Nationalbank, bl.a. til at belyse kapacitets- og inflationspresset i dansk økonomi og størrelsen på de indirekte effekter fra energipriser på inflationen (Danmarks Nationalbank, 2022; Danmarks Nationalbank, 2023; Danmarks Nationalbank, 2024).

I hjertet af modellen ligger en forbedring af lignende trend-cyklusmodeller, som er særlig vigtig at forstå: i modellen går nogle trends og cykler på tværs af flere variable. Disse fællestrends og -cykler står i kontrast til den tilgang, hvor trends og cykler udelukkende modelleres særskilt for individuelle variable. Fællestrends og -cykler er dog tættere knyttet til de formål, som trend-cyklusmodeller oftest tjener. Overvej fx en model, der opstilles for at få en idé om konjunkturcyklen. En konjunkturcyklus er typisk defineret som bredt funderede udsving på tværs af flere variable (se bl.a. Burns og Mitchell, 1946). Konjunkturcyklen kan dog være svær at fange, hvis man fx kun betragter afvigelser i bruttonationalproduktet (BNP) rundt om en trend, da BNP-udviklingen kan påvirkes særskilt af faktorer, der ikke nødvendigvis rammer økonomien bredt set.¹ Den opstillede model i memoet adresserer denne problematik ved at karakterisere konjunkturcyklen som en fællescyklus, der går på tværs af BNP, beskæftigelsen og arbejdsløshedsraten.

Den bredt funderede konjunkturcyklus i modellen er ydermere koblet til inflationen via den såkaldte Phillipskurverelation. Med modellen estimerer jeg en lavkonjunktur i starten af 1990'erne, som trak inflationen ned med omkring ét procentpoint, mens jeg omvendt finder en højkonjunktur i årene op til finanskrisen, som leverede et positivt bidrag på ét procentpoint. I kølvandet på pandemien er bidraget fra konjunkturcyklen til inflationen på størrelse med bidraget i årene op til finanskrisen.

Det er velkendt, både i den akademiske litteratur og som erfaret gennem de seneste års inflationskrise, at energipriserne spiller en central rolle i forhold til udviklingen i forbrugerpriserne (se fx Känzig, 2021, og referencer heri). Modellen kvantificerer bidraget fra udviklingen i energipriserne til inflationen ved at introducere en energiprisecyklus. På samme vis som konjunkturcyklen er energiprisecyklen en fællescykel, der går på tværs af oliepriser, forbrugerpriser og inflationsforventninger.

Energiprisecyklen påvirker både inflationen direkte gennem forbrugerpriserne på energi, og indirekte gennem øgede produktionsomkostninger og effekter på inflationsforventningerne. Modellen leverer estimater for både de direkte og de *indirekte* effekter af energipriser på inflationen. Det indebærer, at man får viden

¹ I kontekst af den danske økonomi er et oplagt historisk eksempel udsving i søtransporttjenester, som påvirker BNP men fx ikke nødvendigvis beskæftigelsen. Aktuelt er hele diskussionen af effekten af store danske virksomheders produktion i udlandet (specifikt handel og forarbejdning) et andet eksempel på, hvordan udsving i BNP ikke nødvendigvis er et udtryk for den danske konjunkturcyklus (De Økonomiske Råd, 2024; og Danmarks Nationalbank, 2024).

om de udsving, der er i dansk inflation, udelukket nogen indflydelse fra energi. Her opnås altså et alternativ til beregninger af de direkte og indirekte effekter af energi, som flere danske institutioner, som fx Danmarks Nationalbank, foretager baseret på anvendelse af input-output-tabeller (se fx Hansen og Knudsen, 2005).

Energipriserne udvikler sig historisk set mere volatilt end fx realøkonomien, og udsvingene er også større. I forbindelse med at inflationen i 3. kvartal 2022 oversteg 10 pct., tilsiger modellen, at knap halvdelen skyldes stigende energipriser. Tilsvarende skyldes faldet i inflationen i 2023 faldende energipriser. Af det totale bidrag fra energipriser til inflationen i 2022 og 2023 kan ca. 40 pct. tilskrives indirekte effekter, som rammer forbrugerpriserne med en vis forsinkelse. Således var der, på trods af faldende energipriser i slutningen af 2022, stadig positive indirekte effekter frem til 3. kvartal 2023. I 4. kvartal 2023 blev også de indirekte effekter af energi negative og bidrog med -1,3 procentpoint til inflationsudviklingen, hvilket i høj grad også forklarer den faldende kerneinflation.

Den sidste primære drivkraft bag inflationsudviklingen er inflationstrenden. Inflationstrenden går også tværs af flere variable i tråd med den bredt funderede konjunkturcyklus og energiprisecyklen. Konkret er inflationstrenden en fælles drivkraft på tværs af den overordnede inflation, kerneinflationen, danske husholdningers inflationsforventninger og Danmarks Nationalbanks skøn for fremtidig inflation.²

Den brede fundering af inflationstrenden på tværs af flere variable gør, at inflationstrenden fanger de underliggende bevægelser i forbrugerpriserne: Inddragelsen af kerneinflationen er med til at sikre, at de underliggende bevægelser ikke afspejler udsving i energi- og fødevarerpriserne; inddragelsen af inflationsforventningerne er med til at forankre de underliggende bevægelser i tråd med nykeynesiansk teori. En høj inflationstrend kan således, ifølge modellen, signalere et højt inflationspres i økonomien, som uden aktiv økonomisk politik, cykliske udsving og strukturelle skift vil materialisere sig på langt sigt. Det er dog vigtigt at understrege, at modellens inflationstrend vil ændre sig, hvis den økonomiske politik fx aktivt bruges til at bringe de underliggende bevægelser i forbrugerpriserne ned. I sidste ende er modellens inflationstrend derfor mest af alt et vigtigt input til vores viden om drivkræfterne bag udviklingen i dansk økonomi.

I den historiske opgørelse finder jeg, at inflationstrenden i 1985 var på knap 4 pct., men at den siden er faldet og ramte 1 pct. i 2010'erne. Aktuelt er inflationstrenden steget igen og lå i 4. kvartal 2023 på ca. 3 pct. Den høje inflationstrend falder sammen med en periode, hvor flere centralbanker har haft stort fokus på at undgå skred i inflationsforventningerne (se fx Danmarks Nationalbank, 2023). Modellens inflationstrend afspejler dog ikke et skred i inflationsforventningerne. Modellens inflationstrend er derimod et signal om, at den underliggende inflation i dansk økonomi i 2023 stadig er høj, og at der foruden aktiv økonomisk politik og/eller strukturelle skift i økonomien er en risiko for, at inflationen forbliver høj på længere sigt.

Udover at give et indblik i drivkræfterne bag udviklingen i inflationen leverer modellen også adskillige biprodukter. For det første leverer modellen et indblik i, hvor stærk sammenhængen mellem cykliske udsving i arbejdsløshedsraten og inflationen er i Danmark, dvs. hvor stærk den danske Phillipskurverelation er. Dette biprodukt er i sig selv et vigtigt input til vores viden om, hvordan dansk økonomi fungerer. Internationalt har der været diskussion om, hvorvidt Phillipskurven egentlig er flad, og altså om gennemslaget fra konjunkturcyklen til

² Jeg anvender Danmarks Nationalbanks skøn for fremtidig inflation som et udtryk for professionelle danske prognosemageres inflationsforventninger. Jeg bruger Danmarks Nationalbanks kvartalsvise prognoser for inflationsudviklingen, som udkommer eksternt i 1. og 3. kvartal og internt i 2. og 4. kvartal.

inflationen er minimalt (se fx Hartwig *m.fl.*, 2021). Med modellen finder jeg, at den danske Phillipskurverelation både er aktiv og stabil: konjunkturcyklen leverer et ikkeubetydeligt bidrag til inflationen gennem hele perioden fra 1985 til 2023. Jeg finder også, at Phillipskurverelationen typisk domineres af udsving i energipriser, hvorfor estimerer baseret på rå datasammenhænge giver anledning til en ustabil Phillipskurve med en positiv hældning.

Det andet biprodukt, som modellen leverer, er mål for BNP-, beskæftigelses-, og arbejdsløshedsrategab. Gabsberegninger spiller ofte en central rolle i økonomisk-politiske diskussioner og i prognoser for dansk økonomi. Da gabsberegninger beror på estimation af uobserverede størrelser, navnlig strukturelle niveauer, har det en naturlig værdi at bringe flere modelestimer i spil og sammenligne disse for i sidste ende at få et mere komplet billede af økonomiens tilstand.

Jeg sammenholder modellens BNP-, beskæftigelses- og arbejdsløshedsrategab med de gab, som Danmarks Nationalbank beregner.³ Udover at bidrage med en alternativ beregning af strukturelle niveauer for centrale makroøkonomiske nøgletal giver sammenligningen også et eksternt krydstjek af modellens resultater, i tillæg til modellens hovedresultater. Jeg finder, at der er fornuftig overensstemmelse mellem modellens gab og de gab, som Danmarks Nationalbank beregner.

³ Danmarks Nationalbanks beregner gab ved brug af den såkaldte produktionsfunktionstilgang, hvor de først estimerer separate gab for totalfaktorproduktiviteten og arbejdskraften. Efterfølgende summerer de disse gab op til et produktionsgab under antagelse af faste vægte (Andersen og Rasmussen, 2011; Danielsen og Jørgensen, 2015). Danmarks Nationalbanks tilgang er væsentligt forskellig fra tilgangen i dette memo, hvor gabsberegningerne hverken følger den hierarkiske struktur i produktionsfunktionstilgangen, hvor der tillades for bredt funderede cykler, hvor cyklernes stokastiske processer er langt mere fleksible, og hvor estimationsmetoden er bayesiansk fremfor frekventistisk.

02 En trend-cyklusmodel for dansk økonomi

I dette kapitel præsenterer jeg en datadrevet model for dansk økonomi, som inkorporerer de tre drivkræfter fremlagt i introduktionen: en inflationstrend; en bredt funderet konjunkturcyklus; og cykliske udsving i energipriser. Modellen følger i store træk Hasenzagl *m.fl.* (2022), hvor yderligere detaljer også kan findes.

Formålet med dette kapitel er at give et tilstrækkeligt indblik i, hvordan modellen virker, hvilke modifikationer jeg har foretaget, for at den repræsenterer dansk økonomi, og hvilke data der bruges i den konkrete anvendelse.

Fællestrends og -cykler: hvorfor og hvordan?

For at forstå modellen er der særligt to vigtige aspekter at holde sig for øje: udviklingen i individuelle variable og samspillet mellem variable.

En simpel én-ligningsmodel

Den grundlæggende mekanik i modellen er karakteriseret ved, at hver variabel påvirkes af trends og cykliske udsving.

Generelt set vil udviklingen i en given variabel, fx BNP, som vi kan betegne y , være givet ved

$$y_t = \mu_t^y + \tilde{\psi}_t^y, \quad (1)$$

hvor μ_t^y er trenden og $\tilde{\psi}_t^y$ er cykliske udsving.

Trends og cykler benævnes under ét som økonomiens tilstandsvariable. Tilstandsvariablene følger forskellige stokastiske processer, som bestemmer, hvordan tilstandene udvikler sig fra periode til periode. I den simple én-ligningsmodel (1) er det udelukkende modelleringen af de stokastiske processer, der giver tilstandene deres økonomiske fortolkning: trends følger typisk en enhedsrodsproces, mens cykler følger stationære processer af en bestemt form.⁴

Den simple én-ligningsmodel (1) giver en overordnet idé om, hvordan modellen i dette memo fungerer. Én-ligningsmodellen (1) er dog utilstrækkelig på flere måder. For det første, og som også beskrevet i introduktionen, er cykliske udsving i BNP ikke nødvendigvis udtryk for en bredt funderet konjunkturcyklus. For det andet stiller én-ligningsmodellen store krav både i forhold til at kunne adskille trends og cykler fra støj i data og i forhold til at kunne identificere forskellige drivkræfter bag udviklingen i økonomien.⁵ En mere beriget model med egentlige økonomiske strukturer, der både giver dybere økonomisk forståelse af drivkræfterne i økonomien og bidrager til empirisk at kunne identificere disse, er derfor nødvendig. Derfor introduceres flere variable og samspil imellem disse.

⁴ De stokastiske processer er nærmere beskrevet i afsnittet *Den fulde model*.

⁵ I et studie baseret på den amerikanske økonomi finder Hasenzagl *m.fl.* (2022) da også, at man med for små modeller uden nævneværdige økonomiske sammenhænge får meget store bidrag fra den selvstændige støjkomponent, hvilket i sidste ende tilsiger, at for små modeller er for simple eller decideret misspecificerede modeller for den amerikanske økonomi.

Samspelet mellem variable

I den endelige model vil jeg introducere i alt otte variable, men inden da beskriver jeg først, hvad introduktionen af én ny variabel i systemet medfører, og hvordan en fællescykel på tværs af to variable introduceres. Vi tilføjer nu en variabel for den overordnede inflation, π .

En af de mest centrale mekanismer i moderne makroøkonomisk teori er sammenhængen mellem konjunkturrelle udsving og inflationen. I den akademiske litteratur er denne sammenhæng konceptualiseret gennem den såkaldte Phillipskurve.

Vi kan introducere denne Phillipskurverelation direkte i vores model ved først at omskrive ligningen (1), så BNP påvirkes af to særskilte cykliske tilstande: en fællescyklus, $\hat{\psi}$, og en selvstændig cyklus, ψ^y . Vi får derfor, at

$$y_t = \mu_t^y + \hat{\psi}_t + \psi_t^y. \quad (1')$$

Med formuleringen af fællescyklen kan vi modellere *muligheden* for, at konjunkturrelle udsving, $\hat{\psi}_t$, påvirker inflationen. Det opnår vi igennem specifikationen af udviklingen i inflationen:

$$\pi_t = \mu_t^\pi + \delta_\pi \hat{\psi}_t + \psi_t^\pi. \quad (2)$$

I tråd med notationen for BNP-udviklingen angiver μ_t^π inflationstrenden og ψ_t^π den selvstændige inflationscyklus.

Det er værd at bemærke et par ting i ligningen for inflationsudviklingen (2). For det første fremgår det, at konjunkturrelle udsving potentielt kan påvirke inflationen via effekten fra $\hat{\psi}$. Størrelsen på effekten afhænger dog af størrelsen på parameteren δ_π . For det andet giver modellen et datadrevet svar på, hvor stor δ_π er – altså et empirisk bud på, hvor stærk den danske Phillipskurverelation er. Vis-à-vis én-ligningsmodellen giver fællestimation af (1') og (2) ydermere en stærkere identifikation af det inflationsrelevante BNP-gab, $\hat{\psi}$, som ikke er at forveksle med trendgab $\hat{\psi} + \psi^y$.

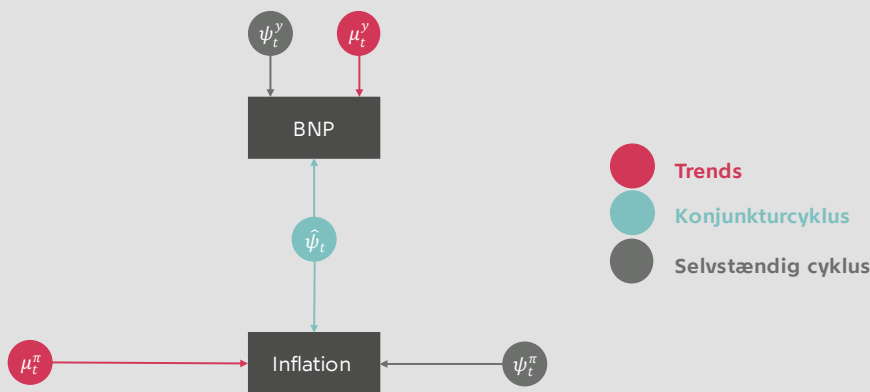
Af ligning (2) fremgår det også, at vi direkte modellerer en inflationstrend, μ_t^π . Denne trend udtrykker den underliggende, langsigtede udvikling i inflationen, og når jeg præsenterer den fulde model, vil det fremgå, at inflationstrenden forankres af inflationsforventninger.

Ligning (1') og (2) giver et basalt indblik i den måde, variablene i modellen hænger sammen på, og hvordan vi tillader for diverse økonomiske sammenhænge.

For at underbygge forståelsen af modellen, færdiggør jeg dette afsnit ved at præsentere en diagrammatisk fremstilling af to-ligningsmodellen (1') og (2). Figur 1 viser, hvordan BNP og den overordnede inflation påvirkes af tre faktorer: trends (røde), fællescyklen (blågrønne) og selvstændige cykler (lysegrå). Af figuren fremgår det, at der er to selvstændige trends, to selvstændige cykler og én fællescyklus.

FIGUR 1

Diagrammatisk fremstilling af den simple to-lignings trend-cyklusmodel



Anm.: Figuren er en diagrammatisk fremstilling af den simple to-ligningsmodel givet ved ligningerne (1') og (2).

Den fulde model

De otte variable, som indgår i den fulde model, er BNP, beskæftigelse, arbejdsløshedsraten, den overordnede inflation, kerneinflationen, danske husholdningers forventning til inflationen et år frem, Danmarks Nationalbanks skøn for inflationen et år frem og prisen på olie. Jeg anvender symbolske forkortelser for hver variabel, som beskrevet i tabel 1. I tabel 1 fremgår det også, hvilke enheder og evt. transformationer af data der er foretaget, kilden til data, samt hvilken periode hver variabel er tilgængelig for.⁶

TABEL 1

Oversigt over datagrundlaget for den fulde model

Variabel	Forkortelse	Enhed/ transformation	Periode	Kilde
BNP	y	Mia. 2010-DKK, niveau	1985Q1 – 2023Q4	Danmarks Statistik
Beskæftigelse	e	1000 personer, niveau	1985Q1 – 2023Q4	Danmarks Statistik
Arbejdsløshedsrate	u	Procent, niveau	1985Q1 – 2023Q4	Danmarks Statistik
Overordnet inflation	π	Procent, år-år	1985Q1 – 2023Q4	Danmarks Statistik
Kerneinflation	π^c	Procent, år-år	2001Q1 – 2023Q4	Eurostat
Husholdningernes inflationsforventninger	$F^{hh}\pi$	Index, niveau	2002Q1 – 2023Q2	Nationalbanken og Danmarks Statistik
Nationalbankens inflationsforventninger	$F^{DN}\pi$	Procent, år-år	1990Q2 – 2023Q3	Nationalbanken
Oliepris	$Olie$	Dollars per tønde, niveau	1985Q1 – 2023Q4	Macrobond

Anm.: Den overordnede inflation er år-år-ændringen i det EU-harmoniserede indeks for forbrugerpriser (HICP). Kerneinflationen er år-år-ændringen i HICP ekskl. energi og uforarbejdede fødevarer. Husholdningernes inflationsforventninger er baseret på mikrodata fra Danmarks Statistik.

⁶ Bemærk, at det ikke er noget problem, at en given variabel ikke er tilgængelig for hele estimationsperioden. Det er heller ikke et problem, at variablene observeres med forskellig frekvens.

Overblik over variable og den økonomiske fortolkning af forholdet mellem dem

Jeg starter med at give et diagrammatisk overblik over de 8 variable i modellen og forholdet mellem dem. Figur 2 præsenterer den fulde model. Den fulde model er en udvidelse af to-ligningsmodellen præsenteret i figur 1.

Beskæftigelsen og arbejdsløshedsraten er inkluderet, for at modellen kan give et mere generelt billede af den realøkonomiske situation i Danmark, herunder på arbejdsmarkedet. Samspillet mellem BNP og udviklingen på arbejdsmarkedet bygger på den såkaldte Okun's relation. Af figur 2 fremgår det, at arbejdsmarkedet og BNP er knyttet sammen via den overordnede konjunkturcyklus, ψ . Inklusionen af arbejdsmarkedsvariablene er både med til at identificere konjunkturcyklen og giver tilmed en renere fortolkning af konjunkturcyklen som værende *bredt* funderet. Det er i stor kontrast til én- og to-ligningsmodellen, hvor konjunkturcyklen alene er identificeret gennem selvstændige udsving i BNP. Brede realøkonomiske udsving er i større overensstemmelse med den typiske definition af konjunkturcykler, og inklusionen af arbejdsmarkedsvariablene bringer modellen tættere på dette.

Af figur 2 fremgår det også, at linket til den overordnede inflation er bevaret, hvorfor konjunkturcyklen her også bliver et mål for det inflationsrelevante aktivitetsgab i dansk økonomi.

Modellen inkluderer også danske husholdningers forventninger og Danmarks Nationalbanks skøn for fremtidig inflation. Begge typer af forventninger inkluderes for overordnet set at fange udviklingen i inflationsforventningerne i Danmark. I det nykeynesianske paradigme, som siden 1990'erne har præget den makroøkonomiske tankegang blandt akademikere og politiske beslutningstagere, spiller inflationsforventninger en central rolle. Som figur 2 viser, modelleres inflationstrenden som en fællestrend, der går på tværs af den overordnede inflation, kerneinflationen og de to mål for inflationsforventninger.

Modellen er specificeret således, at inflationsforventningerne følger den samme langsigtede trend som den overordnede inflation og kerneinflationen. I den forstand forankres inflationstrenden af inflationsforventningerne i tråd med nykeynesiansk økonomisk teori. Med inklusionen af inflationsforventningerne og kerneinflationen får vi identificeret inflationstrenden bedre, end vi får med to-ligningsmodellen eller for den sags skyld en én-ligningsmodel for inflation.⁷ Inflationstrenden spiller en afgørende rolle for udviklingen i inflationen og giver mulighed for at kaste lys over langsigtede tendenser og giver indblik i en vigtig drivkraft under særlige perioder såsom perioden med lav inflation i 2010'erne.

Olieprisen inkluderes for at fange udviklingen i energipriserne. Energipriserne tilskrives en særskilt rolle i forhold til at forme udviklingen i forbrugerprisinflationen via en energipriscyklus. Olieprisudsving har historisk spillet en stor rolle for udviklingen i de overordnede forbrugerpriser, og inklusionen heraf giver både mulighed for konkret at analysere bidraget fra energipriscyklen til forbrugerpriserne i Danmark og for at rense bidraget fra energipriscyklen ud fra bidraget fra øvrige drivkræfter, herunder særligt konjunkturcyklen.⁸

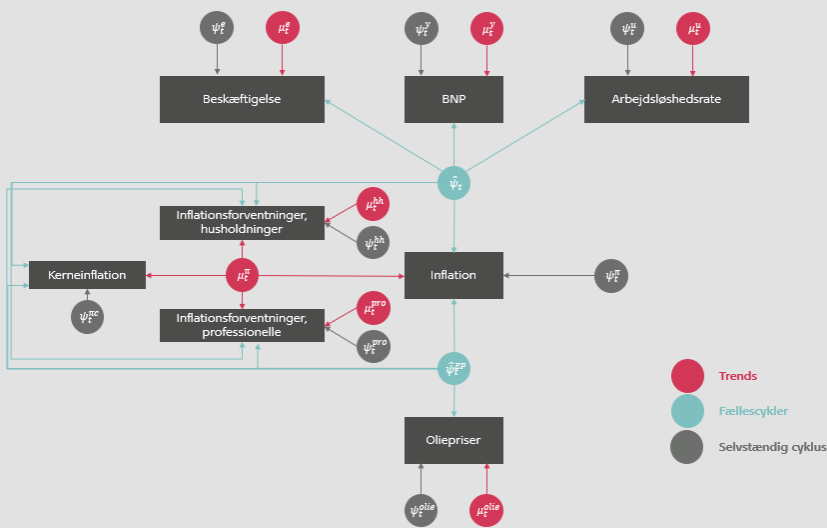
⁷ Jeg nævner specifikt én-ligningsmodeller her, da det i langt overvejende grad faktisk er denne type modeller, der anvendes både i den akademiske litteratur og i særdeleshed også i praksis. Den typiske én-ligningsmodel for inflation har en form i stil med ligning (1).

⁸ Prisen på olie er historisk set et ofte anvendt udtryk for udvikling i energipriserne. Som de seneste par år dog har vist, er udviklingen i andre energipriser, såsom prisen på el og gas, også vigtig for at fange den samlede effekt fra energipriser på inflationen. I den empiriske analyse anvender jeg, i tråd med den historiske praksis, olieprisen. I det omfang at udsving i olieprisen korrelerer med udsving i øvrige energipriser, vil modellen stadig fange den generelle energipriscyklus. En udvidelse af modellen, hvor øvrige energipriser inkluderes, skulle være mulig, eventuelt ved brug af en satellitmodel for energiprisudviklingen. En sådan udvidelse af modellen er interessant men går ud over indholdet i dette memo.

Af figur 2 fremgår det også, at energiprisicyklen har mulighed for at påvirke kerneinflationen. Bidraget fra energiprisicyklen til kerneinflationen gør, at modellen giver et estimat af det indirekte bidrag fra energipriser til forbrugerpriserne. Det fremgår ydermere, at udviklingen i dansk økonomi ikke påvirker olieprisen. Det er antaget rimeligt, da olieprisen sættes på globale markeder, og fordi den danske efterspørgsel efter olie er minimal i forhold til den samlede globale efterspørgsel.

FIGUR 2

Diagrammatisk oversigt over den fulde model



Anm.: Figuren er en diagrammatisk fremstilling af de statistiske sammenhænge for og imellem observationsligningerne i ligningssystemet (3).

Formel præsentation af den fulde model

Jeg slutter dette afsnit af med formelt at præsentere den fulde model ved ligningssystemet (3). Ligningssystemet er en kompakt gengivelse af den diagrammatiske fremstilling af modellen i figur 3 og klargør desuden de præcise dynamiske strukturer og virkningseffekterne.

$$\begin{pmatrix} y_t \\ e_t \\ u_t \\ \pi_t \\ \pi_t^c \\ F_t^{hh} \pi_t \\ F_t^{DN} \pi_t \\ Olie_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \delta_{e,1} + \delta_{e,2}L & 0 & 0 \\ \delta_{u,1} + \delta_{u,2}L & 0 & 0 \\ \delta_{\pi,1} + \delta_{\pi,2}L & \gamma_{\pi,1} + \gamma_{\pi,2}L & \phi_{\pi,1} \\ \delta_{\pi^c,1} + \delta_{\pi^c,2}L & \gamma_{\pi^c,1} + \gamma_{\pi^c,2}L & \phi_{\pi^c,1} \\ \delta_{hh,1} + \delta_{hh,2}L + \delta_{hh,2}L^2 & \gamma_{hh,1} + \gamma_{hh,2}L & \phi_{hh,1} \\ \delta_{DN,1} + \delta_{DN,2}L + \delta_{DN,2}L^2 & \gamma_{DN,1} + \gamma_{DN,2}L & \phi_{DN,1} \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{\psi}_t \\ \hat{\psi}_t^{EP} \\ \mu_t^\pi \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \psi_t^y \\ \psi_t^e \\ \psi_t^u \\ \psi_t^\pi \\ \psi_t^{\pi^c} \\ \psi_t^{hh} \\ \psi_t^{DN} \\ \psi_t^{olie} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mu_t^y \\ \mu_t^e \\ \mu_t^u \\ 0 \\ 0 \\ \mu_t^{hh} \\ \mu_t^{DN} \\ \mu_t^{olie} \end{pmatrix} \quad (3)$$

De to vigtigste indsigter bag ligningssystemet, som ikke umiddelbart er dækket af gennemgangen knyttet til den diagrammatiske fremstilling, omhandler konjunktur- og energiprisicyklerne.

Af ligningssystemet fremgår det, at $\hat{\psi}$ påvirker BNP én-til-én, hvilket giver den økonomiske fortolkning af tilstandsvariablen som værende konjunkturcyklen.

Arbejdsmarkedsvariablene kan påvirkes umiddelbart og med én periodes lag. Det giver fortolkningen af konjunkturcyklen som værende bredt funderet. Inflationsforventningerne kan potentielt påvirkes med op til to perioders lag, hvilket giver modellen en rig dynamik, hvor tilpasningen fra den økonomiske realitet til danske husholdninger og Danmarks Nationalbanks skøn sker gradvist og med en vis træghed. Det skal dog bemærkes, at koefficienternes værdi i sidste ende fastsættes empirisk, hvorfor lagstrukturen ikke er begrænsende men åben. I kraft af at Danmark er en lille, åben økonomi, kan konjunkturcyklen ikke påvirke olieprisen.

$\hat{\psi}^{EP}$ påvirker olieprisen én-til-én, hvilket giver os den økonomiske fortolkning af tilstandsvariablen som værende energiprisicyklen, på samme vis som med konjunkturcyklen. Energiprisicyklen kan påvirke forbrugerpriserne og inflationsforventningerne med et lag, hvilket ikke er utænkeligt bl.a. som konsekvens af fastpriskontrakter på energimarkederne og træghed i forventningsdannelsen (Coibion og Gorodnichenko, 2015).

Ligningssystemet (3) præsenterer modellens såkaldte observationsligninger fra dens tilstandsrumform. Observationsligningerne beskriver, hvordan de uobserverede tilstande (trends og cykler) påvirker de observerede størrelser (variablene).⁹

Modellen er i familie med den type af statistiske modeller, der forsøger at estimere latente drivkræfter bag givne økonomiske variable, såkaldte *unobserved components models*. Det er et velkendt problem, at simple specifikationer af disse modeller har tendens til at bryde sammen og give urealistiske resultater (se fx Harvey *m.fl.*, 2007, og referencer heri). Modellen, der anvendes i dette memo, er ikke udfordret af samme problemer, særligt af to årsager: *i*) De cykliske komponenter følger stokastiske processer af højere orden, i tråd med Harvey og Trimbur (2003), hvori de estimerede cykler bliver mindre støjfyldte; *ii*) Modellen estimeres med bayesianske teknikker som foreslået i Harvey *m.fl.* (2007), hvorved man med velspecificerede priors undgår urealistiske parameterestimer, som ellers ofte opstår, når der anvendes en frekventistisk tilgang såsom maximum likelihood estimation.¹⁰

Transitionsligningerne følger Hasenzagl *m.fl.* (2022), som bygger på Harvey *m.fl.* (2007), og læseren henvises hertil for flere detaljer. Trends følger enhedsrodsprocesser med eller uden drift. Konjunkturcyklen, energiprisicyklen og alle de idiosynkratiske cykler er stokastiske og følger *ARMA(2,1)*-processer med komplekse rødder. Specifikationen af de idiosynkratiske cyklusprocesser gør, at støjkomponenten både kan fange målefejl, definitionsforskelle og farvet støj. Specifikationen af de idiosynkratiske trends i inflationsforventningerne kan bl.a. fange tidsvarierende bias i forventningsdannelsen.

⁹ Som en sidenote bør det bemærkes, at *observationsligning* skal forstås bogstaveligt: Modellen kan både tage højde for målefejl, fx i forbindelse med revisioner af Nationalregnskabet, og for at en given variabel ikke er observeret, fx i forbindelse med back-, now- og forecasts. I sidstnævnte tilfælde *observeres* et nul, mens den faktiske variabel stadig estimeres af modellen.

¹⁰ Det er særligt vigtigt at tjekke, om modellens resultater udelukkende drives af de valgte priors og i den forstand bliver et artefakt af brugerens input til modellen. Det vanlige tjek foregår ved at sammenligne prior- og posteriorfordelingerne af de estimerede størrelser: Hvis prior- og posteriorfordelingerne er identiske, er data ikke informativt og modellens resultater er derfor drevet af priorinputtet. Jeg har tjekket alle modellens prior- og posteriorfordelinger, og der er ikke tegn på, at priorinputtet driver resultatet: modellens resultater er drevet af data. Det er ikke overraskende, at modellens resultater er datadrevne, og at priorinputtet altså ikke driver resultaterne, da jeg anvender komplet ikkeinformativ eller kun meget svagt informative priors.

03 Trends og cykler i dansk økonomi

I dette afsnit præsenterer jeg resultaterne af en estimation af modellen på danske data over perioden fra 1. kvartal 1985 til 4. kvartal 2023. Jeg starter i 1985, da det er det første år, jeg har data for. Resultaterne giver en række indsigter i drivkræfterne bag udviklingen i dansk økonomi gennem de sidste knap 40 år.

Drivkræfter bag de cykliske udsving i dansk økonomi fra 1985 til 2023

Figur 3 viser modellens resultater for drivkræfterne bag de cykliske udsving i dansk økonomi over hele estimationsperioden. De samlede cykliske udsving i hver variabel svarer til summen af bidragene fra fællescyklerne og de individuelle cykler og er samtidig lig forskellen mellem det faktiske niveau og de estimerede trendniveauer.

Figur 3 viser for det første, at de cykliske udsving i realøkonomien, givet ved BNP, beskæftigelsen og arbejdsløshedsraten, i overvejende grad bestemmes af én fælles cyklus: den bredt funderede konjunkturcyklus. Den bredt funderede konjunkturcyklus er samtidig det inflationsrelevante mål for aktivitetsgabets.

Modellens resultater viser også, at konjunkturcyklen i Danmark leverer ikkeubetydelige bidrag til de cykliske udsving i den overordnede inflation. Fx var bidraget på mere end ét procentpoint i årene op til finanskrisen og under den seneste periode fra 2022 til 2023 med høj inflation i Danmark. Samtidig var der i 1990'erne og i perioden efter finanskrisen og frem mod 2015 et tydeligt deflationært pres fra den realøkonomiske aktivitet. Ser man på inflationen ekskl. forbrugerpriser på energi og uforarbejdede fødevarer, den såkaldte kerneinflation, er det endnu tydeligere, at den realøkonomiske aktivitet spiller en afgørende rolle i forhold til at forme udsvingene i forbrugerpriserne. I årene fra 1987 til 1999 var det således stort set kun konjunkturcyklen, der bidrog til cykliske udsving i kerneinflationen. I årene op til finanskrisen var det ligeledes bidrag fra konjunkturcyklen, der i overvejende grad bidrog til de cykliske udsving i kerneinflationen. Bidraget fra konjunkturcyklen til inflationsudviklingen forklares af, at den modelestimerede danske Phillipskurverelation er aktiv. Jeg dykker særskilt ned i dette i et af de efterfølgende afsnit.

Af figur 3 fremgår det også, at energiprisicyklen spiller en meget afgørende rolle i forhold til at forme udviklingen i inflationen i Danmark. I perioden fra 2022 til 2023, hvor inflationen i Danmark steg til et historisk højt niveau, tilskrives modellens resultater omkring 80 pct. af den totale cyklus i den overordnede inflation til energiprisicyklen. Det gælder både for stigningen i inflationen og det efterfølgende kraftige fald.

Bidraget fra energiprisicyklen til den overordnede udvikling i inflationen fanger både de direkte og *indirekte* bidrag fra ændringer i energipriserne. Det indirekte bidrag fra energipriserne til udviklingen i inflationen er observerbart i modellen og er tydeliggjort ved bidraget fra energiprisicyklen til udviklingen i kerneinflationen. Modellens resultater viser, at de indirekte bidrag fra energi har spillet en stor rolle i forhold til stigningen i inflationen i 2022 og frem til 3. kvartal 2023, mens det i 4. kvartal 2023 var meget negativt.

Modellen viser også, hvad der former udsvingene i inflationsforventningerne i Danmark. Her er der flere interessante aspekter at bemærke. For det første er det interessant at bemærke, at mens energiprisicyklen spiller en markant rolle i

forhold til at forme udviklingen i den faktiske inflation, er det i langt højere grad konjunkturcyklen, der former udsvingene i inflationsforventningerne. Både Danmarks Nationalbank og danske husholdningers forventninger til inflationen er således nærmest udelukkende drevet af den konjunkturrelle situation og kun i mindre grad drevet af udsving i energipriserne. Det kan afsløre, at husholdninger og professionelle prognosemagere i høj grad har fokus på udviklingen i realøkonomien, herunder også beskæftigelsen og arbejdsløshedsraten, og at forventningsdannelsen præges af forestillingen om en aktiv Phillipskurverelation. Det er selvfølgelig en tautologi i nykeynesianske makromodeller, men det er ikke en givet empirisk sandhed. Ikke desto mindre taler modellen for, at konjunkturcyklen i høj grad former de cykliske udsving i inflationsforventningerne. Modellens resultater viser dog også, at energiprisicyklen i årene fra 2022 til 2023 var langt mere betydningsfuld for udsvingene i inflationsforventningerne, hvilket er naturligt i lyset af de enorme stigninger i energipriserne.

FIGUR 3

Drivkræfterne bag cykliske udsving i dansk økonomi fra 1985 til 2023



Anm.: Den sorte linje viser den totale cyklus for hver variabel. Den totale cyklus er summen af fællescyklerne og de individuelle cykler. Den totale cyklus svarer også til forskellen mellem det faktiske niveau og de(n) estimerede trend(s). For at få det faktiske niveau for en given variabel skal man lægge den totale cyklus sammen med de estimerede trendniveauer, jf. observationsligningerne i ligningssystemet (3).

Inflationstrenden steg i 2022 efter en lang periode på meget lavt niveau

Med modellen får vi også et estimat af inflationstrenden i Danmark. Inflationstrenden er forankret af inflationsforventningerne og svarer til det langsigtede niveau for inflationen, der vil indfinde sig, når alle cykliske udsving er nul.

Figur 4 viser udviklingen i inflationstrenden i Danmark fra 1. kvartal 1985 til 4. kvartal 2023. Figuren giver adskillige interessante indsigter i en af de centrale drivkræfter bag inflationsudviklingen i Danmark over de sidste knap 40 år.

Overordnet set er inflationstrenden generelt faldet fra et historisk højt niveau i 1985 på omkring 4 pct. Fra midten af 1990'erne og frem til 2011 er inflationstrenden stabil omkring 2 pct., kun afbrudt af et midlertidigt fald i årene op til finanskrisen. I 2012 falder inflationstrenden ned til omkring 1 pct. og forbliver på dette lave niveau frem til 2019. Faldet i inflationstrenden til omkring 1 pct. i 2010'erne falder sammen med en periode, hvor den faktiske inflation også var meget lav, og benævnes derfor også som perioden med den manglende inflation (se fx Bobeica og Jarocinski, 2019). Makroøkonomer har fremhævet, at den lave inflationstrend har været årsag til, at inflationen var så lav (se Hasenzagl *m.fl.*, 2019) i 2010'erne. Figur 4 beskriver samme fænomen for Danmark og understreger vigtigheden i at følge med i udviklingen i inflationstrenden.

I 2019 steg inflationstrenden igen og nåede i 2021 tilbage på 2 pct. I slutningen af 2022 steg inflationstrenden imidlertid til godt over 3 pct. I 2023 ligger inflationstrenden stadig over 3 pct, om end niveauet i 4. kvartal er lavere end niveauerne i 2. og 3. kvartal.

Det er vigtigt at huske, at trendinflationen fanger de underliggende bevægelser, der går på tværs af både den overordnede inflation, kerneinflationen og inflationsforventningerne, og at trendinflationen er modelleret som en enhedsrodsproces. Den brede fundering af trendinflationen på tværs af flere variable er med til bedre at identificere den underliggende udvikling i forbrugerpriserne (se også Mertens, 2016). Specifikationen af de stokastiske processer, navnlig enhedsrodsprocessen for trenden og de stationære processer for de cykliske udsving, sikrer, at inflationstrenden fanger de langsigtede tendenser.¹¹ Den model-konsistente fortolkning af inflationstrenden er altså, at den udtrykker den langsigtede, underliggende inflation i dansk økonomi.

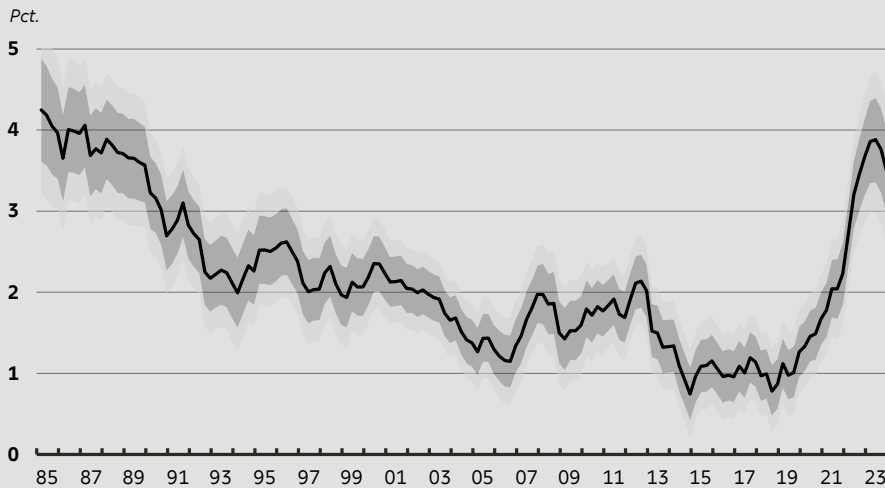
Ser man ud over modellen, kan udviklingen i inflationstrenden også tillægges flere fortolkninger. Den vigtigste fortolkning, som går ud over den model-konsistente fortolkning, er, at inflationstrenden indikerer, hvilket niveau de langsigtede inflationsforventninger er forankret omkring, og om de er velforankrede (Mertens 2016; Hasenzagl *m.fl.*, 2022). Hasenzagl *m.fl.* (2018) tilskriver den lave inflation i euroområdet i 2010'erne et kraftigt fald i inflationstrenden i 2012 og konkluderer på baggrund af data til og med 2017, at der ikke var udsigt til, at inflationen ville stige over 1,1 pct., hvis ikke økonomien blev ramt af stød, eller hvis ikke den økonomiske politik blev indrettet efter at påvirke inflationstrenden. Mertens (2016) estimerer en inflationstrend, som minder om den måde, inflationstrenden i dette memo estimeres. Udover den model-konsistente fortolkning af inflationstrenden tillægger Mertens (2016) også inflationstrenden den fortolkning, at den udtrykker en risiko for et skred i de langsigtede inflationsforventninger. I forbindelse med at inflationen steg kraftigt i 2022 og 2023 har centralbanker og andre institutioner udtrykt en lignende bekymring for et skred i inflationsforventningerne (se fx Danmarks Nationalbank, 2023). Inflationstrenden, der estimeres i dette memo, kan bruges som et vigtigt

¹¹ Under rationelle forventninger og givet, at loven om itererede forventninger holder, svarer inflationstrenden til langsigtede inflationsforventninger (Beveridge og Nelson, 1981; Mertens, 2016).

input i debatten om, hvilket niveau de langsigtede inflationsforventninger er forankret omkring, og om de er velforankrede.

FIGUR 4

Den danske inflationstrend fra 1985 til 2023



Anm.: Den sorte linje viser den estimerede inflationstrend (medianen). Det mørkegrå område viser 68 pct. konfidensbånd. Det lysegrå område viser 90 pct. konfidensbånd.

Den danske Phillipskurve er aktiv og stabil

En af de mest centrale makroøkonomiske mekanismer, som ofte diskuteres, er sammenhængen mellem arbejdsløshedsraten og inflationen, den såkaldte Phillipskurve. I det foregående afsnit, hvor drivkræfterne bag de cykliske udsving i inflationen blev præsenteret, fremgår det allerede, at den danske Phillipskurverelation er aktiv. I dette afsnit uddyber jeg dette nærmere og viser, at den estimerede Phillipskurverelation både er aktiv og meget stabil i modellen.

Figur 5 viser sammenhængen mellem konjunkturcykluskomponenten for den overordnede inflation og konjunkturcykluskomponenten for arbejdsløshedsraten (røde prikker). Hældningskoefficienten er $-0,35$. Til sammenligning viser figuren også sammenhængen mellem inflationen og arbejdsløshedsraten (grå prikker), som man observerer i rå data, og her finder man en hældning på $0,05$.¹²

Nogle af årsagerne til, at man med en simpel estimation af Phillipskurven på rå data finder et meget anderledes resultat, end hvad jeg finder i modellen, er, at modellen tager højde for en langt mere kompleks sammenhæng, hvor udviklingen i forbrugerpriser, inflationsforventningerne og realøkonomien er dynamisk relaterede, og hvor påvirkningen fra energiprisicyklen og individuelle cykler er renset ud. Det er også, hvad resultaterne for drivkræfterne bag de cykliske udsving i inflationen, som blev præsenteret i figur 3, giver udtryk for.

Figur 5 fortæller, at konjunkturcyklen har en økonomisk relevant effekt på inflationen, og at sammenhængen har været ekstremt stabil over hele perioden fra 1985 til 2023. De fuldt farvede prikker i figuren viser datapunkterne for 2022

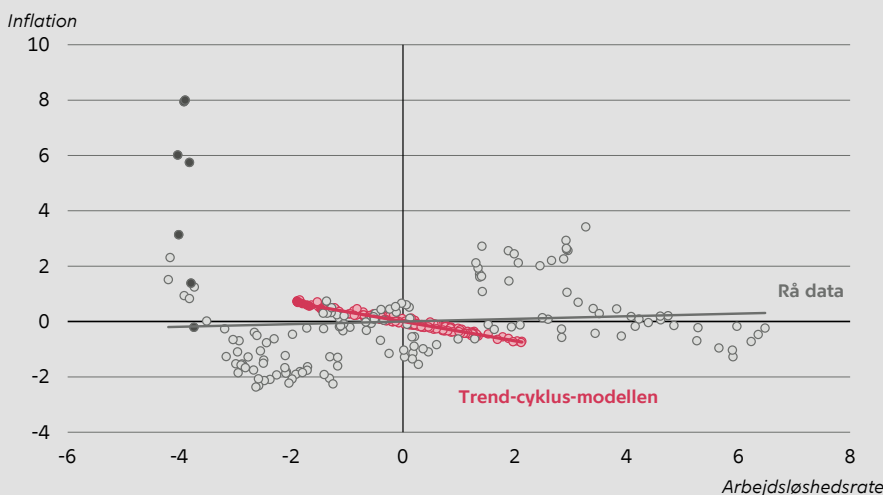
¹² Observationerne er fratrukket sit gennemsnit. Det har ingen betydning for resultaterne.

og 2023. Her ser man, at mens Phillipskurverelationen er meget stabil ifølge modellen, også i 2022 og 2023, tilsiger de rå data, at Phillipskurven er tæt på lodret. Det er selvfølgelig et artefakt af, at energiprisstigningerne har været den dominerende drivkraft bag udviklingen i inflationen i disse år, jf. figur 3.

Det er vigtigt at understrege, at den naive sammenhæng udledt af sammenhængene i de rå data bag figur 5 ikke nødvendigvis afspejler den estimationstilgang, man ville bruge for på anden vis end de præsenterede modelberegninger at estimere Phillipskurven. Ikke desto mindre tjener sammenligningen et godt formål. Resultaterne i figur 5 fortæller først og fremmest noget om modellens resultater, navnlig at Phillipskurverelationen er aktiv og stabil, og understreger derudover behovet for, at man omhyggeligt arbejder med de rå data, hvis man vil udlede en dansk Phillipskurve.

FIGUR 5

Den danske Phillipskurve er aktiv og stabil



Anm.: De røde prikker viser sammenhængen mellem konjunkturcykluskomponenten for den overordnede inflation og konjunkturcykluskomponenten for arbejdsløshedsraten. De grå prikker viser sammenhængen mellem den overordnede inflation og arbejdsløshedsraten i de rå data. De kraftigt farvede prikker viser observationerne for 2022 og 2023. Observationerne i de rå data er fratrukket sit gennemsnit. Linjerne viser regressionslinjerne for de to sæt af observationer og giver et visuelt indtryk af den estimerede Phillipskurverelation og hvad man finder i rå data. Modellens hældning er -0,35. Hældningen i de rå data er 0,05.

BNP-, beskæftigelses-, og arbejdsløshedsregab

Som led i at estimere den danske konjunkturcyklus og dens påvirkning på inflationen giver modellen også estimater af BNP-, beskæftigelses- og arbejdsløshedsregabet i dansk økonomi. Gab spiller ofte en vigtig rolle i økonomisk-politiske diskussioner om den aktuelle konjunktursituation og de fremadrettede udsigter. De strukturelle niveauer, som indgår i gabsberegninger, spiller tilmed en vigtig rolle i strukturpolitiske diskussioner og beregninger af det finanspolitiske råderum. Da strukturelle niveauer ikke kan observeres, er enhver estimationstilgang dog udfordret af, at der ikke findes ét tal for, hvad det sande niveau er. Med fordel kan flere forskellige beregninger derfor bringes i spil.

Med den præsenterede model i dette memo fås et tillæg til de beregninger af dansk BNP-, beskæftigelses- og arbejdsløshedsregab, som allerede findes. Efter min bedste overbevisning er gabsestimaterne, der præsenteres i dette

memo, de første af sin slags foretaget på danske data, og heri ligger der derfor et selvstændigt bidrag til forståelsen af de centrale drivkræfter bag dansk økonomi.

Formålet med dette afsnit er tofoldigt. For det første vil jeg præsentere modellens BNP-, beskæftigelses-, og arbejdsløshedsrategab, defineret som forskellen mellem faktiske niveauer og de estimerede trendniveauer. For det andet vil jeg sammenholde de estimerede gab med de gab, som Danmarks Nationalbank estimerer (og justerer) for dels at krydstjekke disse modelresultater og dels for at levere et alternativ til Danmarks Nationalbanks estimater.

Figur 6 viser de estimerede trends i modellen (stiplede grå kurver), de faktiske niveauer (sorte kurver) og Danmarks Nationalbanks beregninger af de strukturelle niveauer (stiplede røde kurver) for BNP, beskæftigelsen og arbejdsløshedsraten. Over hele perioden fra 1985 til 2023 er der generelt set overensstemmelse mellem de estimerede trends i modellen og de strukturelle niveauer, som Danmarks Nationalbank beregner: De strukturelle niveauer, som Danmarks Nationalbank beregner, ligger typisk indenfor modellens konfidensbånd for de estimerede trends, og er i flere tilfælde stort set identiske med modellens mediansestimater.

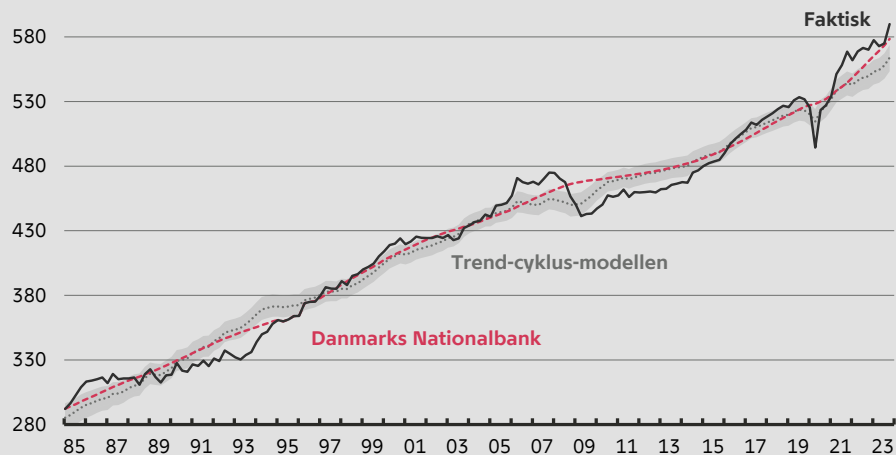
Krydstjekket af modellens estimerede trends og Danmarks Nationalbanks beregninger af de strukturelle niveauer giver en ekstra ekstern validering af modellens resultater. Krydstjekket bekræfter samtidig, at modellens estimerede trends kan bruges som et fornuftigt alternativ til, eller input i, andre beregninger af strukturelle niveauer for dansk BNP, beskæftigelse og arbejdsløshedsrate.

FIGUR 6

Sammenligning mellem trend-cyklusmodellens estimerede trends og Danmarks Nationalbanks skøn for strukturel BNP, beskæftigelse og arbejdsløshedsrate

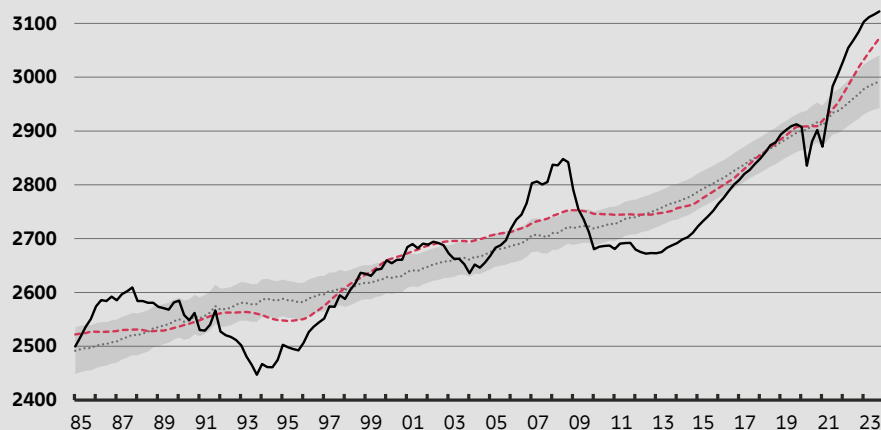
a) BNP

Mia. 2010 DKK



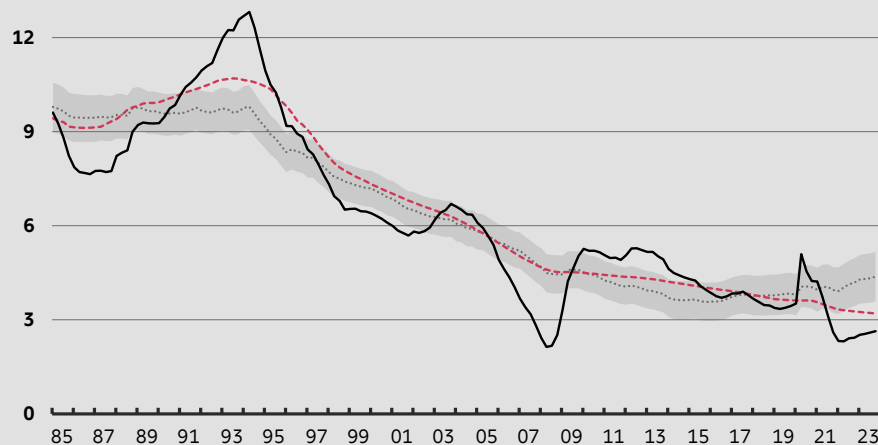
b) Beskæftigelse

Tusinde personer



c) Arbejdsløshedsrate

Pct.



Anm.: Den stiplede grå kurve viser trend-cyklusmodellens medianestimat for trenden. Den stiplede røde kurve viser Danmarks Nationalbanks skøn for det strukturelle niveau fra marts 2024. Den solide sorte kurve viser det faktiske niveau. Det grå område viser 90 pct. konfidensbånd.

Kilde: Modelestimer, Danmarks Statistisk og Danmarks Nationalbank.

De indirekte effekter fra energipriscyklen på inflationsudviklingen

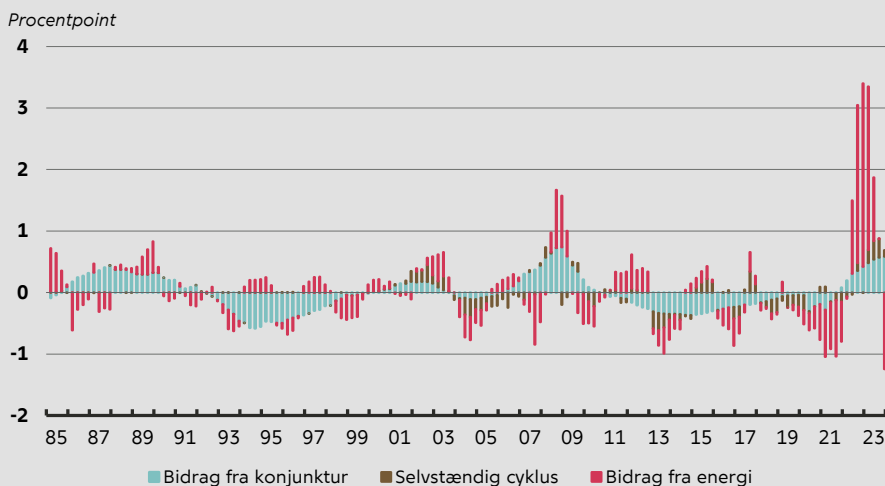
I forbindelse med de kraftige stigninger i forbrugerpriserne igennem 2022 og 2023 har der været stor diskussion af, hvor meget af disse stigninger der er drevet af energiprisstigningerne. Det er et komplekst spørgsmål at svare på, da det både omfatter direkte og indirekte effekter: Energipriserne rammer forbrugerpriserne direkte, fx gennem øgede benzinpriser og indirekte gennem øgede priser på andre varer og tjenester, hvor producentens produktionsomkostninger er steget som følge af højere energipriser. Med modellen får vi et bud på, hvor store hver af disse effekter er, og hvad det samlede bidrag fra energipriscyklen til inflationen er.

Figur 7 viser en dekomponering af den cykliske variation i kerneinflationen fordelt på bidrag fra konjunkturcyklen, energipriscyklen og den selvstændige cyklus. Bidraget fra energipriscyklen til udviklingen i kerneinflationen måler størrelsen på de indirekte effekter af energi på forbrugerpriserne.

Figur 7 viser, at de indirekte effekter fra energi bidrog med mere end 2 procentpoint til forbrugerprisinflationen under den seneste periode med høj inflation i 2022 og 2023. Vi ser desuden, at bidraget fra de indirekte effekter fra energi i 2022 og 2023 er historisk højt, og at der, på trods af at energipriserne allerede faldt i starten af 2023, stadig var betydelige positive bidrag frem til 3. kvartal 2023. I 4. kvartal 2023 begyndte de indirekte effekter fra energi imidlertid at trække kerneinflationen ned og bidrog således med omkring -1 procentpoint til udviklingen. Det negative bidrag fra de indirekte effekter fra energi kan være med til at forklare, hvorfor kerneinflationen begyndte at falde i slutningen af 2023, på trods af at det inflationære pres fra konjunkturcyklen stadig er positivt.

FIGUR 7

Dekomponering af den cykliske variation i kerneinflationen



04 Konklusion

I dette memo præsenterer og estimerer jeg en trend-cyklusmodel for dansk økonomi. Modellen er estimeret over perioden fra 1. kvartal 1985 til 4. kvartal 2023 og bidrager med en række indsigter i, hvordan dansk økonomi fungerer, og beror samtidig på en analysetilgang, som kan være et attraktivt alternativ til andre tilgange. De seks vigtigste indsigter, som dette memo fremhæver, er: i) Fællestrends- og cykler er afgørende at inkludere i en trend-cyklusmodel, både for modellens empiriske egenskaber men vigtigst af alt for resultaternes økonomiske fortolkning; ii) den bredt funderede konjunkturcyklus driver i overvejende grad udviklingen i dansk realøkonomi og leverer ikkeubetydelige bidrag til inflationsudviklingen; iii) energipriser spiller en afgørende rolle for inflationsudviklingen; iv) indirekte effekter fra energi på inflationsudviklingen er store i nogle perioder, særligt i 2022 og 2023; v) inflationstrenden var høj i 1980'erne, lav i 2010'erne og høj igen i 2022 og 2023; vi) den danske Phillipskurve er aktiv og stabil.

I memoet har jeg undladt at præsentere en række andre indsigter og anvendelsesmuligheder, som modellen også tilbyder, men som ikke desto mindre stadig er værdifulde, og som måske kan inspirere til videre brug og analyser. Modellen kan blandt andet lave forecasts, både betingede og ubetingede. Eksempelvis kan man lægge en fast bane for energiprisudviklingen over en prognosehorisont og herefter forecaste udviklingen i modellens øvrige variable, herunder inflationen, betinget af at energipriserne udvikler sig som anlagt. På samme vis kan man også betinge udviklingen i andre variable, fx BNP eller arbejdsmarkedsvariablene, ligesom man kan variere antallet af perioder, man betinger på og antallet af perioder, man forecaster. Interne beregninger viser, at modellens forecasts klarer sig overbevisende godt i forhold til et random walk forecast, som er det typiske benchmark inden for forecasting-litteraturen, navnlig fordi selv de mest avancerede modeller har svært ved at slå dette. At den præsenterede trend-cyklusmodel kan slå en random walk er altså lovende for modellens kvalitet som forecastingredskab. For at undersøge modellens forecastingkvaliteter nærmere, ville et interessant studie være at kigge på, hvordan den klarer sig mod fx en DSGE-model og/eller en VAR-model.

Et vigtigt aspekt af den bayesianske metode, som anvendes til at estimere modellen, er valget af såkaldte priors. Priors er med til at forme det endelige estimat for parametrene og tilstandsvariablene i modellen, de såkaldte posteriors, og for at tjekke, at modellens resultater ikke udelukkende er båret af de priors, man á priori lægger ned over modeløkonomien, sammenligner man dem med posteriorerne. Hvis posteriorfordelingerne er forskellige fra priorfordelingerne, tages det som udtryk for, at modellens resultater er formet af data, og at de altså ikke er et artefakt af á priori-antagelser. Jeg har tjekket modellens prior- og posteriorfordelinger, og dette tjek tilsiger, at modellens resultater i høj grad informeres af data, og valget af priorfordelingerne driver derfor ikke de præsenterede resultater. I valget af priors følger jeg Hasenzagl *m.fl.* (2022), og her er det vigtigste at fremhæve, at priorfordelingerne enten er uniformt fordelte over det specifikke parameterrum eller meget diffuse normal- eller invers gammafordelte. Disse priorfordelinger er enten komplet ikkeinformative eller svagt informative, hvorved man i høj grad sikrer, at posteriors formes af data, som den efterfølgende test også verificerer.

Litteratur

Andersen, Asger L., og Morten H. Rasmussen (2011), Potential Output in Denmark, *Danmarks Nationalbank Analyse (Monetary Review)*, 3rd Quarter, Part 2.

Beveridge, Stephen og Charles R. Nelson (1981), A New Approach to Decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle, *Journal of Monetary Economics*, 7(2), s. 151-174

Bobeica, Elena og Marek Jarocinski (2019), Missing Disinflation and Missing Inflation: A VAR Perspective, *International Journal of Central Banking*, 15(1), s. 199-232.

Burns, Arthur F. og Wesley C. Mitchell (1946), Measuring Business Cycles, *National Bureau of Economic Research*, New York.

Coibion, Olivier og Yuriy Gorodnichenko (2015), Is the Phillips Curve Alive and Well after All? Inflation Expectations and the Missing Disinflation, *American Economic Journal: Macroeconomics*, 7(1), s. 197-232.

Danmarks Nationalbank (2022), Presset i økonomien bør dæmpes, *Danmarks Nationalbank Analyse (Udsigter for dansk økonomi)*, nr. 11, september.

Danmarks Nationalbank (2023), Faldende men fortsat høj inflation, *Danmarks Nationalbank Analyse (Udsigter for dansk økonomi)*, nr. 4, marts.

Danmarks Nationalbank (2024), Inflationen er på rette kurs, men der er fortsat et vist inflationspres, *Danmarks Nationalbank Analyse (Udsigter for dansk økonomi)*, nr. 2, marts.

De Økonomiske Råd (2024), Produktivitet 2024, *Rapport fra Produktivtetsrådet*.

Danielsen, Troels K. og Casper W. N. Jørgensen (2015), Beregning af Produktionsgab, *Danmarks Nationalbank Analyse (Kvartalsoversigt)*, 4. kvartal.

Hansen, Bo W. og Dan Knudsen (2005), Indenlandsk Markedsbestemt Inflation, *Danmarks Nationalbank Analyse (Kvartalsoversigt)*, 4. kvartal

Hartwig, Benny, Christiane Nickel og Elena Bobeica (2021), The Euro-Area Phillips Curve: Damaged but not Dead, *VoxEU Column*, 20/08-2021.

Harvey, Andrew C. og Thomas Trimbur (2003), General Model-Based Filters for Extracting Cycles and Trends in Economic Time Series, *Review of Economics and Statistics*, 85(2), s. 244-255.

Harvey, Andrew C., Thomas M. Trimbur og Herman K. Van Dijk (2007), Trends and Cycles in Economic Time Series: A Bayesian Approach, *Journal of Econometrics*, 140(2), s. 618-649.

Hasenzagl, Thomas, Filippo Pellegrino, Lucrezia Reichlin og Giovanni Ricco (2018), Low Inflation for Longer, *VoxEU Column*, 15/01-2018.

Hasenzagl, Thomas, Filippo Pellegrino, Lucrezia Reichlin og Giovanni Ricco (2019), The Inflation Puzzle in the Euro Area - It's the Trend not the Cycle, *VoxEU Column*, 16/10-2019.

Hasenzagl, Thomas, Filippo Pellegrino, Lucrezia Reichlin og Giovanni Ricco (2022), A Model of the Fed's View on Inflation, *Review of Economics and Statistics*, 104(4), s. 686-704.

Känzig, Diego R. (2021), The Macroeconomic Effects of Oil Supply News: Evidence from OPEC Announcements, *American Economic Review*, 111(4), s. 1092-1125.

Mertens, Elmar (2016), Measuring the level and Uncertainty of Trend Inflation, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 98(5), s. 950-967.

Publications



NEWS

News may be a news article or an appetiser offering quick insight into one of Danmarks Nationalbank's more extensive publications. The series is targeted at people who need an easy overview and like a clear angle.



STATISTICAL NEWS

Statistical news focuses on the latest figures and trends in Danmarks Nationalbank's statistics. Statistical news is targeted at people who want quick insight into current financial data.



REPORT

Reports consist of recurring reports on Danmarks Nationalbank's areas of work and activities. Here you will find Danmarks Nationalbank's annual report, among other documents. Reports are targeted at people who need a status and update on the past period.



ANALYSIS

Analyses focus on current issues of particular relevance to Danmarks Nationalbank's objectives. The analyses may also contain Danmarks Nationalbank's recommendations. They include our projections for the Danish economy and our assessment of financial stability. Analyses are targeted at people with a broad interest in economic and financial matters.



ECONOMIC MEMO

Economic Memos provide insight into the analysis work being performed by Danmarks Nationalbank's employees. For example, Economic Memos contain background analyses and method descriptions. Economic Memos are primarily targeted at people who already have a knowledge of economic and financial analyses.



WORKING PAPER

Working Papers present research work by both Danmarks Nationalbank's employees and our partners. Working Papers are primarily targeted at professionals and people with an interest in central banking research as well as economics and finance in a broader sense.

Danmarks Nationalbank
Langelinie Allé 47
2100 Copenhagen Ø
+45 3363 6363



**DANMARKS
NATIONALBANK**