

Produksjonsgapet i Norge – en sammenlikning av beregningsmetoder

Hilde C. Bjørnland, postdoktor ved Økonomisk Institutt, Universitetet i Oslo¹, Leif Brubakk og Anne Sofie Jore, seniorrådgivere i Økonomisk avdeling, Norges Bank

Er presset på ressursene i økonomien høyt eller lavt? Svaret på dette spørsmålet er viktig for en sentralbank som styrer mot et inflasjonsmål i pengepolitikken, fordi graden av press i økonomien kan si noe om fremtidig prisvekst. Det nivået på produksjonen som til enhver tid er forenlig med stabil inflasjon, omtales gjerne som potensiell produksjon. Produksjonsgapet, som måler avviket mellom faktisk og potensiell produksjon, er et ofte benyttet mål på inflasjonspresset i økonomien.

Produksjonsgapet er ikke direkte observerbart og må derfor beregnes. Ulike beregningsmetoder gir imidlertid ofte forskjellige verdier på produksjonsgapet. I denne artikkelen presenterer og sammenlikner vi noen alternative metoder for beregning av produksjonsgapet. De ulike metodene gir i store trekk en sammenfallende utvikling i produksjonsgapet, men det er også viktige forskjeller mellom dem. Gjennomgangen viser at dersom vurderingen av presset i økonomien bare baseres på utviklingen i produksjonsgapet målt ved én enkelt metode, er det en risiko for å feilbedømme den økonomiske situasjonen. Det er derfor nødvendig å bruke skjønn og supplerende indikatorer ved vurderinger av produksjonsgapet.

Vurderingene av tilstanden i økonomien baseres på kontinuerlig overvåkning og analyser av en rekke økonomiske indikatorer som representerer ulike sider av økonomien. Skal man oppsummere og tallfeste presset i økonomien, har det vist seg nyttig å ta utgangspunkt i det såkalte produksjonsgapet. De fleste sentralbanker som har inflasjonsmål, publiserer derfor anslag på utviklingen i produksjonsgapet i tillegg til inflasjonsanslag.

I en situasjon hvor sysselsettingen er høy i forhold til den samlede arbeidsstyrken, og kapitalmengden utnyttes fullt ut, vil det være en tendens til at pris- og lønnsveksten tiltar. Motsatt vil det være tendens i retning av lavere pris- og lønnsvekst når arbeidsledigheten er høy og kapitalutnyttelsen er lav. Dette betyr også at det til enhver tid vil være et nivå på ressursbruken som vil være forenlig med en stabil utvikling i priser og lønninger. Det tilsvarende nivået på produksjonen omtales gjerne som potensiell produksjon. Avviket mellom faktisk og potensiell produksjon er gitt ved produksjonsgapet. Er faktisk produksjon høyere enn produksjonspotensialet, er produksjonsgapet positivt, og det er press i økonomien. Dette er isolert sett forbundet med stigende prisvekst. Et negativt produksjonsgap innebærer at det er ledige ressurser, og er isolert sett forbundet med fallende prisvekst.

Produksjonsgapet er også en viktig størrelse i seg selv, som et mål på konjunkturutviklingen. Over tid vil samfunnets ressurser utnyttes effektivt dersom den økonomiske veksten er stabil og produksjonsgapet holder seg nær null. Da vil utviklingen i sysselsetting og arbeidsledighet være stabil.

Det kan være klargjørende å tenke seg at potensiell produksjon består av to komponenter. På den ene siden vil en konstant økning i arbeidskraft, kapital og teknolo-

giske fremskritt gi en jevn vekst i potensiell produksjon år for år. Denne delen av potensiell produksjon kan representeres med en glatt, deterministisk trend som bare avhenger av tiden. På den andre siden er det flere forhold som tilsier at potensiell produksjon ikke vokser jevnt over tid. Teknologiske gjennombrudd kan føre til sterk produktivitetsvekst og nivåskift i den potensielle produksjonen. Tilgangen på naturressurser kan variere. Tilgjengelig arbeidskraft avhenger blant annet av preferanser mellom arbeid og fritid, institusjonelle forhold og demografi. Kapitalmengden avhenger av realinvesteringene. Endringer i disse produksjonsforholdene (økonomiens tilbudsside) vil kunne gi endringer i potensiell produksjon utover det en ren deterministisk utvikling tilsier. Som regel vil disse endringene lede til langvarige eller permanente skift i potensiell produksjon, men endringene kan også være av kortere varighet. Legger man disse forholdene til den deterministiske trenden, ser man at potensiell produksjon ikke lenger kan beskrives med en glatt trend.

Dersom den faktiske produksjonen følger potensiell produksjon, vil produksjonsgapet være lik null. Det er meget sjelden tilfellet, siden økonomien også utsettes for mer kortvarige, konjunkturelle forstyrrelser. Dette er forhold som kan knyttes til økonomiens etterspørselsside.

Den faktiske produksjonen kan altså deles i tre komponenter:

- en deterministisk trend,
- endringer i produksjonsforholdene (forstyrrelser på tilbudssiden av en viss varighet) og
- produksjonsgapet (midlertidige forstyrrelser på etterspørselssiden).

¹ Engasjert i spesialutredning i Forskningsavdelingen, Norges Bank

Denne oppdelingen er nyttig av to grunner. For det første ser vi at når veksten i økonomien varierer over tid, kan det skyldes forstyrrelser (sjokk) både på tilbuds-siden og på etterspørselssiden. Det er bare midlertidige etterspørselssjokk som påvirker produksjonsgapet og inflasjonsutsiktene.² For det andre gir en slik oppdeling en nyttig veiledning når en skal beregne og tolke de uobserverbare størrelsene potensiell produksjon og produksjonsgapet.

Ulike beregningsmetoder for produksjonsgapet kan gi forskjellige verdier. Dette har gitt opphav til en rekke studier blant annet i flere sentralbanker³. Historiske anslag for produksjonsgapet vil samtidig kunne endre seg, fordi data blir revidert og ny informasjon kommer til⁴. Problemet med revisjoner av data gjelder både den faktiske produksjonen og den potensielle produksjonen, slik at begge komponentene i produksjonsgapet er beheftet med usikkerhet.

I denne artikkelen vil vi konsentrere oss om å beregne og sammenlikne noen ulike metoder for beregning av produksjonsgapet, og vi lar problemene forbundet med revisjon av data og ny informasjon ligge i denne omgang. I del 1 forklares de ulike metodene, og beregninger på norske data presenteres. I del 2 ser vi på noen enkle kriterier for å sammenlikne de alternative beregningene. Del 3 avslutter og konkluderer.

1. Metoder for beregning av produksjonsgapet

Metoder for beregninger av produksjonsgapet er tidligere diskutert i Penger og Kreditt, se Frøyland og Nymoen (2000). Beregninger av produksjonsgapet er også omtalt flere ganger i utdypinger i Norges Banks inflasjonsrapporter, sist i Inflasjonsrapport 2/2004. I denne artikkelen vil vi presentere flere internasjonalt anerkjente og mye brukte metoder, for så å beregne alternative produksjonsgap på norske data og sammenlikne de forskjellige metodene.

Produksjonsgapet kan defineres som

$$(1) \quad ygap_t = y_t - y^*_t$$

Variablene er uttrykt i logaritmer, slik at produksjonsgapet, $ygap_t$, er det prosentvise avviket mellom faktisk produksjon (y_t) og potensiell produksjon (y^*_t).⁵

² Denne tolkningen av produksjonsgapet springer ut av den tradisjonelle definisjonen av produksjonsgapet som et mål på konjunkturutviklingen. En alternativ tolkning av produksjonsgapet, som er basert på nyere makroteori, tar utgangspunkt i at også reelle etterspørselssjokk påvirker potensiell produksjon. Potensiell produksjon er innenfor denne teoriretningen definert som det nivået på produksjonen en ville hatt dersom priser og lønninger var fullt ut fleksible. Denne definisjonen er motivert ut fra velferdsteoretiske vurderinger. Hovedforskjellen mellom denne definisjonen og den vi legger til grunn, er virkningen av etterspørselssjokk. I henhold til vår definisjon vil en uventet økning i for eksempel offentlige utgifter ikke ha noen virkning på potensiell produksjon og dermed slå fullt ut i produksjonsgapet. Med den alternative definisjonen vil imidlertid også det potensielle produksjonsnivået øke på kort sikt, slik at økningen i produksjonsgapet blir mindre. Vår definisjon ser i all hovedsak bort fra virkninger på den potensielle produksjonen som skyldes kortvarige forstyrrelser.

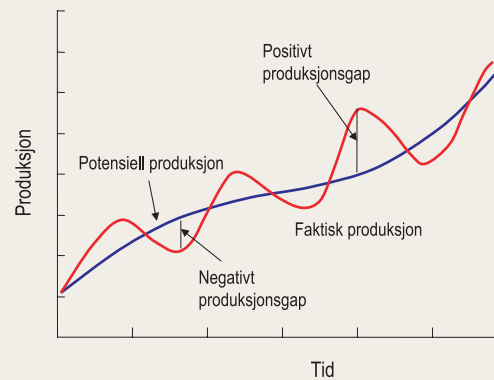
³ Se for eksempel Scott (2000), Citu and Twaddle (2003), og Rennison (2003).

⁴ Problemene med å måle produksjonsgapet i «realtid», har fått økende oppmerksomhet de siste årene: I et bestemt kvartal (t) finnes foreløpig informasjon om den økonomiske utviklingen fram til og med foregående kvartal (t-1). Produksjonsgapet i realtid for kvartal (t-1) beregnes på grunnlag av denne informasjonen. Etter hvert som tiden går, kommer ny informasjon til, og foreløpige tall blir revidert. Ved beregninger i ettertid vil produksjonsgapet i kvartal (t-1) ha en annen verdi enn i de beregningene som ble foretatt i kvartal (t). Se for eksempel Bernhardsen, Eitheim, Jore og Røisland (2004) for en sammenlikning av produksjonsgap i realtid og i ettertid på norske data med flere alternative metoder.

⁵ Betegnelsen burde strengt tatt egentlig vært «bruttoproduktgap» og tilsvarende «potensielt bruttoprodukt», siden det er bruttoproduktet som brukes i beregningene. Vi følger her de betegnelsene som etter hvert er blitt vanlige.

⁶ Figuren er hentet fra Frøyland og Nymoen (2000).

Figur 1. Illustrasjon av sammenhengen mellom faktisk og potensiell produksjon og produksjonsgapet



Figur 1 gir en grafisk illustrasjon⁶ av sammenhengene mellom produksjonsgapet og faktisk og potensiell produksjon.

De første, enkle metodene for beregning av produksjonsgapet var basert på at produksjonen på lang sikt utvikler seg langs en lineær trend. Trenden ble tolket som et uttrykk for potensiell produksjon. En lineær trend er imidlertid en svært streng forutsetning som ikke gir rom for at også utviklingen i potensiell produksjon kan variere over tid, jmfør diskusjonen ovenfor.

De siste tiårene er det utviklet en rekke alternative metoder for å beregne produksjonsgapet. Det er flere måter å kategorisere de alternative metodene på. Vi velger her å gruppere metodene i hovedtypene univariate metoder (metoder som bare utnytter informasjon i BNP) og multivariate metoder (metoder som benytter flere variable).

1.1 Univariate metoder

Univariate metoder utnytter kun informasjon i tidsserien selv (her BNP for Fastlands-Norge) til å beregne produksjonsgapet. De fleste metodene beregner en trend som uttrykk for potensiell produksjon. Noen metoder modellerer produksjonsgapet direkte.

Det finnes mange alternative univariate metoder, fra svært enkle til relativt kompliserte. Her vil vi gå gjennom tre eksempler. Beregningene er basert på sesongjusterte tall fra kvartalsvist nasjonalregnskap for

perioden 1. kvartal 1978 til 2. kvartal 2004. Til tross for at tallene er sesongjusterte, gir variasjoner i kvartalstallene store, tilfeldige forstyrrelser i produksjonsgapene. Vi har derfor for fremstillingens skyld aggregert kvartalstallene til årstall. For 2004 har vi benyttet publiserte tall for første halvår.

Hodrick-Prescott-filteret (HP)

Hodrick-Prescott-filteret er en enkel, teknisk metode som er mye brukt.⁷ Metoden går ut på å finne den verdien på potensiell produksjon y_t^* som minimerer avviket mellom faktisk produksjon og potensiell produksjon, samtidig som det legges begrensninger på hvor mye veksten i den potensielle produksjonen kan variere. Følgende uttrykk minimeres:

$$(2) \quad \text{Min} \{ y_t^* \}_{t=1}^T \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - y_t^*)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(y_{t+1}^* - y_t^*) - (y_t^* - y_{t-1}^*)]^2 \right\}$$

Det første leddet i likningen er kvadratet av avviket mellom faktisk produksjon og potensiell produksjon. Det andre leddet er kvadratet av endringen i veksten i potensiell produksjon. λ er en parameter med verdi mellom null og uendelig, som avgjør i hvilken grad variasjoner i den potensielle veksten skal tillates. λ bestemmes utenfor modellen. I grensetilfellet der λ er uendelig stor, vil potensiell vekst variere minst mulig. Vi får en lineær trend med konstant vekst. Det motsatte grensetilfellet med $\lambda = 0$ innebærer at avviket mellom faktisk produksjon og potensiell produksjon skal være minst mulig. Disse to størrelsene blir da identiske og produksjonsgapet blir lik null til enhver tid.

En fordel med HP-filteret er at metoden er enkel å anvende. Veksten i potensiell produksjon tillates å være fleksibel ved å sette en passende verdi på λ . En ulempe er at nivået på den potensielle produksjonen på begynnelsen og på slutten av perioden blir mer påvirket av fluktuasjonene i faktisk produksjon enn tilfellet er i resten av perioden. Det har sammenheng med at HP-fil-

teret for et gitt tidspunkt bruker observasjoner både bakover og framover i tid til å beregne den potensielle produksjonen (tosidig filtrering). På slutten av serien finnes bare observasjoner tilbake i tid, og det tosidige filteret går gradvis over til å bli et ensidig filter. Jo høyere λ , desto større er endepunktsproblemet.⁸ Problemet kan i noen grad avhjelpest ved å forlenge tidsserien for BNP med anslag før beregningen utføres. En annen ulempe er at størrelsen på λ må bestemmes på forhånd. I sin studie av konjunktursyklus i amerikansk økonomi foreslo Kydland og Prescott (1990) en verdi på 1600 for kvartalstall, og dette har festet seg som en internasjonal standard. De fant at med denne verdien ga minimering av (2) en trend i BNP som var rimelig.

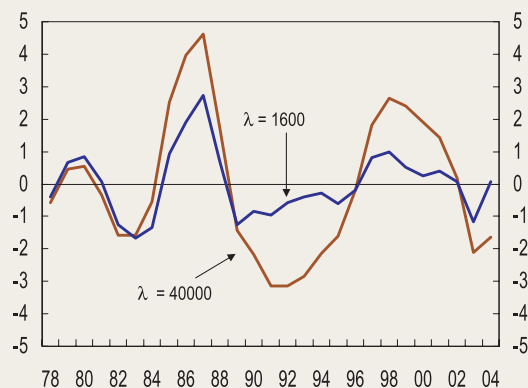
Figur 2 illustrerer betydningen av størrelsen på λ . Den øverste delen av figuren viser to produksjonsgap beregnet med λ satt lik henholdsvis 1600 og 40000.⁹ Den nederste delen av figuren viser hvordan potensiell vekst varierer med størrelsen på λ . Den laveste verdien på λ gir minst svingninger i produksjonsgapet, og dermed mer variasjon i potensiell produksjon. Det kan tolkes som at en mindre del av variasjonene i BNP forklares av midlertidige forstyrrelser på etterspørselssiden.

Selv om de to produksjonsgapene i hovedsak forteller den samme historien, er det noen klare unntak: I konjunkturedgangen på første halvdel av 1990-tallet snur produksjonsgapet beregnet med $\lambda = 1600$ og blir mindre negativt allerede fra 1989, mens produksjonsgapet beregnet med $\lambda = 40000$ ikke snur før i 1991/1992. Et annet unntak er endringen fra 2003 til 2004, som varierer betydelig med valget av λ . I sammenlikningen av metodene senere i artikkelen følger vi internasjonal praksis og benytter produksjonsgapet beregnet med $\lambda = 1600$.

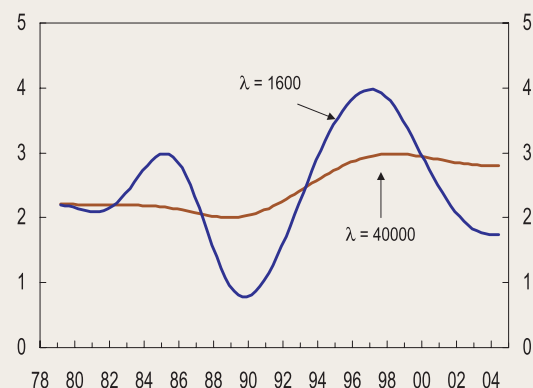
Band-Pass-filteret (BP)

Svingningene vi observerer i en tidsserie har ulike årsaker. Hver enkelt årsak gir opphav til svingninger med en

Figur 2a. Hodrick-Prescott filter (HP). Produksjonsgapet med ulike verdi på λ . Prosent av potensielt BNP.



Figur 2b. HP-filter. Potensiell vekst i BNP for Fastlands-Norge med ulike verdi på λ . Prosent.



⁷ Se Kydland og Prescott (1990) for en utdyping.

⁸ Se Bernhardsen, Eitrheim, Jore og Røisland (2004) for en nærmere diskusjon av endepunktsproblemet i HP-filteret.

⁹ Statistisk sentralbyrå benytter $\lambda = 40000$ i sine analyser av norsk økonomi.

regelmessig frekvens. De kortsiktige variasjonene i BNP, for eksempel sesongvariasjoner og irregulære komponenter, har høy frekvens. Den langsiktige utviklingen i BNP, eller trenden, vil typisk ha en lav frekvens. Mellom disse ytterpunktene ligger frekvenser som svarer til en konjunktursykels lengde, normalt 2-8 år. En tidsserie som BNP vil dermed kunne bestå av lange sykler (trend) som har lav frekvens, konjunktursykler med mellomliggende frekvenser og høyfrekvente sesongvariasjoner og irregularitet.

Band-Pass-filteet tar utgangspunkt i at svingningene i en tidsserie er satt sammen av svingninger fra ulike kilder. Filteet fjerner langt på vei de elementene i BNP-serien som har enten høy eller lav frekvens, slik at vi sitter igjen med de svingningene som kan tolkes som konjunkturbølger. Dette gjøres ved hjelp av en tidsserieanalyse basert på beregninger av glidende gjennomsnitt av BNP. Beregningsmetoden bygger på Baxter og King (1999). BP-filteet beregner produksjonsgapet direkte, mens potensielt BNP er definert som faktisk BNP fratrukket produksjonsgapet.

I likhet med HP-filteet er BP-filteet et tosidig filte. Men i motsetning til HP-filteet endres ikke BP-filteet til et ensidig filte i starten og slutten av perioden som analyseres. Derfor har man heller ingen mulighet til å beregne produksjonsgapet for den første og den siste delen av perioden. Dette er en svakhet med denne metoden. En vanlig løsning på problemet er å forlenge tallserien. Det estimerte produksjonsgapet blir da særlig usikkert mot slutten av estimeringsperioden. I vår analyse er BP-filteet forlenget ved hjelp av en enkel, mekanisk fremskrivning. En fordel sammenliknet med HP-filteet er imidlertid at vi kan gjøre bruk av historiske erfaringer om varigheten av konjunkturforløp (gjennom frekvensen på konjunkturbølgene) i beregningen av produksjonsgapet. Slik kan vi med en viss grad av sikkerhet si at konjunktursykelen har den lengde vi historisk har observert at konjunktursykler har hatt.

Univariate «uobservert komponent»- metoder (UC)

«Uobservert komponent»-metoden tar utgangspunkt i at en observerbar størrelse er sammensatt av to eller flere komponenter som ikke kan observeres. Hovedtanken er at de uobserverbare størrelsene kan identifiseres ved å anta at de påvirker den variabelen vi kan observere. I tillegg må vi spesifisere de underliggende prosessene som driver de uobserverbare størrelsene over tid. Både de uobserverbare størrelsene og den observerbare størrelsen modelleres og estimeres som et system med «Maximum likelihood» ved hjelp av det såkalte Kalman-filteet¹⁰.

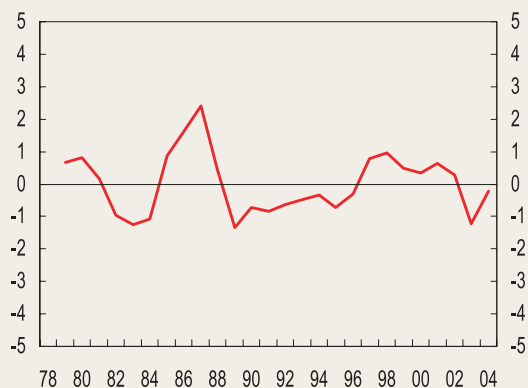
Blant de enkleste UC-modellene er de såkalte «lokal lineær trend»-modellene. Et eksempel på slike modeller er gitt ved følgende likninger:

$$\begin{aligned}
 (1') \quad & y_t = y^*_t + ygap_t \\
 (3) \quad & y^*_t - y^*_{t-1} = \delta_{t-1} + \eta_t \\
 (4) \quad & \delta_t = \delta_{t-1} + n_t \\
 (5) \quad & ygap_t = \rho_1 ygap_{t-1} + \rho_2 ygap_{t-2} + \varepsilon_t
 \end{aligned}$$

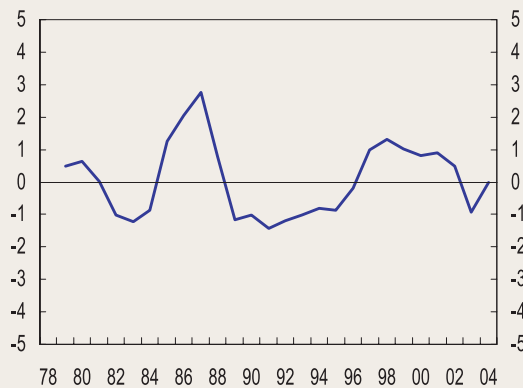
Denne spesifikasjonen er hentet fra Clark (1987). Vi tar utgangspunkt i likning (1') som sier at BNP (y) kan dekomponeres i de uobserverte størrelsene potensielt BNP (y*) og produksjonsgapet (ygap). Likningene (3) og (4) sier noe om hvordan potensielt BNP vokser. Her antar vi at både nivået og stigningen på potensielt BNP kan variere over tid. Helt presist sier disse likningene at potensiell produksjon følger en random walk prosess med drift¹¹, der η og v er tilfeldige og normalfordelte restledd som er uavhengige av hverandre (hvit støy). Denne spesifikasjonen legger få restriksjoner på hvorledes den uobserverbare potensielle produksjonen tillates å variere. Likning (5) sier at produksjonsgapet avhenger av egne tilbakedaterte verdier og et «hvit støy»-restledd. ρ_1 og ρ_2 er koeffisienter.

En fordel med denne metoden i forhold til de andre univariate metodene beskrevet ovenfor, er at både y* og

Figur 3. Band-pass filter (BP). Produksjonsgapet. Prosent av potensielt BNP.



Figur 4. Univariat uobservert komponent metode (UC). Produksjonsgapet. Prosent av potensielt BNP.



¹⁰ Kalman-filteet er en beregningsprosedyre som er spesielt velegnet til å behandle estimering av likningssystemer der en eller flere variable kan være uobserverbare.

¹¹ Random walk (eller «tilfeldig gange») er en prosess der verdien av en variabel på et tidspunkt er gitt ved verdien på variabelen i perioden før pluss et hvit støy restledd. Det betyr at endringer i variabelen er tilfeldig, og den historiske utviklingen kan ikke brukes til å anslå verdier i framtiden. Siden økonomiske tidsserier gjerne øker over tid, legges det til et trendledd i slike prosesser. Prosessen kalles da «Random walk med drift». Driften kan bestå av en deterministisk trend, eller den kan selv bestå av en random walk prosess. I modellen som er presentert her, representerer δ driften i random walk prosessen for potensielt BNP i likning (3). I likning (4) er δ selv modellert som en random walk prosess.

ygap modelleres direkte. Resultatet er imidlertid avhengig av hvorledes potensielt BNP og produksjonsgapet modelleres. Metoden gjør det også mulig å si noe om usikkerheten rundt det estimerte produksjonsgapet, ved å beregne standardavviket.

De tre metodene som er gjennomgått hittil, er eksempler på metoder som tar utgangspunkt i variasjonen i BNP alene for å dekomponere BNP i potensiell produksjon og produksjonsgap. Figurene 2 til 4 indikerer at de ulike metodene gir kvalitativt den samme beskrivelsen av konjunkturbevegelsene. Dette drøftes nærmere i del 2.

1.2 Multivariate metoder

Multivariate modeller utnytter flere variable for å beregne potensiell produksjon og/eller produksjonsgapet. Tanken er at det finnes sammenhenger mellom variasjonen i BNP og variasjonen i andre observerbare variable som kan utnyttes. Merkelappen «multivariate metoder» spenner over et vidt spekter, og vi presenterer her tre ulike modeller. Den første metoden modellerer tilbudsiden i økonomien ved å anta at produksjonspotensialet avhenger av tilgjengelige ressurser og teknologi. De to neste metodene har som utgangspunkt at utviklingen i prisveksten på varer og tjenester produsert innenlands (innenlandsk inflasjon) og arbeidsledigheten kan bidra til å forklare utviklingen i produksjonsgapet. Disse to metodene benytter seg av de samme forklaringsvariablene, mens modelleringen av sammenhengene og estimeringsmetodene er forskjellige.

Produktfunksjonsmetoden (PF)¹²

Denne metoden tar utgangspunkt i at produksjonen kan beskrives ved en produktfunksjon. En produktfunksjon beskriver tilbudssiden i økonomien, der produksjonen avhenger av innsatsfaktorene arbeidskraft og kapital samt tilgjengelig teknologi. Potensiell produksjon kan oppfattes som det produksjonsnivået man får dersom innsatsfaktorene verken er utsatt for høyt press eller er delvis utnyttede. Avviket mellom faktisk produksjon og den beregnede potensielle produksjonen kan da tolkes som produksjonsgapet.

Den aggregerte produktfunksjonen for økonomien¹³ kan uttrykkes som en Cobb-Douglas produktfunksjon:

$$(6) \quad y_t = \alpha_0 + \alpha_1 l_t + (1 - \alpha_1) k_t + e_t$$

der y er bruttoproduktet, l er timeverk, k er kapitalbeholdningen, e er total faktorproduktivitet og α_0 er et konstantledd. Koeffisientene α_1 og $(1 - \alpha_1)$ er faktorandelene for henholdsvis arbeidskraft og kapital. Total faktorproduktivitet beregnes som residualene fra likning (6) ved å estimere denne med minste kvadraters metode.

De potensielle nivåene på timeverk, kapital og total

faktorproduktivitet brukes så for å beregne potensiell produksjon, y^* :

$$(7) \quad y_t^* = \alpha_0 + \frac{2}{3} l_t^* + \frac{1}{3} k_t^* + e_t^*$$

Vi har her satt inn verdier på faktorinntektsandelene, som ifølge Finansdepartementet (1997) kan anslås til $\frac{2}{3}$ for timeverk og $\frac{1}{3}$ for kapital for bedriftene i Fastlands-Norge.

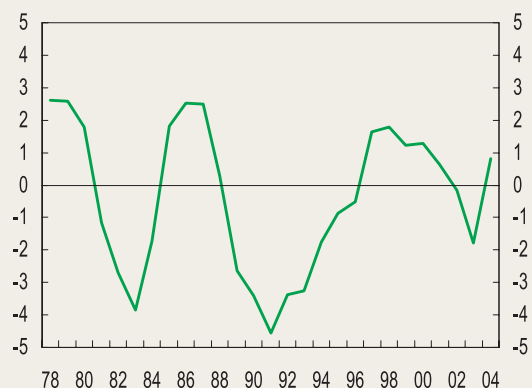
Potensiell innsats av timeverk avhenger av de potensielle nivåene på arbeidsstyrken, arbeidstid per sysselsatt og av likevektsledigheten¹⁴. Det antas at potensiell kapitalbeholdning tilsvarer faktisk kapitalbeholdning, fordi det er vanskelig å avgjøre i hvilken grad kapitalbeholdningen utnyttes i produksjonsprosessen. Likevektsledigheten og de potensielle nivåene på total faktorproduktivitet, arbeidsstyrken og arbeidstid er beregnet ved hjelp av HP-filteret¹⁵.

Fordelen med denne metoden er at den bygger på et teoretisk fundament og virker intuitivt rimelig. Den er imidlertid basert på en bestemt funksjonsform av mange mulige. Datagrunnlaget kan også være problematisk, særlig er målingen av kapitalbeholdningen usikker. Det er også en ulempe at potensiell sysselsetting er uobserverbar og må beregnes, og at både faktisk og potensiell total faktorproduktivitet er uobserverbare. Siden vi har benyttet HP-filteret til å beregne potensiell sysselsetting og faktorproduktivitet, er endepunktsproblemene forbundet med HP-filteret også til stede her.

Multivariat «uobservert komponent»-metode (MVUC)

Den univariate «uobservert komponent»-modellen kan utvides ved å inkludere flere variable som antas å inneholde informasjon om produksjonsgapet. I modellen som er brukt i denne artikkelen, er informasjon om arbeidsledighet og prisvekst på varer og tjenester produsert i Norge (innenlandsk inflasjon) inkludert i tillegg til

Figur 5. Produktfunksjonsmetode (PF). Produksjonsgapet. Prosent av potensielt BNP.



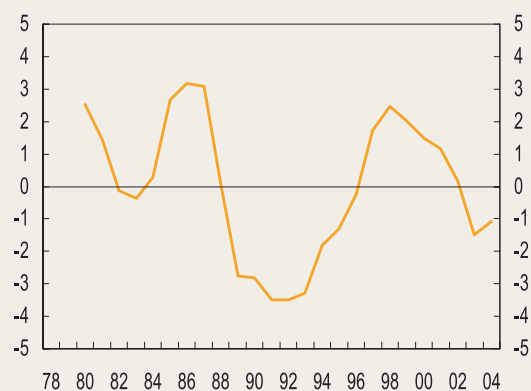
¹² Omtalen er basert på beskrivelsen i Frøyland og Nymo (2000)

¹³ Vi følger fremgangsmåten i Frøyland og Nymo (2000) og beregner en produktfunksjon for sektorene industri, bygg og anlegg og tjenesteyting og varehandel. Disse sektorene står for om lag $\frac{3}{4}$ av produksjonen i Fastlands-Norge.

¹⁴ Likevektsledigheten kan forstås som det nivået på arbeidsledigheten som er forenlig med en stabil lønns- og prisutvikling. Alternative beregninger av likevektsledigheten drøftes i Frøyland og Nymo (2000).

¹⁵ Verdiene på parameteren λ i beregningene av de potensielle nivåene er bestemt ut fra rimelighetsbetraktninger.

Figur 6. Multivariat uobservert komponent metode (MVUC). Produksjonsgapet. Prosent av potensielt BNP.



BNP. Det antas at produksjonsgapet påvirker innenlandsk inflasjon, og at det er en sammenheng mellom stramheten på arbeidsmarkedet og produksjonsgapet.¹⁶

Stramheten på arbeidsmarkedet, «ledighetsgapet», defineres som avviket mellom faktisk arbeidsledighet og likevektsledigheten. Siden likevektsledigheten er uobserverbar, får vi nå i alt tre uobserverbare variabler i modellen; produksjonsgapet, potensiell produksjon og likevektsledigheten. Innenlandsk inflasjonen inngår som en observerbar variabel.

En fordel med MVUC framfor univariate metoder er at den gjør bruk av mer informasjon. Videre gjør metoden det mulig å si noe om usikkerheten knyttet til det estimerte produksjonsgapet. For å kunne utnytte det utvidede informasjonsgrunnlaget er det imidlertid nødvendig å gjøre visse antagelser om sammenhengen mellom de ulike variablene. Kvaliteten på det estimerte produksjonsgapet vil avhenge av realismen i disse forutsetningene.

«Strukturell vektor autoregresjon»-modell (SVAR)

SVAR-metoden benytter seg av informasjon som finnes i flere variable som har en høy grad av samvariasjon, som for eksempel BNP, arbeidsledighet og innenlandsk inflasjon, for å estimere potensielt BNP og produksjonsgapet. I motsetning til mange metoder hvor produksjonsgapet fremkommer som avviket mellom faktisk BNP og estimert potensiell BNP, har SVAR-metoden det til felles med UC-metoden at potensiell produksjon og produksjonsgapet blir bestemt samtidig i modellen.¹⁷

Den grunnleggende ideen bak denne metoden er oppsplittingen av BNP i tre komponenter; en deterministisk trend, en komponent som skyldes endringer, eller sjokk, som har en varig virkning på tilbudssiden i økonomien,

og en komponent som skyldes midlertidige sjokk, som påvirker etterspørselen på kort sikt. De to første komponentene representerer potensielt BNP, mens den siste kan tolkes som produksjonsgapet.

Metoden som blir brukt for å identifisere SVAR-modellen bygger på en artikkel av Blanchard og Quah (1989), der de viste hvordan man kan pålegge teori-motiverte restriksjoner på langtidsmultiplikatorene i en modell med endogene variable, for å få fram underliggende strukturelle sjokk. Blanchard og Quah skilte primært mellom etterspørsels- og tilbudssjokk. Ved å estimere en modell bestående av BNP og arbeidsledighet antok de at det kun er tilbudssjokk som kan ha en langtidseffekt på nivået på BNP. Etterspørselssjokk kan ha en effekt på BNP på kort sikt, men på lang sikt vil effekten av disse sjokkene avta. Arbeidsledigheten er antatt å være stasjonær¹⁸, slik at ingen sjokk (per definisjon) kan ha noen langtidseffekt på ledighetsnivået. Forutsetningen om at etterspørselssjokk ikke kan ha noen langtidseffekt på nivået i BNP (og ledighet) er helt i tråd med en standard aggregert etterspørsels- og tilbudsmodell, hvor tilbudskurven blir vertikal på lang sikt.

I analysen her utvider vi modellen til også å inneholde innenlandsk inflasjon. Videre er det slik at over den perioden vi estimerer (1. kvartal 1982 til 2. kvartal 2004) vokser ledigheten, slik at noen av sjokkene må også kunne påvirke likevektsledigheten over tid. Med tre variable kan vi identifisere tre sjokk; to etterspørselssjokk og ett tilbudssjokk. Vi forutsetter som tidligere at ingen av etterspørselssjokkene kan ha noen langsiktig effekt på ledigheten, men tillater at det ene etterspørselssjokket kan ha noe mer vedvarende effekt på BNP.¹⁹ Dette er gjort for å tillate et enkelte etterspørselssjokk også kan virke med betydelige effekter på produksjon på mellomlang sikt, men uten at de gir permanente endringer i ledigheten.²⁰ Tilbudssjokket kan ha langtidseffekt på både BNP og ledighet, slik at ledigheten nå kan havne på et permanent høyere nivå.

SVAR-metoden har den fordel at den pålegger relativt få forutsetninger på forholdet mellom variablene i systemet. SVAR-modellene er derfor ofte tolket til å være drevet av data, slik at data i stor grad «snakker for seg selv». SVAR-metoden har også den fordel at det ikke eksisterer noe endepunktsproblem utover det som skyldes revisjoner av data.

De få restriksjonene som er pålagt SVAR-modellen er hentet fra økonomisk teori. Dersom disse restriksjonene ikke er i tråd med hvordan økonomien faktisk virker, vil imidlertid dette kunne gi misvisende resultater. Forutsetningen om at etterspørselssjokk bare påvirker utviklingen i produksjonsgapet og ikke potensiell produksjon kan være et eksempel på en for streng forutset-

¹⁶ Modellen er nærmere beskrevet i vedlegget.

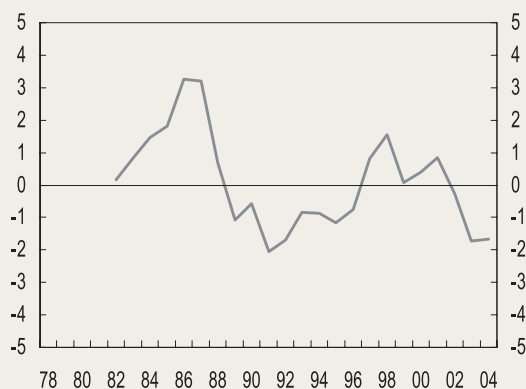
¹⁷ Modellen er nærmere beskrevet i vedlegget. Se Bjørnland, Brubbakk og Jore (2005) for en fullstendig teknisk forklaring. Se også Bjørnland (2004) for en mer detaljert anvendelse av SVAR-modeller på norsk økonomi.

¹⁸ En stasjonær variabel vil svinge rundt sitt gjennomsnitt, og svingningene vil ikke øke eller minke over tid.

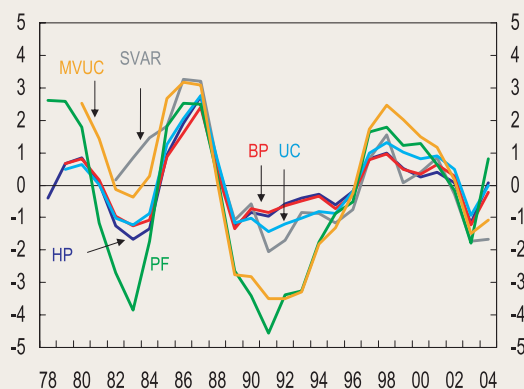
¹⁹ For eksempel kan det argumenteres for at etterspørselssjokk kan gi midlertidige endringer i produksjonspotensialet grunnet endringer i kapitalakkumuleringen. Det er imidlertid grunn til å vente at denne effekten er liten, siden kapitalakkumuleringen er treg. Impulsresponsene viser også at effekten av dette etterspørselssjokket på BNP er borte på mellomlang sikt (4-6 år).

²⁰ Vi har også testet ut hvorvidt dette etterspørselssjokket kan ha langsiktig effekt på arbeidsledigheten, men finner at mesteparten av effekten virker på ledigheten på kort sikt.

Figur 7. Strukturell vektor autoregressiv metode (SVAR). Produksjonsgapet. Prosent av potensielt BNP.



Figur 8. Produksjonsgap alle metoder. Prosent av potensielt BNP.



ning. Vi har imidlertid innført noe mer fleksibilitet i modellen ved å ta høyde for at enkelte sjokk i perioder kan virke både på produksjonsgapet og på potensiell produksjon.

2. Sammenlikning av metodene

For å gi et samlet inntrykk av forskjellene mellom metodene, vises alle produksjonsgapene sammen i figur 8.

De ulike produksjonsgapene beskriver hovedtrekkene i den økonomiske utviklingen slik vi er vant til å se den, med to nedgangskonjunkturer som startet på 1980-tallet, en oppgangskonjunktur fra midten av 1990-tallet og en nedgangskonjunktur de siste par årene. PF skiller seg likevel ut ved å anslå et betydelig mer negativt produksjonsgap enn de andre metodene under nedgangstiden på begynnelsen av 1980-tallet. Sammen med MVUC anslår PF også en dypere nedgangsperiode på begynnelsen av 1990-tallet enn det de andre metodene gjør. Fra rundt 1995 til 2003 er det relativt godt samsvar mellom produksjonsgapene, særlig fra 2001. Nivået på produksjonen i 2003 ligger i området 1 – 1¼ prosent lavere enn sitt potensielle nivå. Fra 2003 til (første halvår) 2004 gir metodene i varierende grad en økning i produksjonsgapet. Økningen er særlig stor for PF-metoden, som finner et klart positivt produksjonsgap for 2004.

Utviklingen i de forskjellige produksjonsgapene fra 2003 til 2004 reflekterer til en viss grad egenskaper ved de ulike metodene. Med SVAR- og MVUC-metodene antas det at det er en sammenheng mellom produksjonsgapet og utviklingen i innenlandsk inflasjon: Dersom inflasjonen faller, impliserer det at produksjonsgapet er negativt. Fallet i innenlandsk inflasjon gjennom 2003 og første halvår 2004 bidrar derfor til å trekke potensiell produksjon opp og produksjonsgapet ned med disse metodene. Mesteparten av økningen i BNP-veksten fra 2003 til første halvår 2004 tolkes dermed av disse metodene som en økning i potensiell produksjon.

PF er som nevnt den eneste metoden som gir et klart positivt produksjonsgap i 2004. Den økte BNP-veksten tolkes her i hovedsak som en økning av produksjonsgapet. Med denne metoden bestemmes potensielt BNP av potensielle nivåer på sysselsetting, realkapital og total faktorproduktivitet. Siden disse forklaringsfaktorene endrer seg lite²¹ fra 2003 til 2004, vil også potensielt BNP være om lag uendret.

De tre univariate metodene har en sammenfallende utvikling gjennom hele perioden, også fra 2003 til 2004. Med to av disse metodene, HP- og BP-filtrene, er anslaget på produksjonsgapet spesielt usikkert på slutten av perioden. Den tredje univariate metoden, UC, har ikke dette problemet. Årsaken til at de tre metodene likevel gir om lag samme resultat, er at produksjonsgapet er nær 0. Da spiller endepunktproblemer mindre rolle.

Tabellene 1 til 4 inneholder oppsummerende statistikk for de ulike metodene for perioden 1982 til 2004.²²

Tabell 1 sammenlikner noen sentrale egenskaper ved produksjonsgapet. Et rimelig kriterium er at gjennomsnittlig verdi på produksjonsgapet over tid skal ligge rundt 0. Her skiller produksjonsgapet beregnet med PF seg ut, med en gjennomsnittlig verdi på -0,8. Et annet kriterium som kan belyse om produksjonsgapene er rimelige, er hvor store svingningene er, målt ved standardavvik og største og minste verdi. Her har vi imidlertid ingen objektive mål å støtte oss til, utover å antyde at produksjonsgapene verken bør være «for store» eller «for små». Det ene ytterpunktet innebærer at poten-

Tabell 1. Oppsummerende statistikk for produksjonsgap, 1982 til 2004

Metode	HP	BP	UC	PF	MVUC	SVAR
Gjennomsnitt	-0,05	-0,06	0,03	-0,70	-0,17	0,10
Standardavvik	1,07	0,96	1,18	2,17	2,11	1,46
Minste verdi	-1,7	-1,4	-1,4	-4,6	-3,5	-2,1
Største verdi	2,7	2,4	2,8	2,5	3,2	3,3

²¹ HP-filtret er benyttet ved beregningen av potensiell sysselsetting og potensiell total faktorproduktivitet. Alternative verdier av glattingsparameteren λ vil påvirke utviklingen i disse størrelsene. Vi har vurdert ulike verdier av λ . Innenfor et rimelig variasjonsområde påvirkes ikke potensiell produksjon vesentlig.

²² I denne perioden er det beregnet produksjonsgap med alle metodene.

Tabell 2. Korrelasjon mellom produksjonsgap beregnet med ulike metoder, 1982 til 2004

Metode	HP	BP	UC	PF	MVUC	SVAR
HP	1	0,99	0,95	0,81	0,75	0,68
BP		1	0,96	0,86	0,80	0,74
UC			1	0,91	0,88	0,78
PF				1	0,87	0,65
MVUC					1	0,86
SVAR						1

sielt BNP vokser relativt jevnt, og at endringer i BNP-veksten hovedsakelig skyldes etterspørselsforhold. Da blir variasjonene i produksjonsgapet store. Det andre ytterpunktet er at endringer i BNP domineres av forhold på tilbudssiden, slik at variasjonene i produksjonsgapet blir små. Ut fra disse vurderingene kan det ikke konkluderes at noen av disse produksjonsgapene fremstår som klart urimelige. PF og MVUC skiller seg imidlertid ut ved at beregningene gir dypere konjunkturbunner enn det de andre metodene gir, og standardavvikene er også størst for disse metodene.

Tabell 2 viser korrelasjonskoeffisientene mellom de ulike metodene. Som ventet ut fra figurbetragtningene er korrelasjonen mellom de alternative produksjonsgapene gjennomgående høy, spesielt blant de univariate metodene. Korrelasjonskoeffisientene er lavest mellom SVAR og PF.

Andelen perioder med samme fortegn på produksjonsgapet beregnet med ulike metoder, er et alternativt mål på samvariasjonen mellom de ulike produksjonsgapene. Dette er spesielt interessant i analyser der en er opptatt av om gapet er positivt eller negativt. Tabell 3 bekrefter inntrykket fra figurene og tabell 2 om at de alternative metodene gir en samsvarende beskrivelse av konjunkturutviklingen.

Det er også av interesse å undersøke om de ulike metodene er samstemte i bedømmelsen av når en konjunkturoppgang eller nedgang begynner. Tabell 4 viser hvilket år vendepunktene i konjunkturutviklingen tidfestes av de forskjellige metodene. Et vendepunkt kan defineres som det året der absoluttverdien av produksjonsgapet når sin høyeste verdi, innenfor de tidsrommene det er vanlig å betrakte som oppgangs- eller nedgangskonjunkturer. Vi har ikke inkludert konjunkturbunnen tidlig

Tabell 3. Andel perioder der ulike produksjonsgap parvis har samme fortegn, 1982 til 2004

Metode	HP	BP	UC	PF	MVUC	SVAR
HP	1	0,96	0,96	0,96	0,91	0,78
BP		1	1,00	0,91	0,96	0,83
UC			1	0,91	0,96	0,83
PF				1	0,87	0,83
MVUC					1	0,87
SVAR						1

Tabell 4. Vendepunkter

Periode	Metode	HP	BP	UC	PF	MVUC	SVAR
Oppgangskonjunktur	-midt på 1980-tallet	1987	1987	1987	1986	1986	1986
	Nedgangskonjunktur						
Oppgangskonjunktur	-begynnelsen av 1990-tallet	1989	1989	1991	1991	1991/92	1991
	Nedgangskonjunktur						
Oppgangskonjunktur	-slutten av 1990-tallet	1998	1998	1998	1998	1998	1998
	Nedgangskonjunktur						
Oppgangskonjunktur	-begynnelsen av 2000-tallet	2003	2003	2003	2003	2003	2003
	Nedgangskonjunktur						

på 1980-tallet, siden første beregning av produksjonsgapet med SVAR-metoden starter i 1982.

De ulike metodene er relativt samstemte i å indikere at oppgangskonjunkturen midt på 1980-tallet nådde toppen i 1986/1987. Dette er i overensstemmelse med vanlig oppfatning av konjunkturforløpet (se for eksempel Bjørnland (2000) og Johansen og Eika (2000)). Det er imidlertid forskjeller i tidfestingen av konjunkturbunnen på begynnelsen av 1990-tallet. HP- og BP-metodene gir et vendepunkt allerede i 1989, mens MVUC-metoden tidfester vendepunktet til 1991/92. I resten av perioden er metodene samstemte: Oppgangskonjunkturen tok slutt i 1998, og den påfølgende nedgangskonjunkturen ble passert i 2003.

Ser vi kvalitativt på de ulike produksjonsgapene gjennom hele perioden, indikerer de univariate metodene at de tre nedgangskonjunkturerne i perioden har vært om lag like dype. Det strider mot en mer vanlig oppfatning, som sier at lavkonjunkturerne på første halvdel av 1990-tallet var kraftigere enn de to andre. Arbeidsledighetsprosenten var klart høyere i denne nedgangsperioden enn i de to andre. Årsaken til at produksjonsgapet ikke blir mer negativt i denne perioden, er at den lave veksttakten over flere år reduserer veksttakten i potensielt BNP merkbart. Siden arbeidsledigheten også kan endre seg på grunn av tilbudssidesjokk, er det ikke opplagt at dette er urimelig, selv om det kan stå i motsetning til den tradisjonelle oppfatningen.

SVAR-metoden gir i hovedsak et bilde som er i tråd med de univariate metodene når det gjelder størrelsen på konjunktursyklusene. Produksjonsgapet i 2003 er på samme nivå som i den forrige nedgangskonjunkturerne. Som antydnet ovenfor er dette ikke nødvendigvis urimelig, ettersom SVAR-metoden eksplisitt tillater at arbeidsledigheten kan øke permanent etter et tilbuds-sjokk. Produksjonsgapene målt med henholdsvis PF- og MVUC-metoden er de som gjennom perioden likner mest på den vanlige oppfatningen av konjunkturbevegelsene, i den forstand at konjunkturedgangen på begynnelsen av 1990-tallet fremstår som den sterkeste nedgangen.

Så langt har vi sammenliknet noen egenskaper ved de ulike produksjonsgapene. En alternativ innfallsvinkel er å teste i hvilken grad de bidrar til å forklare utviklingen

i inflasjonen. Mer formelt innebærer dette å estimere en likning for inflasjonen der produksjonsgapet inngår som forklaringsvariabel. For å si noe om dette, har vi tatt utgangspunkt i en enkel Phillipskurve-sammenheng mellom innenlandsk inflasjon og produksjonsgapet:

$$(8) \quad \pi_t = \alpha + \sum_{j=1}^4 \beta_j \pi_{t-j} + \sum_{j=0}^4 \lambda_j ygap_{t-j} + \varepsilon_t,$$

der π er innenlandsk inflasjon. α , β og λ er koeffisienter og ε er et «hvit støy»-restledd. Likningen sier at inflasjonen i dag kan uttrykkes som en lineær funksjon av inflasjonen i de inntil fire foregående kvartalene samt produksjonsgapet i dag og de inntil fire foregående kvartalene.²³ Vi har estimert én modell for hvert produksjonsgap, for perioden 1. kvartal 1983 til 2. kvartal 2004. Noen estimerings- og prediksjonsresultater basert på denne modellen er gjengitt i tabell 5.

R² indikerer at alle modellene har gode føyningssegenskaper, og de tre modellene med multivariate produksjonsgap er kun marginalt bedre enn de med univariate produksjonsgap. Produksjonsgapene beregnet med de to multivariate metodene SVAR og MVUC forklarer innenlandsk inflasjon bedre enn de øvrige modellene. Det er ikke overraskende, siden innenlandsk inflasjon inngår i beregningen med disse metodene. De andre målene på produksjonsgapet kan også sies å inneholde noe informasjon om inflasjonen. Naturlig nok er det de to multivariate modellene SVAR og MVUC som også har best prediksjonsegenskaper, basert på RMSE.

Det kan også være interessant å sammenligne disse resultatene med en modell der innenlandsk inflasjon kun blir bestemt av tilbakedaterte verdier av inflasjonen. En slik modell gir en RMSE på 0,36, som er større enn alle verdiene rapportert i tabell 5. Å ha med produksjonsgapet i Phillips-kurven slik vi har spesifisert den i ligning (8), gir dermed en bedre prediksjon på fremtidig inflasjon enn en modell uten produksjonsgapet.

Tabell 5. Estimerings- og prediksjonsresultater

Evaluering \ Metode	Metode					
	HP	BP	UC	PF	MVUC	SVAR
R ²	0,81	0,81	0,81	0,82	0,82	0,83
F(5,71)	1,87 [0,11]	1,92 [0,10]	2,17 [0,07]	2,24 [0,06]	2,68 [0,03]*	3,21 [0,01]*
RMSE (4-step)	0,314	0,300	0,304	0,310	0,298	0,286

R² sier noe om føyningssegenskapene til modellen. F(5,71) er en test for om produksjonsgapet bidrar til å forklare inflasjonsutviklingen. Tallet i parentes gir signifikansnivå på testen. * indikerer at en hypotese om at produksjonsgapet ikke bidrar til å forklare innenlandsk inflasjon kan forkastes på 5 prosent nivå. RMSE (Root Mean Square Error) måler prediksjonsegenskapene til modellen. Her har vi estimert alle modellene fram til 4. kvartal 1999. Deretter har vi laget en prediksjon på inflasjonen 4 kvartaler framover. Modellen blir så reestimert fram til 1. kvartal 2000, og vi lager en ny prediksjon på inflasjonen 4 kvartaler framover. Dette gjentas ut perioden.

3. Avslutning

Vurderingen av presset i økonomien og utsiktene for inflasjonen er problemstillinger som opptar de fleste sentralbanker. Produksjonsgapet er et mye brukt mål for å oppsummere slike vurderinger. Formålet med denne artikkelen er å gi en oversikt over enkelte mye brukte metoder for å beregne produksjonsgapet.

Sammenlikningen av metodene illustrerer at til tross for at beregninger av produksjonsgapet er usikre, beskriver alternative beregninger kvalitativt det samme historiske forløpet på produksjonsgapet. Det er også høy grad av samvariasjon mellom metodene hele perioden sett under ett. I noen perioder skiller enkelte metoder seg imidlertid ut fra de andre, både med hensyn til hvor store svingningene er og tidfestingen av vendepunktene. Særlig avviker PF-metoden fra de andre metodene. For eksempel beregnes produksjonsgapet til nærmere ¾ prosent så langt i 2004 med denne metoden, mens de øvrige metodene gir produksjonsgap som er nær null eller negative. Ser man på nytten av produksjonsgapet for å kunne forutsi fremtidig inflasjon, kommer de multivariate metodene SVAR og MVUC best ut.

I visse perioder skiller imidlertid enkelte metoder seg fra de andre. Usikkerheten er særlig stor helt på slutten av beregningsperioden. Dersom vurderingen av presset i økonomien bare baseres på utviklingen i produksjonsgapet målt ved én enkelt metode, kan en derfor risikere å feilbedømme situasjonen.

En sentralbank vil aldri basere vurderingen av presset i økonomien på enkle, mekaniske beregninger av produksjonsgapet. Utviklingen i produksjonsgapet må holdes opp mot en rekke andre typer analyse og kunnskap om økonomien, for eksempel kjennskap til spesielle forhold som vanskelig kan fanges opp i ett bestemt tall for produksjonsgapet. Flere alternative beregninger av produksjonsgapet vil imidlertid kunne være en nyttig støtte ved slike vurderinger.

Referanser

- Basdevant, O. (2003): On applications of state-space modelling in macroeconomics, Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper, DP2003/02. <http://www.rbnz.govt.nz/research/discusspapers/dp03_02.pdf>
- Baxter, M. and R. King (1999): Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 81, pp. 575-593. <<http://ideas.repec.org/atpr/restat/v81y1999i4p575-593.html>>
- Bernhardsen, T., Ø. Eitheim, A.S. Jore and Ø. Røisland (2004): Real-time Data for Norway: Challenges for Monetary Policy, Discussion Paper 26/2004, Deutsche

²³ En kan selvsagt benytte mer kompliserte modeller. Vi har imidlertid valgt å fokusere på denne enkle modellen for å kunne rendyrke bidraget fra produksjonsgapet. Bjørnland, Brubakk og Jore (2005) gir en mer uttømmende analyse med resultater fra alternative modeller.

- Bundesbank. <www.bundesbank.de/download/volkswirtschaft/dkp/2004/200426dkp.pdf>
- Bjørnland, H.C. (2000): Detrending Methods and Stylized Facts of Business Cycles in Norway - An international comparison. *Empirical Economics*, 25, pp. 369-392. <<http://ideas.repec.org/a/spr/empeco/v25y2000i3p369-392.html>>
- Bjørnland, H.C. (2004): The role of the exchange rate as a shock absorber in a small open economy, *Open Economies Review*, 15, 23-43. <<http://folk.uio.no/hildecb/OpenEcRew.pdf>>
- Bjørnland, H.C., L. Brubakk and A.S. Jore (2005): Measuring the output gap in Norway – an assessment. Kommer i serien Working Paper, Norges Bank
- Blanchard, O.J and D. Quah (1989): The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances, *American Economic Review*, 79, 655-673. <<http://ideas.repec.org/a/aea/aecrev/v79y1989i4p655-73.html>>
- Citu, F. and J. Twaddle (2003): The output gap and its role in monetary policy decision-making, *Reserve Bank of New Zealand, Bulletin*: March 2003 (Vol 66, no 1). <www.rbnz.govt.nz/research/bulletin/2002_2006/2003mar66_1citutwaddle.pdf>
- Clark, P. (1987): The cyclical component of U.S. economic activity. *Quarterly Journal of Economics*, 102(4), 797-814. <<http://ideas.repec.org/a/tpr/qjecon/v102y1987i4p797-814.html>>
- Finansdepartementet (1997). Fakta og analyser. *Særskilt vedlegg til St meld nr 4 (1996-1997) Langtidsprogrammet 1998-2001*, 74
- Frøyland, E. og R. Nymoen (2000): Produksjonsgapet i norsk økonomi – ulike metoder, samme svar? *Penger og Kreditt* 1/2000, 22-28. <www.norges-bank.no/publikasjoner/penger_og_kreditt/2000-01/produksjonsgapet.pdf>
- Gerlach, S. and F. Smets (1999): Output gaps and monetary policy in the EMU Area. *European Economic Review*, 43, 801-812.
- Johansen, P. R. og T. Eika (2000): Drivkrefter bak konjunkturforløpet på 1990-tallet, Økonomiske analyser 6/2000, Statistisk sentralbyrå. <www.ssb.no/emner/08/05/10/oa/200006/johansen.pdf>
- Kydland, F. E. og E. C. Prescott (1990): Business Cycles: Real Facts and a Monetary Myth, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Spring, 3-18. <<http://minneapolisfed.org/research/qr/qr1421.pdf>>
- Rennison, A. (2003): «Comparing Alternative Output-Gap Estimators: A Monte Carlo Approach», Bank of Canada Working Paper 2003-8 www.bankofcanada.ca/publications/working.papers/2003/wp03-8.pdf
- Scott, A. (2000): Stylised facts from output gap measures, Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper, DP2000/07. www.rbnz.govt.nz/research/discusspapers/dp00_7.pdf

Vedlegg: Nærmere beskrivelse av MVUC og SVAR modellene

Multivariat «uobservert komponent»-modell (MVUC)
MVUC-modellen er et eksempel på såkalte «state-space»-modeller. En oversikt over bruken av slike modeller i makroøkonomi er gitt i Basdevant (2003).

Modellen beskrives ved følgende likninger²⁴:

$$(1') \quad y_t = y_t^* + ygap_t$$

$$(9) \quad \Delta y_t^* - \Delta y_{t-1}^* = \mu_{t-1} + \varepsilon_t^{y^*}$$

$$(10) \quad \mu_t = \mu_{t-1} + \varepsilon_t^\mu$$

$$(11) \quad u_t - u_t^* = \beta_1(u_{t-1} - u_{t-1}^*) + \beta_2 ygap_{t-1} + \varepsilon_t^u$$

$$(12) \quad u_t^* - u_{t-1}^* = \gamma_{t-1} + \varepsilon_t^{\gamma}$$

$$(13) \quad \gamma_t = \gamma_{t-1} + \varepsilon_t^\gamma$$

$$(14) \quad \pi_t = \alpha_1 \pi_{t-1} + \alpha_2 \pi_{t-2} + \alpha_3 ygap_{t-1} + \varepsilon_t^\pi$$

$$(15) \quad ygap_t = \rho_1 ygap_{t-1} + \rho_2 ygap_{t-2} + \varepsilon_t^{y^g}$$

Igjen tar vi utgangspunkt i definisjonssammenhengen i likning (1'). Endringen i veksttakten til potensielt BNP følger en random walk prosess²⁵ gitt ved (9) og (10). Disse to likningene tilsvarer likningene (3) og (4) i den univariate uobservert komponent-modellen, og sier altså noe om hvordan nivået og stigningen på potensielt BNP varierer. I den multivariate modellen er prosessen modellert enda mer fleksibelt, jf. likningene (3) og (9). Likning (11) uttrykker at det er en sammenheng mellom variasjonen i produksjonsgapet og variasjonen i ledighetsgapet. Koeffisienten foran *ygap* er negativ, slik at en økning i produksjonsgapet gir en reduksjon av ledighetsgapet. Det antas at endringen i den uobserverbare likevektsledigheten følger en «random walk»-prosess gitt ved (12) og (13). Dette er en relativt fleksibel spesifisering som tillater at likevektsledigheten kan skifte nivå i estimeringsperioden. Likning (14) kan tolkes som en Phillips-kurve med bakoverskuende inflasjonsforventninger. Den underliggende prosessen for produksjonsgapet i likning (15) er den samme som i den univariate modellen. Alle restleddene, ε_t^i , antas å være uavhengige og normalfordelte.

Modellen er estimert med maximum likelihood ved å bruke Kalman-filteret^{26,27}, og estimeringsperioden er 3. kvartal 1980 til 2. kvartal 2004.

«Strukturell vektor autoregresjon»-modell (SVAR)

Den grunnleggende ideen som blir brukt for å identifisere SVAR-modellen bygger på en artikkel av Blanchard og Quah (1989), der de viste hvordan man kan pålegge teorimotiverte restriksjoner på langtidsmultiplikatorene i en modell for å få fram underliggende strukturelle sjokk.

Lar vi z være en vektor med de tre stasjonære variablene $(\Delta u_t, \Delta y_t, \Delta p_t)'$ der Δ betyr kvartalsvise endringer, u_t er ledighet, y_t er BNP og p_t er innenlandske priser, kan vi skrive variablene som en funksjon av de underliggende strukturelle sjokkene

$$(16) \quad z_t = B_0 \varepsilon_t + B_1 \varepsilon_{t-1} + B_2 \varepsilon_{t-2} + \dots = \sum_{j=0}^{\infty} B_j \varepsilon_{t-j}$$

hvor B er en (3×3) matrise med koeffisienter og ε_t er «hvit støy»-residualer som fanger opp etterspørsels- og tilbudssjokk.²⁸ Modellen beskrevet ovenfor identifiserer tre strukturelle sjokk; to etterspørselssjokk og ett tilbudssjokk. Vi forutsetter at ingen av etterspørselssjokkene kan ha noen langsiktig effekt på ledigheten, men tillater at det ene etterspørselssjokket kan ha noe vedvarende effekt på BNP. Dette sjokket kan da tolkes til å ha mer reelle effekter enn det andre etterspørselssjokket, som tolkes som et rent nominelt etterspørselssjokk. Tilbudssjokket kan ha langtidseffekt på både BNP og ledighet.

Ved å systematisere de tre ukorrelerte strukturelle sjokkene som: $\varepsilon_t = (\varepsilon_t^{AS}, \varepsilon_t^{RD}, \varepsilon_t^{AD})'$, der ε_t^{AS} er et aggregert tilbudssjokk, ε_t^{RD} er et reelt etterspørselssjokk og ε_t^{AD} er et nominelt etterspørselssjokk, kan vi skrive endringen i BNP som følger:

$$(17) \quad \Delta y_t = \sum_{j=0}^{\infty} \beta_{21,j} \varepsilon_{t-j}^{AS} + \sum_{j=0}^{\infty} \beta_{22,j} \varepsilon_{t-j}^{RD} + \sum_{j=0}^{\infty} \beta_{23,j} \varepsilon_{t-j}^{AD},$$

hvor fotskrift 21, 22 og 23 refererer til plassen til Δy i z -vektoren.

Effekten på nivået av BNP beregner vi ved å akkumulere sjokkene. Restriksjonen om at etterspørselssjokk ikke kan ha noen langtidseffekt på nivået i BNP finner vi dermed ved å pålegge $\sum_{j=0}^{\infty} \beta_{23,j} = 0$. Tilsvarende pålegger vi restriksjonene på ledigheten.

I SVAR-modellen vil potensielt BNP (trenden) bestå av det første leddet, som er akkumulerte tilbudssjokk, mens produksjonsgapet er den andelen av BNP som blir forklart av de to etterspørselsbestemte sjokkene.²⁹ Den estimerte modellen impliserer at etterspørselssjokkene øker BNP og reduserer ledigheten midlertidig, mens prisene øker gradvis.³⁰ Til sammen forklarer etterspørselssjokkene ca. 60-70 prosent av utviklingen av BNP det første året, for så å gradvis avta.

²⁴ Modellspesifikasjonen bygger på standard økonomisk teori, som er mye brukt i forskningen rundt pengepolitiske problemstillinger. Se f.eks Gerlach og Smets (1999).

²⁵ Se fotnote 11

²⁶ Se fotnote 10.

²⁷ Estimeringsresultatene er gjengitt i Bjørnland, Brubakk og Jore (2005).

²⁸ Et konstantledd er også inkludert i estimeringen.

²⁹ Her har vi antatt at effekten av det etterspørselssjokket som kan ha vedvarende effekt på BNP kan virke på produksjonsgapet de to første årene, for deretter å bidra til utviklingen i trendvekst (potensiell produksjon).

³⁰ VAR-modellen inneholder tilbakedaterte verdier fra 5 perioder bakover og har gode føyningssegenskaper.