



VALTIOVARAINMINISTERIÖ

Potentiaalinen tuotanto ja tuotantokuilu

Selvitys eri arviointimenetelmistä Suomen näkökulmasta

Valtiovarainministeriön julkaisuja – 2019:44



Keskustelualoitteet

Valtiovarainministeriön julkaisuja 2019:44

Potentiaallinen tuotanto ja tuotantokuilu

Selvitys eri arviointimenetelmistä Suomen näkökulmasta

Annaliina Kotilainen

Valtiovarainministeriö

ISBN: 978-952-367-026-6 (PDF)

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2019

Kuvailulehti

| | | | |
|--------------------------------------|--|-----------------|---------------|
| Julkaisija | Valtiovarainministeriö | lokakuu 2019 | |
| Tekijät | Annaliina Kotilainen | | |
| Julkaisun nimi | Potentiaalinen tuotanto ja tuotantokuilu. Selvitys eri arviointimenetelmistä Suomen näkökulmasta | | |
| Julkaisusarjan nimi ja numero | Valtiovarainministeriön julkaisuja 2019:44 | | |
| Diaari/hankenumero | | Teema | Talousnäkyvät |
| ISBN PDF | 978-952-367-026-6 | ISSN PDF | 1797-9714 |
| URN-osoite | http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-026-6 | | |
| Sivumäärä | 38 | Kieli | suomi |
| Asiasanat | potentiaalinen tuotanto, suhdannevaihtelut, finanssipolitiikka | | |
| Tiivistelmä | <p>Potentiaalisen tuotannon avulla voidaan arvioida talouden pitkän aikavälin kestävä tuotannon tasoa. Tuotantokuilu, joka kertoo, kuinka paljon tuotanto tietynä ajanhetkenä poikkeaa potentiaalisesta tasostaan, puolestaan kuvaa talouden suhdannetilannetta. Arvio suhdannetilanteesta on keskeinen esimerkiksi finanssipolitiikan kannalta. Potentiaalinen tuotanto ja tuotantokuilu ovat havaitsemattomia suureita, joita voidaan ainoastaan pyrkiä arvioimaan. Tässä selvityksessä tarkastellaan eri potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun arviointimenetelmiä ja niiden mukaisia tuotantokuiluarvioita Suomelle.</p> <p>Menetelmät arvioida potentiaalista tuotantoa ja siten tuotantokuilua sisältävät puhtaasti tilastollisia, talusteoriaan pohjautuvia sekä näiden välimaastoon asettuvia menetelmiä. Eri menetelmien mukaiset tuotantokuiluarviot Suomelle voivat poiketa toisistaan eivätkä pelkästään suuruutensa vaan myös etumerkkinsä suhteen. Tuotantokuiluarvioissa on eroja, myös saman menetelmän sisällä, eri mallispesifikaatioiden välillä. Lisäksi arviot potentiaalisesta tuotannosta ja tuotantokuilusta muuttuvat yli ajan, kun estimoinnin pohjalla oleva(t) aikasarja(t) päivittyvät ja täydentyvät. Menetelmien välillä on eroja, ja tuotantokuiluarviot tarkentuvat erityisesti suhdannekäänteiden läheisyydessä. Epävarmuus tuotantokuiluarvioissa puolestaan heijastuu rakenteelliseen jäämään ja siten arvioon finanssipolitiikan virityksestä.</p> <p>Koska arvioihin potentiaalisesta tuotannosta ja tuotantokuilusta liittyy epävarmuutta, rinnakkaisten menetelmien käyttö voi olla hyödyllistä. Mitä useampi menetelmä antaa saman suuntaisen suhdannekuvan, sitä luotettavampana arviota voidaan pitää. Valtiovarainministeriössä potentiaalista tuotantoa arvioidaan Euroopan komission tuotantofunktiomenetelmällä. Jos tuotantofunktiomenetelmän rinnalle halutaan vaihtoehtoisia arvioita, olisi menetelmän hyvä olla sellainen, että sillä voidaan tuottaa mahdollisimman luotettavia reaaliaikaisia arvioita potentiaalisesta tuotannosta ja tuotantokuilusta kohtuullisen kätevästi.</p> | | |
| | Tässä julkaisussa esitetyt näkemykset ovat kirjoittajan omia eivätkä välttämättä vastaa valtiovarainministeriön näkemyksiä. | | |
| Kustantaja | Valtiovarainministeriö | | |
| Julkaisun jakaja/myynti | Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi | | |

Presentationsblad

| | | | |
|--|---|-----------------|---------------------|
| Utgivare | Finansministeriet | oktober 2019 | |
| Författare | Annaliina Kotilainen | | |
| Publikationens titel | Potentiell produktion och produktionsgap. Utredning om olika beräkningsförfaranden ur finländskt perspektiv | | |
| Publikationsseriens namn och nummer | Finansministeriets publikationer 2019:44 | | |
| Diarie-/ projektnummer | | Tema | Ekonomiska utsikter |
| ISBN PDF | 978-952-367-026-6 | ISSN PDF | 1797-9714 |
| URN-adress | http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-367-026-6 | | |
| Sidantal | 38 | Språk | finska |
| Nyckelord | potentiell produktion, konjunkturväxlingar, finanspolitik | | |
| Referat | <p>Ekonomins hållbara produktionsnivå på medellång sikt kan uppskattas med hjälp av en beräkning av den potentiella produktionen. Produktionsgapet, som anger hur mycket produktionen vid en viss tidpunkt avviker från sin potentiella nivå, beskriver i sin tur konjunkturläget inom ekonomin. Uppskattningar av konjunkturläget är av central betydelse t.ex. med tanke på finanspolitiken. Den potentiella produktionen och produktionsgapet är icke skönjbara variabler och grundar sig alltid på en uppskattning. I denna utredning har man granskat olika metoder för beräkning av den potentiella produktionen och av produktionsgapet enligt den samt hurdana verkningar de har för Finland.</p> <p>Metoderna för att uppskatta den potentiella produktionen omfattar rent statistiska metoder, metoder som baserar sig på ekonomisk teori samt metoder som är ett mellanting av dessa. Beräkningar av produktionsgapet som fastställs för Finland enligt olika metoder kan skilja sig från varandra inte bara till storleken utan också till sitt förtecken. De beräknade produktionsgapen kan också skilja sig från varandra även inom ramen för samma metod och mellan olika modellspecifikationer. Dessutom ändras uppskattningarna av den potentiella produktionen och produktionsgapet an efter när den tidsserie eller de tidsserier som ligger till grund för estimeringen uppdateras och kompletteras. Metoderna skiljer sig från varandra, och beräkningarna av produktionsgapet preciseras i synnerhet före och efter konjunktursvängningar. Den osäkerhet som hänförs till beräkningarna av produktionsgapet avspeglar sig på det strukturella saldoot och därigenom också på uppskattningen av det finanspolitiska upplägget.</p> <p>Eftersom beräkningarna av potentiella produktionen och produktionsgapet är förknippade med osäkerhet kan det löna sig att tillämpa parallella metoder. När flera metoder visar på en liknande konjunkturbild kan beräkningen anses vara mer tillförlitlig. Vid finansministeriet tillämpar man Europeiska kommissionens produktionsfunktionsmetod vid beräkningen av den potentiella produktionen. Då man vid sidan av produktionsfunktionsmetoden önskar tillämpa andra alternativa beräkningar, bör metoden vara sådan att den relativt smidigt samt i realtid kan producera så tillförlitliga beräkningar av den potentiella produktionen och produktionsgapet som möjligt.</p> | | |
| | Synpunkterna som presenteras i denna publikation är skribentens egna och motsvarar inte nödvändigtvis finansministeriets synpunkter | | |
| Förläggare | Finansministeriet | | |
| Distribution/ beställningar | Elektronisk version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Beställningar: vnjulkaisumyynti.fi | | |

Sisältö

| | |
|--|----|
| 1 Johdanto | 7 |
| 2 Menetelmät arvioida potentiaalista tuotantoa ja tuotantokuilua | 9 |
| 2.1 Yhden muuttujan tilastolliset menetelmät | 9 |
| 2.2 Monen muuttujan menetelmät | 12 |
| 2.3 Kirjallisuuskatsaus – potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun arviointi Suomelle | 17 |
| 3 Eri arviointimenetelmät Suomen näkökulmasta | 21 |
| 3.1 Tuotantokuilu eri menetelmillä | 21 |
| 3.2 Arvioiden tarkentuminen ajassa | 27 |
| 3.3 Rakenteellinen jäämä eri tuotantokuiluarvioihin perustuen | 32 |
| 4 Lopuksi | 35 |
| Lähteet | 37 |

1 Johdanto

Potentiaalinen tuotanto ja tuotantokuilu ovat taloudellisia suureita, joita käytetään taloustieteessä ja -politiikassa monessa eri yhteydessä. Potentiaalinen tuotanto viittaa talouden pitkän aikavälin kasvu-uraan tai kestäväan, vakaan inflaation takaavaan tuotannon tasoon, joka on saavutettavissa talouden kapasiteetin ollessa normaali-, eli ei yli- tai ali-käytössä (Álvarez ja Gómez-Loscós, 2017). Tuotantokuilu puolestaan kertoo, kuinka paljon talouden tuotanto tietynä ajanhetkenä poikkeaa potentiaalisesta tasostaan. Positiivinen tuotantokuilu viittaa siihen, että talouden kapasiteetti on ylikäytössä ja taloudessa on hinnan- sekä palkannousupaineita. Tuotantokuilun ollessa negatiivinen, talouden resurssit ovat puolestaan alikäytössä suhteessa potentiaaliinsa ja inflaatiolla on taipumusta hidastua.

Potentiaalisen tuotannon avulla voidaan arvioida talouden pitkän aikavälin kestävä tuotannon tasoa. Tuotantokuilu puolestaan kuvaa talouden suhdannetilannetta. Arvio suhdannetilanteesta on keskeinen esimerkiksi finanssipolitiikan kannalta. Jotta harjoitetun politiikan vaikutusta julkisen sektorin rahoitusasemaan voidaan arvioida, täytyy julkisen sektorin nimellisestä jäämästä poistaa suhdanteiden vaikutus. Suhdanteiden vaikutusta voidaan arvioida tuotantokuilun avulla. Rahapolitiikassa tuotantokuilua voidaan puolestaan hyödyntää talouteen kohdistuvien hinnannousupaineiden arvioinnissa.

Potentiaalinen tuotanto ja tuotantokuilu ovat havaitsemattomia suureita. Koska niiden todellista tasoa ei voida havaita, ne pitää estimoida. Tapoja arvioida potentiaalista tuotantoa ja tuotantokuilua on monia. Arvioinnissa voidaan käyttää puhtaasti tilastollisia, talousteorian pohjautuvia tai näiden kahden välimaastoon asettuvia menetelmiä. Menetelmillä on eri heikkouksia ja vahvuuksia, eikä mikään menetelmä ole yksiselitteisesti paras (Álvarez ja Gómez-Loscós, 2017). Näkemykseen eri menetelmien toimivuudesta vaikuttaa muun muassa käyttötarkoitus ja arviointikriteerit (Mazzi ym., 2017). Tässä selvityksessä potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun arviointia pyritään tarkastelemaan erityisesti finanssipolitiikan näkökulmasta.

Arvioihin potentiaalisesta tuotannosta ja tuotantokuilusta liittyy epävarmuutta. Yhtäältä epävarmuutta syntyy siitä, ettei varmuudella voida tietää, mikä on oikea tapa arvioida potentiaalista tuotantoa. Toisaalta epävarmuutta luo se, että arviot potentiaalisesta

tuotannosta ja siten tuotantokuilusta usein muuttuvat, kun estimoinnin pohjalla olevat aikasarjat tarkentuvat ja täydentyvät. Viime aikoina potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuiluarvioiden luotettavuudesta on käyty keskustelua, koska arviot tuotantokuilusta, ja siten finanssipolitiikan virityksestä, ovat muuttuneet paljonkin, kun uutta tietoa on tullut saataville (Ciucci ja Zoppé, 2017). Tästä johtuen selvityksessä tarkastellaan myös sitä, miten eri menetelmien tuottamat arviot tuotantokuilusta tarkentuvat ajassa.

2 Menetelmät arvioida potentiaalista tuotantoa ja tuotantokuilua

Potentiaalisen tuotannon arviointimenetelmiä on aiemmin luokiteltu tilastollisiin ja talousteoriantoon perustuviin menetelmiin, mutta uusien menetelmien johdosta jako ei enää ole niin selkeä (Cotis ym., 2004). Tästä syystä menetelmät on Álvarez ja Gómez-Loscosia (2017) seuraten jaettu yhden muuttujan ja monen muuttujan menetelmiin.

Arviointimenetelmä vaikuttaa myös potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun määrittelyyn. Yhden muuttujan tilastollisissa menetelmissä potentiaalinen tuotanto nähdään BKT:n trendikehityksenä ja tuotantokuilu BKT:n syklisenä osana. Toisin sanoen, potentiaalinen tuotanto kuvaa trendiä, jonka ympärillä BKT vaihtelee. Taloustieteelliseen teoriaan pohjautuvissa menetelmissä potentiaalinen tuotanto puolestaan kuvaa usein vakaan inflaation takaavaa pitkäaikavälin tuotannon tasoa tai tuotannon tasoa, joka on saavutettavissa talouden kapasiteetin ollessa normaali-, eli ei yli- tai ali-käytössä (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017).

2.1 Yhden muuttujan tilastolliset menetelmät

Yhden muuttujan tilastollisissa menetelmissä potentiaalista tuotantoa ja tuotantokuilua estimoidaan ainoastaan BKT:n aikasarja-aineistoon perustuen. Tilastollisissa menetelmissä BKT-aikasarja jaetaan pitkän aikavälin trendiin, joka tulkitaan potentiaaliseksi tuotannon tasoksi, sekä suhdanneosaan, joka kuvaa tuotantokuilua. Yksinkertaisimmillaan potentiaalista tuotannon tasoa voidaan estimoida olettamalla, että BKT:n trendi on lineaarinen funktio ajasta. Koska satunnaisen trendin ajatellaan kuitenkin kuvaavan taloudellisia aikasarjoja determinististä trendiä paremmin, on kehitetty tilastollisia menetelmiä, jotka sallivat myös stokastisen trendin (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017). Yhden muuttujan tilastollisia menetelmiä, jotka mahdollistavat stokastisen trendin, ovat muun muassa Hodrick–Prescott-suodin, Beveridge–Nelson-hajotelma, Butterworth-suodin, yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallit sekä Baxter–King-suodin. Seuraavassa näitä menetelmiä käydään läpi tarkemmin.

Hodrick–Prescott-suodinta (HP-suodin) käytetään laajalti. Hodrick–Prescott-suotimessa BKT:n trendi estimoidaan ratkaisemalla optimointiongelma, jossa on kaksi vastakkaista tavoitetta: yhtäältä trendin yhteensopivuus toteutuneen BKT-aikasarjan kanssa ja toisaalta trendin tasaisuus. Estimoinnin aluksi valitaan, mikä on näiden kahden tavoitteen välinen painotus. Usein tämä painotus, eli niin kutsuttu λ -parametri, valitaan siten, että suhdannevaihteluiksi lasketaan korkeintaan 8 vuoden sykleissä tapahtuvat vaihtelut, kun taas hitaamman taajuuden vaihtelut luetaan osaksi trendiä (Haavio, 2008). HP-suodin on kaksisuuntainen, mikä tarkoittaa, että hetken t potentiaalisen tuotannon estimaatti perustuu havaintoihin ajalta ennen ja jälkeen hetken t .

HP-suotimen etuja ovat helppous, yksinkertaisuus ja läpinäkyvyys (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017). Siihen liittyy kuitenkin monia ongelmia ja Hamilton (2018) on esimerkiksi vahvasti kritisoinut sen käyttöä tuoreessa artikkelissaan. HP-suodin on esimerkiksi herkkä sille, miten estimoinnissa painotetaan trendin yhteensopivuutta toteutuneen BKT-aikasarjan kanssa suhteessa trendin tasaisuuteen (Chagny ja Döpke, 2001). HP-suodin saattaa myös tuottaa aikasarjaan suhdanneluonteista käytöstä, joka ei ole ominaista kyseiselle aikasarjalle eikä se huomioi rakenteellisia muutoksia (Billmeier, 2006). HP-suotimeen liittyy lisäksi merkittävä loppupisteharhan ongelma. Loppupisteharhasta johtuen viimeisimpien vuosien arviot saattavat muuttua paljonkin, kun havaintoja tulee lisää (Mise ym., 2005). Loppupisteharhaa on pyritty vähentämään jatkamalla estimoinnissa käytettävää aikasarjaa ennusteilla (Cotis ym., 2004). Se, miten aikasarjan jatkaminen ennusteilla vaikuttaa viimeisimpien vuosien arvioihin potentiaalisesta tuotannosta riippuu kuitenkin ennusteiden osuvuudesta. Käytännön politiikkatyön kannalta loppupisteharha on ongelmallinen, koska finanssipolitiikassa painopiste on viimeisimmissä (ennuste)vuosissa.

Beveridge–Nelson-hajotelmassa tuotannon stokastinen trendi määritellään tuotannon pitkän aikavälin ennusteena, jota on korjattu tuotannon keskimääräisellä kasvuvauhdilla. Kun ennustehorisontti on tarpeeksi pitkä, trendi vastaa tuotannon pitkän aikavälin kasvu-uraa. (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017) Käytännössä Beveridge–Nelson-hajotelma estimoidaan sovittamalla BKT-aikasarjaan ARIMA-malli eli autoregressiivinen integroidun liukuvan keskiarvon malli (Billmeier, 2004).

Beveridge–Nelson-menetelmän etuna on, että siihen ei liity loppupisteharhaa, koska se on täysin taaksepäin katsova (Cotis ym., 2004). Hajotelma ei myöskään vaadi oletuksia ennalta asetetuista parametriarvoista (vrt. HP-suotimen λ -parametri), koska estimointi perustuu täysin käytettävään aineistoon (European Commission, 2003). Menetelmän heikkoutena on, että sen tuottama arvio tuotannon trendistä saattaa sisältää paljon niin sanottua kohinaa (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017). Useampi eri ARIMA-spesifikaatio saattaa myös sopia dataan yhtä hyvin, mutta tuottaa erilaisen kuvan tuotannon jakautumisesta sykliseen ja trendiosaan (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017; Canova, 1998). Mallin spesifikaatio siis vaikuttaa arvioon potentiaalisesta tuotannosta. Beveridge–Nelson-hajotelman tuottamat

estimaatit saattavat myös poiketa varsin paljon mekaanisten suotimien, kuten HP-suotimen, tuottamista arvioista (European Commission, 2003). McMorrow ja Roeger (2001) esittävät lisäksi, että Beveridge–Nelson-hajotelma saattaa välillä tuottaa epäintuitiivisia tuloksia, kuten esimerkiksi negatiivista korrelaatiota syklisen osan ja BKT:n kasvun välillä.

Edellä kuvattujen menetelmien lisäksi tuotannon trendiä ja syklistä osaa voidaan estimoida myös suotimilla, jotka perustuvat siihen, millaisissa jaksoissa tuotannon vaihteluja havaitaan. Ajatuksena on, että korkean taajuuden vaihtelut nähdään kausivaihteluna tai epäsäännöllisyyksinä, pidemmät vaihtelut tulkitaan osaksi tuotannon trendiä, kun taas näiden väliin asettuvat vaihtelut katsotaan suhdanneluontoisiksi (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017). Suhdannevaihteluiksi voidaan tulkita vaihtelut, jotka ovat pidempiä kuin kuusi neljänestä, mutta lyhyempiä kuin 32 neljänestä (Baxter ja King, 1999).

Symmetriseen liukuvaan keskiarvoon pohjautuva Baxter–King-suodin on esimerkki taajuusperusteisesta suotimesta. Yksi Baxter–King-suotimen hyödyistä on, että menetelmä on läpinäkyvä sen suhteen, minkä taajuuden vaihtelut katsotaan yhtäältä suhdanne- ja toisaalta trendivaihteluiksi (Álvarez ja Gómez-Loscos, 2017). Poliittikkatyön kannalta Baxter–King-suotimen suurin heikkous on, että arviota potentiaalisesta tuotannosta ei saada viimeisimmille vuosille, koska suodin perustuu liukuvaan keskiarvoon. Jos estimoinnissa käytettävä viipeiden ja tulevien arvojen määrä asetetaan Baxter ja King (1999) mukaisesti kahteentoista, ei potentiaalisen tuotannon estimaattia voida mallin perusversiolla laskea havaintojakson kolmelle ensimmäiselle ja kolmelle viimeiselle vuodelle.

Baxter–King-suotimen lisäksi Christiano ja Fitzgeraldin (2003) ehdottama suodin sekä Butterworth-suotimet perustuvat ajatukseen, että suhdanteet ovat tietyllä taajuudella tapahtuvia vaihteluita. Toisin kuin liikuvaan keskiarvoon perustuvassa Baxter–King-suotimessa, Christiano ja Fitzgeraldin sekä Butterworth-suotimissa ei menetetä havaintoja aikasarjan päätepis-teistä, vaan potentiaalisen tuotannon taso voidaan arvioida koko havaintoajanjaksolle. Vaikka lähtökohtaisesti Butterworth-suodin suodattaa pois vain korkean taajuuden signaalit, voidaan siitä rakentaa versio, joka suodattaa pois sekä korkean että matalan taajuuden vaihtelut.

Potentiaalista tuotantoa voidaan estimoida myös yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien malleilla. Näissä malleissa BKT:n ajatellaan koostuvan trendistä, syklistä osasta sekä joskus myös epäsäännöllisestä komponentista. Kaikki kolme komponenttia nähdään malleissa havaitsemattomina muuttujina, jotka estimoidaan BKT-aikasarjaan perustuen. Havaitsemattomien muuttujien malli voidaan määritellä monella eri tapaa muuttamalla oletuksia siitä, miten BKT:n syklinen ja trendiosa määräytyvät. Tämä tarkoittaa muun muassa oletuksia siitä, miten BKT:n trendin taso ja/tai kulmakerroin voivat vaihdella yli ajan. BKT:n trendin voidaan esimerkiksi olettaa seuraavan satunnaiskulkua vakio-termillä, kun taas syklisen osan oletetaan kehittyvän puhtaana satunnaiskulkuna. Muun

muassa Clark (1987), Watson (1986) sekä Harvey ja Jäger (1993) ovat esittäneet erilaisia versioita havaitsemattomien komponenttien malleista.

Havaitsemattomien muuttujien mallit estimoidaan käyttäen Kalman-suodinta. Yksi havaitsemattomien komponenttien mallien vahvuuksista on, että ne ovat joustavia ja mahdollistavat BKT:n trendin sekä syklin määrittelyn monella eri tapaa. Toinen etu on, että estimoinnissa käytettävä Kalman-suodin tuottaa keskivirheet, mikä mahdollistaa potentiaalisen tuotannon arvioon sisältyvän epävarmuuden arvioinnin (Cotis ym., 2004). Havaitsemattomien komponenttien mallien heikkoutena on – samoin kuin muiden yhden muuttujan, puhtaasti tilastollisten menetelmien –, että ne hyödyntävät tietoa ainoastaan BKT-aikasarjasta itsestään. Ne eivät myöskään mahdollista potentiaalisen tuotannon syvempää taloustieteellistä analyysyä. Lisäksi tehdyt oletukset prosessin ominaisuuksista, jonka perusteella tuotannon trendi määräytyy, vaikuttavat menetelmällä tuotettuihin arvioihin potentiaalisesta tuotannosta (Melolinna, 2010; McMorrow ja Roeger, 2001).

2.2 Monen muuttujan menetelmät

Tilastollisten, yhden muuttujan menetelmien yhtenä heikkoutena on, että niistä puuttuu linkki talousteoriaan. Potentiaalisen tuotannon estimointimenetelmiä onkin kehitetty ottamalla huomioon tietoa myös muista muuttujista – kuin vain BKT:sta itsestään – talousteoriaan perustuen. Tätä kautta voidaan vahvistaa linkkiä talousteoriaan sekä parantaa menetelmien tilastollisia ominaisuuksia esimerkiksi lieventämällä loppupisteharhaa ja täten parantamalla arviointimenetelmien reaaliaikaista tarkkuutta (Borio ym., 2014).

Monista yllä läpikäydyistä yhden muuttujan tilastollisista suotimista on olemassa monimuuttujaversio. Esimerkiksi laajasti käytetystä HP-suotimesta, havaitsemattomien komponenttien malleista sekä Beveridge–Nelson-hajotelmasta on kehitetty monimuuttujaversioita, jotka hyödyntävät muutakin taloudellista informaatiota kuin pelkkää BKT-aikasarjaa.

HP-suotimen monimuuttujaversiossa minimointiongelmaa on täydennetty sisällyttämällä siihen suhdanneluontoisen työttömyyden ja tuotantokuilun välistä suhdetta kuvaava Okunin laki, inflaation ja tuotantokuilun välistä suhdetta kuvaava Phillipsin käyrän yhtälö (Laxton ja Tetlow, 1992) sekä joissain tapauksissa myös tuotantokuilun ja kapasiteetin käyttöasteen välistä suhdetta kuvaava yhtälö (Conway ja Hunt, 1997). Ajatuksena on, että arvioita potentiaalisen tuotannosta voidaan tarkentaa hyödyntämällä estimoinnissa laajempaa tietomäärää. Moniulotteiseen HP-suotimeen liittyy kuitenkin sama loppupisteharhan ongelma kuin perusversioon. Moniulotteisessa HP-suotimessa haasteena on myös, miten minimointiongelmassa, josta potentiaalinen tuotanto ratkaistaan, painotetaan eri talousteoriaan pohjautuvista suhteista johdettua lisäinformaatiota, koska painot voidaan

valita monella eri tapaa. Laxton ja Tetlow (1992) esittävät, että painot voidaan valita esimerkiksi sen mukaan, miten paljon epävarmuutta kuhunkin lisäinformaatiokomponenttiin liittyy.

Monen muuttujan havaitsemattomien komponenttien malleissa yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallia laajennetaan hyödyntämällä potentiaaliseen tuotantoon liittyviä talusteoriaan pohjautuvia riippuvuussuhteita. Malliin voidaan sisällyttää esimerkiksi inflaation ja tuotantokuilun välistä suhdetta kuvaava Phillipsin käyrä, kuten Kuttnerin (1994) mallissa. Tällöin potentiaalisen tuotannon estimoinnissa käytetään sekä BKT – että inflaatioaikaasarjaa. Monen muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallissa voidaan hyödyntää myös Okunin lakia eli suhdanneluonteisen työttömyyden ja tuotantokuilun välistä negatiivista riippuvuussuhdetta, jolloin potentiaalisen tuotannon arvio perustuu tietoon sekä työttömyydestä että BKT:sta. Apel ja Jansson (1999) puolestaan hyödyntävät mallissaan molempia – sekä Phillipsin käyrää, että Okunin lakia – potentiaalisen tuotannon estimoinnissa.

Kuten yhden muuttujan mallien tapauksessa, myös monen muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallit estimoidaan käyttämällä Kalman-suodinta. Näin ollen mallien etuna on, että niiden tuottamiin estimaatteihin liittyvää epävarmuutta on mahdollista arvioida. Mallien yhtenä heikkoutena voidaan pitää sitä, että yhden muuttujan menetelmiin verrattuna ne vaativat enemmän oletuksia eri parametreista, kuten esimerkiksi parametreista, jotka kuvaavat prosessien ominaisuuksia, joiden perusteella trendi ja sykliset osat määräytyvät (Anderton ym., 2014).

Tuotantofunktiomenetelmä on puolestaan varsin laajasti käytössä oleva talusteoriaan pohjautuva menetelmä arvioida potentiaalista tuotantoa. Tuotantofunktiomenetelmää käyttävät esimerkiksi OECD ja Euroopan komissio. Menetelmän lähtökohtana on koko kansantalouden tuotantofunktio, jossa talouden tuotanto pilkotaan talusteorian mukaisesti eri tekijöihinsä, eli pääoman, työpanoksen ja teknologisen kehityksen kontribuutioihin. Useimmiten tuotantofunktion oletetaan olevan Cobb-Douglas -muotoa, jossa skaalatuotot ovat vakioiset. Menetelmässä tuotantofunktiota arvioidaan tilanteessa, jossa työpanoksen ja pääomaresurssien käyttöaste on normaalitasolla (ei yli- tai alikäytössä) ja teknologinen kehitys pitkän aikavälin trendikehityksen mukaista (Álvarez ja Gómez-Lozcos, 2017). Tuotantofunktiomenetelmä edellyttää siis työpanoksen, pääomaresurssien sekä teknologisen kehityksen potentiaalisen tason arviointia.

Tuotantofunktiomenetelmän hyötynä on, että se mahdollistaa potentiaalisen tuotannon muutosten taustalla olevien tekijöiden analysoinnin talusteorian näkökulmasta (Havik ym., 2014). Toisin sanoen sen avulla voidaan tutkia, kuinka suuri osa potentiaalisen tuotannon muutoksesta tulee pääomasta, työpanoksesta ja teknologisesta kehityksestä. Poliittikanäkökulmasta menetelmän vahvuus on, että se on varsin luotettava aineiston

loppupisteissä (Cotis ym., 2004). Yksi menetelmän heikkouksista on, että se vaatii oletuksia tuotantofunktion muodosta ja skaalaeduista (Havik ym., 2014). Kyseiset oletukset sekä se, miten hyvin ne vastaavat todellisuutta, puolestaan vaikuttavat arvioihin potentiaalisesta tuotannosta. Tuotantofunktiomenetelmän tietovaateet ovat myös suuremmat kuin yhden muuttujan menetelmien, koska menetelmä edellyttää aikasarjaa esimerkiksi työtunneista sekä pääomasta. Tuotannontekijöiden potentiaalisen tason estimointi ei myöskään ole täysin yksiselitteistä (Álvarez ja Gómez-Lozcos, 2017). Tuotantofunktiomenetelmä sisältää esimerkiksi arvion NAIRU:sta tai NAWRU:sta eli alhaisimmasta työttömyyden tasosta, joka voidaan saavuttaa ilman, että inflaatio alkaa kiihtyä tai palkat nousta. Koska NAIRU ja NAWRU ovat havaitsemattomia suureita, ne joudutaan estimoimaan, jolloin niihin liittyy epävarmuutta. Tuotannontekijöiden potentiaalisen tason estimoinnissa käytetään myös usein yhden muuttujan tilastollisia menetelmiä, kuten HP-suodinta, mikä saattaa synnyttää loppupisteharhaa potentiaalisen tuotannon arvioihin. Tuotantofunktiomenetelmän ongelmiin lukeutuu myös se, että potentiaalisen tuotannon estimaatteihin liittyvää epävarmuutta on mahdotonta arvioida formaalisti (Cotis ym., 2004).

Toinen taloustieteelliseen teoriaan pohjautuva menetelmä estimoida potentiaalista tuotantoa on niin kutsutut rakenteelliset vektoriautoregressiiviset mallit (SVAR-mallit). SVAR-mallien tarkoituksena on kuvata muuttujien välisiä dynaamisia suhteita. Ne koostuvat joukosta muuttujia, jotka esitetään muuttujien omien viivästettyjen arvojensa sekä muiden muuttujien lineaarisena funktiona. Tekemällä oletuksia muuttujien välisistä suhteista ja sokkien luonteesta SVAR-malleilla voidaan estimoida erilaisia sokkeja. Sokkien avulla puolestaan voidaan arvioida potentiaalista tuotantoa laskelmalla, mikä tuotannon taso olisi, jos sellaisten sokkien vaikutukset, jotka eivät vaikuta potentiaalisen tuotantoon, jätetään huomioimatta.

Yksi esimerkki potentiaalisen tuotannon estimointiin käytettävistä SVAR-malleista on niin kutsuttu Blanchard ja Quah'n (1989) malli. Kyseessä on kahden muuttujan – työttömyyden ja tuotannon – rakenteellinen vektoriautoregressiivinen malli. Blanchard ja Quah -mallissa oletetaan, että työttömyyteen ja tuotantoon vaikuttavat kaksi eri sokkia, jotka voidaan tulkita kysyntä- ja tarjontasokeiksi. Kysyntäsokkeilla oletetaan olevan vain väliaikaisia vaikutuksia työttömyyteen ja tuotantoon, kun taas tarjontasokit voivat vaikuttaa pysyvästi tuotantoon. Blanchard ja Quah -mallissa potentiaalinen tuotanto vastaa tuotannon pysyvää tasoa eli tuotannon tasoa, joka vallitsisi ilman kysyntäsokkeja.

Yksi Blanchard ja Quah -mallin eduista on, että siihen ei liity loppupisteharhaa (Billmeier, 2006). Malli myös huomioi tarjontasokkien, kuten teknologiasokkien, vaikutuksen potentiaaliseen tuotantoon, mitä yhden muuttujan tilastolliset menetelmät eivät mahdollista (Chagny ja Döpke, 2001). Mallin rajoitteina on tuotu esiin se, että SVAR-mallien tulokset ovat herkkiä sokkien identifioinnissa käytetyille oletuksille, joita ei voida testata (Cooley and Dwyer, 1998). On myös kyseenalaistettu, onko mallissa tehty oletus, että

pitkävaikutteiset sokit ovat tarjontasokkeja ja lyhytvaikutteiset sokit puolestaan kysyntä-sokkeja, oikea (Chagny ja Döpke, 2001; Álvarez ja Gómez-Lozcos, 2017).

Yllä kuvattujen menetelmien lisäksi potentiaalista tuotantoa voidaan estimoida myös dynaamisten stokastisten yleisen tasapainon mallien eli DSGE-mallien avulla. DSGE-mallit – kuten Valtiovarainministeriön Kooma-malli – ovat makrotaloudellisia malleja, jotka perustuvat mikrotaloudellisiin oletuksiin hyötyä maksimoivista yksilöistä sekä voittoa maksimoivista yrityksistä. DSGE-mallit sisältävät reaalisia ja nimellisiä jäykkyyksiä (Newby ja Orjaniemi, 2012), mikä tarkoittaa, että esimerkiksi hinnat, palkat tai pääoma eivät välittömästi sopeudu taloutta kohdanneisiin sokkeihin. Johtuen viiveistä hintojen ja nimellispalkkojen sopeutumisessa, talous voi DSGE-malleissa väliaikaisesti poiketa potentiaalisesta tuotannon tasostaan (Vetlov ym., 2011).

DSGE-malleissa potentiaalinen tuotanto voidaan tulkita kolmella eri tavalla: 1) tuotannon pitkän aikavälin kasvu-urana, jonka määrittelevät pysyvät teknologiasokit, 2) tuotannon tehokkaana tasona, joka vallitsee hintojen ja palkkojen ollessa täysin joustavia ja kilpailun täydellistä tai 3) tuotannon luonnollisena tasona, joka vallitsee, kun kilpailu on epätäydellistä, mutta palkat ja hinnat täysin joustavia (Vetlov ym., 2011). Edellä kuvatuista kolmesta vaihtoehdosta ensimmäinen on lähimpänä perinteisten menetelmien määritelmä potentiaalisesta tuotannosta. Kaksi jälkimmäistä puolestaan ovat suhdanneherkempiä ja vaihtelevat enemmän yli ajan, koska ne sisältävät myös lyhytaikaisten sokkien vaikutuksia (Álvarez ja Gómez-Lozcos, 2017).

DSGE-mallien etuna on, että ne mahdollistavat potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun analyysin ja tulkinnan talousteoriaan pohjautuen (Vetlov ym., 2011). DSGE-mallien yhtenä heikkoutena on, että niillä tuotetut potentiaalisen tuotannon estimaatit riippuvat mallin rakenteesta sekä kalibroinnista (Haavio, 2008). Näin ollen esimerkiksi päätökset mallissa käytetyistä funktiomuodoista, palkkojen muodostumisesta tai parametriarvoista vaikuttavat potentiaalisen tuotannon uraan. Poliittikatyon kannalta yhtenä DSGE-mallien heikkoutena voidaan pitää sitä, että DSGE-mallien perinteisistä menetelmistä poikkeava potentiaalisen tuotannon määritelmä saattaa olla vaikeasti kommunikoitavissa (Hjelm ja Jönsson, 2010) ja näin ollen vaikea hahmottaa.

Yleisesti ottaen arvioihin potentiaalisesta tuotannosta, ja täten tuotantokuilusta, liittyy epävarmuutta. Yhtäältä epävarmuutta syntyy siitä, ettei tiedetä, mikä on oikea tapa mallintaa potentiaalista tuotantoa, koska potentiaalisen tuotannon todellista tasoa ei voida havaita. Toisaalta epävarmuutta liittyy estimointeihin parametreihin, sillä estimaatit voivat vaihdella estimointiajanjaksosta riippuen. (Guérin et al. 2011)

Eri menetelmät on tiivistetty Taulukossa 1.

Taulukko 1. Yhteenvedo potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun estimointimenetelmistä

| | Menetelmä | Vahvuus | Heikkous |
|-----------------|--|--|--|
| Yhden muuttujan | HP-suodin | Yksinkertainen, helppo ja läpinäkyvä (Alvarez ja Gomez-Losc0s, 2017) | Ei huomioi rakenteellisia muutoksia (Billmeier, 2006) Merkittävä loppupisteharha Ei linkkiä talousteoriaan Herkkä sille, miten estimoinnissa painotetaan trendin tasaisuutta suhteessa trendin yhteensopivuuteen toteutuneen aikasarjan kanssa (Chagny ja Döpke, 2001) Saattaa tuottaa suhdanneluonteista käytöstä, joka ei ole ominaista aikasarjalle (Billmeier, 2006) |
| | Beveridge–Nelson-hajotelma | Ei loppupisteharhaa (Cotis ym., 2004) Ei vaadi oletuksia parametriarvoista (European Commission, 2003) | Kohina potentiaalisen tuotannon estimaatissa (Alvarez ja Gomez-Losc0s, 2017) Useampi ARIMA-spesifikaatio voi sopia aineistoon yhtä hyvin, mutta tuottaa eri kuvan syklistä ja trendistä (Canova, 1998; Alvarez ja Gomez-Losc0s, 2017) Ei linkkiä talousteoriaan |
| | Taajuusperusteiset suotimet Baxter–King, Christiano–Fitzgerald, Butterworth-suotimet | Läpinäkyvä sen suhteen, minkä taajuuden vaihtelut katsotaan suhdanne- ja trendiluonteisiksi (Alvarez ja Gomez-Losc0s, 2017) Helppous | Baxter–King-suodin: ei potentiaalisen tuotannon arviota viimeisimmille havaintovuosille Ei linkkiä talousteoriaan |
| | Yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallit | Joustava; tuotannon trendi voidaan määrittellä monella eri tapaa Mahdollistaa potentiaalisen tuotannon estimaattiin liittyvän epävarmuuden arvioinnin (Cotis ym., 2005) | Ei linkkiä talousteoriaan Tulokset riippuvat spesifikaatiosta |
| Monen muuttujan | Monen muuttujan HP-suodin | Talousteorian (kuten Phillipsin käyrän, Okunin lain) sekä muun kuin BKT-aikasarjan hyödyntäminen estimoinnissa | Loppupisteharha Herkkä sille, miten trendin tasaisuutta sekä talousteoriaan perustuvia riippuvuussuhteita painotetaan estimoinnissa |
| | Monen muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallit | Hyödyntää talousteoriaa sekä muuta kuin BKT-aikasarjaa estimoinnissa Joustava; tuotannon trendi voidaan määrittellä monella eri tapaa Mahdollistaa potentiaalisen tuotannon estimaattiin liittyvän epävarmuuden arvioinnin | Tulokset riippuvat spesifikaatiosta Vaatii enemmän oletuksia esim. eri parametreista kuin yksiulotteiset menetelmät (Anderton ym., 2014) |

| | | | |
|-----------------|--|---|--|
| Momen muuttujan | Blanchard ja Quah rakenteellinen VAR-malli | <p>Linkki taloustieteelliseen teoriaan</p> <p>Hyödyntää laajempaa tietopohjaa kuin vain tuotantoaikasarjaa estimoinnissa</p> <p>Huomioi tarjontashokkiehän vaikutuksen potentiaaliseen tuotantoon (Chagny ja Döpke, 2001)</p> <p>Ei sisällä loppupisteharhaa (Billmeier, 2006)</p> <p>Huomioi rakenteellisten shokkien vaikutuksen potentiaaliseen tuotantoon (Chagny ja Döpke, 2001)</p> | <p>Herkkä shokkien identifoinnissa käytetyille oletuksilla, jotka eivät ole testattavissa (Cooley ja Dwyer, 1998)</p> <p>Oletuksen, jonka mukaan lyhytaikaiset sokit ovat kysyntäsokkeja ja pitkäaikaiset tarjontasokkeja paikkansa pitävyys (Chagny ja Döpke, 2001; Alvarez ja Gomez-Loscos, 2017)</p> |
| | Tuotantofunktio-menetelmä | <p>Mahdollistaa potentiaalisen tuotannon osatekijöiden analysoinnin talusteoriaan perustuen (Havik ym., 2014)</p> <p>Varsin hyvä luotettavuus aineiston pääte-pisteissä (Cotis ym., 2004)</p> <p>Hyödyntää laajempaa tietopohjaa kuin vain tuotantoaikasarjaa estimoinnissa</p> | <p>Herkkä oletuksille tuotantofunktion muodosta sekä skaalaeduista (Havik ym., 2014)</p> <p>Aineistovaatimukset – vaatii mm. aikasarjaa pääomakannasta</p> <p>Ei mahdollista estimaattiin liittyvän epävarmuuden arviointia formaalisti (Cotis ym., 2004)</p> <p>Haasteet tuotannontekijöiden potentiaalisen tason estimoinnissa (Alvarez ja Gomez-Loscos, 2017)</p> |
| | Dynaamiset stokastiset yleisen tasapainon mallit (DSGE-mallit) | <p>Mahdollistaa monipuolisen talusteoriaan pohjautuvan analyysiin ja tulkinnan (Vetlov ym., 2011)</p> <p>Mahdollistaa potentiaalisen tuotannon tulkitsemisen monella eri tavalla</p> | <p>Herkkä mallin rakenteelle ja kalibroinnille (Haavio, 2008)</p> <p>Perinteisistä menetelmistä poikkeavan potentiaalisen tuotannon määrittelmän kommunikointi ja ymmärrettävyys (Hjelm ja Jönsson, 2010)</p> |

2.3 Kirjallisuuskatsaus – potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun arviointi Suomelle

Potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun arviointia on tutkittu Suomen näkökulmasta useammassa tutkimuksessa (ks. yhteenveto Taulukossa 2). Billmeier (2006) vertailee tutkimuksessaan eri tilastollisten sekä taloustieteen teoriaan pohjautuvien menetelmien mukaisia tuotantokuiluarvioita Suomelle. Billmeier (2006) toteaa, että BKT:n isot vaihtelut tekevät potentiaalisen tuotannon ja siten tuotantokuilun estimoinnista Suomelle vaikeaa. Puhtaasti tilastollisille arviointimenetelmille esimerkiksi Suomen 1990-luvun loppupuolen nousujohteinen talouskehitys aiheuttaa haasteita potentiaalisen tuotannon arvioinnissa; vaikka 1990-luvun nousujohteinen talouskehityksen taustalla oli monia positiivisia rakenteellisia muutoksia, kuten ICT-sektorin nousu, näyttäytyy kehitys pitkälti suhdanneluonteisena (Billmeier, 2006).

Haavio (2008) vertailee HP-suotimella, tuotantofunktio-menetelmällä ja Suomen Pankin DSGE-malli Ainolla tuotettuja tuotantokuilu-estimaatteja Suomelle. Hän havaitsee, että

Suomen pankin DSGE-malli Ainolla tuotetut tuotantokuiluestimaatit ovat itseisarvoltaan tuotantofunktiomenetelmän ja HP-suotimen mukaisia tuotantokuiluestimaatteja pienempiä. Tiettyinä ajanjaksoina, kuten vuosina 2001–2002, myös eri menetelmien tuottamien tuotantokuiluestimaattien etumerkit poikkeavat toisistaan. Taustalla on se, että talouden rakennemuutokset ja muutokset vientimarkkinoiden kasvussa heijastuvat eri tavalla DSGE-mallilla ja perinteisimmillä menetelmillä tuotettuihin potentiaalisen tuotannon estimaatteihin; DSGE-mallissa rakennemuutos tai vientimarkkinoiden hidastuminen näkyvät muutoksina potentiaalisen tuotannon urassa (Haavio, 2008).

Taulukko 2. Aiempi tutkimus potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun estimoinnista Suomelle

| Tutkimus | Käsitellyt menetelmät |
|--|--|
| Billmeier (2006) | Iso joukko yksi- ja moniulotteisia, tilastollisia ja rakenteellisia menetelmiä |
| Haavio (2008) | HP-suodin, yleisen tasapainon Aino-malli ja tuotantofunktiomenetelmä |
| Melolinna (2010) | HP-suodin, yhden muuttujan ja monen muuttujan havaitsemattomien komponenttien malleja |
| Virkola (2013) | OECD:n, Komission ja IMF:n tuotantofunktiomenetelmä (erityisesti rakenteellisen budjettitasapainon näkökulmasta) |
| Newby ja Orjasniemi (2012) | Yleisen tasapainon Aino-malli ja tuotantofunktiomenetelmä |
| Kuusi (2015) | Komission tuotantofunktiomenetelmä (erityisesti rakenteellisen budjettitasapainon näkökulmasta) |
| Huovari, Jauhiainen ja Kekäläinen (2017) | Komission tuotantofunktiomenetelmä (erityisesti rakenteellisen budjettitasapainon näkökulmasta) |
| Jysmä, Kiema, Kuusi ja Lehmus (2019) | Komission tuotantofunktiomenetelmä (tavat kehittää menetelmää) |
| Sariola (2019) | Monen muuttujan havaitsemattomien komponenttien malli |

Melolinna (2010) puolestaan havaitsee, että havaitsemattomien komponenttien menetelmällä tuotetut estimaatit potentiaalisesta tuotannosta vaihtelevat eri mallispesifikaatioiden välillä. Toisin sanoen, oletukset niiden prosessien ominaisuuksista, joiden perusteella syklinen ja trendiosa määräytyvät vaikuttavat paljon siihen, millaisen kuvan malli antaa talouden tilanteesta. Melolinnan (2010) vertailussa havaitsemattomien komponenttien malleilla estimoidut tuotantokuilut ovat laadullisesti lähellä OECD:n tuotantofunktiomenetelmällä tuotettuja arvioita, poikkeuksena kuitenkin spesifikaatio, jossa sekä tuotannon trendin taso että kulmakerroin voivat vaihdella yli ajan.

Newby ja Orjasniemi (2012) vertailevat selvityksessään Suomen Pankin käyttämällä tuotantofunktiomenetelmällä sekä Suomen Pankin estimoidulla yleisen tasapainon Aino-mallilla tuotettuja potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuiluestimaatteja. He havaitsevat, että yleisen tasapainon mallin estimaatit muuttuvat enemmän kuin tuotantofunktiomenetelmän estimaatit, kun estimoinnissa käytettävä aineisto täydentyy uusilla havainnoilla.

Kuusi (2015) ja Virkola (2013) käsittelevät potentiaalisen tuotannon arviointia erityisesti rakenteellisen budjettitasapainon ja tuotantofunktiomenetelmän näkökulmasta. Kuusi (2015)

keskitty arvioimaan erityisesti Euroopan komission käyttämää tuotantofunktiomenetelmää, kun taas Virkola (2013) vertailee OECD:n, Komission ja IMF:n tuotantofunktiomenetelmillä tuotettuja tuotantokuiluestimaatteja Suomelle. Vaikka OECD:n, Komission ja IMF:n tuotantokuiluestimaatit pohjautuvat kaikki tuotantofunktiomenetelmään, on menetelmien yksityiskohdissa – esimerkiksi rakenteellisen työttömyyden estimointiin liittyen – eroavaisuuksia. Virkolan (2013) vertailuissa näkyy, että OECD:n, IMF:n ja komission potentiaalisen tuotannon estimaattien tasot poikkeavat välillä merkittävästikin toisistaan, mutta tuotantokuilun muutokset ovat yleisesti ottaen samansuuntaisia. Kuusi (2015) puolestaan esittää, että komission tapaan estimoida NAWRUa osana tuotantofunktiomenetelmää liittyy ongelmia. Hän toteaa, että NAWRU-estimaatteja voitaisiin kehittää tarkastelemalla uudelleen työttömyyden rakenteellisen ja syklisen osan suuruutta koskevia ennako-oletuksia.

Huovari ym. (2017) puolestaan analysoivat, miten eri mallinnusvalinnat ja oletukset vaikuttavat Euroopan komission käyttämän tuotantofunktiomenetelmän mukaisiin arvioihin tuotantokuilusta ja rakenteellisesta jäämästä. Keskeinen havainto on, että arviot tuotantokuilusta Suomelle vaihtelevat merkittävästi riippuen erityisesti oletuksista koskien työttömyyden trendiä sekä osallistumisastetta.

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisussa Jysmä ym. (2019) keskittyvät myös Euroopan komission käyttämään tuotantofunktiomenetelmään ja tarkastelevat mahdollisia eri tapoja kehittää menetelmää Suomen näkökulmasta. Yksi tarkastelun kohde on vaihtoehtoinen tuotantofunktion muoto; Cobb–Douglas-funktion sijaan käytetään vakioisen substituutiojouston (CES) tuotantofunktiota. Sen lisäksi tutkimuksessa käytetään uutta tilastollista menetelmää (Sequential Monte Carlo) työttömyyden ja osallistumisasteen sekä työvoiman ja pääoman käytön tehokkuuden suhdannekäyttäytymisen arvioimiseksi.

Jysmä ym. (2019) tulokset viittaavat siihen, että vakioisen substituutiojouston tuotantofunktio kuvaa Suomen taloutta paremmin kuin komission käyttämä Cobb–Douglas-tuotantofunktio. Vakioisen substituutiojouston tuotantofunktion mukaiset arviot potentiaalisesta tuotannosta ovat myös vähemmän myötäsyklisiä kuin Cobb–Douglas-tuotantofunktion perustuvat arviot. Tuotantokuiluarviot, jotka hyödyntävät uusia arvioita tuotantofunktion komponenttien suhdannekäyttäytymisestä, viittaavat myös siihen, että suhdannevaihtelujen merkitys Suomen taloudelle on ollut komission menetelmän mukaisia arvioita suurempi. Tutkimuksessa todetaan kuitenkin, että myös uuden menetelmän mukaiset reaaliaikaiset arviot erityisesti inflaationeutraalista tasapainotyöttömyydestä ja työpanoksen tuottavuudesta ovat herkkiä tarkentumaan, kun estimoinnin pohjalla olevat aikasarjat täydentyvät ja tarkistuvat.

Uusimmassa Suomea koskevassa tarkastelussa Sariola (2019) arvioi Suomen potentiaalista tuotantoa menetelmällä, jossa yhdistyvät monen muuttujan havaitsemattomien komponenttien malli sekä tuotantofunktiolähestymistapa. Menetelmässä tuotantofunktion eri

tuotannontekijöiden potentiaalista tasoa arvioidaan samanaikaisesti eikä yksittäin kuten esimerkiksi Euroopan komission käyttämässä tuotantofunktiomenetelmässä. Tutkimuksessa käytetyssä havaitsemattomien komponenttien malli hyödynnetään talousteorian ajatuksia mm. Phillipsin käyrästä sekä Okunin laista. Sariola (2019) havaitsee, että kapasiteetin käyttöasteen ja pitkäaikaistyöttömyyden mukaan ottaminen potentiaalisen tuotannon estimointimalliin parantaa reaaliaikaisen tuotantokuiluarvion luotettavuutta.

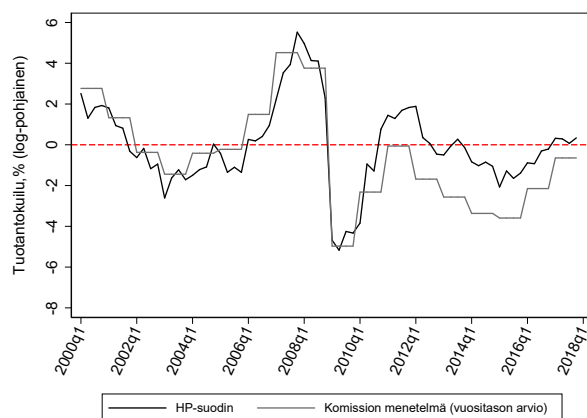
3 Eri arviointimenetelmät Suomen näkökulmasta

Tässä osiossa tarkastellaan eri menetelmillä tuotettuja tuotantokuiluestimaatteja Suomelle. Vertailukohtana toimii valtiovarainministeriön tuotantokuiluarvio, joka on laskettu Euroopan komission yhdessä jäsenmaiden kanssa kehittämällä tuotantofunktiomenetelmällä. Painopiste empiirisessä vertailussa on tilastollisissa menetelmissä.

Potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun estimoinnissa käytetään Tilastokeskuksen reaaliaikaisia, kausitasoitettua ja työpäiväkorjattua BKT-aikasarjaa ajalta 1990q1–2017q4 sekä kuluttajahintaindeksistä laskettua neljännesvuosi-inflaatiota. Aikasarjoja täydennetään valtiovarainministeriön syksyn 2018 BKT- ja inflaatioennusteilla vuosille 2018–2020. Tuotantofunktiomenetelmän mukainen tuotantokuiluarvio on poikkeus. Se perustuu valtiovarainministeriön syksyn 2018 Taloudellisen katsauksen laskelmiin ja on vuositasoinen.

3.1 Tuotantokuilu eri menetelmillä

Laajalti käytetyn HP-suotimen mukainen tuotantokuiluarvio on esitetty Kuviossa 1. HP-suotimen mukainen tuotantokuiluarvio on varsin lähellä Komission menetelmällä laskettua tuotantofunktiomenetelmän mukaista estimaattia aina noin vuoteen 2010 asti. Noin viimeisen viiden vuoden aikana HP-suotimen mukainen näkemys Suomen talouden suhdannetilanteesta on tuotantofunktiomenetelmää selvästi positiivisempi. HP-suotimen perusteella tuotantokuilu on vuonna 2017 sulkeutunut, kun taas tuotantofunktiomenetelmä arvioi tuotantokuilun edelleen negatiiviseksi vuonna 2017. HP-suotimen kohdalla viimeisimpiin havaintoihin sisältyy epävarmuutta, koska HP-suotimeen liittyy merkittävä loppupisteharhan ongelma.



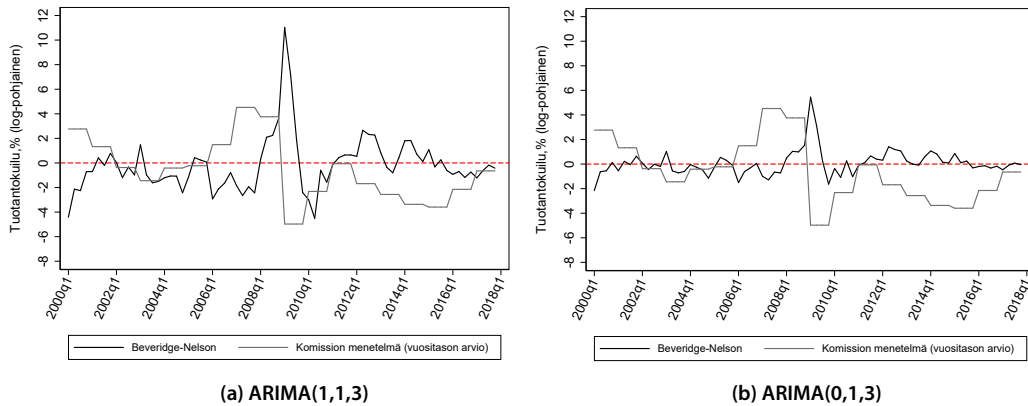
Kuvio 1. Tuotantokuilu HP-suotimella

HUOM. Komission tuotantofunktiomenetelmän mukainen tuotantokuiluarvio on vuositasoinen. Kuviossa kunkin vuoden jokaisella neljänneksellä tuotantokuiluarviona on esitetty sama vuositasoinen arvio.

Kuviossa 2 on esitetty Beveridge–Nelson-hajotelman mukainen tuotantokuiluarvio Suomelle. Kuvion ensimmäisessä paneelissa on ARIMA(1,1,3)- ja toisessa ARIMA(0,1,3)-malliin pohjautuva hajotelma. Mukana on kaksi versiota hajotelmasta, koska informaatiokriteerien valossa koko aineistossa astetta parempi ARIMA(1,1,3)-malli tuottaa epärealistisen suuria ja volatiileja tuotantokuiluarvioita, kun estimoinnissa käytetään katkaistua, vuoden 2009 alkupuolelle loppuvaa aineistoa.

Lukuun ottamatta finanssikriisin aikaa, ARIMA(0,1,3)-malliin perustuvan Beveridge–Nelson-hajotelman mukaiset tuotantokuilut ovat varsin pieniä. ARIMA(1,1,3)-malliin perustuva tuotantokuiluarvio on ARIMA(0,1,3)-malliin perustuvaa arviota selvästi volatiilimpi. Esimerkiksi finanssikriisin tienoilla ARIMA(1,1,3)-mallin mukainen tuotantokuiluarvio on lähes kaksinkertainen verrattuna sekä ARIMA(0,1,3)-pohjaiseen että tuotantofunktiomenetelmän mukaiseen tuotantokuiluarviioon. Kuvasta 2 näkyy, että Beveridge–Nelson-hajotelman antama kuva tuotantokuilusta vaihtelee sen mukaan, millainen ARIMA-malli hajotelman pohjalle on valittu. Hankalaksi asian tekee se, että yksiselitteistä sääntöä sopivimman ARIMA-mallin valitsemiseksi ei ole.

Molempien Beveridge–Nelson-hajotelmien mukaiset tuotantokuiluarviot poikkeavat useana ajanhetkenä tuotantofunktiomenetelmään pohjautuvasta arviosta eivät ainoastaan tasonsa vaan myös etumerkkinsä puolesta. Näyttäisi siltä, että Beveridge–Nelson-hajotelman antama kuva suhdannekäänteistä seuraa tuotantofunktiomenetelmää viipeellä. Beveridge–Nelson-hajotelma esimerkiksi ajoittaa globaalia finanssikriisiä edeltäneen korkeasuhdanteen ja sitä seuranneen taantuman myöhäisemmäksi kuin tuotantofunktiomenetelmä.



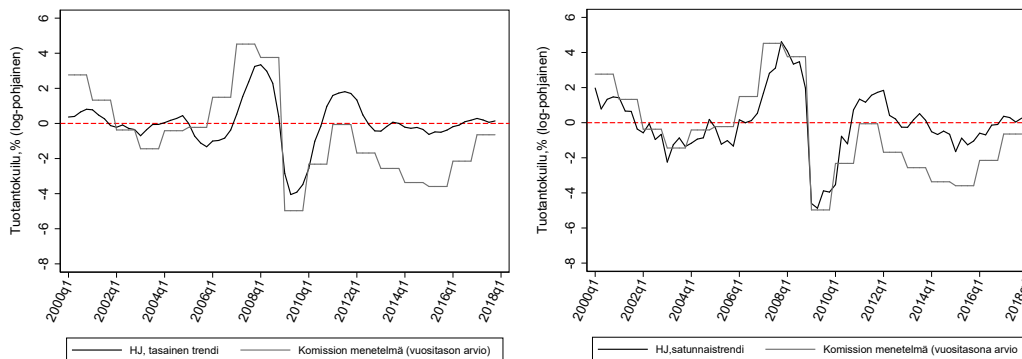
Kuvio 2. Tuotantokuilu Beveridge–Nelson-hajotelmalla

HUOM. Komission tuotantofunktiomenetelmän mukainen tuotantokuiluarvio on vuositasoinen. Kuviossa kunkin vuoden jokaisella neljänneksellä tuotantokuiluarviona on esitetty sama vuositasoinen arvio.

Kuten osiossa 2 todettiin, havaitsemattomien komponenttien malli voidaan määrittellä monella eri tapaa. Kuviossa 3 on esitetty kahden eri tavalla määritellyn yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallin mukainen tuotantokuiluarvio Suomelle.¹ Molemmat mallit ovat muunnelmia Harvey ja Jägerin (1993) esittämästä mallista ja ne on esimoitu käyttäen Kalman-tasointia. Molemmissa mallispesifikaatioissa oletetaan, että shokit tuotannon trendiin ja sykliseen osaan eivät korreloi toistensa kanssa. Mallit poikkeavat toisistaan BKT:n trendiä koskevien oletusten suhteen. Mallissa 1 trendi seuraa satunnaista trendiä ja mallissa 2 on oletettu tasainen trendi. Molemmissa malleissa syklisen osan mallinnuksessa hyödynnetään trigonometrisia funktioita ja suhdanneosan kehitykseen vaikuttavat suhdanteiden pituutta sekä voimakkuutta kuvaavat parametrit.

Havaitsemattomien komponenttien malleilla lasketut arviot tuotantokuilusta vaihtelevat sen mukaan, miten malli on määritetty. Mallin, jossa BKT:n trendiä mallinnetaan satunnaistrendillä, tuotantokuiluarviot ovat volatiilimpia kuin mallin, jossa on tasainen trendi. Satunnaistrendin mallin tuottama arvio tuotantokuilusta on varsin samankaltainen tuotantofunktiomenetelmän kanssa 2000-luvun ensimmäisellä vuosikymmenellä. Tultaessa 2010-luvulle molempien havaitsemattomien komponenttien mallien mukaiset arviot suhdannetilanteesta ovat johdonmukaisesti komission tuotantofunktiomenetelmään pohjautuvaa arviota positiivisempia. Havaitsemattomien komponenttien mallien perusteella tuotantokuilu on havaintoajanjakson lopussa umpeutunut, kun taas tuotantofunktiomenetelmän mukaan kilu on vuonna 2017 edelleen auki.

¹ Kaikki havaitsemattomien komponenttien mallien täyden aikasarjat on esimoitu käyttäen Kalman-tasointia (Kalman smoother)



(a) Harvey ja Jäger (1993); satunnaistrendi

(b) Harvey ja Jäger (1993); tasainen trendi

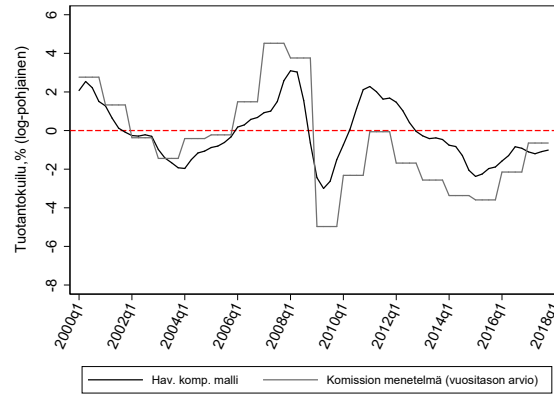
Kuvio 3. Tuotantokasvu yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien malleilla

HUOM. Komission tuotantofunktiomenetelmän mukainen tuotantokasvu-arvio on vuositasoinen. Kuviossa kunkin vuoden jokaisella neljänneksellä tuotantokasvu-arviona on esitetty sama vuositasoinen arvio.

Kuviossa 4 on puolestaan esitetty kahden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallilla estimoitu tuotantokasvu. Mallissa potentiaalisen tuotannon, ja siten tuotantokasvuun, estimoinnissa on käytetty BKT-aikasarjan lisäksi inflaatiota. Malli on mukaelma Kuttnerin (1994) mallista. Mallissa BKT:n trendin oletetaan seuraavan satunnaiskulkua vakioterminä, kun taas BKT:n syklisen osa seuraa AR(2) prosessia. Lisäksi malli sisältää Phillipsin käyrän ideaa heijastelevan yhtälön, jossa inflaatio esitetään vakion, omien viivastettyjen arvojen (3 viivettä) sekä BKT:n syklisen osan viipeen funktiona.²

Kahden muuttujan havaitsemattomien komponenttien malli antaa 2000-luvun alkupuolella monesti hieman pessimistisemmän kuvan suhdannetilanteesta kuin tuotantofunktiomenetelmä. Vuosien 2007–2008 korkeasuhdanteen malli arvioi maltillisemmaksi ja globaalia finanssikriisiä seuranneen pudotuksen pienemmäksi kuin tuotantofunktiomenetelmä. Noin vuodesta 2010 eteenpäin noin vuoden 2016 loppuun asti havaitsemattomien komponenttien mallin mukainen arvio suhdannetilanteesta on puolestaan johdonmukaisesti komission estimaattia positiivisempi. Erityisesti vuoden 2011 suhdannetilanteen menetelmä arvioi paljon paremmaksi kuin tuotantofunktiomenetelmä. Arvio vuoden 2011 suhdannetilanteesta on varsin positiivinen verrattuna mallin mukaisiin tuotantokasvu-arvioihin vuosille 2007–2008. Toisin kuin Harvey ja Jägeriä mukailevat yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallit, kahden muuttujan havaitsemattomien komponenttien malli arvioi – tuotantofunktiomenetelmän tavoin – tuotantokasvuun olevan negatiivinen vuonna 2017.

² Estimoinnissa käytetään neljännesvuosi-inflaatiota vuositasolla.

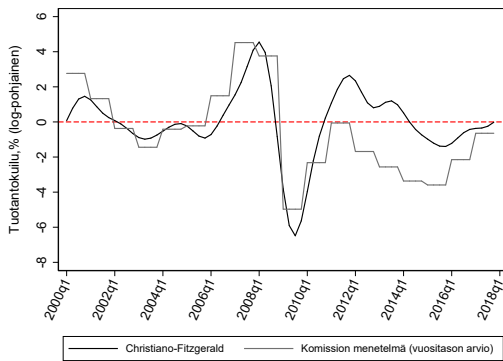


Kuvio 4. Tuotantokuilu kahden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallilla

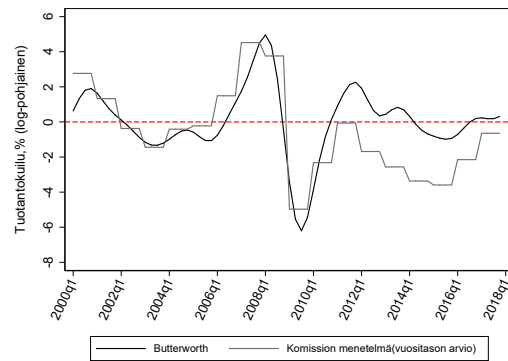
HUOM. Komission tuotantofunktiomenetelmän mukainen tuotantokuiluarvio on vuositasoinen. Kuviossa kunkin vuoden jokaisella neljänneksellä tuotantokuiluarviona on esitetty sama vuositasoinen arvio.

Taajuusperusteisten suotimien mukaiset tuotantokuiluestimaatit on esitetty Kuviossa 5. Christiano–Fitzgerald-, Butterworth³- sekä Baxter King -suotimien antama kuva tuotantokuilusta on erityisesti 2000-luvun alkupuolella monilta osin varsin lähellä tuotantofunktiomenetelmän mukaista arviota. Tultaessa 2010-luvulle, kaikkien taajuusperusteisten suotimien arvio tuotantokuilusta on kuitenkin johdonmukaisesti tuotantofunktiomenetelmää selvästi positiivisempi.

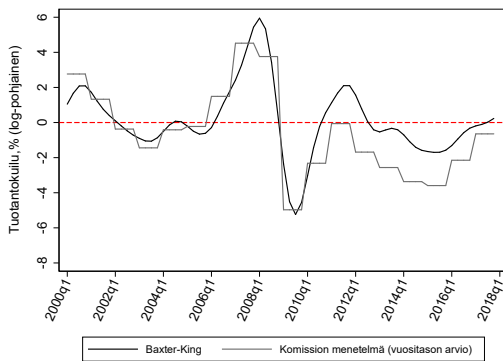
³ Versio suodattimesta, josta sekä matalan että korkean taajuuden vaihtelut suodatettu pois



(a) Christiano-Fitzgerald



(b) Butterworth

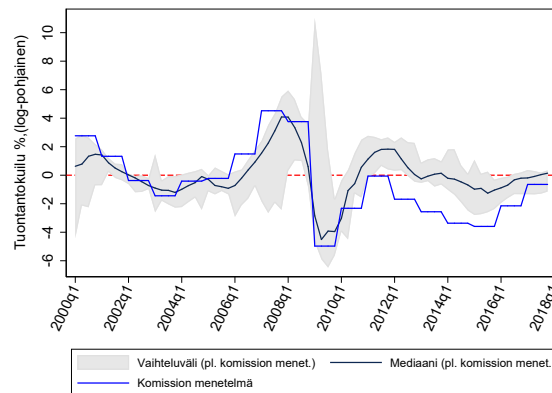


(c) Baxter-King

Kuvio 5. Tuotantokasvu taajuuksiperusteisilla suotimilla

HUOM. Komission tuotantofunktiomenetelmän mukainen tuotantokasvu-arvio on vuositasoinen. Kuviossa kunkin vuoden jokaisella neljänneksellä tuotantokasvu-arviona on esitetty sama vuositasoinen arvio.

Kuviossa 6 on esitetty yllä läpikäytyjen menetelmien mukaisten tuotantokasvu-arvioiden vaihteluväli sekä mediaani suhteessa komission tuotantofunktiomenetelmän mukaiseen tuotantokasvu-arviioon. Ennen vuotta 2010 tuotantofunktiomenetelmän mukainen arvio tuotantokasvusta on pitkälti linjassa muiden menetelmien kanssa. Noin vuodesta 2010 eteenpäin komission tuotantofunktiomenetelmän ja vaihtoehtoisten menetelmien mukaisten suhdannearvioiden välillä on ero; vaihtoehtoisiin menetelmiin perustuva arvio Suomen suhdannetilanteesta on keskimäärin selvästi komission tuotantofunktiomenetelmää positiivisempi. Eroa selittää se, että komission käyttämässä tuotantofunktiomenetelmässä potentiaalista tuotantoa mallinnetaan hyvin eri tavalla kuin vaihtoehtoisissa menetelmissä.



Kuvio 6. Eri menetelmien mukaiset tuotantokuiluarviot suhteessa komission tuotantofunktio-
menetelmän mukaiseen arvioon

HUOM. Muiden menetelmien kuin komission tuotantofunktioimenetelmän mukaiset arviot laskettu neljännesvuosittain, tuotantofunktioimenetelmän mukainen arvio vuosikohtainen. Kuvassa kunkin vuoden jokaisella neljänneksellä tuotantokuiluarviona on esitetty sama vuositaso arvio.

3.2 Arvioiden tarkentuminen ajassa

Tuotantokuiluarvioihin liittyy epävarmuutta ja ne tarkentuvat usein, kun tietoa tulee lisää. Tässä osiossa tarkastellaan tuotantokuiluestimaattien tarkentumista ajassa. Arvioin HP-, Christiano-Fitzgerald-, ja Butterworth -suotimien sekä Beveridge-Nelson -hajotelman mukaisten tuotantokuiluarvioiden tarkentumista ajassa vertailemalla koko aineistoon perustuvaa lopullista tuotantokuiluestimaattia katkaistusta aineistosta laskettuun kvasi-reaaliaikaiseen tuotantokuiluarvioon. Kvasi-reaaliaikainen tuotantokuiluarvio hetkelle t lasketaan käyttäen ajanhetkelle t ulottuvaa aineistoa. Lopullinen tuotantokuiluarvio puolestaan perustuu koko aineistoon. Koska lopullisen tuotantokuiluarvion laskennassa estimoinnin pohjalla on aineisto, jota on täydennetty VM:n vuoteen 2020 asti ulottuvilla ennusteilla, eivät kvasi-reaaliaikainen ja lopullinen arvio vastaa toisiaan aikasarjan lopussa.⁴

Baxter-King -suodin ei ole mukana vertailussa, koska kyseisellä suotimella ei saada laskettua tuotantokuiluestimaattia hetkelle t käyttäen aineistoa, jonka viimeinen havainto ulottuu ajanhetkelle t (estimaattia ei ole saatavilla 12 ensimmäiselle ja viimeisimmälle havaintoajanjaksolle).

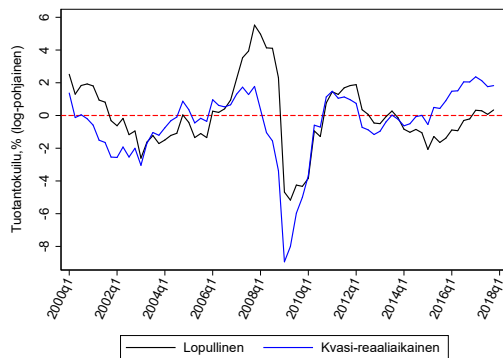
⁴ Aikasarjaa on täydennetty ennusteilla, jotta muiden menetelmien mukaiset arviot olisivat yhdenmukaisia tuotantofunktioimenetelmän mukaisen arvion kanssa, jonka laskennassa on käytetty ennustevuosia 2018–2020.

Kvasi-reaaliaikaiset ja lopulliset tuotantokuiluestimaatit eri menetelmillä on esitetty Kuviossa 7. Kuvion 7 ensimmäisestä paneelista nähdään, että HP-suotimen arvio tuotantokuilusta voi muuttua varsin paljon, kun uusia havaintoja tulee lisää. Esimerkiksi HP-suodin arvioi kvasi-reaaliaikaisesti vuoden 2007 korkeasuhdanteen maltillisemmaksi ja vuoden 2009 pudotuksen puolestaan suuremmaksi kuin lopullinen estimaatti. Havaintoajanjakson lopussa kvasireaaliaikainen arvio suhdannetilanteesta on huomattavasti suotuisampi kuin lopullinen arvio. Kvasi-reaaliaikaisten ja lopullisten tuotantokuiluestimaattien vertailu vuosien 2000, 2008 ja 2015 ympäristössä viittaa siihen, että HP-suotimen mukaiset arviot tuotantokuiluestimaateista tarkentuvat varsinkin suhdannekäänteiden lähistössä.

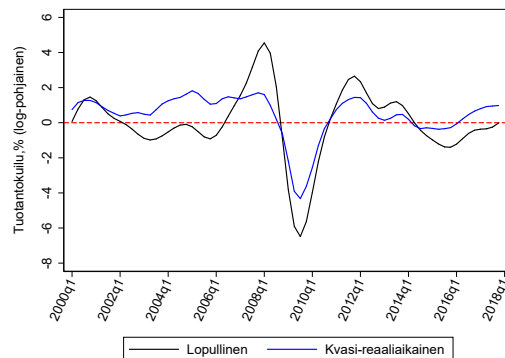
Kuvion 7 paneeleissa b)–c) on puolestaan tarkasteltu taajuusperusteisten suotimien mukaisten tuotantokuiluarvioiden tarkentumista ajassa. Paneelista b) nähdään, että 2000-luvun puolivälin paikkeilla Christiano–Fitzgerald-suotimen lopullinen ja kvasi-reaaliaikainen tuotantokuiluarvio poikkeavat toisistaan eivät ainoastaan tasonsa, vaan myös etumerkkinsä puolesta. Uudet havainnot voivat siis muuttaa jopa käsitystä menneiden tuotantokuilujen etumerkistä. Butterworth-suotimen kohdalla arviot menneistä tuotantokuiluista muuttuvat jopa vielä enemmän uuden tiedon myötä. Vuosina 2009–2011 Butterworth-suotimen mukainen lopullinen ja kvasi-reaaliaikainen tuotantokuiluarvio ovat lähes peilikuvia toisistaan. Yhdessä sen kanssa, miten arvio päivittyy 2000-luvun alussa, tämä viittaa siihen, että Butterworth-suotimen mukainen tuotantokuiluarvio tarkentuu erityisesti suhdannekäänteiden läheisyydessä.

Beveridge–Nelson-hajotelman mukaiset lopulliset ja kvasi-reaaliaikaiset tuotantokuiluestimaatit on esitetty Kuvion 7 paneeleissa d) ja e). Beveridge–Nelson-hajotelman perustuessa ARIMA(0,1,3)-malliin, kvasi-reaaliaikainen ja lopullinen tuotantokuiluestimatti ovat erittäin lähellä toisiaan. Mallin mukaiset arviot menneistä tuotantokuiluista muuttuvat vain hieman, kun BKT-aikasarja täydentyy uusilla havainnoilla. Tarkentuminen on suurinta globaalin finanssikriisin alun aikoihin. ARIMA(1,1,3)-malliin pohjautuva tuotantokuiluarvio puolestaan muuttuu uusien havaintojen myötä merkittävästi ennen vuotta 2010. Sen jälkeen arvio ei juurikaan tarkennu uusien havaintojen myötä. Tuotantokuiluarvioiden merkittävän tarkentumisen taustalla ennen vuotta 2010 on ARIMA(1,1,3)-mallin parametrien päivittyminen uusien havaintojen johdosta.

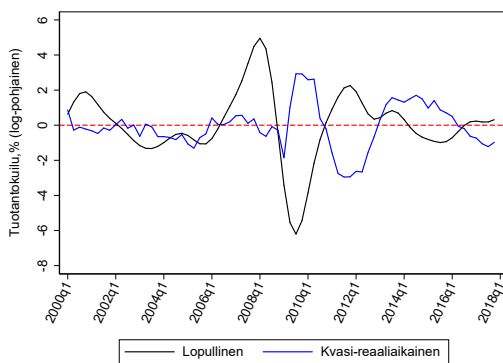
POTENTIAALINEN TUOTANTO JA TUOTANTOKUILU –
SELVITYS ERI ARVIOINTIMENETELMISTÄ SUOMEN NÄKÖKULMASTA



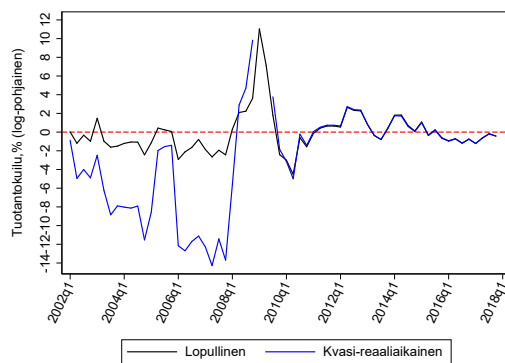
(a) HP-suodin



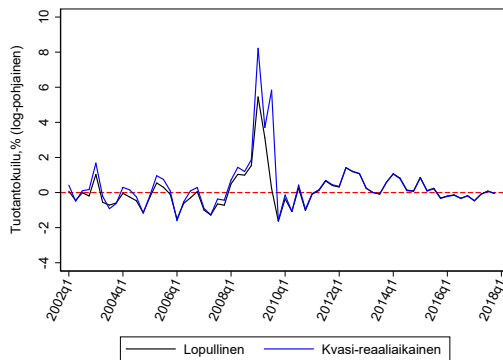
(b) Christiano-Fitzgerald



(c) Butterworth



(d) Beveridge-Nelson, ARIMA(1,1,3)



(e) Beveridge-Nelson, ARIMA(0,1,3)

Kuvio 7. Tuotantokuilarvioiden tarkentuminen ajassa: HP-suodin, Christiano–Fitzgerald-suodin, Butterworth-suodin ja Beveridge–Nelson-hajotelma

HUOM1: ARIMA(1,1,3) mallin kohdalle reaaliaikainen aikasarja on katkaistu ajanjaksolta 2009q1–2009q2 luottavuuden vuoksi, koska kyseisenä ajanjaksona mallin tuottamat arvot tuotantokuilusta ovat epärealistisen suuria (43 % ja 22 %), mikä viittaa konvergoitumis/identifikaatio-ongelmiin.

HUOM2: Koska lopullisen tuotantokuilarvion laskennassa estimoinnin pohjalla olevaa aikasarjaa on täydennetty vuoteen 2020 asti ulottuvilla VM:n ennusteilla, eivät kvasi-reaaliaikainen ja lopullinen arvio vastaa toisiaan aikasarjan lopussa.

Havaitsemattomien komponenttien mallien kohdalla tuotantokuiluarvioiden tarkentumista ajassa on arvioitu hieman eri tavalla kuin muiden menetelmien kohdalla.⁵ Arviointi tapahtuu vertailemalla katkaistuihin aikasarjoihin pohjautuvia Kalman-suotimella laskettuja arvioita, kvasi-lopullisia arvioita (esim. Orphanides ja van Norden (2002) käytetty termi) sekä lopullisia tuotantokuiluarvioita (ks. Kuviot 8 ja 9).

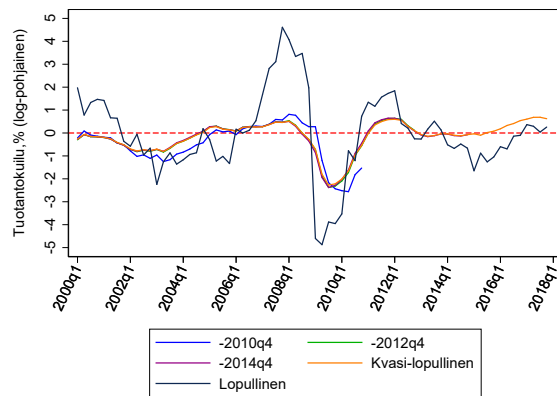
Havaitsemattomien komponenttien malleissa havaintoaineistoa hyödynnetään tuotantokuilun estimoinnissa kahdessa eri vaiheessa. Ensin aineiston perusteella estimoidaan mallin parametrit (esim. parametrit, jotka kuvaavat prosessia, jonka mukaan BKT:n trendi ja syklinen osa kehittyvät). Sen jälkeen estimoituja parametreja ja havaintoaineistoa hyödyntäen muodostetaan arvio tuotantokuilusta käyttäen joko Kalman-suodinta tai -tasoitinta. Lopullinen tuotantokuiluarvio pohjautuu koko havaintoaineistosta laskettuihin malliparametreihin ja koko aineiston pohjalta estimoituun tuotantokuiluun (estimointi perustuu Kalman-tasoi-timeen). Kvasi-lopullinen tuotantokuiluarvio puolestaan perustuu koko aineistosta laskettuihin parametriarvoihin, mutta ajanhetken t tuotantokuilun estimoinnissa käytetään vain hetkeen t ulottuvaa aineistoa (Orphanides ja van Norden, 2002). Vertailemalla edellä kuvattuja lopullista ja kvasi-lopullista tuotantokuiluarviota ei voida tarkastella tuotantokuiluarvioiden mahdollista tarkentumista, joka syntyy siitä, kun tuotantokuiluarvion pohjalla olevat parametriestimaatit päivittyvät havaintoajasarjan täydentyessä uusilla havainnoilla. Tämän tarkastelemiseksi kuvioissa 8 ja 9 on esitetty myös katkaistuihin aikasarjoihin perustuvia tuotantokuiluarvioita.⁶

Yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallien mukaisten tuotantokuiluarvioiden tarkentumista ajassa on kuvattu Kuviossa 8. Kvasi-lopullisten ja katkaistuihin aineistoihin perustuvien tuotantokuiluestimointien vertailu näyttää, että näkemys menneistä tuotantokuiluista muuttuu varsin maltillisesti, kun malliparametrien estimoinnin pohjalla oleva aikasarja täydentyy uusilla havainnoilla. Mallissa, jossa BKT:n trendiä mallinetaan satunnaistrendillä, muutos menneissä tuotantokuiluissa on suurin, kun parametrien estimoinnissa käytettyyn 2010q4 päättyvään aikasarjaan lisätään uusia havaintoja. Analyseissa ei kuitenkaan ole mukana katkaistua aikasarjaa, joka päättyisi ennen finanssikriisiä. Voi olla, että ennen finanssikriisiä katkaistun aikasarjan kohdalla uusien havaintojen lisääminen aikasarjaan aiheuttaisi merkittävämpää tarkentumista mallin parametreissa ja siten menneissä tuotantokuiluarvioissa.

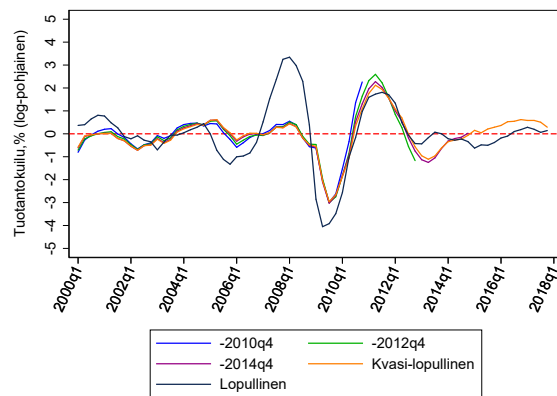
5 Mallien konvergoitumishaasteista johtuen kvasi-reaaliaikaisia tuotantokuiluarvioita ei ole saatavilla kaikille koko aineistosta poimituille osaotoksille.

6 Kyseiset tuotantokuiluarviot perustuvat parametriarvoihin, jotka on estimoitu ajanhetkiin 2010q4, 2012q4 ja 2014q4 ulottuvilla aineistoilla sekä Kalman-suotimella estimoituihin tuotantokuiluihin, joissa hetken t tuotantokuiluarvio on muodostettu käyttäen hetkeen t ulottuvaa aineistoa.

Verrattaessa kvasi-lopullista aikasarjaa lopulliseen aikasarjaan⁷, nähdään, että uusien havaintojen lisääminen tuotantokuilun estimoinnissa käytettyyn aikasarjaan muuttaa käsitystä menneistä tuotantokuiluista. Tämä näkyy erityisesti vuosien 2007–2009 tienoilla. Molempien mallien kohdalla lopullinen arvio finanssikriisiä edeltäneestä suhdannehii-
 pusta on suurempi, kun taas arvio finanssikriisiä seuranneesta taantumasta syvempi kuin kvasi-lopullinen arvio.



(a) Harvey ja Jäger, satunnaistrendi



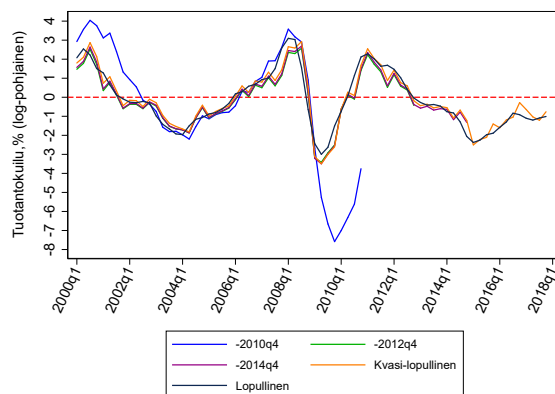
(b) Harvey ja Jäger, tasainen trendi

Kuvio 8. Tuotantokuiluarvioiden tarkentuminen ajassa: yhden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallit

HUOM: Koska lopullisen tuotantokuiluarvion laskennassa estimoinnin pohjalla olevaa aikasarjaa on täydennetty vuoteen 2020 asti ulottuvilla VM:n ennusteilla, eivät kvasi-reaaliaikainen ja lopullinen arvio vastaa toisiaan aikasarjan lopussa.

⁷ Molemmissa parametrit on estimoitu koko aikasarjalla

Kahden muuttujan havaitsemattomien komponenttien mallin mukaisten tuotantokuilu-
arvioiden tarkentumista ajassa on kuvattu Kuviossa 9. Kahden muuttujan havaitsematto-
mien komponenttien mallin kohdalla menneet tuotantokuilu-arviot muuttuvat selvästi,
kun mallin parametrit estimoidaan vuoden 2010 loppuun päättyvän aineiston sijaan pi-
temmällä aineistolla (ks. Kuva 9). Esimerkiksi finanssikriisiä seurannut pudotus on vuoden
2010 loppuun ulottuvalla aineistolla estimoituna selvästi suurempi kuin kvasi-lopulliseen
aineistoon perustuva arvio. Vuoden 2010 jälkeisten katkaistujen aikasarjojen kohdalla
menneet tuotantokuilu-arviot eivät juuri muutu, vaikka malliparametrien estimoinnissa
käytettävään aineistoon lisätään uusia havaintoja. Vertailtaessa lopullista ja kvasi-lopullista
tuotantokuilu-arviota nähdään, että arviot menneistä tuotantokuiluista muuttuvat hieman,
kun tuotantokuilun estimoinnissa käytettyyn aikasarjaan lisätään uusia havaintoja. Esi-
merkiksi vuosien 2007–2009 tuotantokuilu-arviot tarkentuvat, kun estimoinnissa käytetään
koko aikasarjaa ainoastaan ajanhetkeen t ulottuvan aikasarjan sijaan. Esimerkiksi lopulli-
nen arvio finanssikriisiä edeltäneestä korkeasuhdanteesta on suurempi ja finanssikriisiä
seuranneesta pudotuksesta maltillisempi kuin kvasi-lopullinen arvio.



Kuvio 9. Tuotantokuilu-arvioiden tarkentuminen ajassa: kahden muuttujan havaitsemattomien komponenttien malli

HUOM: Koska lopullisen tuotantokuilu-arvion laskennassa estimoinnin pohjalla olevaa aikasarjaa on täydennetty vuoteen 2020 asti ulottuvilla VM:n ennusteilla, eivät kvasi-reaaliaikainen ja lopullinen arvio vastaa toisiaan aikasarjan lopussa.

3.3 Rakenteellinen jäämä eri tuotantokuilu-arvioiden perustuen

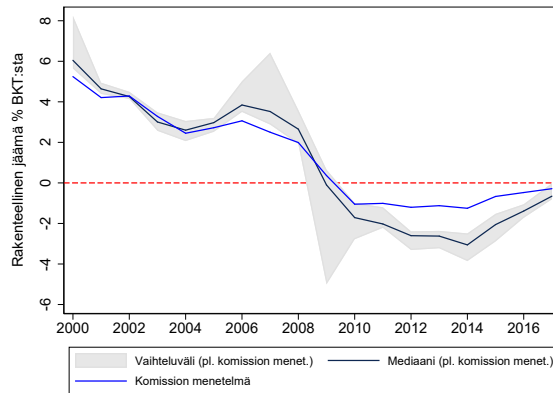
Arvio suhdannetilanteesta on keskeinen finanssipolitiikan kannalta. Tässä osiossa tarkastellaan, miten eri potentiaalisen tuotannon arviointimenetelmien mukaiset arviot suhdannetilanteesta vaikuttavat rakenteelliseen jäämään ja siten näkemykseen finanssipolitiikasta.

Rakenteellinen jäämä lasketaan poistamalla julkisen sektorin nimellisestä jäämästä suhdannetilanteen ja kertaluonteisten tekijöiden vaikutus. Näin pyritään arvioimaan harjoitetun politiikan ja muiden kuin suhdanneluonteisten tekijöiden vaikutus julkisen sektorin rahoitusasemaan. Suhdanneluonteisten tekijöiden vaikutusta voidaan arvioida tuotantokuilun avulla. Tarkemmin ottaen rakenteellinen jäämä lasketaan kaavalla

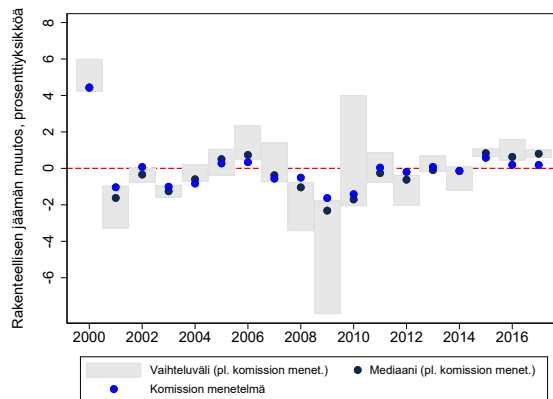
$$sb_t = nb_t - \gamma \times og_t - x_t$$

jossa nb_t on julkisen sektorin nimellinen jäämä suhteessa BKT:een, γ tuotantokuilun ja julkisen sektorin nimellisen jäämän välinen puolijousto, og_t tuotantokuilu ja x_t kertaluonteiset tekijät suhteessa BKT:een. Tuotantokuilun ja julkisen sektorin nimellisen jäämän välinen puolijousto kertoo, kuinka herkkä julkisen sektorin rahoitusasema on suhdannevaihteluille. Julkisen sektorin nimellisen jäämän puolijoustopa γ sovelletaan arvoa 0,582, joka on laskettu Euroopan Komission jäsenmaiden kanssa sopimalla menetelmällä (Mourre ym., 2019). Kyseessä on kiinteä jousto, joka pysyy vakiona koko havaintojakson ajan. Muiden kuin tuotantofunktiomenetelmän kohdalla vuotuinen tuotantokuilu on laskettu käyttäen vuositasolle aggregoituja neljännesvuosittaisia potentiaalisen tuotannon arvioita ja toteutuneita BKT-lukuja.

Kuvion 10 paneelissa a) on esitetty vaihtoehtoisilla menetelmillä laskettuihin tuotantokuiluarvioihin perustuvien rakenteellisten jäämien mediaani sekä vaihteluväli, ja verrattu näitä komission tuotantofunktiomenetelmän mukaisiin arvioihin rakenteellisesta jäämästä. Vuoteen 2008 asti komission tuotantofunktiomenetelmään perustuva arvio rakenteellisesta jäämästä on varsin lähellä vaihtoehtoisten menetelmien mediaania tai jonkin verran sitä alhaisempi. Vuodesta 2009 eteenpäin tuotantofunktiomenetelmällä laskettuun suhdannetilannearvioon perustuva rakenteellinen alijäämä on pienempi kuin vaihtoehtoisilla menetelmillä laskettu. Tämä johtuu siitä, että tuotantofunktiomenetelmä arvioi suhdannetilanteen muita menetelmiä huonommaksi.



(a) Rakenteellinen jäämä



(b) Rakenteellisen jäämän muutos

Kuvio 10. Rakenteellinen jäämä ja rakenteellisen jäämän muutos perustuen eri menetelmillä laskettuihin tuotantokuiluarvioihin

Finanssipolitiikan viritystä voidaan arvioida rakenteellisen jäämän muutoksen avulla. Kuvion 10 paneelissa b) on esitetty vaihtoehtoisilla menetelmillä laskettuihin tuotantokuiluarvioihin perustuvien rakenteellisten jäämien muutosten mediaani sekä vaihteluväli, ja verrattu näitä komission tuotantofunktiomenetelmän mukaisiin arvioihin. Vaihtoehtoisten potentiaalisen tuotannon estimaattien mukainen mediaani ja tuotantofunktiomenetelmän mukainen rakenteellisen jäämän muutos antavat finanssipolitiikasta varsin yhdenmukaisen kuvan tarkasteluajanjaksolla. Kuvion 10 näkyy, että erot eri menetelmillä laskettuihin tuotantokuiluarvioihin perustuvien rakenteellisten jäämien muutosten välillä kasvavat suhdannekäänteiden ympäristössä; rakenteellisen jäämän muutosten vaihteluväli kasvaa selvästi vuosina 2009 ja 2010.

4 Lopuksi

Potentiaalinen tuotanto ja tuotantokuilu ovat havaitsemattomia suureita. Niitä voidaan arvioida monella eri tapaa. Tässä selvityksessä on tarkasteltu erilaisia potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun arviointimenetelmiä ja niiden mukaisia tuotantokuiluarvioita Suomelle.

Menetelmät arvioida potentiaalista tuotantoa ja tuotantokuilua pitävät sisällään puhtaasti tilastollisia, talusteoriaan pohjautuvia sekä näiden kahden välimaastoon asettuvia menetelmiä. Menetelmillä on eri heikkouksia ja vahvuuksia. Yhden muuttujan tilastollisten menetelmien vahvuudeksi voidaan yleisesti katsoa yksinkertaisuus ja helppous. Heikkouksiksi puolestaan voidaan yhtäältä lukea se, että ne hyödyntävät tietoa ainoastaan BKT-aikasarjasta itsestään. Yhden muuttujan tilastolliset menetelmät eivät myöskään mahdollista potentiaalisen tuotannon syvempää taloustieteellistä analyysiä. Useamman muuttujan menetelmien etuna on, että ne hyödyntävät sekä laajempaa informaatiopohjaa että taloustieteellistä teoriaa potentiaalisen tuotannon arvioinnissa. Monen muuttujan menetelmien heikkouksiksi voidaan sen sijaan lukea se, että ne ovat usein monimutkaisempia ja vaativat sekä enemmän tilastoaineistoa että oletuksia (esimerkiksi talouden rakenteesta ja riippuvuussuhteista), joille arviot potentiaalisesta tuotannosta saattavat olla herkkiä.

Arvioihin potentiaalisesta tuotannosta ja tuotantokuilusta liittyy epävarmuutta. Yhtäältä epävarmuutta syntyy siitä, ettei varmuudella voida tietää, mikä on oikea tapa arvioida potentiaalista tuotantoa ja tuotantokuilua. Toisaalta epävarmuutta luo se, että arviot potentiaalisesta tuotannosta ja siten tuotantokuilusta usein muuttuvat, kun estimoinnin pohjalla olevat aikasarjat tarkentuvat ja täydentyvät. Selvityksessä havaittiin, että eri menetelmien mukaiset tuotantokuiluarviot Suomelle voivat poiketa toisistaan eivät pelkästään suuruutensa vaan myös etumerkkinsä suhteen. Tuotantokuiluarvioissa on myös eroja saman menetelmän sisällä, eri mallispesifikaatioiden välillä. Lisäksi arviot potentiaalisesta tuotannosta ja tuotantokuilusta muuttuvat ajassa, kun estimoinnin pohjalla oleva(t) aikasarja(t) päivittyvät ja täydentyvät. Menetelmien välillä on eroja ja tuotantokuiluarviot tarkentuvat erityisesti suhdannekäänteiden läheisyydessä.

Epävarmuus tuotantokuiluarvioissa puolestaan heijastuu rakenteellisen jäämän kautta arvioon finanssipolitiikan virityksestä. Finanssipolitiikassa suurin mielenkiinto on useimmiten kuluvaan vuodessa ja lähitulevaisuudessa. Potentiaalisen tuotannon ja tuotantokuilun kohdalla suurin epävarmuus liittyy kuitenkin juurikin reaaliaikaisiin (ja ennustevuosia koskeviin) arvioihin, jotka ovat käytännön politiikan näkökulmasta tärkeimpiä. Álvarez ja Gómez-Loicos (2017) toteavat, että mitä useampi menetelmä antaa saman suuntaisen kuvan suhdannetilanteesta, sitä luotettavampana arvioita suhdannetilanteesta voidaan pitää. Tästä syystä tuotantokuilun ja siten suhdannetilanteen tarkastelu useampaan menetelmään perustuen on hyödyllistä.

Valtiovarainministeriössä potentiaalista tuotantoa ja tuotantokuilua estimoidaan Euroopan unionissa yhteisesti sovitulla tuotantofunktiomenetelmällä. Jos tuotantofunktiomenetelmän rinnalle halutaan vaihtoehtoisia arvioita, olisi menetelmän hyvä olla sellainen, että sillä voidaan tuottaa mahdollisimman luotettavia reaaliaikaisia arvioita potentiaalisesta tuotannosta ja tuotantokuilusta kohtuullisen kätevästi.

LÄHTEET

- Álvarez, Luis J. ja Gómez-Loscos, Ana (2017). "A Menu on Output Gap Estimation Methods". Documentos de Trabajo No. 1720 Banco De España.
- Anderton, Robert ja Aranki, Ted ja Dieppe, Alistair ja Elding, Catherine ja Haroutunian, Stephan ja Jacquinot, Pascal ja Jarvis, Valerie ja Labhard, Vincent ja Rusinova, Desislava ja Szörfi, Béla (2014). "Potential output from a Euro area perspective". Occasional Paper Series, NO 156 / November 2014. European Central Bank.
- Apel, Mikael ja Jansson, Per (1999). "A theory-consistent system approach for estimating potential output and the NAIRU". *Economics Letters* 64: 271–275.
- Baxter, Marianne ja King, Robert G. (1999). "Measuring Business Cycles: Approximate Band-Pass Filters for Economic Time Series". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 81, Issue 4:575-593.
- Billmeier, Andreas (2004). "Measuring a Roller Coaster: Evidence on the Finnish Output Gap". IMF Working Paper WP/04/57.
- Billmeier, Andreas (2006). "Measuring a Roller Coaster: Evidence on the Finnish Output Gap". *Finnish Economic Papers*, Vol.19, No.2:69-83.
- Blanchard, Olivier Jean ja Quah, Danny (1989). "The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances". *American Economic Review*, 79 (4):655-673.
- Borio, Claudio E.V. ja Disyatat, Piti ja Juselius, Mikael (2014). "A Parsimonious Approach to Incorporating Economic Information in Measures of Potential Output". BIS Working Paper No. 442.
- Chagny, Odile ja Döpke, Jörg (2001). "Measures of the Output Gap in the Euro-Zone: An Empirical Assessment of Selected Methods". *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung*, ISSN 1861-1559, Duncker & Humblot, Berlin, Vol. 70, Issue 3:310-330. <http://dx.doi.org/10.3790/vjh.70.3.310>
- Cheremukhin, Anton (2013). "Estimating the Output Gap in Real Time", Dallas Fed Staff Papers, No. 22.
- Christiano, Lawrence J. ja Fitzgerald, Terry J. (2003). "The Band Pass Filter". *International Economic Review*, Vol.44, No.2:435-465.
- Ciucci, Matteo ja Zoppé, Alice (2017). "Potential Output Estimates and their Role in the EU Fiscal Policy Surveillance". Briefing, European Parliament, Directorate-General for International Policies, Governance Support Unit.
- Clark, Peter K. (1987). "The Cyclical Component of U.S. Economic Activity". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.102, Issue 4:797–814.
- Conway, Paul ja Hunt, Ben (1997). "Estimating Potential Output: A Semi-structural Approach". Federal Reserve Bank of New Zealand Discussion Paper No. 9. Wellington.
- Cooley, Thomas F. ja Dwyer, Mark (1998). "Business Cycle Analysis Without Much Theory. A Look at Structural VARs". *Journal of Econometrics* 83:57-88.
- Cotis, Jean-Philippe ja Elmeskov, Jørgen ja Mourougane, Annabelle (2004). "Estimates of potential output: benefits and pitfalls from a policy perspective" teoksessa *The euro area business cycles: stylized facts and measurement issues*. Centre for Economic Policy Research, p. 35-60.
- European Commission (2003). *Statistical Methods for Potential Output Estimation and Cycle Extraction*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003.
- Gerlach, Stefan ja Smets, Frank (1999). "Econometric Methods for Monetary Policy Output gaps and monetary policy in the EMU area". *European Economic Review* 43: 801-812.
- Guérin, Pierre ja Maurin, Laurent ja Mohr, Matthias (2001). "Trend-Cycle Decomposition of Output and Euro Area Inflation Forecast: A Real-Time Approach Based on Model Combination". Working Paper Series, No. 1384. European Central Bank.
- Haavio, Markus (2008). "Tuotantokuilu Suomessa". BoF Online, 4/2008. Suomen Pankki.
- Hamilton, James D. (2018). "Why You Should Never Use the Hodrick-Prescott Filter". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 100, Issue, Issue 5: 831-843.
- Harvey, Andrew C. ja Jäger, Albert (1993). "Detrending, Stylized Facts and the Business Cycle". *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 8, No. 3: 231-247.
- Havik, Karel ja McMorrough, Kieran ja Orlandi, Fabrice ja Planas, Christophe ja Raciborski, Rafal ja Röger, Werner ja Rossi, Alessandro ja Thum-Thysen, Anna ja Vandermeulen, Valerie (2014). "The Production Function Methodology for Calculating Potential Growth Rates & Output Gaps". *European Commission Economic Papers* 535.

- Hjelm, Göran ja Jönsson, Kristian (2010). "In search of a method for measuring the output gap of the Swedish economy Economic, econometric and practical considerations", Working Paper No.114, February 2010. National Institute of Economic Research (NIER).
- Huovari, Janne ja Jauhiainen, Signe ja Kekäläinen, Antti (2017). "Assessment of the EC cyclical adjustment methodology for Finland – impact on budget balances". PTT työpapereita 191.
- Jysmä, Sami ja Kiema, Ilkka ja Kuusi, Tero ja Lehmus, Markku (2019). "The Finnish Potential Output: Measurement and Medium-term Prospects". Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 13/2019.
- Kuusi, Tero (2015). "Rakenteellisen rahoitusaseman mittaamisen vaihtoehtoja", Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 5/2015.
- Laxton, Douglas ja Tetlow, Robert (1992). "A Simple Multivariate Filter for the Measurement of Potential Output". Technical Report No. 59, Ottawa: Bank of Canada.
- Mazzi, Gian Luigi ja Ozyildirim, Ataman ja Mitchell, James (2017). "Chapter 9. Alternative Detrending Methods." in Handbook on Cyclical Composite Indicators: for Business Cycle Analysis (2017 edition), by Eurostat. Publications Office of the European Union, 2017
- McMorrow, Kieran ja Röger, Werner (2001). "Potential Output: Measurement Methods, "New" Economy Influences and Scenarios for 2001-2010 - A Comparison of the EU15 and the US". ECFIN/249/01-EN.
- Melolinna, Marko (2010). "Euroalueen ja Suomen tuotantokuilu". BoF Online 4/2010. Suomen Pankki.
- Mourre, Gilles ja Poissonnier, Aurélien ja Lausegger, Martin (2019), "The Semi-Elasticities Underlying the Cyclically-Adjusted Budget Balance: An Update & Further Analysis", European Commission, Discussion Paper 098, May 2019; European Economy.
- Mise, Emi ja Kim, Tae-Hwan ja Newbold, Paul (2005). "On suboptimality of the Hodrick–Prescott filter at time series endpoints". *Journal of Macroeconomics* 27:53–67.
- Newby, Elisa ja Orjasniemi, Seppo (2012). "Potentiaalisen tuotannon arviointimenetelmiä". BoF Online, 9/2012. Suomen Pankki.
- Orphanides, Athanasios ja van Norden, Simon (2002). "The Unreliability of Output-Gap Estimates in Real Time". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 84, Issue 4:569-583.
- Watson, Mark W. (1986). "Univariate Detrending Methods with Stochastic Trends". *Journal of Monetary Economics*, Vol.18, Issue 1:49-75.
- Vetlov, Igor ja Hlédik, Tibor ja Jonsson, Magnus ja Kucsera, Henrik ja Pisani, Massimiliano (2011). "Potential output in DSGE models". Working Paper Series No. 1351/June 2011. European Central Bank.

Kirjoittaja:
Annaliina Kotilainen



VALTIOVARAINMINISTERIÖ

Snellmaninkatu 1 A
PL 28, 00023 VALTIOEUVOSTO
Puhelin 0295 160 01
vm.fi

ISSN 1797-9714 (pdf)

ISBN 978-952-367-026-6 (pdf)

Lokakuu 2019