

Kansantuote, hyvinvointi ja kestävä kehitys*

Matti Pohjola

Professori

Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu

1. Johdanto

Bruttokansantuote (BKT) on otollinen kritiikin kohde. Jokainen vähänkin talousasioita seuraava osaa kritisoida sitä varmasti jostakin – jos ei muusta, niin siitä, ettei se tuotannon ja tulojen mittarina kuvaa hyvinvointia. Eero Tuomaisen (1988) lisäksi kovin moni ei liene rakkauttaan bruttokansantuotteeseen tunnustanut.

Kritiikki sai viime keväänä uutta puhtia Ranskan presidentti Sarkozyn asettaman komitean loppuraportista (Stiglitz, Sen ja Fitoussi 2010). Se on seikkaperäinen katsaus elintason, elämänlaadun ja kestävä kehityksen mittauksen tarpeeseen ja mittareiden ongelmiin. Komitea tunnustaa avoimesti, ettei näin moniulotteista asiaa voi puristaa yhteen mittariin, vaan on kehitettävä erilaisia, toisiaan täydentäviä indeksejä: ”because no single measure can summarize something as complex as the well-being of the members of society, our system of measurement must encompass a range of different measures” (s. 12).

Meillä pääministeri Mari Kiviniemen hallitus ei tähän ilmeisestikään tyydy, sillä ohjelmassaan se on päättänyt ”käynnistää valmistelun kansainvälisten suuntaviivojen mukaisesti laajemman kehitysindikaattorin käyttöön ottamiseksi bruttokansantuotteen rinnalle lähivuosiina” (Valtioneuvosto 2010). Valtioneuvoston kanslia on asettanut tätä suorittamaan kehittämishankkeen, jonka toimikausi päättyy toukuun 2011 lopussa.

Yllä mainittu raportti sai laajaa huomiota Suomenkin mediassa, jossa toivottiin bruttokansantuotteelle vaihtoehtoisia mittareita. Yksi ehdotetuista on ”aidon kehityksen indikaattori” (genuine progress indicator, GPI). Se mittaa hyvinvointia yksityisellä kulutuksella ja investoinneilla, lisää näihin mm. kotitaloustyön arvon ja vähentää niistä rikollisuuden, liikenneonnettomuuksien ja ympäristöongelmien aiheuttamia haittoja. GPI:n on näytetty meillä kasvaneen vuodesta 1960 vuoteen 1989 asti, mutta pudonneen sittemmin 1970-luvun tasolle (Hoffrén ja Rättö 2009).

*Kiitän Saku Auraa, Pentti Pikkaraista, Pekka Sauramoja ja Marko Terviötä hyödyllisistä kommentista.

Taloustieteilijöiden tulisi olla BKT-kritiikistä huolissaan. Kansantalouden tilinpidon järjestelmä on tieteenalamme suurimpia saavutuksia, ja bruttokansantuote on sen keskeisin käsite. Se mittaa ja seuraa kansantalouden tilaa samalla tavoin kuin sääsatelliitti säätää.

Mittausten menetelmissä on kieltämättä vielä parantamista varsinkin luonnonvarojen arvon, ympäristöongelmien, tutkimus- ja kehitystoiminnan sekä väestön koulutustason ja terveydentilan kuvauksen osalta. Kokonaan uuden tilinpitojärjestelmän luomiseen ei kuitenkaan ole mitään järkipäristä tarvetta, vaan mittareita voidaan parantaa nykyisen järjestelmän puitteissa erillisiä satelliittitilinpitoja rakentamalla. Ne on nähty paremmaksi vaihtoehdoksi kuin BKT:n laajentaminen kaikenkattavaksi indeksiksi. Kansantuotelaskennan ulottamiseen markkinatuotannon ulkopuolelle liittyy väistämättä monia subjektiivisia ja epävarmoja tekijöitä, jotka heikentävät perinteisen BKT-mittauksen laatua (Landefeld 2008).

Keskityn tässä kirjoituksessani sen selvittämiseen, kuinka hyvin BKT kuvaa yhteiskunnan hyvinvointia. Edellä kuvatussa kriittisävyisessä keskustelussa on jäänyt kokonaan vaille huomiota Martin Weitzmanin jo vuonna 1976 jottama keskeinen teoreettinen tulos: nettokansantuote (NKT) on kunakin vuonna suoraan verrannollinen yhteiskunnan hyvinvointiin, jota mitataan tulevan kulutuksen (tai sen hyödyn) diskontatulla nykyarvolla. Poistoilla vähennetty BKT eli NKT on siten hyvinvoinnin tyhjentävä mittari siinä mielessä, että kaikki, mistä tulevaisuudessa välitämme, sisältyy nettokansantuotteeseen.

Weitzmanin teoreemalla on kaksi tärkeää ehtoa. Ensinnäkin se pätee vain taloudessa, jossa kaikki markkinat toimivat tehokkaasti, jolloin markkinahinnat kuvaavat tuotantoresurs-

sien yhteiskunnallista niukkuutta (eli varjohintoja) oikealla tavalla. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuotannon ja kulutuksen mahdolliset ulkoisvaikutukset sisältyvät markkinahintoihin. Mikäli näin ei ole, nettokansantuotteen laajentaminen luonnonvarojen arvon ja ympäristöongelmien kustannusten mittaamiseen on sekä perustelua että tärkeää hyvinvoinnin arvioimisen kannalta.

Toinen ehto koskee talouskasvun luonnetta. Weitzmanin tulos pätee vain sellaisissa kansantalouksissa, joissa kaikki talouskasvu on sisäsyntyistä eli endogeenistä. Teknologian eksogeeninen kehitys ja maailmanmarkkinahinnosta johtuva ulkomaankaupan vaihtosuhteen muuttuminen murtavat nettokansantuotteen ja hyvinvoinnin välisen yhteyden. Ongelma ei niinkään ole teoreettinen, vaan syntyy eksogeenisen tekijän eli ajan arvon laskemisesta. Koska sille ei ole markkinahintaa, on se arvioitava jollakin muulla tavalla.

Nordhaus (1995) valaisee teknologian merkitystä yksinkertaisella esimerkillä. Ajatellaan yhteisöä, joka on eristetty muusta maailmasta ja jonka varallisuus koostuu kiinteästä määrästä elintarvikkeita K . Sen tiedetään saavan periodin T kuluttua käyttöönsä teknologian, joka ratkaisee elintarvikkeiden niukkuusongelman pysyvästi.¹ Koska kulutus C vähentää elintarvikkeiden määrää ($C = -\Delta K$) ovat sekä nettokansantuote ($C + \Delta K$) että kestävä (eli elintarvikevarannon säilyttävä) kulutustaso nolli, jos tulevan teknologian merkitys jätetään huomiomatta. Kun se ennakoidaan, on perinteisesti laskettu nettokansantuote edelleen nolli, mutta kestävä kulutus on K/T periodia kohden

¹ Esimerkiksi käyvät ne 33 kaivosmiestä, jotka jäivät yli kahdeksi kuukaudeksi loukkuun kaivoskuilun romahdettua Chilessä elokuussa 2010.

ajanjaksolla ennen teknologian läpimurtoa. On järkevää kuluttaa elintarvikkeet loppuun siihen mennessä, kun teknologia poistaa ruokapulan. Tulevat innovaatiot lisäävät tällä tavoin nykyhetken kulutusta ja siten hyvinvointia, mutta jäävät tilinpitolaskennassa vaille huomiota.

Eksogeeninen teknologinen kehitys on ”mannaa taivaasta”. Weitzman (1997) laski, että Yhdysvaltojen nettokansantuotetta on korjattava 40 prosentilla ylöspäin, jos teknologian oletetaan tulevaisuudessa kehittyvän eksogeenisesti samalla vauhdilla kuin se on kehittynyt menneisyydessä. Nordhausin (1995) arvio on puolta pienempi. Korjaukset ovat joka tapauksessa kertaluokkaa suurempia kuin ne 2–3 prosentin tarkistukset alaspäin, joita erilaiset luonnonvarojen hyödyntämistä ja ympäristöongelmia mittaavat ”vihreät” tilinpitolaskelmat ovat tyypillisesti tuottaneet. Johtopäätös on, että nettokansantuote sekä tavanomaisesti laskettuna että vihreäksi laajennettuna aliarvioi selvästi ainakin Yhdysvaltojen kansantalouden kulu- tuserusteista hyvinvointia.

Tuloksen voi odottaa pätevän myös meillä Suomessa. Viime vuosikymmenten talouskasvusta yli puolet on syntynyt teknologian kehityksestä, kun sitä mitataan kansantalouden kokonaistuottavuuden kasvulla (Pohjola 2010). Osoitan jaksossa 3, että varovaisestikin arvioiden teknologian kehityksellä laajennettu nettokansantuote on meillä ylittänyt virallisen nettokansantuotteen keskimäärin noin 30 prosentilla vuosina 1985–2008. Koska BKT on ollut vain 20 prosenttia suurempi kuin NKT, merkitsee tämä, että BKT pikemminkin aliarvioi kuin yliarvioi hyvinvointia.

Tämän tuloksen valossa on helppo ymmärtää, mistä intuition vastaiset käsitykset kansantaloutemme hyvinvoinnin kasvusta 1990-luvun alun jälkeen ovat syntyneet. Näissä laskelmissa

on jätetty kokonaan huomiotta kaikkein keskeisin elintason kasvun osatekijä: teknologian kehitys. Laskelmiin on nimittäin piilotettu oletus siitä, ettei meillä vielä kukaan ole käytössämme tietokonetta, matkapuhelinta, internetiä eikä muita tuottavuutta viime vuosikymmeninä parantaneita innovaatiota. Siten esimerkiksi vuodesta 1960 alkavissa sarjoissa oletetaan teknologian tason säilyvän kaiken aikaa vuoden 1960 tasolla.²

Jaksossa 4 laajennan hyvinvoinnin tarkastelun kestäväen kehityksen analyysiin. Kehityksen sanotaan olevan kestävää silloin, kun nykyinen sukupolvi voi tyydyttää tarpeensa vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuuksia tyydyttää omat tarpeensa. Yhteiskunnan hyvinvointi ei siten saa laskea ajan kuluessa. Mitattaessa hyvinvointia tulevan kulutuksen diskontatulla nykyarvolla pelkistyy kestävyden ehto varsin yksinkertaiseen muotoon: yhteiskunnan varallisuuden arvo ei saa alentua ajan myötä. Teknologia on varallisuutta aivan samalla tavoin kuin aineellinen ja henkinen pääoma sekä luonnonvarat ja ympäristön tila ovat. Teknologian suuren merkityksen tietäen on helppo päätyä siihen johtopäätökseen, että kansantaloutemme kehitys on kestävä, etenkin kun ympäristömme tila on viime vuosikymmeninä parantunut.³

² GPI:n ja vastaavien indeksien puutteet tunnetaan hyvin: niillä ei ole hyvinvointiteoreettista perustaa, eivätkä ne kuvaa hyvinvointia (Fleurbaey 2009); ne perustuvat epäjobdonmukaisiin laskentamenetelmiin (Neumayer 2004, Savella 2009); ne eivät ota teknologian kehitystä huomioon (Smulders 2008), eivätkä mittaa kehityksen kestävyttä (Neumayer 2004, Stiglitz, Sen ja Fitoussi 2010, 66–67).

³ Analyysi perustuu heikon kestävyden periaatteelle, joka sallii luonnonvarojen korvaamisen ihmisen rakentamalla pääomalla. Taloustieteellä ei ole paljoakaan sanottavaa vahvasta kestävydestä, joka kieltää tämän substituution mahdollisuuden.

Hyvinvointi- ja kestävyyslaskelmien pohjaksi tiivistän ensin kansantalouden tilinpidon ”puhtaan teorian” keskeisimmät opetukset seuraavassa jaksossa. Tältä osin kirjoituksessani ei ole mitään uutta, vaan nämä asiat on tunnettu jo pitkään alan kirjallisuudessa. Ne ovat nousemassa laajemman mielenkiinnon kohteeksi nyt, kun tuottavuustilinpito voidaan yhdistää kansantalouden tilinpitoon sekä teorias-
sa (Hulten ja Schreyer 2010) että käytännössä myös meillä Suomessa (Pohjola 2010). Hyvinvointi ja kehityksen kestävyys ovat aiempaa paremmin tilastoitavissa.

2. Nettokansantuote, teknologia ja hyvinvointi

Tarkastellaan pelkistettyä yhden hyödykkeen suljettua kansantaloutta. Teknologian, kansantuotteen ja kulutuksella mitattavan hyvinvoinnin välisen yhteyden saa johdettua kansantalouden tilinpidon perusedinteeteistä, jotka reaalisin muuttujin esitettyinä ovat:

$$\begin{aligned} (1) \quad F(K_t, L_t, A_t) &= Y_t \\ &= w_t L_t + c_t K_t \\ &= C_t + I_t. \end{aligned}$$

Ensimmäinen yhtälö vasemmalla esittää bruttokansantuotteen Y syntymistä tuotannon bruttoarvonlisäyksenä. F on tuotantofunktio, K pääoma, L työ, A teknologian tasoa kuvaava indeksi ja t aika. Keskellä oleva yhtälö kuvaa bruttokansantuotteen ja bruttokansantulon välistä yhteyttä. Bruttokansantulo koostuu palloista wL sekä pääomakorvauksesta cK . Tässä w on reaalipalkka ja c pääoman reaalin käyttökustannus. Viimeinen yhtälö oikealla kertoo

bruttokansantulon käytön kulutukseen C ja investointeihin I .

Kansantalouden tilinpito (1) esittää talouden tilaa hetkellä t . Se on kuin videon pysäytyskuva. Siitä ei voi päätellä, mitä seuraavaksi tapahtuu, vaan on katsottava seuraaviakin kuvia. Ne ovat erilaisia siksi, että investoinnit kasvattavat pääomakantaa

$$\begin{aligned} (2) \quad dK_t/dt &= \dot{K}_t = I_t - \delta K_t \\ &= F(K_t, L_t, A_t) - C_t - \delta K_t, \end{aligned}$$

ja siksi, että teknologia A kehittyy. Poistojen oletetaan olevan vakio-osuus pääomakannasta δ . Työn määrä voi myös kasvaa, mutta pidetään se vakiona ja jätetään merkintöjen yksinkertaistamiseksi pois tästä tarkastelusta.

Koska kansantalouden tuotantomahdollisuudet kasvavat investointien ja teknologian myötä, lisääntyvät myös kulutusmahdollisuudet ja siten hyvinvointi. Video on katsottava loppuun, jotta saisimme tietää, miten hyvinvoinnille käy.

Weitzmanin (1976) keskeinen oivallus oli, ettei tätä tarvitsekaan tehdä, jos osaa ottaa pysäytyskuvan oikeasta asiasta: nettokansantuotteesta

$$(3) \quad N_t = Y_t - \delta K_t = C_t + \dot{K}_t.$$

Kun teknologia ei kehity (eli kun tuotantofunktiossa A on vakio), kansantalouden kilpailullinen markkinatasapaino on sellainen, jossa kunakin hetkenä t

$$(4) \quad N_t = r \int_t^{\infty} C_s e^{-r(s-t)} ds,$$

kun korkokanta r on vakio. Nettokansantuote on siten korkoa kulutusvarallisuudelle, jota mi-

tataan tulevan kulutuksen diskontatulla nykyarvolla.⁴ Se on suoraan verrannollinen kulutuksesta syntyvään hyvinvointiin

$$(5) \quad W_t = \int_t^{\infty} C_s e^{-r(s-t)} ds.$$

Nettokansantuote on näin ollen hyvinvoinnin tyhjentävä mittari, jos kotitalouksien hyvinvointia voidaan kuvata kulutuksen diskontatulla nykyarvolla. Johtopäätös voidaan yleistää tilanteeseen, jossa hyötyfunktio $U(C)$ on epälineaarinen, mutta silloin investointeja on mitattava rajahyödyn yksiköissä.⁵ Weitzmanin teoreettinen tulos on käytännön kannalta tärkeä siksi, ettei hyvinvoinnin arvioimiseksi tarvitse estimoida tulevaa kulutusta, vaan nykyisen nettokansantuotteen mittaaminen riittää.⁶

Vuotuinen bruttokansantuote yliarvioi hyvinvointia, koska osa siitä on käytettävä tuotannossa kuluneen pääomakannan korvaamiseen. Vuotuinen kulutus puolestaan aliarvioi hyvinvointia, sillä se ei pidä sisällään tulevasta kulutuksesta syntyvää vaikutusta, joka yhtälössä (3) sisältyy nettoinvestointeihin. Nettokansantuote on siksi hyvinvoinnin oikea mittari.

Löfgren (1992) osoitti ensimmäisenä ja Nordhaus (1995, 2000) tulkitsi tilinpidon kehikossa tarkemmin, että nettokansantuotteen antamaa kuvaa hyvinvoinnista pitää tarkentaa silloin, kun teknologia kehittyi eli kun tuotantofunktiossa A kasvaa. Nettokansantuote ali-

arvioi hyvinvointia, ja sitä on korjattava ylöspäin:

$$(6) \quad N_t + Z_t = r \int_t^{\infty} C_s e^{-r(s-t)} ds \\ = rW_t,$$

jossa

$$(7) \quad Z_t = \int_t^{\infty} F_A(K_s, A_s) \dot{A}_s e^{-r(s-t)} ds,$$

kun $F_A = \partial F / \partial A$. Tuloksen voi johtaa varsin helposti dynaamisen optimoinnin maksimiperiaatteen avulla. Olen tehnyt sen liitteeseen 1 niille kiinnostuneille, joille maksimiperiaate on tuttu.

Muuttuja Z kuvaa tulevan teknologisen kehityksen \dot{A} synnyttämän tuotannon lisäyksen F_A nykyarvoa. Teknologian kehittyessä kansantalouden tuotantomahdollisuuksien joukko laajenee pääomanmuodostuksesta riippumatta. Kansantaloudessa on siksi varaa nostaa kulutuksen tasoa kestäväällä tavalla.

3. Kansantuote ja hyvinvointi Suomessa 1985–2008

Teknologian kehitys vaikuttaa siis hyvinvointiin, mutta kuinka suuri virhe tehdään, jos se jätetään pois tarkasteluista? Kuvion 1 mukaan virhe on suuri, sillä vuodesta 1975 vuoteen 2008 kansantalouden bruttoarvonlisäyksen volyyymi kasvoi keskimäärin 2,7 prosentin ja kokonaistuottavuus keskimäärin 1,5 prosentin vuosivauhdilla. Yli puolet kasvusta syntyi siten kokonaistuottavuudesta.

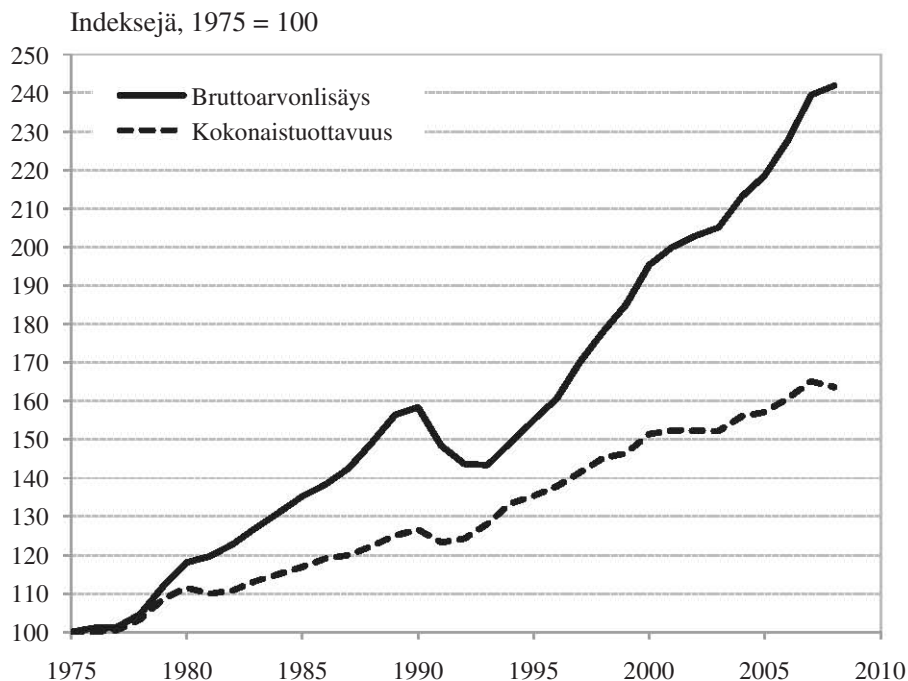
Kokonaistuottavuuden kasvu on se osa talouskasvusta, jota ei voi lukea tuotantopanosten kontribuutioksi. Se lasketaan residuaalina vähentämällä havaitusta tuotannon kasvusta panosten mitatut kontribuutiot, jotka saadaan kertomalla panosmäärien kasvut niiden raja-

⁴ Tulos voidaan vaivatta yleistää muuttuvan korkokannan tapaukseen.

⁵ Weitzmanin (2003) oppikirja on erinomainen johdatus kansantalouden tilinpidon ”puhtaaseen teoriaan”.

⁶ Asia sisältyy myös Stiglitzin, Senin ja Fitoussin (2010) raporttiin. Tuotannon asemesta hyvinvointia tulee mitata kotitalouksien tuloilla tai kulutuksella (suositukset 1 ja 2) yhdessä varallisuuden kanssa (suositus 3).

Kuvio 1. Kansantalouden bruttoarvonlisäys ja kokonaistuottavuus 1975–2008



Lähde: Tuottavuustutkimukset, Tilastokeskus.

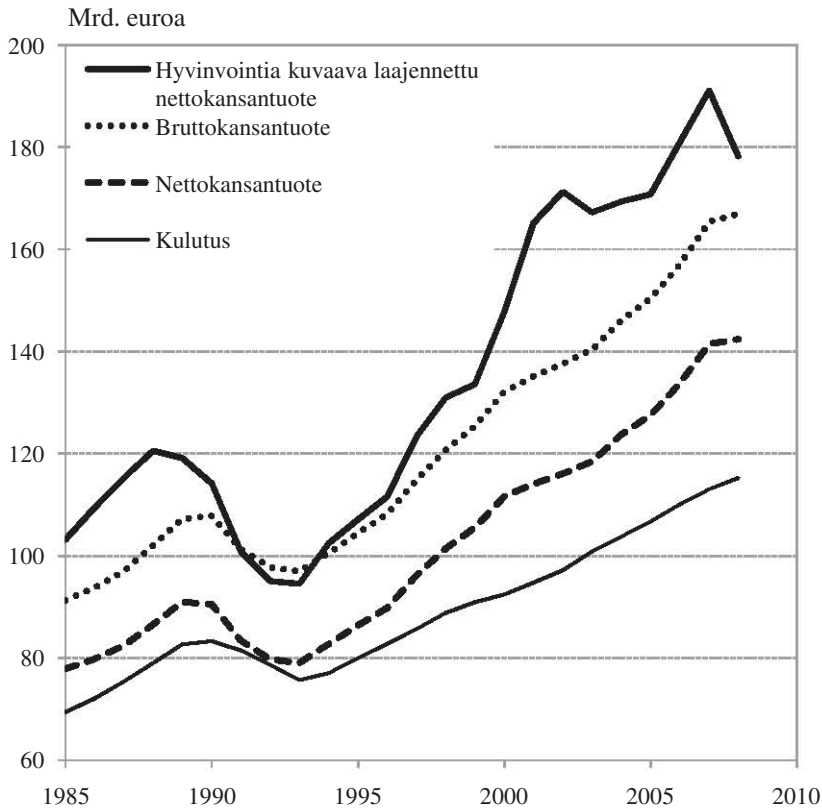
tuottavuuksilla. Taloustieteessä teknologia on tietoa siitä, miten raaka-aineista ja panoksista saadaan lopputuotteita, joita kuluttajat käyttävät tarpeidensa tyydyttämiseen. Se kattaa koko arvoketjun panoksista lopputuotteisiin, joten sitä voidaan arvioida kokonaistuottavuudella.

Kansantalouden tilipitojärjestelmiä on viime vuosina täydennetty tuottavuustilinpidoilla. Suomea koskevia toimialoittaisia ja koko kansantaloutta koskevia laskelmia saa Tilastokeskuksen tuottavuustutkimuksista (www.stat.fi/til/ttut/index.html) sekä EU KLEMS -projektin kotisivulta (www.euklems.net). Ne ovat käyttökelpoisia mm. tulevan talouskasvun ennakoin-

nissa (Pohjola 2010). Niitä ei toistaiseksi ole yhdistetty hyvinvoinnin mittausjärjestelmiin, vaikka se olisi periaatteessa helposti tehtävissä. Hultenin ja Schreyerin (2010) tuore tutkimus antaa tähän varsin selkeät suuntaviivat.

Teen tässä vain karkean arvion siitä, miltä tulevan kulutuksen nykyarvolla mitattu hyvinvointi näyttää näiden laskelmien valossa suhteessa nettokansantuotteeseen. Tuottavuustutkimuksissa tuotantofunktio on tyypillisesti muotoa $Y = AF(K, L)$, jolloin kokonaistuottavuuden A ja kokonaispanoksen F kontribuutiot bruttoarvonlisäyksen Y kasvuun ovat helposti erotettavissa. Tällä täsmennyksellä tule-

Kuvio 2. Kulutus, kansantuote ja hyvinvointi 1985–2008



Lähde: Omat laskelmat ja Kansantalouden tilinpito, Tilastokeskus.

van teknologisen kehityksen hyvinvointikontribuutio (7) on

$$(8) \quad Z_t = \int_t^{\infty} Y_s \dot{A}_s / A_s e^{-r(s-t)} ds \\ = \left(\frac{\alpha}{r-g} \right) Y_t.$$

Jälkimmäinen yhtälö seuraa olettamalla, että kokonaistuottavuus ja bruttoarvonlisäys kasvavat tulevaisuudessa (eli hetkestä t eteenpäin) vakiovauhteilla α ja g .

Teknologian hyvinvointivaikutus Z on sitä suurempi, mitä nopeammin teknologia kehittyy ja bruttoarvonlisäys kasvaa sekä mitä pienempi on diskonttokorko. Ongelmana on näiden tekijöiden arviointi.

Kuvioon 2 on tehty yksinkertainen laskelma vuosille 1985–2008. Kulutuksen sekä netto- ja bruttokansantuotteen sarjat ovat suoraan kansantalouden tilinpidosta. Laajennettu, hyvinvointia kuvaava nettokansantuote on saatu lisäämällä teknologian vaikutus (8) virallisen ti-

linpidon nettokansantuotteeseen. Se on laskettu kullekin vuodelle t siten, että bruttoarvonlisäyksen ja kokonaistuottavuuden oletetaan tulevaisuudessa ($s > t$) kehittyvän samoilla vauhteilla kuin keskimäärin kymmenen edellisen vuoden aikana. Niitä projisoidaan siten liukuvien keskiarvojen avulla. Diskonttokoroksi on oletettu Nordhausin (2000) esimerkin mukaisesti kahdeksan prosenttia.

Teknologian kehityksen huomioon ottaminen muuttaa käsitystämme kansantuotteen ja hyvinvoinnin yhteydestä oleellisesti. Laajennettu nettokansantuote on ajanjaksolla keskimäärin noin 30 prosenttia suurempi kuin virallinen nettokansantuote, joka siis kuvaisi hyvinvoinnin kehitystä teknologisesti pysähtyneessä kansantaloudessa. Diskonttokoron pudottaminen kuuteen prosenttiin nostaa eron 50 prosenttiin.

Vuotuinen kulutus, nettokansantuote ja jopa bruttokansantuote aliarvioivat hyvinvointia. Nopean teknologisen kehityksen vuoksi kansantaloutemme kulutuksen kestävä tasoa olisi voinut selvästi nostaa tarkastellulla ajanjaksolla.

Laajennettu NKT näyttää reagoivan suhdanteisiin voimakkaammin kuin kulutus ja tuotannon mittarit. Se aleni 1990-luvun lamassa suhteellisesti enemmän kuin kansantuote putosi. Päinvastainen kehitys toteutui laman jälkeisinä vuosina aina vuoteen 2008 saakka, jolloin NKT taantumaa ennakoiden kääntyi laskuun.

Tässä tarkastelussa on kaikki kokonaistuottavuuden kasvu oletettu eksogeeniseksi, tehdystä tutkimus- ja kehitystoiminnasta riippumattomaksi. Todellisuudessa vain osa on sellaista. Teknologian kehityksen jakaminen eksogeeniseen ja endogeeniseen komponenttiin vaatisi tutkimus- ja kehittämispääoman ja sen tuotto-

asteen mittaamista. Tältä osin kansantalouden tilinpidossa on vielä paljon parantamista.

4. Kestävä kehitys

Teoriassa tarkastelu voidaan vaivatta yleistää useamman pääomakannan, luonnonvarojen ja ympäristöongelmien analyysiin, mitä Stiglitzin, Senin ja Fitoussin (2010) raporttikin suosittelee. Olkoot R kansantalouden tutkimus- ja kehittämispääoma, H henkinen pääoma, N luonnonvarojen määrä ja E ympäristön tila. Kun kokonaistuotanto on näiden kaikkien tekijöiden ja eksogeenisen teknologian A funktio $F(K, R, H, N, E, A)$, voidaan kansantalouden optimaalisen kasvu-uran osoittaa olevan sellainen, jolla

$$(9) \quad C + \dot{K} + Z + p_R \dot{R} + p_H \dot{H} + p_N \dot{N} + p_E \dot{E} = r \int_t^\infty C_s e^{-r(s-t)} ds = rW.$$

Kertoimet p ovat varjohintoja, joille pätee, että

$$(10) \quad p_{X,t} = \partial W_t / \partial X_t,$$

kun $X = R, H, N$ tai E . Ne kuvaavat näiden varallisuuserien arvoja kulutuksen nykyarvossa mitattuna.

Jos tutkimus- ja kehittämispääoma ja henkinen pääoma kasvavat ($\dot{R} > 0, \dot{H} > 0$), on nettokansantuotetta korjattava ylöspäin näiden investointien arvon verran, jotta hyvinvoinnista saadaan parempi kuva. Jos vastaavasti luonnonvarat vähenevät ja ympäristö pilaantuu ($\dot{N} < 0, \dot{E} < 0$), tulee näiden arvo vähentää nettokansantuotteesta, mikä on ns. vihreän tilinpidon keskeinen sisältö.

Healin ja Kriströmin (2005) artikkeli on perusteellinen katsaus vihreään tilinpitoon ja hyvinvointiin. Vaikka tilinpidon laajentaminen on teoriassa helppoa, on se käytännössä vaikeaa, koska arvoja laskettaessa tulee hintoina käyttää resurssien niukkuutta kuvaavia varjohintoja (10). Markkinahinnat kuvaavat niitä oikein vain silloin, kun kaikki markkinat ovat olemassa ja toimivat täydellisesti.

Talouskasvun sanotaan olevan kestävä silloin, kun nykyinen sukupolvi voi tyydyttää tarpeensa vaarantamatta tulevien sukupolvien mahdollisuuksia tyydyttää omat tarpeensa. Tämän voi tulkita siten, että yhteiskunnan maksimaalinen hyvinvointi W_t ei saa vähetä ajan myötä. Derivoimalla se ajan suhteen yhtälössä (5) ja käyttämällä optimaalisen kasvun ehtoa (9) saadaan kestävä kehityksen kriteeriksi

$$\begin{aligned}
 (11) \quad dW/dt &= -C + r \int_t^\infty C_s e^{-r(s-t)} ds \\
 &= -C + rW \\
 &= \dot{K} + Z + p_R \dot{R} \\
 &\quad + p_H \dot{H} + p_N \dot{N} + p_E \dot{E} \\
 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

Kansantalous on kestävä kehityksen uralla, kun sen kattavasti mitatun varallisuuden yhteiskunnallinen arvo ei vähene ajan kuluessa. Siten esimerkiksi uusiutumattomia luonnonvarojaan hyödyntävän maan on investoitava aineelliseen, teknologiseen ja/tai henkiseen pääomaan vähintään käytettyjen luonnonvarojen arvon verran, kun arvoja mitataan varjohinnoilla.

Maailmanpankin aitojen säästöjen (genuine savings) mittari perustuu yhtälössä (11) esitettyyn kriteeriin (Hamilton ja Clemens 1999). Siinä ei kuitenkaan ole mukana teknologian

kehitystä eikä tutkimus- ja kehittämispääomaa, vaan se keskittyy lähinnä luonnonvarojen ja ympäristön arvon laskemiseen. Maailmanpankin mukaan monet kehitysmaat ja kehittyvät maat ovat käyttäneet luonnonvarojaan kestävästi; teolliset maat puolestaan kestävästi (Stiglitz, Sen ja Fitoussi 2010, 68).

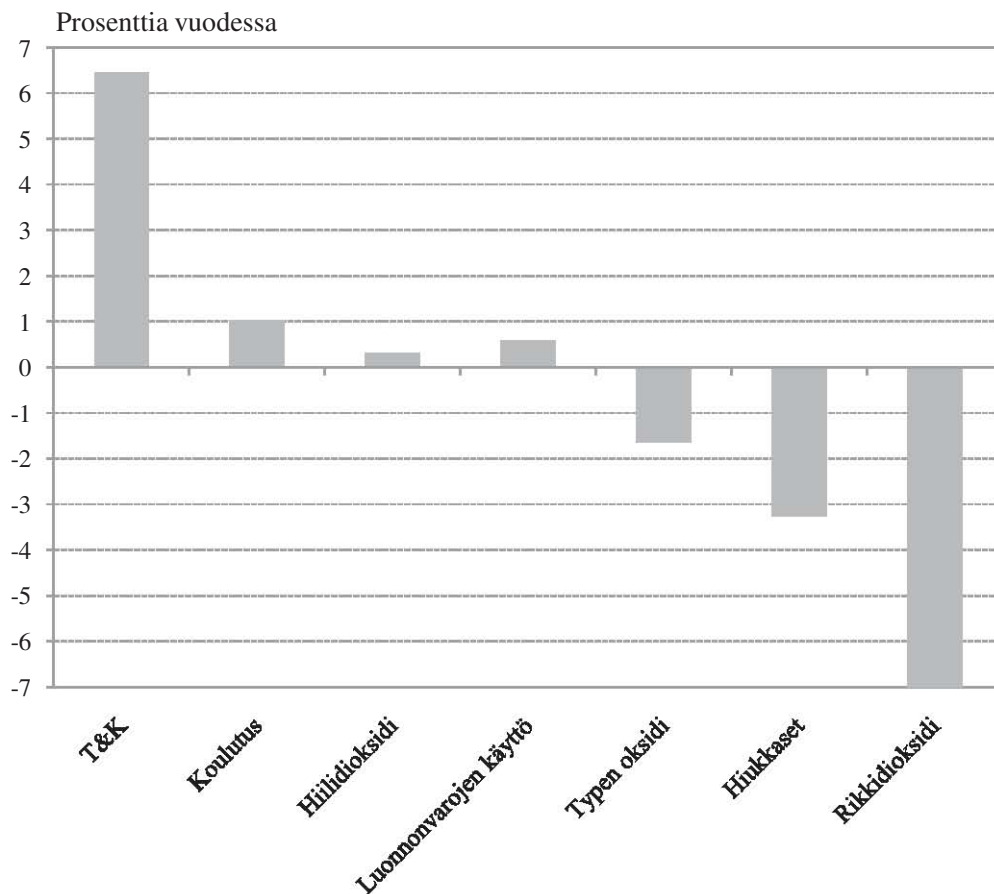
Kestävä kehityksen kriteeri on jälleen teorian näkökulmasta yksinkertainen, mutta käytännössä vaikea laskea. Luonnonvarojen määrän ja ympäristön tilan mittaaminen on jo itsessään vaikeaa, mutta erityisen haastavaa on varjohintojen laskeminen. Maailmanpankin aitojen säästöjen kriteeri ei myöskään sisällä teknologian kehitystä, eikä se siksi sovellu sellaisen kansantalouksien arvioimiseen, joissa teknologia on merkittävä talouskasvun lähde.⁷

Joitakin johtopäätöksiä voi tehdä ilman varjohintojakin tarkastelemalla pelkästään varantojen muutoksia.⁸ Kuvioista 3 näkyy, että talouskasvun kannalta keskeiset pääomavarannot ovat kasvaneet hyvää vauhtia. Ajanjaksolla 1985–2008 reaaliset tutkimus- ja kehittämismenot lisääntyivät 6,5 prosentin ja julkisyhteisöjen reaaliset koulutusmenot prosentin vuosivauhtia. Nämä mittaavat osin samaa asiaa kuin edellä esitetty teknologian kehitys, eikä näitä voi laskea sen kanssa yhteen. Tutkimus ja kehittäminen ovat varmasti lisänneet kokonaistuottavuutta, mutta eksogeenisen ja endogeenisen

⁷ Suomen osalta indeksiin liittyy toinenkin ongelma: Met-sävarat lasketaan siihen epäjobdonmukaisella tavalla mukaan vain silloin, kun ne vähenevät. Selitykseksi kerrotaan kehitysmaissa olevan paljon arvottomia metsiä.

⁸ Stiglitzin, Senin ja Fitoussin (2010) raportti suosittelee (suositukset 11 ja 12) itse asiassa tällaista yksinkertaista menetelmää kestävä kehityksen seuraamiseksi.

Kuvio 3. T&K- ja koulutusinvestointien, luonnonvarojen käytön sekä päästöjen keskimääräinen vuosimuutos 1985–2008



Lähteet: Luonnonvarat: Ilmo Mäenpää, Oulun yliopisto, muut sarjat: Suomen tilastollinen vuosikirja 2009 ja Kansantalouden tilinpito, Tilastokeskus.

kehityksen toisistaan erottamiseksi ei ole helppoa menetelmää.

Ympäristömme tila on myös parantunut siinä mielessä, että rikki-, typi- ja hiukkaspäästöt ilmaan ovat vähentyneet merkittävästi, rikkidioksidipäästöt peräti 7 prosentin vuosivauhtia. Myös päästöt vesistöihin ovat vähen-

tyneet (Syke 2008). Hiilidioksidipäästöt ja kotimaisten luonnonvarojen käyttö ovat sen sijaan kuvion 3 mukaan hieman kasvaneet.

Koska ilmastonmuutoksessa on kyse globaalista ulkoisvaikutuksesta, eivät kotimaiset hiilidioksidipäästöt ole sen oikea mittari, vaan sitä tulee kuvata koko maailman päästöillä. Ne

ovat kasvaneet keskimäärin kahden prosentin vuosivauhtia ajanjaksolla 1985–2007 (World Bank 2011). Epäselvää tosin vielä on, miten ilmastonmuutos vaikuttaa Suomeen pitkällä aikavälillä eli onko sen varjohinta negatiivinen vai positiivinen.

Johtopäätöksenä voi todeta, ettei Suomen talouskasvu ole ainakaan näiden mittareiden valossa kestävämmällä pohjalla. Ympäristön tila on monessa suhteessa parempi kuin 10–20 vuotta sitten, joskin ilmastonmuutos saattaa uhata sen kehittymistä (Syke 2008). Tulevan hyvinvoinnin turvaamiseksi tehdyt investoinnit teknologiaan, henkiseen ja aineelliseen pääomaan ovat puolestaan vahvassa kasvussa.

5. Lopuksi

Kansantuotteella on hyvinvoinnin mittarina puutteensa, mutta oikein käytettynä ja tulkittuna se on mainettaan paljon parempi. Tässä kirjoituksessa esittämistäni laskelmista ei saa mitään tukea sille näkemykselle, että suomalaisten hyvinvointi olisi alentunut 1980-luvun jälkeen. Päinvastoin, se on voimakkaasti kasvanut. On todennäköistä, että nykyinen sukupolvi on hyvinvointimelessä köyhempi kuin tulevat sukupolvet, sillä niin nopeasti yhteiskuntamme varallisuus on lisääntynyt. Väestön ikääntymisen ongelmatkaan eivät näytä yhtä suurilta kuin niissä perinteisissä tarkasteluissa, joissa teknologian kehityksen vaikutus hyvinvointiin on jätetty vaille huomiota.

Kaksi varausta on kuitenkin tehtävä. Ensimmäinen koskee ulkomaankauppamme vaihtosuhtetta, jonka tiedetään heikentyneen. Tämä alentaa hyvinvointia aivan samalla tavalla kuin teknologian eksogeeninen kehitys sitä lisää. Asia vaatii selvittämistä.

Toinen koskee hyvinvoinnin mittausta keskimääräisellä kulutustasolla, mikä jättää kokonaan vaille huomiota eriarvoisuuden mahdollisen kasvun. Pitäisi tutkia kulutuksen jakautumista kotitalouksien kesken. Tämä tuskin kuitenkaan muuttaa johtopäätöstä, sillä kansainvälisissä vertailuissa Suomen hyvinvoinnin on havaittu kasvaneen bruttokansantuotetta nopeammin myös silloin, kun eriarvoisuus otetaan huomioon (Jones ja Klenow 2010). □

LIITE 1. Keskeisten tulosten johtaminen

Tämä esitys löytyy hieman eri muodoissaan mm. Löfgrenin (1992), Nordhausin (1995) sekä Hultenin ja Schreyerin (2010) artikkeleista. Kansantalouden kilpailutasapaino saadaan maksimoimalla kulutuksen suhteen yhteiskunnan hyvinvointi (5) pääoman kasvun rajoitteella (2), kun annettuna on lisäksi pääoman alkuväri. Merkintöjen yksinkertaistamiseksi olen jättänyt muuttujista aikaa kuvaavan alaindeksin pois silloin, kun epäselvyyttä ei pitäisi syntyä. Työn määrä L oletetaan vakioksi, joten se on pudotettu pois tuotantofunktiosta.

Hamiltonin funktiosta

$$\begin{aligned} H &= H(C, K, A, \lambda) = C + \lambda \dot{K} \\ &= C + \lambda(F(K, A) - C - \delta K) \end{aligned}$$

saadaan ensimmäisen kertaluvun ehdot:

$$\partial H / \partial C = 1 - \lambda = 0,$$

$$\dot{\lambda} = r\lambda - \partial H / \partial K$$

$$= \lambda(r + \delta - F_K(K, A)).$$

Derivoimalla Hamiltonin funktio ajan suhteen ja käyttämällä näitä ehtoja saadaan differentiaaliyhtälö

$$\begin{aligned} \dot{H} &= \frac{\partial H}{\partial C} \dot{C} + \frac{\partial H}{\partial K} \dot{K} + \frac{\partial H}{\partial A} \dot{A} + \frac{\partial H}{\partial \lambda} \dot{\lambda} \\ &= r\lambda(F(K, A) - C - \delta K) \\ &\quad + \lambda F_A(K, A) \dot{A} \\ &= r(H - C) + F_A(K, A) \dot{A}. \end{aligned}$$

Sen ratkaisu on

$$\begin{aligned} H_t &= r \int_t^{\infty} C_s e^{-r(s-t)} ds \\ &\quad - \int_t^{\infty} F_A(K_s, A_s) \dot{A}_s e^{-r(s-t)} ds, \end{aligned}$$

josta seuraa yhtälössä (5) esitetty tulos. Weitzmanin (1976) alkuperäinen yhtälö (3) saadaan erikoistapauksena asettamalla $F_A = 0$.

Kirjallisuus

- Fleurbaey, M. (2009), "Beyond GDP? The quest for a measure of social welfare", *Journal of Economic Literature* 47: 1029–1075.
- Hamilton, K. ja Clemens, M. (1999), "Genuine saving rates in developing countries", *The World Bank Economic Review* 13: 333–356.
- Heal, G. ja Krström, B. (2005), "National income and the environment", teoksessa Mäler, K.-G. ja Vincent, J.R. (toim.), *Handbook of Environmental Economics*, Volume 3, Elsevier, Amsterdam, 1148–1217.
- Hoffrén, J. ja Rättö, H. (2009), "GPI hinnoittelee taloudellisen hyvinvoinnin", *Tieto&trendit* 2/2009: 46–47.
- Hulten, C.R. ja Schreyer, P. (2010), "GDP, technical change, and the measurement of net income: The Weitzman model revisited", NBER Working Paper 16010.
- Jones, C.I ja Klenow, P.J. (2010), "Beyond GDP? Welfare across Countries and Time", julkaisematon käsikirjoitus, <http://www.stanford.edu/~chadj/rawls200.pdf>.
- Landefeld, S.J. (2008), "Testimony on Rethinking GDP", Senate Commerce Committee hearing, March 12, 2008, http://www.bea.gov/about/pdf/senate_testimony_landefeld.pdf.
- Löfgren, K.-G. (1992), "Comment on C.R. Hulten "Accounting for the wealth of nations: The net versus gross output controversy and its ramifications"", *Scandinavian Journal of Economics* 94 (Supplement): 25–28.
- Neumayer, E. (2004), "Sustainability and well-being indicators", UNU-Wider Research Paper 2004/23.
- Nordhaus, W.D. (1995), "How should we measure sustainable income?", Cowles Foundation Discussion Paper No. 1101.
- Nordhaus, W.D. (2000), "New directions in national economic accounting", *American Economic Review (Papers and Proceedings)* 90: 259–263.
- Pohjola, M. (2010), "Miten tuottavuuden kasvun käy?", teoksessa Rouvinen, P. ja Ylä-Anttila, P. (toim.), *Kriisin jälkeen*, Sitra 228, Taloustieto, 191–203.
- Savela, O. (2009), "Hyvinvointia ei voi mitata yhdellä luvulla", *Tieto&trendit* 1/2009: 32–34.
- Smulders, S. (2008), "Green national accounting", *The New Palgrave Dictionary of Economics*, 2nd, ed., Palgrave Macmillan, <http://www.dictionaryofeconomics.com/dictionary> (viitattu 14.9.2010).
- Stiglitz, J.E., Sen, A. ja Fitoussi, J.-P. (2010), *Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress*, <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr>.
- Syke (2008), *Suomen ympäristö tila 2008*, Suomen ympäristökeskus, verkkojulkaisu: <http://www.ymparisto.fi/ymparistontila2008> (viitattu 14.9.2010).

- Tuomainen, E. (1988), *Rakkaudentunnustus bruttokansantuotteelle*, Postipankki, Helsinki.
- Valtioneuvosto (2010), *Valtioneuvoston tiedonanto Eduskunnalle 22.6.2010 nimitetyn pääministeri Mari Kiviniemen hallituksen ohjelmasta*, <http://www.valtioneuvosto.fi/toiminta/selonteot/fi.jsp> (viitattu 22.6.2010).
- Weitzman, M.L. (1976), "On the welfare significance of national product in a dynamic economy", *Quarterly Journal of Economics* 90: 156–162.
- Weitzman, M.L. (1997), "Sustainability and technical progress", *Scandinavian Journal of Economics* 99: 1–13.
- Weitzman, M.L. (2003), *Income, Wealth, and the Maximum Principle*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- World Bank (2011), *World Development Indicators*, <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> (viitattu 8.1.2011).