

Endogeenisen kasvun lähteillä: Taloustieteen Nobel 2018 Paul Romerille

Seppo Honkapohja

Sveriges Riksbankin Alfred Nobelin muistoksi myöntämä taloustieteen palkinto annettiin tänä vuonna William Nordhausille ja Paul Romerille. Nordhausin palkintoa perusteltiin sillä, että hän integroi ilmastomuutoksen pitkän aikavälin makrotaloudelliseen analyysiin. Paul Romerin palkinnon perusteena oli puolestaan teknologisten innovaatioiden integroiminen pitkän aikavälin makrotaloudelliseen analyysiin (Royal Swedish Academy of Sciences 2018). Tämän vuoden palkinto kohdistuu kiinnostavalla tavalla taloudellisen kehityksen ja kasvun eri ulottuvuuksiin. Paul Romerin kontribuutio on niin sanotun endogeenisen kasvun teorian kehittämisessä. Endogeenisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että teknologisista innovaatioista syntyvä talouden kasvu ja kehitys on tärkeä osa taloudellisen toiminnan kokonaisuutta. Yhtäältä innovaatioihin johtava tutkimus- ja kehitystyö vaatii resursseja ja toi-

saalta innovaatiot lisäävät tuottavuutta talouden toiminnassa ja siten edistävät kasvua.

Teknologia ja sen muutokset ovat luonnollisesti keskeinen teema taloustieteen eri osa-alueilla, jotka ulottuvat erilaisista mikrotalouden kysymyksistä markkinoiden toimintaan ja makrotalouteen. Myös kasvuteoriassa ja kasvututkimuksessa teknologinen muutos oli mukana jo ennen Paul Romerin tutkimuksia. Erilaisissa malleissa ja empiirisissä analyyseissa talouden kasvusta teknologinen kehitys esiintyi yhtenä kasvun lähteenä. Nämä mallit ja analyysit kuitenkin yksinkertaistivat voimakkaasti sen merkitystä ja vaikutuksia. Teknologisen kehityksen katsottiin tapahtuvan itsestään ja taloudellisen kasvun tilinpidossa sitä mitattiin residuaalina.

Innovaatioita ja keksintöjä oli myös analysoitu jo aikaisemmin, mutta nämä analyysit olivat mikrotaloudellisia eivätkä ne ottaneet

kunnolla huomioon innovaatioiden vaikutusta talouden kehitykseen.¹ Paul Romer esitti tutkimuksissaan yleisen tasapainon kasvumallin, jossa taloudellinen kasvu syntyy innovaatioiden ja niihin uhrattujen resurssien seurauksena. Näissä malleissa kasvavat mittakaavatuotot ja epätäydellinen kilpailu ovat keskeisiä lähtökohtia, mikä toi yleisemminkin uusia painotuksia taloustieteeseen.² Hahmottelen myöhemmin tällaisen kasvumallin peruspiirteet.

1. Paul Romerin opinnot ja tieteellinen ura

Paul Romer syntyi Coloradon osavaltiossa 1955. Hänen isänsä Roy Romer toimi Coloradon osavaltion kuvernöörinä kolmen kauden ajan vuodesta 1986 vuoteen 1998 saakka. Roy Romer tunnettiin muun muassa osavaltion tärkeimmän lentokentän kehittäjänä ja varttuneella iällä paremman koulujärjestelmän puolesta puhujana.

Taulukko 1 esittää Paul Romerin elämänuran keskeiset vaiheet. Hänen kolme akateemista tutkintoansa ovat Chicagon yliopistosta, joskin hän suoritti jatko-opintoja aluksi MIT:ssä ja Queens University'ssä. Perustutkintonsa hän suoritti matematiikasta.

¹ Mm. toinen palkinnon saaja William Nordhaus teki tämän tyyppistä tutkimusta ennen kuin hän ryhtyi tutkimaan ilmaston ja talouskehityksen yhteyksiä.

² Warsh (2006) kuvaa yksityiskohtaisesti Romerin uraa ja tutkimusten syntyvaiheita ja yhteytyksiä taloustieteen kehitykseen.

Tieteellisestä toiminnastaan Paul Romer on saanut lukuisia huomionosoituksia, joista taulukossa 2 on mainittu vain muutamia.³

Paul Romer on toiminut professorina useassa yliopistossa (taulukko 1). Hänen nykyinen virkansa New York Universityn professorina alkoi vuonna 2011.⁴

Vuonna 2001 Romer siirtyi pois akateemisesta maailmasta ja perusti Aplia-nimisen yhtiön. Se alkoi tuottaa internetiin opetusmateriaalia, erityisesti harjoitustehtäviä yliopistojen perustutkintoa suorittaville opiskelijoille. Vuonna 2007 Romer myi Aplia-yhtiönsä ja palasi akateemiseen maailmaan, ensin Stanfordiniin, josta siirtyi pian New Yorkiin vuonna 2011.

Vuonna 2016 Romer nimitettiin Maailmanpankin pääekonomistiksi. Suoraviivaisena ajattelijana ja tutkijana hän ajautui siellä ristiriitoihin, erosi tästä toimesta tammikuussa 2018 ja palasi professoriksi New York Universityyn.

2. Tieteellinen toiminta

Paul Romerin tutkimustoimintaa ja alueita on hyvä kuvata tarkastelemalla aluksi hänen tärkeimpiä julkaisujaan. Taulukossa 2 on lueteltu neljä hänen Google Scholarin mukaan eniten viitattua julkaisuaan.

Hänen tärkeistä artikkeleistaan liikkeelle lähtenyt endogeenisen kasvun tutkimus on muodostunut todella vilkkaaksi makrotaloustieteen osa-alueeksi. Monet muut tutkijat “hyp-

³ Luettelo on pahasti puutteellinen, sillä hänen CV:nsä ei ole julkisesti saatavilla.

⁴ Paul Romer vieraili Suomessa kesällä 1991 Yrjö Jabnssonin säätiön kutsusta. Hän luennoi kurssin kasvuteoriasta.

Taulukko 1. Paul Romerin ura

Opinnot

- B.Sc. 1977 matematiikassa 1975 (University of Chicago)
- MA taloustieteessä 1978 (University of Chicago)
- PhD taloustieteessä 1983 (University of Chicago)

Professuurit

- University of Rochester
- University of Chicago
- University of California, Berkeley
- Stanford University
- New York University (nykyinen virka vuodesta 2011)

Muu ura

- Perusti vuonna 2001 Aplia -yhtiön (pois akateemisesta maailmasta)
 - Aplia tuottaa verkkoympäristöön harjoitustehtäviä yliopiston perustutkintoa suorittaville.
 - Cengage Learning osti Aplian vuonna 2007
- Maailmanpankin pääekonomisti lokakuusta 2016 tammikuuhun 2018
 - Erosi toimesta ristiriitojen takia

Nobel-palkintoa edeltäneitä tärkeimpiä huomionsoituksia

- One of America's 25 most influential people by Time Magazine 1997
- Fellow of the American Academy of Sciences
- Claus Recktenwald Prize in Economics 2002

Taulukko 2. Paul Romerin neljä eniten viitattua julkaisua

Julkaisu	Viittausten lukumäärä
Romer (1990), "Endogenous Technological Change", <i>Journal of Political Economy</i>	27 089
Romer (1986), "Increasing Returns and Long Run Growth", <i>Journal of Political Economy</i>	25 505
Romer (1994), "The Origins of Endogenous Growth", <i>Journal of Economic Perspectives</i>	4 474
Rivera-Batiz ja Romer ja (1991), "Economic Integration and Economic Growth", <i>Quarterly Journal of Economics</i>	2 525

Viittaukset Google Scholarin mukaan 18.10.2018.

päsivät junaan mukaan” ja joko jatkoivat eteenpäin Romerin kasvuteorian kehittämistä tai esittivät vaihtoehtoisia malleja innovaatiotoinnasta.⁵ Romerin oma kiinnostus alueeseen väheni 1990-luvun lopulla eikä hän sen jälkeen enää palannut kehittämään endogeenisen kasvun malleja.

3. Paul Romerin kehittämän endogeenisen kasvun teorian perusero

Tämän teoria-alueen lähtökohdat ovat sekä teoreettiset että empiiriset. Aloitan jälkimmäisestä. Niin sanottu konvergenssihypoteesi oli jo 1970 ja 1980 -luvuilla muodostunut kiistanalaiseksi empiirisessä talouden kasvun tutkimuksessa. Konvergenssihypoteesilla tarkoitetaan arviota, että eri maiden henkilöä kohti lasketun BKT:n tasojen tulisi pitkällä aikavälillä lähentyä toisiaan.

Tämä on neoklassisen kasvuteorian (Solow 1956; Swan 1956) perustulos. Tulos ei kuitenkaan toteudu käytettäessä laajoja empiirisiä aineistoja. Kirjallisuudessa on esitetty monia neoklassisen kasvumallin laajennuksia, mutta tämä lähestymistapa ei parhaimmillaankaan tuntunut oikein toimivalta (Romer 1994; Acemoglu 2009).

Teoreettiselta kannalta perinteisissä kasvumalleissa oli Romerin mukaan useita rajoittavia oletuksia, joita oli tarpeen heikentää. Näitä ovat:

- 1) Innovaatiot ja keksinnöt poikkeavat muista hyödykkeistä, koska eri taloudenpitäjien

samanaikainen käyttö on mahdollista. Kysymys on toisin sanoen ei-kilpailevista hyödykkeistä (*nonrival goods*).

- 2) Teknologinen kehitys ei synny eksogeenisena itsestään, vaan sen mahdollistava tutkimus- ja tuotekehitystoiminta vaatii resursseja. Teoreettiselta kannalta tästä syntyy paradoksi. Jos neoklassisen kasvuteorian mukaisesti oletetaan, että aggregaattituotantofunktio on 1. asteen homogeeninen funktio ja vallitsee täydellinen kilpailu, niistä saadaan resurssit innovaatioihin?
- 3) Innovaatiot ja keksinnöt synnyttävät yleensä markkinavoimaa ja voittoja. Täten täydellinen kilpailu on huono oletus mallin lähtökohdaksi.

Paul Romer onnistui rakentamaan yleisen tasapainon ja kasvun malleja, joissa teknologinen muutos syntyy ihmisten tietoisesta toiminnasta, kuten tutkimus- ja tuotekehitystyöstä. Hahmottelen seuraavaksi yhden tällaisen kasvumallin pääpiirteet (yksityiskohdista ks. Acemoglu (2009, 433–444)).

Mallissa oletetaan yksinkertaistaen, että on olemassa yksi homogeeninen lopputuote, jota tuotetaan työvoiman ja eri koneiden avulla. Innovaatiot tulevat mukaan, koska eri koneiden lukumäärä ei ole vakio vaan se kasvaa ajan myötä tutkimus- ja kehitystoiminnan tuloksena. Lopputuotteesta saadaan kulutus, investoinnit koneisiin sekä resurssit tutkimus- ja kehitystoimintaan. Formaalisti malli on seuraava:

Lopputuotteen $Y(t)$ tuotantofunktio on

$$Y(t) = \frac{1}{1-\beta} L^\beta \int_0^{N(t)} x(v, t)^{1-\beta} dv,$$

⁵ Endogeenisen kasvun teoriasta ja empiiristä on olemassa useita hyviä yleisesityksiä, kuten Acemoglu (2009).

jossa L on työvoiman määrä ja $x(v,t)$ on koneen v määrä ajankohtana t . $N(t)$ on eri koneiden lukumäärä. $N(t)$ kehittyy ajan myötä seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$\frac{d}{dt}N(t) = \eta Z(t),$$

jossa uusien koneiden lukumäärä riippuu lineaarisesti tutkimus- ja kehitystoimintaan käytetyistä resursseista.

Mallissa kulutus päätökset määräytyvät hyödyn maksimoinnista ja hyötyfunktio on muodoltaan tyypillinen

$$U = \int_0^{\infty} \exp(-\rho t) \frac{c(t)^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt,$$

jossa p kuvaa aikapreferenssiä ja θ on hyötyfunktion parametri.

On tärkeää korostaa, että tässä yksinkertaisessa mallissa työpanos ei kasva, vaan talouden kasvu syntyy ainoastaan innovaatioiden kautta. Mallissa on tasapainoisen kasvun ura, jossa talous kasvaa endogeenisesti, sisäsyntyisesti. Tasapainouralla kasvuvauhdin määrittää yhtälö

$$g_C = \frac{1}{\theta}(r^* - \rho), r^* = \eta\beta L,$$

jonka mukaan muun muassa innovaatioprosessin korkeampi tuottavuus nopeuttaa kasvua.

Taulukko 3. Paul Romerin uudempia julkaisuja

“The Trouble with Macroeconomics”, *American Economist* 2016.

“Mathiness in the Theory of Growth”, *American Economic Review* 2015.

“Technologies, Rules and Progress: the Case for Charter Cities”, Center for Global Development 2010.

“Cutting the Corruption Tax”, VoxEU 2010 (uudelleen julkaistu 8.10.2018)

4. Paul Romer tutkijana

Tunnen Paul Romerin aika hyvin, ja voin kertoa hänen olevan suoraviivainen ja uuttera tutkija, kun hän työskentelee konkreettisen hankkeen kimpussa. Romer on myös idearikas ja monipuolinen keskustelija. Hän korostaa tutkimuksen merkitystä ja sieltä tulevia viestejä yhteiskunnan kehittämässä. Hänen lähestymistapaansa kuvaa hänen kannanottonsa vuodelta 2011 “Teknologia kotien valaisemiseen alhaisin kustannuksin on yli sata vuotta vanha. Miksi siitä huolimatta niin monilla ihmisillä ei ole pääsyä tähän mahdollisuuteen” (Romer 2011). Tällä Romer haluaa korostaa sitä, että teknologia ei ole syy ongelmiin vaan poliittinen järjestelmä.

2000-luvulla Paul Romer suuntautui tutkimuksissaan uusille alueille, jotka ovat yhteiskunnan kehittämisen kannalta merkityksellisiä. Hyvä esimerkki on teema *charter cities*, vapaasti suomentaen “sopimuskaupungit”. Näillä hän tarkoittaa kaupunkeja tai muita alueellisesti rajattuja kokonaisuuksia, joita hallinnoidaan määrääjän erityisen peruskirjan mukaisesti (Romer 2009).

Esimerkkinä näistä ajatuksista on Romerin VoxEU:ssa vuonna 2010 julkaisema artikkeli ”Cutting the corruption tax”, jossa hän viittasi Hong Kongissa 1970-luvulla brittihallinnon johdolla tehtyihin toimiin korruption vähentämiseksi. Näistä lähtökohdista hän ehdotti Kreikalle asettautumista EU:n nimeämän johdon alaisuuteen.⁶

Romer on aika ajoin myös kirjoittanut joihinkin taloustieteen teemoihin kriittisesti suhtautuvia kirjoituksia, mikä myös kuvastaa hänen taitojaan keskustelijana (taulukko 3).

Minulla on ollut ilo tehdä tutkimusyhteistyötä Paul Romerin kanssa (Evans, Honkapohja ja Romer 1998). Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin syklisen kasvun mahdollisuutta endogeenisen kasvun malleissa, kun taloudessa on monopolistinen kilpailu uusien pääomahyödykkeiden tuottamisessa, pääomahyödykkeet ovat keskenään komplementteja lopputuotteen tuotannossa ja missä kulutuksen ja investointien välinen trade-off on konveksi.

Tästä yhteistyöstä muistan Romerin sinnikkyiden, kun haimme luontevaa analyysikehikkoa useiden yritysten, erehdysten ja uusien yritysten kautta. Romer oli poikkeuksellisen tarkka artikkelin tekstin viimeistelyssä. Käsi-kirjoitusta paranneltiin muistaakseni 18 kertaa. Tämän jälkeen julkaisuprosessi sujui puolestaan nopeasti. □

Kirjallisuus

- Acemoglu, D. (2009), *Introduction to Modern Economic Growth*, Princeton University Press.
- Evans, G., Honkapohja, S. ja Romer, P. (1998), ”Growth Cycles”, *American Economic Review* 88: 495–515, <https://www.jstor.org/stable/116846>.
- Rivera-Batiz, L. ja Romer, P. (1991), ”Economic Integration and Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics* 106: 531–555, DOI: 10.2307/2937946.
- Romer, P. (1986), ”Increasing Returns and Long Run Growth”, *Journal of Political Economy* 94: 1002–1037, <https://www.jstor.org/stable/1833190>.
- Romer, P. (1990), ”Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy* 98: S71–S102, <https://www.jstor.org/stable/2937632>.
- Romer, P. (1994), ”The Origins of Endogeneous Growth”, *Journal of Economic Perspectives* 8: 3–22, <https://www.jstor.org/stable/2138148>.
- Romer, P. (2010), ”Technologies, Rules and Progress: the Case for Charter Cities”, Center for Global Development Essay, <https://www.cgdev.org/publication/technologies-rules-and-progress-case-charter-cities> (haettu 4.11.2018).
- Romer, P. (2010 [2018]), ”Cutting the Corruption Tax”, VOX CEPR Policy Portal 8.10.2018, [oxEUhttps://voxeu.org/article/cutting-corruption-tax-way-out-greece](https://voxeu.org/article/cutting-corruption-tax-way-out-greece) (haettu 4.11.2018).
- Romer, P. (2011), ”Biography”, NYU Stern School of Economics, <http://pages.stern.nyu.edu/~promer/biography.shtml> (haettu 4.11.2018).
- Romer, P. (2015), ”Mathiness in the Theory of Growth”, *American Economic Review* 105: 89–93, DOI: 10.1257/aer.p20151066.

⁶ Artikkelin julkaistiin VoxEU:ssa uudelleen lokakuussa 2018 Nobel-palkinnon kunniaksi (Romer (2010[2018])).

- Romer, P. (2016), “The Trouble with Macroeconomics”, Commons Memorial Lecture of the Omicron Delta Epsilon Society, <https://paulromer.net/the-trouble-with-macro/> (haettu 4.11.2018).
- Royal Swedish Academy of Sciences (2018), “The Prize in Economic Sciences 2018”, Press Release, 8 October 2018, <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/10/press-economicsciences2018.pdf> (haettu 4.11.2018).
- Solow, R. (1956), “A contribution to the theory of economic growth”, *Quarterly Journal of Economics* 70: 65–94, doi:10.2307/1884513.
- Swan, T. (1956), “Economic growth and capital accumulation”, *Economic Record* 32: 334–361, doi:10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x.
- Warsh, D. (2006), *Knowledge and the Wealth of Nations, A Story of Economic Discovery*, W.W. Norton & Company.