

Innovaatiojärjestelmä ja tutkimuksen kaupallistaminen: keskustelua OECD:n piirissä

KAI HUSSO

FL, erikoistutkija

Suomen Akatemia

SEPPO KANGASPUNTA

KTM, erikoistutkija

Kauppa- ja teollisuusministeriö

1. Johdanto

Tutkimus ja teknologian kehittäminen ovat nykyisin keskeisiä OECD-maiden yhteiskunnallisiin ja teollis-taloudellisiin muutoksiin vaikuttavia tekijöitä. Korkean teknologian toimialojen ja tuotteiden tuotanto sekä näiden kansantaloudellinen merkitys on kasvanut 1990-luvulla huomattavasti samalla, kun tietoa ja erikoisosaamista on alettu pitää kansallisen kilpailukyvyn avaintekijöinä. Samalla yliopistojen ja teollisuuden välinen yhteistyö ja vuorovaikutus on tiivistynyt ja saanut uusia muotoja. Tällaiset muutokset toimintaympäristössä edellyttävät aktiivista poliittisten toimien kehittämistä ja vaikuttavuuden seurantaa.

Tieteeseen, teknologiaan ja innovaatioihin liittyvät kysymykset ovat OECD:n *tiede- ja teknologiapolitiikkakomitean* (CSTP) alaisen

Technology and Innovation Policy -työryhmän (TIP) toiminnan ytimessä. TIP:n pääteemoja ovat viime vuosina olleet kansallisten innovaatiojärjestelmien toimivuus ja julkisrahoitteisen tutkimuksen kaupallistaminen. Näistä teemoista pidettiin viime vuonna Australiassa sarja tilaisuuksia,¹ joiden esitelmiin ja kirjalliseen materiaaliin tämä kirjoitus suureksi osaksi perus-

¹ OECD-konferenssi »Innovation Systems – Growth Engines for the 21st Century» (Sydney 19.–20.11.1998), OECD/TIP:n organisoima seminaari »Commercialisation of Government-funded Research» (Canberra 25.11.1998), TIP:n kokous (Canberra 23.–24.11.1998), OECD/APEC-seminaari »New Science and Technology Indicators for a Knowledge-based Economy» (Canberra 26.–28.11.1998). Tausta-aineistona lisäksi materiaalia CSTP:n kokouksista (Pariisi: 13.–14.10.1998 ja 16.–17.3.1999) sekä tiedotteet OECD-maiden tiede- ja teknologiaministerien tapaamisesta Pariisissa 22.–23.6.1999.

tuu. Konferenssien tavoitteena oli selkeyttää innovaatiojärjestelmien ja innovaatioiden *systemistä näkökulmaa*, joka korostaa tietoperustaisen talouden (*»knowledge-based economy»*) eri toimijoiden ja instituutioiden välisiä riippuvuuksia sekä yhteistyötä. Tähän liittyen taloustieteilijät ovat alkaneet puhua *innovaatioperustaisen evolutionäärisen järjestelmän* kehityksestä ja siihen liittyvästä tutkimussuuntauksesta, jota kutsutaan nimellä *»systemic economics»* (ks. esim. Bryant 1998; Bryant & Wells 1998). Näistä lähtökohdista seuraavat kysymykset ovat nousseet ajankohtaisiksi: *»Miten innovaatiopolitiikan pitäisi reagoida tietointensiiviseksi kehittyvän teollisuuden teknis-taloudellisiin muutoksiin?»*; *»Kuinka hyvin poliittisilla toimenpiteillä voidaan ohjata innovaatiojärjestelmän kehitystä?»*; *»Kuinka laaja-alaista innovaatiopolitiikan pitäisi olla?»*.

Artikkelin tarkoituksena on esitellä OECD:n piirissä käytävän tiede- ja teknologiapoliittisen keskustelun ja innovaatiopolitiikan kehittämisen nykyisiä painotuksia. Kirjoitus ei ole kokonaiskatsaus OECD:n tiede- ja teknologiapoliittiseen työhön, joka on tässä esitettyä huomattavasti laajempaa (esim. OECD 1998a, 1998b, 1998c, 1999a). Tarkoitus ei ole myöskään peilata keskustelua Suomen tilanteeseen. Viimeaikaisissa OECD:n kansainvälisissä vertailuissaan Suomi on menestynyt hyvin niin tiedejärjestelmän rakenteellisen ja toiminnallisen kehittämisen, tieteellisen tason kohoamisen, teknologian kehittämisen ja soveltamisen sekä yliopistojen ja teollisuuden yhteistyön tiivistymisen suhteen (ks. OECD 1998a, 1999b).

2. *Innovaatiopolitiikka, klusterit ja talouden toimintaympäristö*

Viime vuosina on korostettu varsinkin huipputekniikan alojen innovaattoriyritysten merki-

tystä talouden uudistumisessa (esim. OECD 1998a). Tämä painotus on perusteltua, kun tarkastellaan viimeaikaista huipputekniikan alojen tuotannon nopeaa kasvua ja huipputekniikan tuotteiden osuuden lisääntymistä OECD-maiden ulkomaankaupasta (ks. Tilastokeskus 1997). Teknologian kehittäminen ja laaja käyttöönotto, innovaatiot ja t&k-toiminta ovatkin *kansallisen innovaatiojärjestelmän* ja sen rakentamiseen pyrkivän politiikan keskiössä. Tähän liittyvä keskustelu on ollut runsasta näkemysten erotessa lähinnä sen suhteen, kuinka pitkälle politiikan pitäisi keskittyä korkean teknologian sektorille. Rakentavaa kritiikkiä politiikan kattavuudesta ja toteutusfilosofiasta ovat esittäneet muun muassa Keith Smith (1998a, 1998b) ja Theo Roelandt (1998). Jälkimmäinen on kyseenalaistanut varsinkin yksittäisten *»sankarillisiksi schumpeterilaisiksi toimijoiksi»* kutsumiensa innovaattoriyritysten merkityksen liiallisen korostamisen todeten, että yritysten menestyminen ja innovaatioiden aikaansaaminen riippuvat ennen kaikkea niiden yhteyksistä ympäristöönsä. Siksi olisikin tärkeää, että julkinen sektori edistää talouden kehitystä erityisesti *innovaatiopolitiikkaan* kytkeytyvän *klusteripoliitiikan* keinoin. Roelandtin mukaan klusterit ovat toisistaan vahvasti riippuvien, lisäarvoa tuottavien yritysten systeemisiä yhteistyö- ja tuotantoverkostoja, joissa on mukana myös yliopistoja, tutkimuslaitoksia ja markkinoiden asiakkaita. Innovaatiot ovat puolestaan useimmiten vuorovaikutteisten oppimisprosessien tulos – innovaatiot syntyvät siten erilaisen tiedon ja osaamisen uusista yhdistelmistä. Poliittisten toimenpiteiden suunnittelussa olisi otettava korostetusti huomioon, että innovaatioiden aikaansaaminen ei riipu niinkään yksittäisen yrityksen omasta toiminnasta, vaan aktiivisesta muualla tuotetun uuden tiedon hankinnasta ja soveltamisesta. Sitä varten tarvitaan

joustavaa yhteistoimintaa ja suotuisa säädösympäristö (säännöt, lait, normit).

Menestyksellinen klusteripolitiikka painottaa markkinalähtöisyyttä ja yritysten konkreettista yhteistyötä kansallisen innovaatiojärjestelmän muiden osien kanssa. OECD:n markkinoiman »*new role for governments*» -ajattelun mukaan julkisen sektorin olisi toimittava lähinnä katalysaattorina ja välittäjänä: sen pitäisi ensisijaisesti poistaa innovaatiojärjestelmän toiminnallisia puutteita, jotka estävät tiedon ja teknologian hyödyntämistä ja laskevat siten tutkimustoiminnan kokonaistehokkuutta. Pyrkimys on näin vähentää toiminnan systeemisiä ongelmia (»*systemic failure*»). Lisäksi poliittisen toimenpiteiden pitäisi olla entistä joustavampia ja kysyntään reagoivia. T&k-tuen pitäisi puolestaan olla entistä enemmän epäsuoraa markkinoiden ja innovaatiojärjestelmän yleisiä toimintaedellytyksiä edistävää. Markkinoiden vinoumiin (esim. yritysten ali-investoinnit t&k-toimintaan, »*market failure*») vastaaminen pelkästään julkista tutkimusrahoitusta lisäämällä ei siten ole perusteltua.

Klusterianalyysin avulla on mahdollisuus tarkastella innovaatioprosesseja muun muassa mikrotasolla (esim. yksittäisen yrityksen rooli verkostossa ydinyrityksen ympärillä, kilpailukyky, strateginen liiketoiminta-analyysi, johtaminen, yhteisten innovaatioprojektien käynnistäminen), mesotasolla (SWOT-analyysi tai innovaatiotarpeiden selvittäminen toimialojen välillä) ja makrotasolla (maan tai alueen erikoistumismallien analysointi) (ks. OECD 1999a). Tämänkaltaista monitasoista analyysiä voidaan hyödyntää myös innovaatiopolitiikan kehittämisessä. Klusterianalyysin avulla yritykset ja teollisuudenalat voivat löytää yhteisiä kytköksiä teknologian, osaamisen, informaation, markkinoinnin ja asiakastarpeiden alueelta. Sen avulla klusterin eri osapuolet voivat niinikään etsiä uu-

sia rooleja, yhteistyöyhdistelmiä ja strategisia uuden liiketoiminnan alueita. Klusterianalyysi voi myös olla lähtökohta julkisen sektorin ja yritysten välisen dialogin kehittämiseksi: sen avulla voidaan löytää yhteisymmärrys ongelmista ja kehittämiskohteista. Innovaatiopolitiikan kannalta on tärkeää, että klusterianalyysi tarjoaa uuden näkökulman ymmärtää innovaatiojärjestelmien systeemistä toimintaa ja mahdollistaa aiempaa analyttisempien poliittisten johtopäätösten tekemisen.

Julkinen sektori edistää OECD-maissa klusterien syntymistä monella eri tavalla. Keskeisimpiä tavoitteita ovat muun muassa myönteisen taloudellisen ilmapiirin ja kannustavien kilpailuolosuhteiden luominen, säädösympäristön kehittäminen yhteistyötä kannustavaksi, informaatio- ja välittäjäpalvelujen kehittäminen tarpeita vastaaviksi sekä teknologian ennakkoinnin hyödyntäminen. Perusero eri maiden välillä on siinä, onko politiikka markkinalähtöistä, kuten Yhdysvalloissa ja Hollannissa, vai ylhäältä alas tapahtuvaa, josta varoittavana esimerkkinä Ranskan Minitel-hanke. Oleellista on myös klusteripolitiikan uudistuminen ja reagointi talouden muutoksiin: politiikan ei pitäisi väheksyä pieniä tai alkavia klustereita eikä sen pitäisi keskittyä vain perinteisiin tai olemassa oleviin klustereihin.

Keith Smith (1998a, 1998b) on korostanut innovaatiopolitiikan ja kansallisten innovaatiojärjestelmien kehittämisen laaja-alaisuutta. Hänen mielestään on kyseenalaista ajatella, että suhteellisen pieni joukko tutkimusintensiivisiä korkean teknologian sektoreita vetäisi Euroopan taloudellista kasvua. On korostettava, että myös monien matalan ja keskitason teknologian toimialojen osaaminen voi olla korkeatasoista sekä perustua tieteellisten tutkimustulosten hyödyntämiseen. Esimerkkinä Smith on käyttänyt Norjan kalanjalostusteollisuutta. Tutkimusin-

tensiiviset korkean teknologian alat kuten lääkkeet ja telekommunikaatio ovat monissa OECD-maissa nopean kasvun aloja, mutta niin ovat myös monet muut, kuten elintarvike-, huonekalu- ja perusmetallialat – monet matalan ja keskitason teknologian alat ovatkin työllisyyden ja tuotannon kasvun kärjessä. Tämän vuoksi näiden alojen vaikutus kokonaiskasvussa voi olla suurempi kuin pelkän geneerisen sektorin eli korkean teknologian alojen osuus. Tämä seikka olisikin innovaatiopolitiikassa otettava entistä paremmin huomioon. Lisäksi Smith on huomauttanut, että talouden kasvu ei perustu niinkään uusien alojen kasvuun kuin olemassa olevien alojen sisäiseen uudistumiseen. Tätä uudistumista tukee elinvoimainen ja yhteistyökykyinen innovaatiojärjestelmä, joka luo, jakaa ja ylläpitää tietoa ja osaamista. Smith kritisoi myös schumpeteriläistä käsitystä, jonka mukaan talouden kasvu ja rakennemuutos johtuvat radikaalien teknologisten innovaatioiden purkauksista kansantalouteen.

Onkin arvioitavissa, että ylikansallisia, yleispäteviä ja toimivia yksityiskohtaisia sääntöjä tai mekanismeja innovaatioiden edistämiseen ei ole. Tämä johtuu muun muassa siitä, että innovaatioiden syntymiseen ja hyödyntämiseen liittyy runsaasti monimutkaisia kulttuurisia, sosiaalisia ja taloudellisia kytkeitä. Tästä hyväänä kotimaisena viitteenä on Reijo Miettisen tutkimusryhmän tekemä selvitys innovaatioiden syntymisestä Suomessa. Raportin (Miettinen ym. 1999: 214) mukaan »innovaatiopolitiikan tulisi suuntautua organisatoristen rakenteiden, järjestelmien, toimintaympäristön ja rakennushankkeiden sijaan joustavan ja spontaanin yhteistyön tukemiseen sekä konkreettisten yhteistyöhankkeiden rakentamiseen». OECD:n kansallisia innovaatiojärjestelmiä koskevassa työssä (ks. OECD 1997, 1999b) onkin jatkossa hyödyllistä analysoida entistä yksityiskohtaisem-

min kussakin maassa harjoitetun politiikan ja toimintaympäristön erityisominaisuuksia sen lisäksi, että pyritään identifioimaan toimivia menettelytapoja, yhdenmukaisuuksia ja harmonisoituja rakenteita eri maiden välillä sekä antamaan niihin liittyviä suosituksia. Tämä ei siis tarkoita, etteikö olisi hyödyllistä omaksua eri maiden hyviksi havaittuja poliittisia toimintatapoja (»good policy practices») ja soveltaa niitä innovaatiojärjestelmää kehitettäessä (ks. esim. OECD 1998a).

3. Tiedejärjestelmän kehityssuunnat

Tutkimustulosten hyödyntäminen sekä uuden teknologian luominen, omaksuminen ja soveltaminen ovat keskeisiä tuotantotehtäviä yritysten menestymiselle globaalissa kilpailussa. Yritykset ovatkin pyrkineet entistä tehokkaammin hyödyntämään muun muassa yliopistoissa tehtyä tutkimusta innovaatioiden aikaansaamiseksi. Tieteellisen tutkimuksen ja innovaatioiden aikaansaamisen välisen yhteyden lähenemisestä antaa viitteitä selvitystulos, jonka mukaan yhdysvaltalaisissa patenteissa viitataan yhä enemmän julkisen sektorin tutkimusartikkeleihin (ks. National Science Board 1998). Kun vuonna 1985 patenttiteksteistä 11 prosentissa viitattiin ainakin yhteen tieteelliseen julkaisuun, nousi osuus vuonna 1995 jo 23 prosenttiin. Patenttien ja viitattujen artikkelien yhteys oli selvästi voimakkain biolääketieteen ja kliinisen lääketieteen aloilla.

Tiedejärjestelmän eli tieteellistä tutkimusta tekevien akateemisten ja julkisen sektorin organisaatioiden näkeminen nykyisin tärkeänä innovaatiojärjestelmän osana on johtanut tutkimuksen arvostuksen nousuun sekä t&k-myönteisen ilmapiirin muodostumiseen. Toisaalta kehitys on johtanut myös uudenlaisiin ongelmiin, sillä yliopistojen on ollut hyvin vaikea sopeutua ta-

loudellisen ja yhteiskunnallisen toimintaympäristön nopeaan muutokseen. Tiedejärjestelmän uusien haasteiden taustalla olevia keskeisiä t&k-toiminnan edellytyksiin ja kehitykseen vaikuttavia muutostekijöitä ovat viimeaikoina tarkastelleet muun muassa Georghiou (1998), O’Kane (1998), Senker (1998), Mowery (1998a, 1998b) sekä Mowery ym. (1998). Myös pari teemaan liittyvää OECD-julkaisua on ilmestynyt (OECD 1998a, 1998c). Näissä tutkimuksissa on todettu julkisen tutkimusrahoituksen vähentyneen useissa OECD-maissa. Yliopistotutkimuksen rahoituspainee ovat kasvaneet samaan aikaan toiminnan tulosedotusten ja tulosvastuun lisääntymisen kanssa. Tutkimus on nykyisin entistä enemmän ulkopuolisesta ja usein lyhytkestoisesta rahoituksesta riippuvaa. Varsinkin perustutkimusrahoituksen vähentämistä ja tieteellisen tason laskua pidetään pitkällä tähtäimellä todellisena uhkana. Koska julkiselta tutkimukselta odotetaan yhä enemmän taloudellisesti hyödynnettäviä tuloksia ja tuottoa, vaarana on, että keskitytään lyhytjänteiseen sovelluspainotteiseen työhön pitkän tähtäimen perustutkimuksen sijasta. Rahoitusongelmien vuoksi yliopistojen on ollut myös entistä vaikeampaa pitää laitteistojaan kehityksen asettamien vaatimusten tasolla. Tutkimusinfrastruktuurin heikkeneminen ei ole vain yliopistojen vaan myös teollisuuden huoli. Lisäksi on korostettu, että yliopistojen perinteinen tieteenalakohtainen organisaatorakenne sekä poikki- ja monitieteistä tutkimusta edellyttävät teemat (esim. biolääketiede ja -teknologia, ympäristötutkimus) sopivat nykyisin huonosti yhteen.

Tutkimustoiminnan ylikuumenemisestä antaa viitteitä se, että yliopistot ja yksityiset laboratoriot kilpailevat yhä enemmän samoilla markkinoilla. Julkisen ja yksityisen tutkimuksen lähenemistä kuvaa muun muassa se, että yliopistot omistavat yhä useammin yrityksiä ja

aineetonta omaisuutta. Yliopistot myyvät entistä enemmän tutkimusta ja teknisiä palveluja yrityksille. Tutkimustulosten lisääntyvän yksityistämisen seurauksena syntyvää uhkaa tutkimustoiminnan ulkoisvaikutusten ja laajojen sosiaalisten hyötyjen vähenemisestä pidetään todellisena. Myös yritysten omasta t&k-toiminnasta on tullut entistä lyhytjänteisempää. Tämä voi vähentää niiden kriisinsietokykyä sekä kykyä muodostaa pitkän ajan kehityslinjoihin perustuvaa strategista näkemystä.

Kaiken kaikkiaan julkinen ja yksityinen tutkimus ovat lähestyneet tällä vuosikymmenellä huomattavasti toisiaan. Toisaalta on korostettava, että t&k-yhteistyön toimivuus ja selkeä työnjako on tarpeellista ja edellytys toimivalle innovaatiojärjestelmälle. Georghiou (1998) mukaan yliopistojen, tutkimuslaitosten ja yritysten toiminnallinen läheneminen eli konvergoituminen on kuitenkin saattanut mennä jo liian pitkälle (ks. myös Dasgupta & David 1994). Jatkossa joudutaan ehkä tulemaan takaisin enemmän toisiaan täydentävään toimintaan. Keskeinen kysymys on lisäksi se, kuka huolehtii yleisistä yhteiskunnallisista eduista, jotka liittyvät olennaisesti ympäristön tilan tai kestävä kehityksen kaltaiseen tutkimukseen. Vaikka tutkimusta tehdäänkin yhä enemmän innovaatio- ja markkinalähtöisiin tarpeisiin, kaipaavat kansalaiset tutkimukselta vastauksia myös laajempiin yhteiskunnallisiin kysymyksiin (esim. sairauksien ja tautien ehkäisy ja eliminointi, Tsernobylin ydinonnettomuuden vaikutusten laajuus ja kesto, ilmastonmuutoksen nopeus ja ympäristön tila). Jos tiedejärjestelmä ei kykene vastaamaan myös tämänkaltaisiin tarpeisiin, on siitä mahdollisesti seuraavaan tutkimuksen yhteiskunnalliseen luottamuspulaan ja muihin seurauksiin suhtauduttava vakavasti.

David Mowery (1998b) on Yhdysvaltain t&k-politiikan kehitystä tutkiessaan päätenyt

tulokseen, jonka mukaan nykyiset yliopistotutkimukseen kohdistuvat toisaalta tieteelliseen ja toisaalta yhteiskunnalliseen relevanssiin kytkeytyvät odotukset ovat luoneet ristiriitaisia paineita, joiden vaikutus tutkimusjärjestelmään on pitkällä ajalla arvaamaton. Yhdysvalloissa, kuten useimmissa muissakin OECD-maissa, julkisen sektorin osuus tutkimuksen kokonaisu-rahoituksesta on pienentynyt – suhteellisesti tarkasteltuna tutkimukseen ohjataan resursseja jatkuvasti vähemmän ja tuotekehitykseen enemmän. Yhdysvalloissa 1990-luvun alkupuoliskolla tapahtunut t&k-panostuksen kasvu kohdistui valtaosaltaan teollisuuden kehitystyön. Kehityksestä voi olla seurauksena, että t&k-työn ja tulosodotusten aikajänne lyhenee ja että tulevaisuudessa kokonaispanostus tutkimukseen on entistä herkempi niin kotimaisten kuin myös kansainvälistenkin taloussykliden heilahteluille. Tämän ohella t&k-toiminnan kansainvälistyminen ja avoimuus sekä globalisaatiokehitys ovat tuoneet uusia haasteita².

² Esimerkiksi yksi Yhdysvaltain ja muun maailman välillä ristiriitoja aiheuttava asia on se, että Yhdysvaltain kansallinen innovaatiojärjestelmä »vuotaa» herkemmin kuin muiden maiden systeemit. Tämän taustalla on muun muassa Yhdysvaltain liberaali suhtautuminen ulkomaisiin investointeihin, Yhdysvaltoihin suuntautuneiden ulkomaisten tutkimusinvestointien nopea kasvu sekä se, että suurin osa ulkomaisista Yhdysvalloissa t&k-laboratorion omistavista yrityksistä tekee yhteistyötä paikallisten yliopistojen kanssa. T&k-politiikassa tilanteeseen on reagoitu siten, että esimerkiksi ulkomaisten tahojen osallistumista julkisesti rahoitettuihin ohjelmiin on rajoitettu. Koska yritykset kuitenkin pyrkivät myös omaehtoisesti yhteistyöhön ulkomaisten kanssa, on politiikka vesittynyt – tilanne ei siten ole t&k-politiikalla hallittavissa. On myös korostettava, että avoimuus ei riipu vain julkisesta sektorista ja harjoitetusta politiikasta, vaan se on pitkän historiallisen kehityksen tulos.

Yliopistojen sopeutus- ja selviytymisstrategioista kuvaavan maaesimerkin on esittänyt O’Kane (1998). Hän on tarkastellut Australian yliopistojen toimintaympäristön muutosta 1990-luvulla. Australiassa julkinen sektori on kompensoinut yliopistojen valtiolta saaman budjettirahoituksen vähenemistä perustamalla ja rahoittamalla t&k-ohjelmia, joiden avulla yliopistoja on kannustettu lisäämään konkreettista tutkimusyhteistyötä muiden kanssa. Tällä tavalla yliopistoihin on ajettu sisään uutta ajattelutapaa ja toimintakulttuuria – yliopistojen odotetaan näin vastaavan entistä paremmin toimintaympäristönsä tiedollisiin, taloudellisiin ja teknologisiin tarpeisiin sekä kasvaneisiin tulosodotuksiin. Laajasti kiiteltujen yhteistyöohjelmien tuloksena innovaatiojärjestelmän osat ovat lähentyneet toisiaan ja samalla organisaatiot ovat ottaneet entistä aktiivisemmän ja oma-aloitteisemmän roolin yhteistyösuhteiden kehittämisessä. Tällä hetkellä yliopistoissa suunnitellaan myös organisatoristen rakenteiden ja toimintojen uudistamista (esim. yliopistojen ja yritysten yhteiset tutkimuslaboratoriot, tutkimusyksiköitä yritysvetoihin tiedepuistoihin, eri tieteenalojen yhteiset tutkimusorganisaatiot ja -yksiköt, immateriaalisiin oikeuksiin liittyvien kysymysten ratkaiseminen jne.). Rahoitusrakenteen muutosten myötä yliopistoissa on keskusteltu runsaasti tutkimusrahoitussalkun ammattimaisen hoidon tarpeesta. Rahoituksen hankinta ja hallinta onkin eräissä yliopistoissa jo varsin kehittynyt. Tyypillinen rahoitussalkku sisältää 3–4 päärahoittajaa teollisuudesta, joukon pienempiä yksityisiä rahoittajia, budjettirahoituksen sekä useita julkisen sektorin ohjelmiin ja projekteihin sidottuja rahalähteitä.

Toimintaympäristön ja rahoitusrakenteen muutosvauhti on ollut kuitenkin niin nopea, että siihen on ollut vaikea sopeutua ongelmitta. Samalla yliopistot ovat huomauttaneet vakavista

pitkän tähtäimen riskeistä. Käytännön sovellusten painottamisen myötä on kasvanut huoli myös riittävästä perustutkimuksesta sekä pitkäjänteisestä yliopistojen perinteisten ydintoimintojen kehittämisestä. Lisäksi muutokset pelkäävät yliopistosektorilla eivät ole riittäviä – myös yritysiltä on vaadittava asenteen ja ilmapiirin muutosta. Hedelmällisen ja pysyvän tutkimusyhteistyökulttuurin syntyminen edellyttää vastaantuloa kaikilta osapuolilta.

Edellä kuvatun perusteella voidaan todeta, että samalla kun tiedejärjestelmän ja tiedepolitiikan on kansallisen innovaatiojärjestelmän osina pyrittävä toiminnallaan edistämään järjestelmän toimivuutta ja vastaamaan yhteiskunnallisiin tarpeisiin, tarvitaan samanaikaisesti tieteellisestä tutkimuksesta lähtevää tutkimustoiminnan edellytyksiä turvaavaa vahvaa omaehtoista tiedepolitiikkaa. Tiedepolitiikan keskeiseksi tulevaisuuden haasteiksi nousevatkin tämän myötä seuraavat seikat:

- 1) Henkisten ja aineellisten voimavarojen turvaaminen (perustutkimuksen rahoitus, pätevän tutkijakunnan riittävyys, laitekannan uudistamisesta huolehtiminen, moni- ja poikkitieteellisen koulutuksen tarjonta).
- 2) Tutkimusjärjestelmän luovien ominaisuuksien pysyvyyden varmistaminen (mm. tutkijanuran kehittämiseen liittyvät toimet, tutkimuksen monimuotoisuuden turvaaminen, kyky uudistua ja ottaa riskejä niin tutkijoiden kuin rahoittajienkin taholla).
- 3) Kotimaisen ja kansainvälisen verkostoitumisen edellytysten turvaaminen sekä korkeatasoisen tieteellisen tutkimuksen tekemiseksi että innovaatioiden aikaansaamiseksi.
- 4) Tulevaisuusvision kehittäminen arvioinnin ja ennakkoinnin avulla.
- 5) Innovaatiojärjestelmää kehitettäessä tiedejärjestelmän erityisominaisuudet pitäisi ot-

taa entistä paremmin huomioon. Kyse on toisaalta tiedepolitiikan ja innovaatiopolitiikan välisen keskustelun ja synergia edistämistä ja toisaalta tiedejärjestelmälle asetettujen tavoitteiden eli tieteellisen korkeatasoisuuden sekä taloudellisen ja yhteiskunnallisen relevanssin välisen tasapainon löytämisestä.

4. Julkisrahoitteisen tutkimuksen tulosten kaupallistaminen: kokemuksia Yhdysvalloista

Julkisen tutkimuksen tulosten suojaukseen ja hyödyntämiseen liittyvät kysymykset ovat ajankohtaisia useissa OECD-maissa. Aineettoman omaisuuden suojausmenetelmissä tapahtui Yhdysvalloissa jo 1980-luvun alussa selvä muutos muihin suuriin OECD-maihin verrattuna. Vuonna 1980 säädetyllä nk. Bayh-Dole Actilla (BDA) pyrittiin lisäämään yliopistojen patentointi- ja lisensointitoimintaa sekä tukemaan teknologian siirto-organisaatioiden perustamista. Perusideana oli, että yliopistot ja voittoa tuottamattomat yhteisöt saivat pitää itsellään omistusoikeudet liittovaltion rahoituksella syntyneisiin keksintöihin.

David Mowery (1998a, 1998b) ja Mowery ym. (1998) ovat tutkineet, miten BDA on vaikuttanut yliopistojen patentointi- ja lisensointitoimintaan ja akateemisen tutkimuksen sisältöön. Yliopistojen patentointi- ja lisensointitoimistojen lukumäärä kasvoi BDA:n jälkeen voimakkaasti. Vuonna 1980 vain 25 yliopistossa oli tällainen toimisto, mutta vuonna 1990 lukumäärä oli jo 200. Keksintöilmoitusten määrä lisääntyi huomattavasti BDA:n jälkeisinä vuosina. Tilastolukujen perusteella myönteisen kehityksen taustalla on kuitenkin rakenteellinen ongelma. Suuri osa myönnettyistä patenteista keskittyy kolmeen yliopistoon eli Columbian, Ka-

lifornian ja Stanfordin yliopistoon. Näiden lisensointitulot kasvoivat merkittävästi vuosien 1970–95 aikana (siis jo ennen BDA:n voimaantuloa). Kuitenkin hyvin pieni joukko lisensoijia – vain viisi kappaletta – on tuottanut huomattavan osan kaikista tuloista. Biolääketieteen lisenssit muodostivat tuloista suuren osan.

Mowery (1998b) on suhtautunut kriittisesti BDA:n edustamaan ajattelumalliin yliopistojen tutkimustulosten hyödyntämisessä. Hänen mukaan »BDA perustuu ajatukseen, jonka mukaan tulosten laaja-alaisen diffuusion esteet edistävät kaupallistamisen tehokkuutta. Monessa mielessä se myös ilmaisee vahvaa uskoa innovaation lineaarimalliin. BDA:n kaltaiset toimet perustuvat kapeaan näkemykseen niistä kanavista, joiden välityksellä yliopistot ovat yhteydessä teollisuuteen ja joiden kautta ne vaikuttavat innovaatioprosessiin. BDA:n näkökulmasta tieteellisillä julkaisuilla, konferensseilla, konsultoinnilla, koulutuksella tai tieteellisten neuvoa antavien foorumien palveluilla ei ole paljoakaan painoarvoa tutkimustuloksista ja niiden hyödyntämisestä puhuttaessa. BDA:n kaltaiset ohjelmat ohjaavat yliopistojen toimintaa liian voimakkaasti yhteen kanavaan – patentointiin ja lisensointiin – muiden kustannuksella.»

BDA:n vaikutusta yliopistojen keksintötoiminnan määrään ja laatuun ei kuitenkaan ole pystytty yksiselitteisesti erittelemään. Positiivista tuottoa tuovien patenttien määrä on Kalifornian yliopistossa jossakin määrin jopa pienentynyt BDA:n voimaantulon jälkeen. Fellerin (1990) mukaan yliopistojen patentointi- ja lisensointitoiminta ei ole kannattavaa eräitä huipuyliopistoja lukuun ottamatta.

Mowery ym. (1998) ovat korostaneet, että BDA oli vain yksi yliopistojen lisääntyntä patentointia selittänyt tekijä. Yliopistojen ja teollisuuden pitkällä yhteistyöperinteellä on todennäköisesti BDA:ta suurempi merkitys. Siksi

BDA:n kaltaisten toimien vaikutukset muissa OECD-maissa, joissa ei ole vastaavaa kulttuuria, olisivat todennäköisesti vähäisiä. Benedicte Callan (1998) on samoilla linjoilla. Hän on myös korostanut aineettoman omaisuuden korkeaan suojaan liittyviä mahdollisia ongelmia. Tällaisia ovat korkeat suojausten vahvistamiskustannukset sekä huomattavat yhteiskunnalliset kustannukset, jotka koituvat teknologian hyödyntämisen hidastumisesta sekä sovellusalueiden ja -variaatioiden tehottomasta etsimisestä (ks. myös Winter 1993; Metcalfe 1995). Callan on myös epäillyt, etteivät suojajärjestelmän muutokset välttämättä muuta ratkaisevasti yritysten tai julkisten organisaatioiden yhteistyökulttuuria ja innovaatiokäyttäytymistä. Suojajärjestelmän uudistamiseen täytyisi siten kytkeä myös institutionaalisia uudistuksia sekä kannustaa tutkijoita ja yliopistoja enemmän yrittäjähenkisiksi. Tämä on kuitenkin tunnetusti hidasta ja vaikeaa. On myös syytä muistaa, että keksinnön suojaaminen patenteilla ei ole aina edes järkevää. Yliopistojen näkökulmasta on puolestaan oleellista tiedostaa taloudelliset ja toiminnalliset riskit – vahvempi suoja ei esimerkiksi takaa, etteikö myös muualla tehtäisi kaupallisesti tärkeää saman aihepiirin tutkimusta tai että teollisuus olisi juuri patentoiduista tuloksista kiinnostunut. OECD:ssä pidetään kansallisten innovaatiojärjestelmien kehittämisen näkökulmasta niin patentointi- ja lisensointiasioita kuin myös muita aineettoman omaisuuden suojauskysymyksiä hyvin tärkeinä. Niihin liittyviä selvityshankkeita onkin parhaillaan käynnissä.

5. OECD:n toiminnan painopisteet innovaatiopolitiikassa

Innovaatiopolitiikan haasteet ja kehittämisalueet ovat yksi keskeisistä OECD:n TIP-ryhmän työskentelyn kohteista. Yleistasolla TIP:n

tavoitteena on tarkastella eri maiden tiede- ja teknologiapoliittisia toimenpiteitä, tehdä kansainvälisiä vertailuja ja antaa niihin perustuvia »good policy practice» -suosituksia. Työryhmän työ on keskittynyt kolmelle alueelle: a) kansallisten innovaatiojärjestelmien tarkastelu; b) teknologia- ja innovaatiopolitiikan hyvien toimintatapojen kehittäminen ja; c) kansainväliset teknologiakysymykset.

Kansallisia innovaatiojärjestelmiä koskevaa työtä on tehty jo vuodesta 1994 lähtien. Tavoitteena on ollut toisaalta kuvata innovaatiojärjestelmien toimintaa kokonaisuutena ja toisaalta tarkastella osajärjestelmien keskinäisiä suhteita. Samalla on pyritty vakiinnuttamaan käsitteitä ja niiden tulkintoja. Kansallisen innovaatiojärjestelmän käsite on kehittynyt viime vuosina ja osoittautunut hyödylliseksi politiikan välineeksi useimmissa OECD-maissa. Valmisteilla olevan raportin (OECD 1999b), kuten eräiden muidenkin julkaisujen³ (esim. OECD 1998a, 1998b, 1999a), tulisi palvella jäsenmaiden politiikan kehittämistä. Raportin pääsanoman mukaan systeeminäkökulma ja siihen perustuvat johtopäätökset pitäisi sisällyttää jäsenmaissa kansalliseen politiikka-ajatteluun. Raportissa annettavat t&k- ja innovaatiopolitiikan kehittämissuositukset liittyvät seuraaviin ydinteemoihin: innovaatioiden syntymistä kannustavan kulttuurin rakentaminen, teknologian diffuusion edistäminen, verkostojen ja klustereiden vahvistaminen, t&k-toiminnan voimistaminen sekä globalisaatioon vastaaminen.

³ Työryhmä on osallistunut suuriin horisontaalihankeisiin, joiden tuloksista tunnetuimpia on viime vuonna ilmestynyt OECD-raportti »Technology, Productivity and Job Creation». Tänä vuonna ilmestynyt OECD-kirja »Boosting Innovation: The Cluster Approach» pohjautuu TIP:n organisoimaan työhön.

Innovaatiojärjestelmä-hanke jatkuu tällä hetkellä jäsenmaiden ja OECD-sihteeristön vetäminä osa-projekteina. Siihen liittyy myös uusi valmisteilla oleva »Innovation and Growth in the Knowledge-Based Economy» -hanke. Järjestelmien toiminnan, muutoksen ja harjoitetun politiikan välisten kytkösten parempi ymmärtäminen ja innovaatiojärjestelmän kokonaistoimuuden konkreettinen osoittaminen edellyttävätkin vielä runsaasti OECD:n omaa empiiristä jatkotyötä sekä muualla tehdyn tutkimuksen hyödyntämistä.

Teknologia- ja innovaatiopolitiikan hyvien toimintamallien kehittämiseen liittyvät selvitykset käsittelevät *julkisen ja yksityisen sektorin t&k-yhteistyötä* sekä *julkisrahoitteisen tutkimuksen kaupallistamista*. Ensin mainitusta aiheesta ilmestyi viime vuonna OECD:n *STI Review* -sarjassa teemanumero (no. 23). Julkisrahoitteisen tutkimuksen kaupallistamiseen liittyvä työ on parhaillaan käynnissä. Tämänhetkisten tulosten perusteella maiden kaupallistamistoimet ja -järjestelmät poikkeavat huomattavasti toisistaan. Kaupallistamiseen liittyvät kehittämistoimet jakautuvat yleisesti ottaen seuraaviin neljään ryhmään, joiden väliset painotukset vaihtelevat maittain: toiminnan puitteiden kehittäminen (esim. osaamistason nostaminen, riskirahoituksen lisääminen), yrittäjyys julkisella sektorilla (esim. tutkijoiden kannustaminen yrittäjiksi), yhteistyö yksityisen sektorin kanssa (esim. tiedon, osaamisen ja riskien jakaminen) ja verkostoituminen (esim. uusia mekanismeja teollisten tarpeiden ja yliopistojen osaamisen yhteen saattamiseksi). Toimenpiteiden tuloksellisuuden ja vaikuttavuuden arviointi on kuitenkin osoittautunut hyvin vaikeaksi. Arvioinnin kehittäminen olisi tärkeää kaupallistamiseen liittyvän politiikan kehittämiseksi.

Kansainvälisistä teknologiakysymyksistä tällä hetkellä yksi keskeisistä on *teollisen t&k-työn*

globalisoituminen ja sen poliittiset seuraamukset kansallisella tasolla. Tulevaisuuden suuri haaste on kansallisen politiikan ja kansainvälisen riippuvuuden välisten jännitteiden hallitseminen. OECD:n alustavissa tarkasteluissa tutkimustoiminnan globalisaatioon ja ulkomaille siirtymiseen vaikuttaneina keskeisinä tekijöinä ovat eri maissa nousseet: a) riittävän tiede- ja teknologiatyövoiman saatavuus, b) julkisen sektorin tutkimusinfrastruktuurin taso, c) moni- ja poikkitieteisen tutkimuksen esteet, d) riskipitoisen tutkimusrahoituksen saatavuus sekä tutkimuksen tekijöiden ja rahoittajien riskinotto-kyky, e) tutkimustulosten kaupallistamisen edellytykset, f) markkinoille pääsy, g) tiedon lähteille pääsy sekä h) t&k-toiminnan yhteistyökulttuuri ja -mahdollisuudet. Niihin pyritään vastaamaan vahvistamalla innovaatio toiminnan edellytyksiä. Georghion (1998) mukaan tutkimuksen globalisaatio ja sen myötä erityisesti Aasian maiden merkitys tieteessä kasvaa tulevaisuudessa. Jo nyt tutkimusta ostetaan yhä enemmän Aasian kehittyvistä talouksista kuten Kiinasta, jossa tutkimuksen hinta-laatu-suhde on edullinen (esimerkiksi tutkimustyön kustannukset ovat murto-osa Ison-Britannian tasosta, mutta työn laatu on silti hyvä). Myös laboratorioiden sijoituspäätöksiä tehdessään yritykset pohtivat tutkimuksen kustannusten ja laadun suhdetta entistä tarkemmin – toisin sanoen kotimaahan sijoittaminen ei ole enää lainkaan selvää.

Toinen ajankohtainen kansainvälinen kysymys on *talouden ja luonnonympäristön kestävä kehitys*. Teema on OECD:n horisontaalihanke, jonka on tarkoitus valmistua vuonna 2001. Ympäristöalan osuus OECD-maiden tutkimusmenoista on vähäinen (arviolta n. 2–5 %), mutta monien teknologia-alojen tutkimuksella (esim. bioteknologia, informaatioteknologia) voi olla ympäristön kannalta huomattava välillinen

myönteinen vaikutus. Kestävän kehityksen saavuttamiseksi tarvittavat teknologiat (sensorit, bioteknologia, saasteeton auto) ovat nousseet esiin eri maissa toteutetuissa teknologian ennakointihankkeissa. Ennakointia käytetään avuksi sekä julkisen että yksityisen sektorin t&k-politiikan kehittämisessä, yhteiskunnan ja tutkimuksen lähentämisessä, moni- ja poikkitieteellisen tutkimuksen tekemisessä ja verkostojen synnyttämisessä. Kestävän kehityksen politiikan onnistumiselle on välttämätöntä, että ympäristö-, teollisuus sekä tiede- ja teknologiapolitiikka toimivat läheisessä yhteistyössä. Tiede- ja teknologiapolitiikan näkökulmasta hankkeen keskeinen kysymys on se, miten innovaatiojärjestelmissä voitaisiin luoda olosuhteet ja tarjota kannustimet, joiden avulla voitaisiin edistää entistä enemmän ympäristöystävällisiä innovaatioita sekä tavoittaa mahdollisimman monissa teollisissa toiminnoissa parempaa ekotehokkuutta.

OECD:n lähivuosien jatkotyötä tässä käsiteltyjen teemojen suhteen ohjasi tämän vuoden kestäkuussa OECD:ssä pidetty tiede- ja teknologiaministerien kokous. Sen tuloksena tiede- ja teknologiapolitiikkakomitean ja sen alaryhmien jatkotyön avainalueiksi määrittyvät seuraavat viisi teemaa (ks. OECD 1999c): 1) Tiede- ja teknologiayhteisön ja yhteiskunnan välisen keskustelun ja vuorovaikutuksen lisääminen; 2) Ympäristöllisesti ja taloudellisesti kestävä kehitystä ja työllisyyttä lisäävän innovaatio toiminnan edistäminen; 3) Globalisaation haasteisiin vastaaminen ja kansainvälisen yhteistyön vahvistaminen; 4) Tieteellistä ja teknologista kehitystä ohjaavan säädösympäristön kehittäminen; 5) Tiede- ja teknologiapolitiikan kehittämistä tukevien uusien entistä informatiivisempien indikaattoreiden rakentaminen.

6. Innovaatiopolitiikan kehittämisen avainalueet

OECD:n piirissä käytyjen keskustelujen perusteella voidaan päätellä, että innovaatiopolitiikka ja siihen kytkeytyvä klusteripolitiikka tarjoavat käyttökelpoisen analyttisen työkalun kansallisia innovaatiojärjestelmiä kehittäväälle suunnittelulle. Innovaatiopolitiikan merkitys onkin kasvanut viime vuosina huomattavasti teollisuuspolitiikan sekä erityisesti talouspolitiikan näkökulmasta. Ormalan (1998) mukaan innovaatiopolitiikka – ja sen myötä myös tiede- ja teknologiapolitiikka – on oleellinen osa julkisen sektorin strategiaa makrotaloudellisen vakauden, talouden uudistumisen ja täystyöllisyyden saavuttamiseksi. Samaan tulokseen ovat päätyneet myös Bryant ja Wells (1998). Innovaatiopolitiikan merkityksen kasvu edellyttää myös sen jatkuvaa kehittämistä. Innovaatiopolitiikan haasteina ja kehittämisen avainalueina voidaankin pitää seuraavia seikkoja (esim. OECD 1998a; Ormala 1998; Senker 1998; Smith 1998a, 1998b; Suh 1998):

- 1) Innovaatiopolitiikka on horisontaalista politiikkaa, jota on koordinoitava lukuisten muiden politiikka-alojen kanssa. Samalla sen pitäisi perustua entistä enemmän myös julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyöhön. Innovaatioiden aikaansaamista tukevat politiikat ja toimenpiteet ovat useissa maissa liian hajautuneita, koska eri tahot toimivat usein varsin perinteisesti omista tavoitteenasetteluista lähtien.
- 2) Innovaatiopolitiikan pitäisi kattaa koko järjestelmä tiedon luomisesta sen diffuusion ja käyttöön.
- 3) Innovaatiopolitiikan on oltava retrospektiivistä siten, että aiemmista kokemuksista ja niiden systemaattisesta analysoinnista ote-

taan oppia. Lisäksi politiikan on oltava joustavaa ja muuttuviin olosuhteisiin reagoivaa.

- 4) Arviointi, teknologian ennakointi ja tieteellisen kehityksen seuranta ovat olennainen osa innovaatiopolitiikkaa.
- 5) Innovaatiopolitiikan pitäisi edistää sekä tieteelliseen korkeatasoisuuteen pyrkimistä että sosiaalista ja taloudellista tarkoituksenmukaisuutta toisiaan täydentävinä päämäärinä.
- 6) Innovaatiopolitiikan tulisi vastata sekä »market failure»- että »systemic failure»-kysymyksiin ja välttää »government failure».
- 7) Poliitiikan sisällöllisen uudistamisen sekä innovaatiojärjestelmän rakenteellisten ja toiminnallisten muutosten välistä vuoropuhelua on tiivistettävä. Tämän tukena pitäisi olla innovaatiopoliittinen visio sekä politiikan ja ohjelmien integrointi. Vision on oltava laaja innovaatioiden aikaansaamista ja teknologian kehityssuuntia koskeva näkemys, ei jäykkä toimenpiteiden ja teemojen prioriteettilista.
- 8) Kansainvälinen rahoitus, kansainvälinen ja kotimainen yhteistyö sekä valtion t&k- ja innovaatiotuki pitäisi integroida nykyistä paremmin.
- 9) Riskirahoituksen tarjontaan ja julkisten teknologia- ja tutkimustukien kehittämiseen olisi kiinnitettävä aiempaa enemmän huomiota.
- 10) Nopea reagointi ajankohtaisiin innovaatiopoliittisiin kysymyksiin, kuten aineettoman omaisuuden suojaan, julkisrahoitteisen tutkimuksen kaupallistamiseen ja spin off -yritysten tukemiseen on välttämätöntä innovaatiojärjestelmän systeemisen toimivuuden kannalta.

Innovaatiopolitiikassa pitäisi hyödyntää muiden maiden kokemuksia ja nk. »hyviä poliittisia toimintatapoja». Poliittikkaa ja innovaatiojärjestelmää kehitettäessä on kuitenkin otettava huomioon kansalliset erityispiirteet. Senkerin (1998) ja Suhin (1998) mielestä on tärkeää tiedostaa, että kansallisten innovaatiojärjestelmien suora kopioiminen maasta toiseen ei onnistu. Tämä johtuu muun muassa siitä, että maiden tuotannollisten rakenteiden ja teknologisen erikoistumisen lisäksi kansallisiin innovaatiojärjestelmiin kuuluvien instituutioiden välisten yhteyksien toimivuus ja toimintakulttuuri poikkeavat maittain. Kansalliset erityispiirteet asetavat siten rajat imitaatiomahdollisuuksille. Tärkeäksi muodostuukin hyvien poliittisten toimintatapojen soveltaminen innovaatiojärjestelmää kehitettäessä. Innovaatiojärjestelmien tarkastelun ja kehittämisen peruskysymykseksi nousee myös se, miten järjestelmän toimijoiden välinen yhteistyö ja työnjako, innovaatiotoiminta sekä oppiminen on organisoitu ja institutionalisoitu – toisin sanoen kuinka hyvin järjestelmä tukee tai missä määrin se estää talouden kasvua ja uudistumista.

Kirjallisuus

- Bryant, Kevin (1998): Evolutionary innovation systems: their origins and emergence as a new economic paradigm. Teoksessa Bryant, Kevin & Alison Wells (toim.): A New Economic Paradigm? Innovation-based Evolutionary Systems, 53–84. *Discussions in Science and Innovation* 4. Department of Industry, Science and Resources, Canberra.
- Bryant, Kevin & Alison Wells (1998; toim.): A New Economic Paradigm? Innovation-based Evolutionary Systems. 104 s. *Discussions in Science and Innovation* 4. Department of Industry, Science and Resources, Canberra.
- Callan, Bénédicte (1998): Intellectual Property Rights and Commercialisation. 17 s. Commercialisation of Government-funded Research -seminaarin esitelmäpaperi.
- Dasgupta, Partha & Paul A. David (1994): Towards a new economics of science. *Research Policy* 23: 487–521.
- Feller, Irwin (1990): Universities as engines of R&D-based economic growth: They think they can. *Research Policy* 19, 335–348.
- Georghiou, Luke (1998): Science, Innovation and Institutional Convergence. 20 s. Innovation Systems – Growth Engines for the 21st Century -konferenssin moniste.
- Metcalfe, J. (1995): The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. Teoksessa Stoneman, Paul (toim.): *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, 409–512. Blackwell, Oxford.
- Miettinen, Reijo, Janne Lehenkari, Mervi Hasu & Jukka Hyvönen (1999): Osaaminen ja uuden luominen innovaatioverkoissa. 218 s. *Sitran julkaisuja* 226.
- Mowery, David (1998a): Collaborative R&D: How Effective Is It? *Issues in Science and Technology*, Fall 1998, 37–44.
- Mowery, David (1998b): The U.S. National Innovation System and International S&T Policy. 33 s. Innovation Systems – Growth Engines for the 21st Century -konferenssin moniste.
- Mowery, David, Richard R. Nelson, Bhaven N. Sampat & Arvids A. Ziedonis (1998): The Effects of Bayh-Dole on US University Research and Technology Transfer. 13 s. Commercialisation of Government-funded Research -seminaarin esitelmäpaperi.
- National Science Board (1998): *Science and Engineering Indicators 1998*. National Science Foundation, Arlington.

- OECD (1997): *National System of Innovations*. 47 s. OECD, Paris.
- OECD (1998a): *The OECD Jobs Study: Technology, Productivity and Job Creation. Best Policy Practices*. 327 s. OECD, Paris.
- OECD (1998b): Special Issue on »Public/Private Partnerships in Science and Technology«. *STI Review* No. 23.
- OECD (1998c): *University Research in Transition*. 103 s. OECD, Paris.
- OECD (1999a): *Boosting Innovation: The Cluster Approach*. 428 s. OECD, Paris.
- OECD (1999b): *Managing Innovation Systems*. 111 s. OECD Document DSTI/STP/TIP(99)1.
- OECD (1999c): Meeting of the OECD Committee for Scientific and Technological Policy at Ministerial Level (Paris, 22.–23.6.1999): Conclusions. 7 s. Lehdistöiedote.
- O’Kane, Mary (1998): Research/Industry Partnerships to Foster Commercialisation: The View from Higher Education Institutes. Esitelmä Commercialisation of Government-funded Research -seminaarissa.
- Ormalu, Erkki (1998): Innovation systems – their policy implications for growth promotion. 3 s. Innovation Systems – Growth Engines for the 21st Century -konferenssin moniste.
- Roelandt, Theo (1998): Cluster Analysis and the System of Innovation Approach. 23 s. Innovation Systems – Growth Engines for the 21st Century -konferenssin moniste.
- Senker, Jacqueline (1998): Technology Transfer from Public Research in Europe. 16 s. Commercialisation of Government-funded Research -seminaarin esitelmäpaperi.
- Smith, Keith (1998a): Innovation as a systemic phenomenon: rethinking the role of policy. Teoksessa Bryant, Kevin & Alison Wells (toim.): *A New Economic Paradigm? Innovation-based Evolutionary Systems*, 17–51. *Discussions in Science and Innovation* 4. Department of Industry, Science and Resources, Canberra.
- Smith, Keith (1998b): Specialization, Innovation and Growth Across Heterogenous Economies – Issues for Policy. 30 s. Innovation Systems – Growth Engines for the 21st Century -konferenssin moniste.
- Suh, Joonghae (1998): National Innovation Systems in Catching-up Economies: Issues, Problems and Research Agenda. 20 s. Innovation Systems – Growth Engines for the 21st Century -konferenssin moniste.
- Tilastokeskus (1997): Teknologian soveltaminen ja siirto 1996. 28 s. *Tilastokeskus, Tiede ja teknologia 1997: 2*.
- Winter, S. (1993): Patents and welfare in an evolutionary model. *Industrial and Corporate Change* 2, 211–231.