

## **Keskusteluaiheita - Discussion papers**

No. 382

Synnöve Vuori

**TEKNOLOGIAPANOSTEN VAIKUTUKSET  
JA TEKNOLOGIAN DIFFUUSIO:  
KIRJALLISUUSKATSAUS**

This series consists of papers with limited circulation intended to stimulate discussion. The papers must not be referred to or quoted without the authors' permission.



**VUORI, Synnöve, TEKNOLOGIAPANOSTEN VAIKUTUKSET JA TEKNOLOGIAN DIFFUUSIO: KIRJALLISUUSKATSAUS.** Helsinki : ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1991. 29 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 382).

**TIIVISTELMÄ:** Katsauksessa esitellään olemassaolevan kirjallisuuden pohjalta keskeisiä lähestymistapoja välittömien ja välillisten teknologiapanosten vaikutusten analysointiin sekä aiempia tutkimustuloksia. Välittömällä teknologiapanoksilla tarkoitetaan yritysten omaa tutkimus- ja kehitystoimintaa ja välillisillä panoksilla toisaalta liiketoimien välityksellä käyttöön saatua teknologiaa ja toisaalta muunlaista teknologian diffuusiota, joka voi tapahtua esim. yleisen tiedonkulun ja henkilökontaktien kautta.

**AVAINSANAT:** välittömät teknologiavaikutukset, välilliset teknologiavaikutukset, diffuusio, tutkimus- ja kehitystoiminta



**TEKNOLOGIAPANOSTEN VAIKUTUKSET JA TEKNOLOGIAN DIFFUUSIO:  
KIRJALLISUUSKATSAUS**

**SISÄLLYSLUETTELO**

1. JOHDANTO	1
2. TEKNOLOGIAN DIFFUUSION ANALYSOINTIIN LIITTYVÄT KÄSITTEET	3
a. Tutkimus- ja kehitystoiminta	4
b. Teknologian tarjoamat mahdollisuudet	4
c. Tuote- ja prosessi-innovaatiot	5
d. Tahattomat teknologiavirrat	6
e. Tiedon ja tutkimustulosten hallintaoikeus	7
3. TUTKIMUSTULOKSIA TEKNOLOGIAPANOSTEN VAIKUTUKSISTA	9
3.1. Välittömät teknologiavaikutukset: yritysten ja muiden tutkimus- yksiköiden oman tutkimustoiminnan vaikutus tuottavuuteen	9
3.2. Välilliset teknologiavaikutukset: ostettu teknologia ja muu tekno- logian diffuusio	13
a. Ostettuihin välituote- ja pääomapanoksiin sisältyvä teknologia	13
b. Tahattomien teknologiavirtojen ja niiden vaikutusten mittaaminen	16
c. Esimerkkejä	19
4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULEVAN TUTKIMUKSEN SUUNTAVIIVOJA	23
LÄHTEET	25
MUUTA KATSAUKSEN AIHEPIIRIÄ SIVUAVAA KIRJALLISUUTTA	28



## 1. JOHDANTO <sup>1 2</sup>

Tekninen kehitys on jo kauan ollut niin nopeaa, että markkinoilla toimiminen edellyttää erikoistumista. Niinpä pienen maan yritysten on mahdotonta kehittää kaikkea tarvitsemaansa teknologiaa itse; sen sijaan niiden menestymisen kannalta on usein ratkaisevaa, miten hyvin ne pystyvät hyödyntämään ja soveltamaan omiin tarpeisiinsa muualla kehitettyä teknologiaa. Oleellinen osa pienen maan teknologiapolitiikkaa on siten innovaatioiden tuottamisen ohella teknologian diffuusion (leviämisen) edistäminen.

Teknologian diffuusio on määritelty ja sitä on kuvailtu hyvin monin tavoin sekä taloustieteessä että monilla muilla tieteen aloilla. Tässä katsauksessa näkökulma on kuitenkin lähinnä taloustieteellinen. Yleisesti diffuusiolla tarkoitetaan prosessia, jossa innovaatio leviää lähtöpaikastaan, esimerkiksi innovaatiokeskuksista mahdollisille käyttäjille (Hölttä 1989). Stonemanin (1983) mukaan innovaatio leviää diffuusion välityksellä laajasti markkinoille (across the market). Metcalfen (1988) mukaan innovaatioiden diffuusiossa on kyse prosessista, jonka avulla uusia teknologian muotoja integroidaan talouteen, jotta aikaansaataisiin muutoksia sen rakenteissa.

Teknologian diffuusio on laajempi käsite kuin teknologian siirto (technology transfer), joka määritellään tässä tarkoittamaan yksinomaan eri maiden välillä tapahtuvaa ja tietoihin toimenpiteisiin perustuvaa teknologian siirtymistä joko sen kehittäjiltä tai aikaisemmilta käyttäjiltä sen myöhemmin käyttöön ottaville käyttäjille. Diffuusio puolestaan voi toteutua paitsi eri maissa olevien talousyksiköiden välillä, myös yhdessä maassa saman tai useamman eri toimialan talousyksiköiden välillä. Se voi tapahtua tarkoituksellisesti ja liiketoimien kautta (esimerkiksi ostettujen koneiden ja kulutustavaroiden muodossa), mutta myös ainakin osaksi ohjaamattomana prosessina esimerkiksi yleisen tiedonkulun ja henkilökontaktien kautta.

---

<sup>1</sup>Selvitys on osa ETLAssa toteutettavaa tutkimushanketta ”Teknologian diffuusio ja teollinen kehitys Suomessa”, jota TEKES rahoittaa.

<sup>2</sup>Kiitän Pekka Ylä-Anttilaa hyödyllisistä kommentteista.

Yritysten tuottavuutta ja kilpailukykyä parantavat teknologiapanokset voidaan luokitella kolmeen ryhmään niiden lähteen mukaan (ks. kuvio 1):

- a) yritysten oma tutkimus- ja kehitystoiminta,
- b) liiketoimiin perustuva teknologia (väli- ja pääomapanoksiin sisältyvä teknologia sekä patenttien, lisenssien yms. välityksellä käyttöön saatu teknologia) sekä
- c) teknologian muu diffuusio (esim. muilta oppiminen, tekemällä oppiminen, henkilöstön rekrytointiin perustuva tietotaidon hankkiminen ja koulutus sekä ns. tahattomat teknologiavirrat).

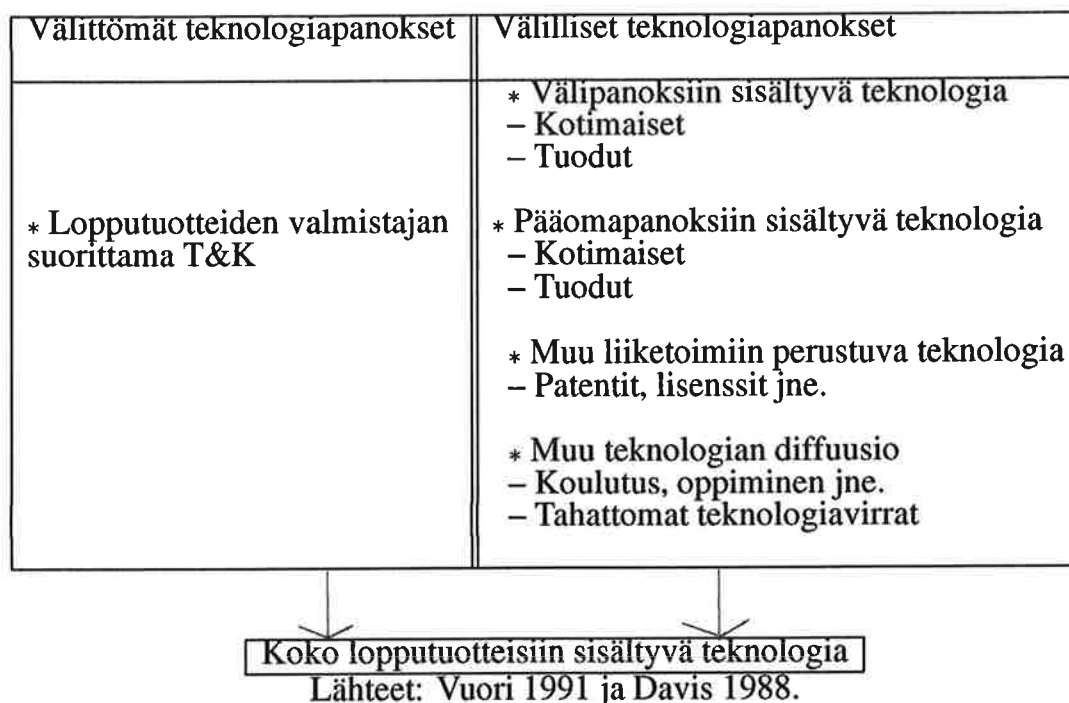
Näistä kohdan a) mukaiset panokset ovat välittömiä teknologiapanoksia ja kohtien b) ja c) mukaiset välillisiä.

Tämän katsauksen tarkoituksena on esitellä keskeisiä lähestymistapoja sekä välittömien että välillisten teknologiapanosten vaikutusten analysointiin. Koska aihealueen kirjallisuus on jo paisunut varsin laajaksi, esitys ei pyri olemaan tyhjentävä; lisää kirjallisuusviitteitä löytyy runsaasti esimerkiksi Linkin (1987) ja Thirtlen ja Ruttanin (1987) katsauksista. Selvitys kuuluu ETLAssa toteutettavaan laajempaan tutkimushankkeeseen ”Teknologian diffuusio ja teollinen kehitys Suomessa” ja on osaraportti projektiin, jossa tarkastellaan diffuusiota, kasvua ja teknologiapolitiikkaa pienen maan näkökulmasta.

Katsauksen luvussa 2 käydään aluksi läpi keskeisiä teknologian diffuusion analysointiin liittyviä käsitteitä. Luku 3 muodostaa varsinaisen kirjallisuuskatsauksen: sen alkuosassa tarkastellaan yritysten ja muiden yksiköiden omasta tutkimustoiminnasta aiheutuvia välittömiä teknologiavaikutuksia, ja jälkimmäisessä osassa välillisiä teknologiavaikutuksia, jotka syntyvät ostettujen teknologiapanosten ja muun teknologian diffuusion välityksellä. Kuviossa 1 esitetyistä välillisistä teknologiapanoksista ei tässä katsauksessa käsitellä kohtaan ”Muu liiketoimiin perustuva teknologia” kuuluvia panoksia; ”Muuta teknologian diffuusiota” käsitellään rajoitusti ns. tahattomien teknologiavirtojen osalta (ks. luvut 2.d. sekä 3.2.b.). Viimeisessä luvussa esitetään johtopäätökset sekä hahmotellaan tutkimusprojektissa myöhemmin tehtävän työn suuntaviivoja.



Kuvio 1. Tuotantoon sisältyvän teknologian lähteet



## 2. TEKNOLOGIAN DIFFUUSION ANALYSOINTIIN LIITTYVÄT KÄSITTEET

Tässä luvussa käydään läpi eräitä teknologian diffuusion analysoinnissa usein tarvittavia keskeisiä käsitteitä. Ensisijaisena tarkoituksena on luonnehtia ja selventää näiden käsitteiden sisältöä eikä niinkään esittää tyhjentävää katsausta näiden käsitteiden käyttöön eri tutkimuksissa. Lisäksi ehdotetaan suomenkielisiä vastineita muutamalle englanninkieliselle alueen kirjallisuudessa tiuhaan käytetylle käsitteelle (technological opportunity, appropriability, spillovers), joille ei ole vakiintunut sopivia käännöksiä. Ongelman ydin näkyy näissäkin ehdotuksissa: suhteellisen

lyhyen englanninkielisen termin joutuu yleensä ”kääntämään” käyttäen useaa suomen kielen sanaa, mikäli haluaa välittää termin oleellisen sisällön.

#### a. Tutkimus- ja kehitystoiminta

Tilastokeskuksen mukaan ”tutkimuksella ja kehittämisellä (tutkimus- ja kehittämistoiminta, TK) tarkoitetaan systemaattista toimintaa tiedon lisäämiseksi ja tiedon käyttämistä uusien sovellusten löytämiseksi. Tutkimukseen ja kehittämiseen sisällytetään perustutkimus, soveltava tutkimus ja kehittämistyö.” /Tiede ja teknologia 1989, s. 17./ Tilastokeskus on tilastoinut Suomen tutkimustoimintaa joka toiselta vuodelta vuodesta 1971 lähtien, ja kansainvälisiä vertailuja voidaan tehdä OECD:n keräämien tietojen avulla. Kyselytutkimuksena tehtäviin tilastoihin liittyy mm. se epävarmuustekijä, että tutkimus- ja kehittämistoiminnaksi luettavan toiminnan rajaaminen jää lopulta vastaajan tulkinnan varaan, koska täysin yksiselitteistä määrittelyä siitä ei voida antaa.

Yleisesti ajatellaan, että tutkimus- ja kehitystoiminnan tarkoituksena on lähinnä tuottaa tuote- ja prosessi-innovaatioita tai ainakin olemassaolevien tuotteiden ja valmistusmenetelmien parannuksia. On kuitenkin luultavaa, että hyvin monissa yrityksissä pyritään lisäksi, joskus ehkä myös yksinomaan muihin tavoitteisiin. Esimerkiksi Cohen ja Levinthal (1989) tarkastelevat mallia, jossa tutkimus- ja kehitystoiminnalla on kaksi tarkoitusta: innovaatioiden tuottamisen lisäksi pyritään parantamaan yrityksen kykyä omaksua ja käyttää hyväkseen olemassaolevaa tietoa. Monilla aloilla tekninen kehitys onkin niin nopeaa, että mahdollisuudet muualla kehitetyn teknologian hyödyntämiseen saattavat edellyttää mittavaa omaa tutkimuspanosta. Lisäksi esimerkiksi julkisesti noteerattavilla yrityksillä suuri tutkimuspanostus saattaa olla tärkeä osa imagon rakentamista.

#### b. Teknologian tarjoamat mahdollisuudet (technological opportunity)

Teknologian tarjoamat mahdollisuudet (technological opportunity) vaikuttavat toisaalta tutkimus- ja kehitystoiminnan määrään ja sisältöön ja toisaalta teknologian

käytön kautta yrityksen suorituskykyyn. Cohen ja Levin (1989) toteavat, että neoklassisen tuotantoteorian puitteissa teknologian tarjoamilla mahdollisuuksilla tarkoitetaan sellaista tuotantomahdollisuuksien joukkoa, joilla tutkimusresurssit voidaan muuntaa uusiksi tavanomaisia tuotantopanoksia käyttäviksi tuotantotekniikoiksi. Siten joissakin tarkasteluissa näitä mahdollisuuksia on kuvattu yhdellä tai useammalla parametrilla tuotantofunktiossa, joka liittyy tutkimusresurssitietämysvarannon muutoksiin, ja tietämysvaranto on argumenttina tavanomaisten tuotantopanosten ohella varsinaisessa tuotantofunktiossa (esim. Griliches 1979).

Toisaalla taas teknologian tarjoamia mahdollisuuksia kuvataan yksikkökustannusten joustolla tutkimusmenojen suhteen, innovaatiomahdollisuuksien käyrän sijainnin määräävänä siirtymäparametrina tai sellaisen käyrän sijainnin määräävänä siirtymäparametrina, joka kuvaa T&K-hankkeen vaatiman ajan ja kustannusten välistä korvattavuutta. Teknologisia mahdollisuuksia kuvaavia parametreja koskevat empiiriset tulokset ovat toistaiseksi melko niukkoja. Parempia tuloksia on saavutettu luokittelemalla toimialoja niiden teknologisen läheisyyden perusteella, jolloin jo pientäkin määrää luokkia käyttämällä on voitu selittää huomattava osa esimerkiksi patentointitoiminnan ja tutkimusintensiivisyyden vaihteluista (Cohen ja Levin 1989; ks. myös tämän selvityksen lukua 3.2.).

Cohenin ja Levinthalin (1989) artikkelissa teknologisilla mahdollisuuksilla tarkoitetaan sitä, miten suurin kustannuksin yritys voi tietyllä toimialalla saavuttaa teknologista edistymistä. Heidän tarkastelemassaan mallissa (ks. myös kohta a) edellä) teknologiset mahdollisuudet määräytyvät tällöin kahden tekijän kautta: toimialan sisäisen teknologisen tiedon määrän sekä sen pohjalta, missä määrin uusi tieto parantaa yrityksen tuotantoprosessien tai tuotteiden teknologista suorituskykyä. Jaffe (1986) tarkoittaa näillä mahdollisuuksilla innovaatioiden tekemisen kustannusten ja vaikeusasteen eksogeenisiä vaihteluita eri teknologia-alueilla. Nämä vaihtelut voivat aiheutua tietyn teknologian ominaisuuksista tai ulkopuolisen tietellisen tiedon tilasta tietyllä hetkellä.

### c. Tuote- ja prosessi-innovaatiot

Teknologinen muutos voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: keksintö, innovaatio

ja diffuusio. Näistä keksintö on uutta paranneltua laitetta, tuotetta, prosessia tai järjestelmää koskeva idea tai malli, joka ei välttämättä johda tekniseen innovaatioon. Taloudelliselta kannalta innovaatio on toteutunut vasta silloin, kun tapahtuu ensimmäinen uutta tuotetta, prosessia, järjestelmää tai laitetta koskeva liiketoimi. Teknologian diffuusio tapahtuu vasta keksintö- ja innovaatiovaiheiden jälkeen. /Ks. Stoneman 1983, s. 8/.

Tuoteinnovaatioiden avulla voidaan kehittää uusia tai paranneltuja tuotteita, kun taas prosessi-innovaatiot koskevat tuotantomenetelmien kehittämistä ja uudistamista. Näitä erityyppisiä innovaatioita on luonnehdittu myös niin, että tuoteinnovaatiot luovat uutta kysyntää ja prosessi-innovaatiot vähentävät kustannuksia /ks. esim. Stoneman 1983, s. 34/. Tämä ei kuitenkaan ole yksiselitteinen luokittelu, koska nämä ominaisuudet voidaan usein liittää molemmantyyppisiin innovaatioihin. Lisäksi tuoteinnovaatioon voi liittyä myös tuotteen valmistusprosessin kehittäminen, joten näiden innovaatiotyyppien erottelu ei aina ole mahdollista.

#### d. Tahattomat teknologiavirrat (spillovers)

Tahattomat teknologiavirrat (spillovers) on diffuusiotutkimuksen avainkäsitteitä. Mohnen (1989) toteaa, että tahattomia teknologiavirtoja syntyy, koska tutkimus- ja kehitystoiminnan tuotoksia ei aina pystytä pitämään yksinomaan omassa hallussa, vaan osa tuloksista ”vuotaa” muille talousyksiköille, ts. tutkimustuloksiin liittyy epätäydellinen hallintaoikeus. (”Spillovers arise because the returns of RD are not always entirely appropriable”). Tahattomat teknologiavirrat voidaan jakaa hyvinvointia lisääviin ja tietoa lisääviin virtoihin. Näistä edelliset aiheutuvat siitä, että laadunparannukset eivät näy täysimääräisinä kuluttajien ostamien lopputuotteiden tai tuottajien ostamien välituotteiden yms. hinnoissa, vaan he saavat osan teknologisesta kehityksestä aiheutuvasta hyvinvoinnin lisäyksestä ”ilmaiseksi”. Lisäksi esimerkiksi kokonaistuottavuuden kehitystä laskettaessa ainakin osa laadunparannuksista jää yleensä ottamatta huomioon hintaindekseissä, jolloin todellinen tuottavuuskehitys tulee aliarvioiduksi (ks. Mohnen 1989). Griliches (1979) puhuukin tässä yhteydessä lähinnä mittausongelmista aiheutuvista virroista.

Tietoa lisäävät tahattomat teknologiavirrat puolestaan aiheutuvat siitä, että yhden

yrittäjien tai sektorin tekemä tutkimus- ja kehitystyö hyödyttää myös muita yrityksiä samalla tai muilla sektoreilla kotimaassa ja ulkomailla, koska luotua tietoon ei liity täydellistä hallintaoikeutta tai yksinoikeutta (perfect appropriability). Griliches (1979) tarkoittaa todellisilla tahattomilla teknologiavirroilla (tai ”puhtailla” tietoa lisäävillä tahattomilla teknologiavirroilla) lähinnä tietyn toimialan tutkimusryhmien toiselta toimialalta ”lainaamia” tutkimustuloksia.

Hyvinvointia lisääviä ja tietoa lisääviä teknologiavirtoja ei aina voida erottaa toisistaan (Mohnen 1989). Cohen ja Levinthal (1989) tarkoittavat tahattomilla teknologiavirroilla mitä tahansa alkuperäistä ja arvokasta tutkimusprosessissa luotua tietoa, joka tulee julkisesti saataville, olipa se sitten jonkin innovaation täydellisesti kuvaavaa tietoa tai luonteeltaan välillisempää tietoa. Tahattomien teknologiavirtojen ja niiden vaikutusten mittaamista käsitellään luvussa 3.2.

#### e. Tiedon ja tutkimustulosten hallintaoikeus (appropriability)

Tutkimustuloksilla, kuten muullakin tiedolla, on osaksi julkishyödykkeen luonne: yleensä luotua tietoa ei voida ainakaan kovin pitkään pitää vain sen tuottajan hallinnassa, vaan se leviää vähitellen myös muiden käyttöön eri kanavia pitkin. Julkishyödykkeen luonteeseen kuuluu, että sen käyttäjien lukumäärän lisääminen ei sinänsä merkitse sitä, että aikaisemmat käyttäjät joutuisivat siitä luopumaan, vaan sitä voidaan yleensä ”monistaa” monien käytettäväksi. Tutkimustulokset ja tieto yleensä voivat levitä osaksi kaupallisten kanavien välityksellä, mutta osa leviämisestä on tahatonta (ks. edellä kohtaa d.) ja tapahtuu ilman vastiketta, ts. vallitsee epätäydellinen tiedon hallintaoikeus (imperfect appropriability). Tiedon leviämiskanavia ovat esimerkiksi työntekijöiden siirtymiset toisiin yrityksiin, yritysten omistusjärjestelyt, eriasteinen teollisuusvakoilu, julkaisut, patenttihakemukset ja konferenssit (Mohnen 1989). Tiedon ominaisuuksia sekä tiedon hallintaoikeuteen liittyviä kysymyksiä tarkastellaan mm. Arrow'n (1962) usein siteeratussa artikkelissa.

Nykysuomen sanakirjan mukaan (2. painos, WSOY 1957) hallintaoikeudella tarkoitetaan (varsinkin lakitieteessä) oikeutta pitää hallussaan ja käyttää jotakin esinettä sekä nauttia sen tuottoa; hallinnalla tarkoitetaan mm. esineen tosiasiallista hal-

lussa pitämistä tai ainakin mahdollisuutta siihen sekä tosiasiallista välitöntä määräämisvaltaa esineeseen. Myös tutkimustulosten hallintaoikeuteen liittyvä oleellisesti mahdollisuus päättää tulosten käytöstä ja mahdollisesta myymisestä muiden käyttöön, joskaan sitä ei ole samalla tavoin säädelty lainsäädännössä kuin esineisiin ja yleensä reaaliomaisuuteen liittyvää hallintaoikeutta.

Yleensä ajatellaan, että jonkinasteinen hallintaoikeus tai ääritapauksessa yksinoikeus on olennainen motiivi uuden tiedon ja tutkimustulosten tuottamiseen. Tästä syystä länsimaisissa yhteiskunnissa pyritään erilaisten immateriaalioikeuksien (esim. patenttien) avulla turvaamaan tiedontuottajien motivaation (ts. taloudellisten kannustimien) säilyminen, siitä huolimatta että tiedon ja tutkimustulosten mahdollisen varhainen leviäminen olisi sinänsä yhteiskunnan jäsenten hyvinvoinnin kannalta suotavaa. Patentit ja vastaavat järjestelmät ovat siis eräänlainen kompromissi liiketaloudellisten ja yhteiskunnallisten intressien välillä.

Patentin voimassaoloaika pitäisi siten pyrkiä valitsemaan siten, että keksinnöstä aiheutuvat kansantaloudelliset tuotot olisivat mahdollisimman suuret, ilman että taloudelliset kannustimet sen tuottamiseen häviävät. Patenttien lisäksi keksintöön liittyvää ”omistusoikeutta” voidaan pyrkiä ylläpitämään myös muiden keinojen avulla. Tällaisia ovat salailu, oppimiseen liittyvät edut, tuotemerkkiin kohdistuva uskollisuus, muut reaktioviiveet tai merkittävät alalletulon esteet, joiden avulla keksijä voi ainakin viivästyttää muiden mahdollisuuksia pienentää hänen monopolivoittojaan. /Ks. Stoneman 1983, s. 15-16./

Levin, Klevorick, Nelson ja Winter (ks. Levin ym. 1987) ovat tehneet laajan kyselytutkimuksen, jossa selvitettiin tutkimustulosten hallintaoikeuden syntymisen edellytyksiä ja mekanismeja Yhdysvalloissa yli sadalla toimialalla. Heidän mukaansa hallintaoikeuden tasossa ja sen aikaansaavissa mekanismeissa on huomattavia eroja toimialojen välillä. Näin ollen esimerkiksi teknologiapolitiikan vaikutuksia tulisi tarkastella toimialatasolla.

Tiedon hallintaoikeus ja tahattomat teknologiavirrat kietoutuvat käsitteinä ja käytännössä läheisesti toisiinsa: tahattomien teknologiavirtojen voimistuminen vastaa tiedon hallintaoikeuden heikkenemistä. Tällöin näitä virtoja mitataan esim. sillä osuudella yrityksen tutkimus- ja kehittymenoista, jota sen kilpailijat käyttävät tehokkaasti hyväkseen /Levin 1988, s. 424/.

### 3. TUTKIMUSTULOKSIA TEKNOLOGIAPANOSTEN VAIKUTUKSISTA

#### 3.1. Välittömät teknologiavaikutukset: yritysten ja muiden tutkimusyksiköiden oman tutkimustoiminnan vaikutus tuottavuuteen

Yritysten oman tutkimustoiminnan vaikutuksia erityisesti kokonaistuottavuuden kehitykseen on 1960-luvun alkupuolelta lähtien analysoitu varsin paljon. Klassisia ja paljon siteerattuja tämän aihepiiriin analyyseja ovat mm. eräät Zvi Grilichesin ja Nestor Terleckyj:n artikkelit (ks. esim. Griliches (1980) ja Terleckyj (1980)). Tarkastelu on yleensä suoritettu kehikossa, jossa tavanomaisten tuotantopanosten lisäksi tutkimuspääomakanta on tuotantopanoksena tuotantofunktiossa. Näistä lähtökohdista on johdettu malli, jossa kokonaistuottavuuden muutoksia selitetään joko tutkimuspääomakannan muutoksella tai tutkimusintensiteetillä (tutkimusmenot tuotantoon suhteutettuina).

Kuvioon 2 on koottu eräitä yritysten oman tutkimustoiminnan vaikutuksia koskevia tutkimuksia. Empiiriset analyysit on tehty joko yritys- tai toimiala-aineistoilla. Yleisenä johtopäätöksenä näistä tutkimuksista on varsinkin aiemmin ollut, että tutkimustoiminnan tuottoaste on varsin korkea, usein suuruusluokkaa 20-80 %. Tulokset näyttävät kuitenkin varsin paljon riippuvan mm. muuttujien mitaustavasta ja käytetystä aineistosta. Useissa tutkimuksissa on myös todettu, että kansantaloudellinen tuottoaste, jossa näkyy ainakin osa tutkimustulosten leviämisen vaikutuksista toimialan sisällä, on usein selvästi korkeampi kuin liike-taloudellinen tuottoaste.

Monissa artikkeleissa ja selvityksissä on referoitu tämän tutkimusalueen keskeisiä tuloksia. Esimerkiksi Link (1987) sisältää katsauksen alueen kirjallisuuden luokiteltuna siltä pohjalta, mitä periodia kussakin tutkimuksessa käsitellään. Tämä johtuu siitä, että 1950- ja 1960-lukuja koskevilla aineistoilla on yleensä saatu sentyyppisiä tuloksia, että yritysten tutkimustoiminnan ja tuottavuuden kasvun välillä vallitsee voimakas positiivinen riippuvuus. Sen sijaan myöhäisempiä ajanjaksoja koskevat tulokset ovat osittain ristiriitaisia. Eniten kysymystä T&K:n ja tuottavuuden välisestä riippuvuudesta on analysoitu Yhdysvaltoja koskevilla aineistolla. Esimerkiksi Griliches (1984) sisältää useita artikkeleita, joissa riippuvuutta on tutkittu joko yritys- tai toimialadatan avulla.

Kuvio 2. Yritysten oman tutkimustoiminnan vaikutuksia koskevia tutkimuksia ja niiden tuloksia

\*\*\*\*\* Lopputuotteiden valmistajan suorittama TK \*\*\*\*\*

Tekijä(t)	Aineisto	Tuottoastearviot
Griliches 1980	USA, yritysaineisto	liiketaloudellinen tuottoaste n. 20-40 %
Terleckyj 1980	USA, toimialat	yksityisen sektorin rahoittamalla T&K:lla n. 25-40 %
Griliches & Lichtenberg 1984	USA, toimialat, aikasarjat + poikkileikkaus	yksityisen sektorin rahoittamalla T&K:lla n. 10-35 %
Vuori 1984	Suomi ja Ruotsi, toimialat, aikasarjat	osa välillä 1-70 %, osa negatiivisia
Vuori 1991	Suomi, Ruotsi, Norja; toimialat, aikasarjat	joustot enimmäkseen negatiivisia, osa 0.2-0.4 a)
Wyatt 1983	Suomi ja Ruotsi, toimialat, poikkileikkaus	20-40 %, Suomessa korkeampia
Goto & Suzuki 1989	Japani, yritysaineistot	20-80 %, keskimäärin n. 40 %

a) Kyseessä tuotannon jousto tutkimuspanoksen suhteen. Käytetyssä tarkastelukehikossa negatiivinen jousto merkitsee, että T&K:n tuotto on pienempi kuin kiinteän pääoman tuotto; sinänsä tuotto voi olla negatiivinen tai positiivinen.

1970-lukua koskevat analyysit herättivät laajan keskustelun siitä, mikä oli hidastuneen tutkimustoiminnan kasvun osuus teollisuusmaissa tapahtuneeseen tuotavuuden kasvun voimakkaaseen hidastumiseen (ks. esim. Griliches (1980b) sekä Griliches & Lichtenberg (1984)). Arviot tämän osuuden suuruudesta ovat olleet



luokkaa kymmenesosa-kolmasosa. Tällöin esitettiin myös, että merkitystä ei ole vain tutkimusmenojen tasolla, vaan myös tutkimustoiminnan tuottavuus on saattanut alentua.

Yhtenä selityksenä tutkimustoiminnan heikompaan tuottoon 1970-luvun alkupuolella on pidetty sitä, että teknologian tarjoamien mahdollisuuksien joukko olisi 1960-luvun loppuun mennessä tyhjentynyt — tietokoneita ja mikroelektroniikkaan perustuvia teknologioita lukuunottamatta — nopeammin kuin uusia mahdollisuuksia kyettiin luomaan. Useissa yritysaineistoon pohjautuvissa tarkasteluissa on kuitenkin todettu varsin voimakas positiivinen riippuvuus T&K:n ja tuottavuuden välillä myös 1970-luvulla; tämä riippuvuus on yleensä ollut voimakkaampi poikkileikkausaineistoissa kuin aikasarjoissa. /Ks. Link (1987.)/ Myöskään Schererin (1982) mukaan ei ole selvää näyttöä siitä, että 1970-luvun heikko tuottavuuskehitys olisi aiheutunut T&K-toiminnan rajatuottavuuden alenemisesta.

Tutkimustoiminnan laajuutta koskevien aggregaattilukujen heterogeenisuuden on epäilty — ja osin todettukin — olevan yhtenä syynä sille, että ei aina ole löydetty selvää positiivista riippuvuutta. Joissakin tutkimuksissa on todettu, että perustutkimuksen tuottoaste on ollut korkeampi kuin soveltavan tutkimuksen, minkä perusteella on mm. ehdotettu veroetujen myöntämistä perustutkimuksen tukemiseksi. Useissa tutkimuksissa prosessien kehittelyyn tähtäävä TK on havaittu tuottoisammaksi kuin tuotteiden kehittelyyn tähtäävä. Tämä on ehkä tärkeä selitys tuottoasteita koskevien tulosten ristiriitaisuuteen, sillä monissa maissa valtaosa tutkimusmenoista kohdistetaan tuotteiden kehittelyyn. F.M. Scherer on myös esittänyt osittain patenttitilastoihin pohjautuvan toimialojen välisiä teknologiavirtoja (ks. myös luku 3.2.) koskevan tutkimuksen yhteydessä tuloksen, että prosessi-T&K vaikutti yleensä samalla toimialalla, kun taas tuotekehittelyn tulokset levisivät käyttäjätoimialoille, mikä onkin odotusten mukainen tulos. /Ks. Scherer (1982) ja (1984) sekä Link (1987)./ Tämä puolestaan selittää osan mitattujen tuottoasteiden eroista ja samalla niiden alhaisuudesta.

Julkisen sektorin rahoittaman tutkimustoiminnan on useissa Yhdysvaltoja koskevissa tutkimuksissa todettu parantavan tuottavuutta tuskin lainkaan. Tämäkään tulos ei ole yksiselitteinen, ja esim. julkisen sektorin rahoittaman perustutkimuksen on todettu parantavan tuottavuutta selvästi enemmän kuin sen rahoittaman soveltavan tutkimuksen. Tämänäyttöiset tulokset ovat herättäneet

keskustelua siitä, onko julkisin varoin rahoitettu tutkimus luonteeltaan yksityisen sektorin rahoittamaa tutkimusta korvaavaa tai syrjäyttävää vai sitä täydentävää. Esimerkiksi Link toteaa, että joskin julkinen rahoitus voi nostaa tutkimusmenojen kokonaistasoa, se voi myös alentaa yritysten rahoittaman tutkimustoiminnan tuottavuutta /Link (1987)./

Suomessa yritysten tutkimustoiminnan ja kokonaistuottavuuden kehityksen välisiä yhteyksiä on toimialatasolla tutkittu lähinnä Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksessa. Suomen teollisuutta koskevan aineiston lisäksi on tarkasteltu myös Ruotsin ja Norjan teollisuutta (ks. Wyatt 1983, Vuori 1984, 1986 ja 1991). Aikasarja-analyysin perusteella riippuvuus tutkimustoiminnan ja tuottavuuden välillä ei näytä keskimäärin olevan kovin voimakas muissa maissa saatuihin tuloksiin verrattuna, joskin toimialojen välillä on selviä eroja tuottoasteiden suuruudessa (ks. Vuori 1984 ja 1991). Onkin ilmeistä, että Suomen kaltaisessa maassa oma tutkimustoiminta on yrityksille välttämätön muttei riittävä keino teknologisen kehityksen hyödyntämisessä; selvästi tärkeämpiä keinoja näyttävät olevan teknologian diffuusion mahdollistama osaaminen ja soveltamisen taito (Vuori 1991).

### 3.2. Välilliset teknologiavaikutukset: ostettu teknologia ja muu teknologian diffuusio

Välilliset teknologiavaikutukset voivat olla tarkoituksella aikaansaatuja, jolloin ne yleensä perustuvat erilaisiin liiketoimiin. Tällaisia ovat esimerkiksi koneiden ja laitteiden sekä välituotteiden hankinnat, jolloin hankittujen hyödykkeiden ohella käyttöön saadaan vaihtelevassa määrin niihin sisältyviä teknologian tai tuotteiden kehittäjän panostuksen tuloksia. Teknologista tietämystä voidaan ostaa myös muissa muodoissa (esim. patentit ja lisenssit). Toisaalta välilliset teknologiavaikutukset voivat olla myös tahattomia: teknologiavirtoja syntyy yksilöiden, yritysten tai toimialojen välillä osittain ilman tietoisia pyrkimyksiä niiden luomiseen. Tämä liittyy luvussa 2 käsiteltyyn tiedon hallintaoikeuden epätäydellisyyteen: huolimatta siitä, että eri yksiköille yleensä olisi kannattavampaa pitää tuottamansa tutkimustulokset omana tietonaan, tieto niistä leviää ennemmin tai myöhemmin eri väyliä pitkin hyödyttämään myös muita. Seuraavassa tarkastellaan liiketoimiin perustuvien teknologiavirtojen osalta ostettuihin välituote- ja pääomapanoksiin sisältyvän teknologian vaikutuksia koskevia tutkimuksia sekä toisaalta tahattomien teknologiavirtojen vaikutuksia koskevia tutkimuksia. Näistä edellisiä koskeva suppea tiivistelmä on esitetty kuviossa 3 ja jälkimmäisiä koskeva kuviossa 4.

#### a. Ostettuihin välituote- ja pääomapanoksiin sisältyvä teknologia

Jacob Schmooklerin (1966) katsotaan olleen ensimmäisiä, joka esitti, että tekniseen kehitykseen liittyvä parempi menestyminen voi olla seurausta paitsi yrityksessä tai toimialalla tehdystä tutkimustyöstä, myös muualla suoritetusta ja toimialan yritysten ostamiin välituotteisiin sisältyvästä T&K-toiminnasta. Schmookler esitti menetelmän, jolla voidaan mitata tutkimustoiminnan tulosten siirtymistä tutkimusta tehneiltä toimialoilta niille toimialoille, jotka ostavat niiden tuotteita. Tältä pohjalta esim. Scherer laati Yhdysvaltoja koskevan toimialojen välisiä teknologiavirtoja kuvaavan matriisiin, jonka avulla voitiin tutkia ostettuihin tuotantohyödykkeisiin sisältyvän tutkimuspanoksen vaikutuksia toimialojen taloudelliseen suorituskykyyn. Hän käytti apunaan yksityiskohtaisia

patenttitietoja sekä panos-tuotos -taulukoita jakaessaan tutkimusmenot uudelleen alkuperätoimialoilta käyttäjätoimialoille.

Kuvio 3. Väli- ja pääomapanoksiin sisältyvää teknologiaa koskevia tutkimuksia ja niiden tuloksia

\*\*\*\*\* Väli- ja pääomapanoksiin sisältyvä teknologia \*\*\*\*\*

Tekijä(t)	Aineisto	Tuottoastearviot
Scherer 1982 ja 1984	USA, yritys- ja toimiala-aineisto (panos-tuotostaulukot, patenttitiedot)	ostetuilla panoksilla ja prosessien kehittelyllä korkea (70-100%), tuotekehityksellä alhainen
Griliches & Lichtenberg 1984b	USA, toimiala-aineisto	käyttäjän teknologiapanoksilla korkeampi kuin tuotekehityksellä
Terleckyj 1980	USA, toimiala-aineisto (panos-tuotos)	ostetuilla panoksilla korkeampi kuin omalla T&K:lla
Sveikauskas 1981	USA, toimiala-aineisto	ostetuilla panoksilla korkea
Link 1983	USA, yritysaineisto (mm. kysely)	sekä ostetut panokset että oma tutkimus merkitseviä
Goto & Suzuki 1989	Japani, toimiala-aineisto (panos-tuotos)	ostettujen panosten tuottavuusvaikutus 3-kertainen omaan tutkimukseen verrattuna

Schererin tulosten mukaan tutkimuspanosta sisältävien tuotteiden ostolla samoin

kuin omalla prosessien kehittelytyöllä saavutettiin melko korkeita tuottoasteita, kun taas oma tuotekehitystyö ei tuottanut yhtä hyviä tuloksia. Myös Grilichesin ja Lichtenbergin (1984b) toimiala-aineistolla saamien tulosten mukaan ”käyttäjän teknologiapanoksen”, johon sisältyi sekä oma prosessienkehittely että ostettu teknologia, kertoimet olivat korkeampia kuin oman tuotekehittelypanoksen kertoimet. Sen sijaan Schererin tuloksista poiketen myös oman tuotekehittelyn vaikutus tuottavuuteen oli merkitsevä. Käyttäjän teknologiapanoksen komponenteista tärkeämpi oli oma prosessinkehittely (ks. Griliches ja Lichtenberg 1984b sekä Scherer 1982 ja 1984).

Samantyyppisistä lähtökohdista tutkimusta suorittivat 1970-luvulla ja 1980-luvun alkupuolella myös esim. Terleckyj (1980), Link (1983) ja Sveikauskas (1981). Terleckyjn mukaan ostettuihin pääoma- ja välipanoiksiin sisältyvän teknologian vaikutukset toimialojen tuottavuuden kasvuun olivat selvästi suuremmat kuin niiden oman tutkimustoiminnan vaikutukset. Julkisen sektorin rahoittamalla tutkimustoiminnalla ei voitu osoittaa olevan välittömiä vaikutuksia tuottavuuteen. Globermanin (1980) mukaan Terleckyjn arvioimat tuottoasteet, joissa oli mukana sekä tutkimustoiminnan välittömät että välilliset vaikutukset, olivat selvästi korkeampia (100-110 %) kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (30-60 %), joskin tulokset muuten ovat samansuuntaisia. Myös Sveikauskasin (1981) toimiala-aineistolla saamien tulosten mukaan pääomapanoksiin sisältyvän tutkimuspanoksen tuottoasteet ovat varsin korkeita, ja lisäksi tutkimusintensiivisten toimialojen tuottamien pääomapanosten vaikutukset ovat voimakkaimpia.

Link (1983) käytti yritys-kyselyyn perustuvia tietoja yritysten oman tutkimustoiminnan osuudesta niiden koko teknologiseen kehitykseen arvioidessaan ulkopuolelta tulevien teknologiavirtojen vaikutusta. Tulosten mukaan sekä ostettu teknologiapanos että oma tutkimustoiminta vaikuttivat merkitsevästi kokonaisuutena tuottavuuden kehitykseen.

1980-luvun jälkipuoliskolla kiinnostus toimialojen välisiä teknologiavirtoja kohtaan lisääntyi entisestään (esim. Jaffe 1986, Bernstein ja Nadiri 1988, Bernstein 1989, Goto ja Suzuki 1989). Panos-tuotos -aineistojen lisäksi myös uudemmissa tutkimuksissa on hyödynnetty patenttiaineistoja.

Goton ja Suzukin (1989) artikkeli voidaan ottaa esimerkiksi ongelmakentän

monimuotoisuudesta selvitettyä yritysten tutkimus- ja kehitystoiminnan vaikutuksia kokonaistuottavuuteen. Artikkelissa pyritään ottamaan huomioon kolmenlaisia vaikutuksia: ensinnäkin yritysten oman T&K:n vaikutukset niiden omaan tuottavuuteen, toiseksi muilta toimialoilta ostettujen välituote- ja pääomapanosten sisältämän teknologian vaikutukset, ja kolmanneksi elektroniikkateollisuuteen liittyvien alojen muille toimialoille tuottamien tahattomien teknologiavirtojen vaikutukset. Näistä viimeksimainittuja tarkastellaan myöhemmin tässä luvussa tahattomia teknologiavirtoja koskevassa kohdassa.

Aineistona Goto ja Suzuki käyttävät Japania koskevia yritys- ja toimialakohtaisia tietoja. Oman tutkimustoiminnan vaikutuksista yritysaineistolla saadut tulokset ovat melko tavanomaisia muihin aikaisempiin tutkimuksiin verrattuna; T&K:n tuottoasteet vaihtelivat toimialasta riippuen noin 20 ja 80 prosentin välillä ja olivat keskimäärin noin 40 %. Ostettuihin välituotteisiin ja pääomapanoksiin perustuvat teknologiavirrat arvioitiin toimialatasolla mm. panos-tuotostaulukoita hyväksikäyttämällä, ja ne saatiin painottamalla väli- ja pääomapanoksia tuottavien toimialojen tutkimusmenot näiden ostojen määrillä.

Tämän jälkeen kokonaistuottavuuden muutoksia selitettiin mallilla, jossa selittävinä muuttujina olivat oma tutkimusintensiivisyys (tutkimusmenot jaettuna tuotannon määrällä) sekä mainittu toimialalle tuleva teknologiavirta jaettuna tuotannon määrällä. 50 toimialaa käsittäneellä poikkileikkausaineistolla saatujen tulosten mukaan molemmat selittäjät olivat merkitseviä, mutta panoksiin sisältyvän teknologiavirran vaikutus tuottavuuteen oli suuruudeltaan noin kolminkertainen oman tutkimustoiminnan vaikutuksiin verrattuna. Muiden aikaisempien tutkimusten tavoin nämäkin tulokset siis vahvistavat käsitystä, että tutkimustoiminnan kansantaloudellinen tuottoaste on yleensä selvästi suurempi kuin liikeloudellinen tuotto.

#### b. Tahattomien teknologiavirtojen ja niiden vaikutusten mittaaminen

Mohnen tarkastelee tahattomia teknologiavirtoja koskevassa kirjallisuuskatsauksessaan toisaalta näistä virroista aiheutuvia hyvinvoinnin lisäyksiä koskevia tutkimuksia, joissa yleensä pyritään arvioimaan tutkimustoiminnan kansan-

taloudellinen tuottoaste ilman, että varsinaisesti tutkittaisiin teknologiavirtoja tuottavien ja vastaanottavien toimialojen välisiä yhteyksiä, ja toisaalta toimialojen välisiä teknologiavirtoja koskevia tutkimuksia (ks. luku 2 sekä Mohnen 1989). Seuraavassa viitataan lähinnä jälkimmäisiin, joskin on pidettävä mielessä, että hyvinvointia lisääviä ja tietoa lisääviä teknologiavirtoja ei aina voida erottaa toisistaan.

Mohnen käy läpi useita lähestymistapoja tahattomien teknologiavirtojen mitaamiseen. Niissä käytetään joko tutkimusmenojen painottamattomia tai eri tavoin painotettuja summia tai patentti- tai innovaatiovirtoja, tai tarkastellaan yritysten sijaintia teknologia-avaruudessa. Painottamattomia summia käytettäessä ajatellaan, että käytettävissä oleva yrityksen ulkopuolinen tutkimustietovaranto muodostuu kaikkien muiden toimialan yritysten tai koko talouden muiden toimialojen T&K-varannosta. Tämä merkitsee, että eri toimialojen tuottama tieto on yrityksille samassa suhteessa käyttökelpoista, mikä käytännössä tuskin pitää paikkaansa.

Muilta yrityksiltä tai toimialoilta tuleva tahaton teknologiavirta voidaan myös arvioida painottamalla niiden tutkimuspanokset eri tavoin: painot voidaan valita vastaanottavan toimialan näiltä sektoreilta ostamien välituotteiden tai pääomapanosten suhteessa tai toimialojen välisten patentti- tai innovaatiovirtojen suhteessa. Kaksi viimeksi mainittua tapaa edellyttävät varsin yksityiskohtaisia tietoja patenttien hakijoista ja niitä hyödyntävistä yrityksistä tai innovaatioiden tekijöistä ja niiden käyttäjistä. Tällaisia tietoja onkin koottu ja hyödynnetty mm. Yhdistyneessä kuningaskunnassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa (ks. esim. Mohnen 1989).

Yritysten teknologista samankaltaisuutta voidaan luonnehtia myös sen mukaan, miten ne sijaitsevat teknologia-avaruudessa, jota kuvataan esimerkiksi patenttiluokituksen avulla. Tällöin samassa patenttiluokassa patenteja hakevien yritysten ajatellaan olevan jossain määrin samanlaisia teknologiselta kannalta katsottuna (ks. esim. Jaffe 1986). Yhden mahdollisuuden muodostaa myös kunkin mahdollisen tahattoman teknologiavirran lähteen sijoittaminen siirtymätekijänä tuotanto- tai kustannusfunktioon. Tätä lähestymistapaa ovat käyttäneet mm. Bernstein (1989) sekä Bernstein ja Nadiri (1988).

Kuvio 4. Tahattomia teknologiavirtoja koskevia tutkimuksia ja niiden tuloksia

\*\*\*\*\* Tahattomat teknologiavirrat \*\*\*\*\*

Tekijä(t)	Aineisto	Vaikutukset
Mohnen 1989	katsaus	
Jaffe 1986	Yhdysvallat, yli 400 yritystä + patentti-aineisto	tuottoasteet yl. korkeampia jos naapuriyrityksillä paljon tutkimusta
Bernstein 1989	Kanada, toimiala-aineisto, kustannus-funktiot	positiivisia; riippuvat sekä lähde- että vastaanottaja-toimialasta
Bernstein & Nadiri 1988	Yhdysvallat, toimiala-aineisto, kustannus-funktiot	positiivisia, toimialoittain suuria eroja
Goto & Suzuki 1989	Japani, toimiala-aineisto, TK-menojen jakautumat	positiivisia (elektroniikka-alojen vaikutukset)

Mohnen tiivistää tarkastelemiensa tutkimusten tulokset seuraavasti: tutkimus- ja kehitystoiminnasta aiheutuu kustannuksia vähentäviä ja tuottavuutta lisääviä toimialojen välisiä tahattomia teknologiavirtoja, ja ”oman” ja ”lainatun” T&K:n on yleensä havaittu olevan toistensa substituuotteja. T&K:n ulkoisvaikutukset tuottavat huomattavasti liiketaloudellisen tuottoasteen ylittäviä kansantaloudellisia tuottoasteita. Tahattomien teknologiavirtojen vaikutuksia tuottavuuden kasvun hidastumiseen koskevat ekonometriset tulokset vaihtelevat, ja tutkimus- ja kehitystoiminnan aiheuttamien tahattomien teknologiavirtojen ja kokonaistuottavuuden välinen riippuvuus vaihtelee merkittävästi toimialojen välillä.



Julkisin varoin rahoitettu T&K näyttää myös tuottavan vähemmän tahattomia teknologiavirtoja kuin yksityisen sektorin rahoittama, ja perustutkimus näyttää tuottavan korkeampia tuottoasteita kuin sovellettu tutkimus. Uuden teknologian luominen on keskittynyt joihinkin avainsektoreihin kuten kemikaalien, koneiden, tieteellisten instrumenttien ja elektronisten tuotteiden valmistukseen. Voimakkaita kahdensuuntaisia riippuvuuksia on koneiden ja kuljetusvälineiden välillä sekä tieteellisten instrumenttien ja elektroniikan välillä (Mohnen 1989).

Koska suppeassa katsauksessa on mahdotonta käydä tyhjentävästi läpi edes huomattavaa osaa tahattomia teknologiavirtoja ja niiden vaikutuksia käsittelevästä jo varsin laajasta kirjallisuudesta, esitetään seuraavassa tarkemmin joitakin tärkeinä pidettäviä esimerkkejä aihealueen käsittelytavoista.

### c. Esimerkkejä

Jaffen (1986) tutkimuksessa yrityksen teknologista asemaa kuvataan sen avulla, miten sen saamat patentit jakautuvat eri patenttiluokkiin. Tällöin alunperin 328 tuoteryhmäpohjaista patenttiluokkaa yhdisteltiin 49 ryhmään, ja nämä vielä uudestaan 21 teknologiaryhmään. Kunkin yrityksen tutkimustoiminnan menestyksellisyys oletettiin riippuvan sen lähelle teknologia-avaruudessa sijoittuvien ”naapuriyritysten” tutkimustoiminnasta. Yritykselle mahdollisesti hyödyllisten tahattomien teknologiavirtojen ”lammikon” katsottiin muodostuvan muiden yritysten tutkimusmenojen painotetusta summasta, jolloin painoina käytettiin yritysten teknologista naapuruutta kuvaavaa tunnuslukua, joka oli yritysten patenttijakautumavektoreiden keskistämätön korrelaatio. Tässä lähestymistavassa oletetaan että tutkimustulosten hallintaoikeuteen liittyvät ehdot tai sen aste ovat samanlaisia eri teknologiaryhmissä.

Jaffen aineistossa on runsaat 400 yritystä, joista niiden taloudellista asemaa ja suorituskykyä koskevien tietojen lisäksi oli käytettävissä tutkimustoimintaa ja patentointia koskevat yksityiskohtaiset tiedot vuosilta 1973 ja 1979. Tulosten mukaan useat teknologisen menestymisen mittarit viittaavat tutkimus- ja kehitystoiminnasta aiheutuvien tahattomien teknologiavirtojen olemassaoloon. Tutkimusalueilla, joilla muutkin yritykset tutkivat paljon, patentoidaan keskimäärin

enemmän tutkimustoimintaan sijoitettua rahayksikköä kohti, ja myös voitoilla ja yrityksen markkina-arvolla ilmaistu tutkimustoiminnan tuottoaste on korkeampi. Tosin vain hyvin vähän itse tutkivilla yrityksillä sekä voitot että markkina-arvo ovat alempia, jos niiden naapuriyritykset sijoittavat tutkimukseen paljon. Tulosten mukaan yritykset myös sopeuttavat teknologista asemaansa voitonansaintamahdollisuuksien mukaan, ja tämä sopeuttaminen vaikuttaa ylimääräisiä voittoja tasoittavasti. Jaffen mukaan tuloksista ei kuitenkaan voida vielä päätellä, missä määrin voitonansaintamahdollisuuksien vaihtelut todella aiheutuvat teknologisista mahdollisuuksista eikä kysyntätekijöistä.

Aikaisemmin tässä luvussa käsitellyn Goton ja Suzukin (1989) artikkelin ehkä mielenkiintoisimmat tulokset koskevat elektroniikkateollisuuden vaikutuksia muille toimialoille. Kun Japanin aineistolla ja edellä selostetun väli- ja pääomapanoksiin sisältyvän teknologian arviointiin perustuvan menetelmän avulla pyrittiin selvittämään erikseen viiden elektroniikkaa ja sitä lähellä olevia tuotteita valmistavan toimialan muille toimialoille tuottamien teknologiavirtojen merkitystä, näillä ei havaittu olevan suurta vaikutusta. Kun kuitenkin yleisesti pidetään selvänä, että elektroniikkatuotteiden kehityksellä on ollut huomattava vaikutus monien toimialojen kehitykseen, tarkasteltiin lisäksi elektroniikka-aloilta tulevien tahattomien teknologiavirtojen vaikutusta. Tällöin käytettiin samaan ajattelutapaan perustuvaa menettelyä kuin Jaffe (1986), jolloin tärkeimpien tahattomien teknologiavirtojen ajatellaan tulevan toimialoilta, jotka ovat teknologisessa mielessä ”naapureita”.

Kuten edellä esitettiin, Jaffe käytti toimialojen teknologisen välimatkan arvioinnissa tietoja yritysten saamien patenttien jakautumisesta eri tuoteryhmiin. Goto ja Suzuki käyttävät menettelyä, joka tietojen saatavuuden takia on käytännössä yleensä huomattavasti yksinkertaisempi: yrityksiä koskevien patenttitietojen sijasta he käyttävät tietoja toimialoittaisten tutkimusmenojen jakautumisesta eri tuoteryhmiin, ja muodostavat niiden pohjalta vastaavat teknologista välimatkaa kuvaavat mittarit ( $P_{ij}$ ) kuin Jaffe:

$$P_{ij} = (F_i F_j') / \sqrt{(F_i F_i')(F_j F_j')},$$

missä  $F_i$  on toimialan  $i$  teknologista asemaa kuvaava vektori, jonka elementit  $F_{im}$

kuvaavat toimialan  $i$  teknologia-alueelle  $m$  sijoittamien tutkimusmenojen osuutta sen koko tutkimusmenoista.  $P_{ij}$  on siis tutkimusmenojen jakautumavektoreiden korrelaatio. Tietylle toimialalle tuleva teknologiavirta muodostuu välimatka-indikaattorien avulla painotetuista elektroniikka-alojen tutkimusmenoista.

Kuvatulla tavalla arvioituilla tahattomilla teknologiavirroilla (jotka jälleen suhteutettiin tuotantoon) havaittiinkin olevan tilastolisesti merkitsevä vaikutus tuottavuuden kasvuun. Vaikka tämän vaikutuksen suuruudesta ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä, näyttää kuitenkin ilmeiseltä, että elektroniikkatuotteet vaikuttavat muiden toimialojen tuottavuuteen lähinnä lähialoilta tulevien tietovirtojen kautta eikä niinkään tuotannossa käytettävien väli- ja pääomapanosten kautta.

Bernsteinin ja Nadirin (1988) tutkimuksessa selvitettiin toimialojen välisten tahattomien teknologiavirtojen vaikutuksia Yhdysvalloissa viidellä korkean teknologian toimialalla, joita kutakin tarkasteltiin erillisenä teknologiavirtojen lähteenä. Tutkimuksessa arvioitiin myös tutkimuspääomakannan liiketaloudelliset ja kansantaloudelliset tuottoasteet. Tarkastelu rakentuu kunkin toimialan kustannusfunktion pohjalle, ja liiketaloudellisella tuottoasteella tarkoitetaan toimialan oman tutkimuspääomakannan lisäyksestä aiheutuvaa muuttuvien kustannusten alenemista. Kansantaloudellinen tuottoaste puolestaan muodostuu siten, että liiketaloudelliseen tuottoon lisätään toimialan tutkimuspääomakannan luomien tahattomien teknologiavirtojen muilla toimialoilla aiheuttama rajakustannusten vähennys. Tulosten mukaan kunkin tarkastellun toimialan tutkimuspääomakanta tuotti tahattomia teknologiavirtoja muille toimialoille, ja useissa tapauksissa nämä olivat hyvin merkittäviä, jolloin liiketaloudelliset ja kansantaloudelliset tuottoasteet poikkesivat selvästi toisistaan. Toimialojen välillä oli kuitenkin eroja sekä teknologiavirtojen tuottamisessa että niiden vastaanottamisessa.

Bernstein (1989) soveltaa samaa kehikkoa käyttäen aineistonaan Kanadan yhdeksän tärkeän toimialan tietoja. Tulokset ovat hyvin samansuuntaisia kuin Bernsteinin ja Nadirin (1988) tulokset. Kuudella tarkastelluista yhdeksästä toimialasta tuotantokustannuksiin vaikutti useamman kuin yhden toimialan tutkimuspääomakanta, ts. ne vastaanottivat tahattomia teknologiavirtoja vähintään kahdelta toimialalta. Näiden teknologiavirtojen suuruus riippui selvästi lähde-toimialasta; tärkeimmät näistä sekä vastaanottajatoimialojen lukumäärän

että teknologiavirtojen suuruuden osalta olivat koneiden valmistus, kumiteollisuus, muoviteollisuus, maaöljytuotteiden sekä kemiallisten tuotteiden valmistus. Nämäkin tulokset siis vahvistavat sen, että on tärkeää erottaa tahattomien teknologiavirtojen eri lähteet toisistaan, kun virtojen merkitystä halutaan arvioida.

#### 4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TULEVAN TUTKIMUKSEN SUUNTAVIIVOJA

Talousteorioiden mukaan resurssit tulisi allokoida siten, että niiden tuotto kussakin käyttökohteessa muodostuisi samaksi. Monet edellä luvussa 3 käsitellyt tutkimustulokset viittaavat kuitenkin siihen, että tutkimus- ja kehitystoimintaan sijoitettuja varoja ei ole kohdennettu optimaalisesti. Joissakin tutkimuksissa todettu aggregaattitason tulos T&K:n melko alhaisesta tuottoasteesta muutti muotoaan, kun tarkasteltiin erikseen tutkimuspanostuksen komponentteja. Siten tuottoaste voi olla korkeampi joillakin toimialoilla kuin toisilla, perustutkimukseen sijoitettu raha voi tuottaa enemmän tulosta kuin sovellettuun tutkimukseen sijoitettu, prosessien kehittäminen voi olla tuottoisampaa kuin tuotteiden kehittäminen, ja julkisen varoin tuettu tutkimustoiminta voi olla vähemmän tuottavaa kuin yritysten itsensä kokonaan rahoittama.

Mikäli kuvatuilla tutkimustuloksilla olisivat ehdottomia ja yksiselitteisiä, viesti teknologiapolitiikan tekijöille olisi selkeä: tutkimusresurssit olisi suunnattava uudelleen suosien niitä kohteita, joissa on mahdollista saavuttaa korkeampia tuottoasteita. Todellisuudessa asia ei kuitenkaan ole näin yksinkertainen. Tulokset esittävät ensinnäkin yleensä keskiarvotietoja menneisyydestä. Jokainen projekti ja yritys on erilainen, eikä useinkaan ole ennakoita mahdollista ennustaa kovin luotettavasti jonkin tutkimusprojektin tuloksia. ”Hyvän toimialan” huonon projektin tukeminen voi siten olla paljon huonompi vaihtoehto kuin jonkin ”vähemmän hyvän” toimialan projektin tukeminen.

Vielä tärkeämpi näkökohta on kuitenkin se, että tutkimustoiminnan vaikutukset muodostavat monimutkaisen kokonaisuuden, jonka kaikkia osatekijöitä on vaikeaa ellei mahdotonta ottaa huomioon. Esimerkiksi Rosenberg (1979) tarkastelee artikkelissaan erilaisia taloudessa vallitsevia teknologisia riippuvuuksia ja toisiaan täydentäviä teknologioita. T&K:n tuloksellisuutta arvioitaessa ei riitä, että tarkastellaan pelkästään yritysten tutkimustoiminnan vaikutuksia niiden omaan suorituskykyyn (esim. tuottavuuteen). Tutkimustulosten ja teknologisen osaamisen leviäminen yrityksestä toiseen, henkilöltä toiselle, toimialojen kesken ja eri maiden välillä tulee myös ottaa huomioon.

Erityisesti Suomen kaltaisessa pienessä avotaloudessa ”muualla” kehitetty teknologia voi olla paljon merkittävämpää kuin yritysten omat tutkimustulokset. Teknologian leviämiskanavien ja niiden suhteellisen merkityksen — toisiinsa ja omaan tutkimuspanostukseen verrattuna — selvittäminen on siten keskeinen osa tutkimustoiminnan vaikutusten arviointia. Oman panostuksen roolia ei kuitenkaan tule väheksyä: vaikka mitään huomattavia keksintöjä ei tehtäisikään, jo muualla kehitetyn teknologian käyttö ja soveltaminen omiin erityistarpeisiin saattaa edellyttää tuntuvaan tutkimuspanostusta, mikä ei välttämättä korreloi suoraan yrityksen suorituskykyä kuvaavien mittareiden kanssa.

ETLAssa tehdyissä tutkimuksissa on aikaisemmin tarkasteltu yritysten oman tutkimustoiminnan vaikutuksia niiden tuottavuuteen toimialatasolla (Wyatt (1983), Vuori (1984) ja (1991)). Näitä analyysejä on tarkoitus täydentää laajentamalla näkökulmaa välillisten teknologiavaikutusten suuntaan. Diffuusiota, kasvua ja teknologiapolitiikkaa pienen maan näkökulmasta käsittelevässä projektissa on seuraavaksi tarkoitus arvioida, minkä Suomen teollisuuden toimialojen välillä on mahdollisesti löydettävissä tahattomia teknologiavirtoja, minkä perusteella voidaan jatkossa analysoida näiden virtojen vaikutuksia tuottavuuteen. Myöhemmin toteutettavassa laajemmassa tutkimustoiminnan ja teknologian diffuusion tuottavuusvaikutuksia käsittelevässä tutkimuksessa pyritään arvioimaan erikseen kolmenlaisia teknologian vaikutuksia yritysten kokonaistuottavuuteen sekä niiden keskinäisiä suuruussuhteita: yritysten oman tutkimustoiminnan vaikutuksia, ostettuihin väli- ja pääomapanoksiin sisältyvän teknologian vaikutuksia sekä tahattomien teknologiavirtojen vaikutuksia.

## LÄHTEET

ARROW, K.J. (1962), Economic welfare and the allocation of resources for invention, in: R. Nelson (ed.), *The rate and direction of inventive activity*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, p. 609-626.

BERNSTEIN, J.I. (1989), The structure of Canadian inter-industry R&D spillovers, and the rates of return to R&D, *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XXXVII, No. 3, p. 315-328.

BERNSTEIN, J.I. and NADIRI, M.I. (1988), Interindustry R&D spillovers, rates of return, and production in high-tech industries, *American Economic Review*, AEA Papers and Proceedings, Vol. 78, No. 2, May, p. 429-434.

COHEN, W.M. and LEVIN, R.C. (1989), Empirical studies of innovation and market structure, in: Schmalensee, R. and Willig, R.D. (eds.), *Handbook of industrial organization*, Volume II. Amsterdam/ New York/ Oxford/ Tokyo: North-Holland, p. 1059-1107.

COHEN, W.M. and LEVINTHAL, D.A. (1989), Innovation and learning: the two faces of R&D, *The Economic Journal*, Vol. 99, No. 397, September, p. 569-596.

GEROSKI, P.A. (1990), Innovation and the sectoral sources of UK productivity growth. Centre for Business Strategy, London Business School, Working Paper Series, No. 77, April.

GLOBERMAN, S. (1980), Comment (ks. Terleckyj 1980), in: Kendrick and Vaccara (1980), p. 377-386.

GOTO, A. and SUZUKI, K. (1989), R&D capital, rate of return on R&D investment and spillover of R&D in Japanese manufacturing industries, *Review of Economics and Statistics*, Vol. LXXI, No. 4, November, p. 555-564.

GRILICHES, Z. (1979), Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, p. 92-116.

GRILICHES, Z. (1980), Returns to research and development expenditures in the private sector, in: Kendrick and Vaccara (1980), p. 419-454.

GRILICHES, Z. (1980b), R&D and the productivity slowdown. *American Economic Review*, Papers and Proceedings, Vol. 70, No. 2.

GRILICHES, Z. (ed.) (1984), *R&D, patents, and productivity*, Chicago and London: The University of Chicago Press.

GRILICHES, Z. and LICHTENBERG, F. (1984), R&D and productivity growth at the industry level: Is there still a relationship? in: Griliches, Z. (ed.), R&D, patents, and productivity, The University of Chicago Press, p. 465-496.

GRILICHES, Z. and LICHTENBERG, F. (1984b), Interindustry technology flows and productivity growth: a reexamination, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXVI, No. 2, May, p. 324-329.

HÖLTTÄ, R. (1989), Multidimensional diffusion of innovation, *Acta Academiae Oeconomicae Helsingiensis, Series A:66*, Helsinki: The Helsinki School of Economics and Business Administration.

JAFFE, A.B. (1986), Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits, and market value, *American Economic Review*, Vol. 76, No. 5, December, p. 984-1001.

KENDRICK, J.W. and VACCARA, B.N.(eds.)(1980), *New developments in productivity measurement and analysis. NBER Studies in income and wealth, Volume 44*, Chicago and London: The University of Chicago Press.

LEVIN, R.C. (1988), Appropriability, R&D spending, and technological performance, *American Economic Review, AEA Papers and Proceedings*, Vol. 78, No. 2, May, p. 424-428.

LEVIN, R.C., KLEVORICK, A.K., NELSON, R.R. and WINTER, S.G. (1987), Appropriating the returns from industrial research and development, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1987:3, p. 783-831.

LINK, A. N. (1983), Inter-firm technology flows and productivity growth, *Economics Letters*, Vol. 11, p. 179-184.

LINK, A.N. (1987), *Technological change and productivity growth, Fundamentals of pure and applied economics, vol. 13*. Chur/ London/ Paris/ New York: Harwood Academic Publishers.

METCALFE, J.S. (1988), The diffusion of innovation: an interpretative survey, in: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, L. (eds.), *Technical change and economic theory*. London and New York: Pinter Publishers, p. 560-589.

MOHNEN, P. (1989), *New technologies and inter-industry spillovers, OECD International seminar on science, technology and economic growth, Paris, June 5-8, 1989*. OECD, Directorate for Science, Technology and Industry, DSTI9.7, WS.2, Paris 1989.

Nykysuomen sanakirja, 2. painos 1957, Porvoo: WSOY.

ROSENBERG, N. (1979), *Technological interdependence in the American economy*,



Technology and Culture (29), p. 25-50.

SCHERER, F.M. (1982), Inter-industry technology flows and productivity growth, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 64, No. 4, p. 627-634.

SCHERER, F.M. (1984), Using linked patent and R&D data to measure inter-industry technology flows, in: Griliches, Z. (ed.), *R&D, patents, and productivity*, The University of Chicago Press, p. 417-464.

SCHMOOKLER, J. (1966), *Invention and economic growth*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

STONEMAN, P. (1983), *The economic analysis of technological change*. Oxford: Oxford University Press.

SVEIKAUSKAS, L. (1981), Technological inputs and multifactor productivity growth, *Review of Economics and Statistics*, Vol. LXIII, No. 2, May, p. 275-282.

TERLECKYJ, N.E. (1980), Direct and indirect effects of industrial research and development on the productivity growth of industries, in: Kendrick and Vaccara (1980), p. 359-386.

THIRTLE, C.G. and RUTTAN, V.W. (1987), The role of demand and supply in the generation and diffusion of technical change. *Fundamentals of pure and applied economics*, vol. 21. Chur/ London/ Paris/ New York: Harwood Academic Publishers.

Tiede ja teknologia 1989, SVT, Koulutus ja tutkimus 1989:24, Tilastokeskus, 1990, Helsinki.

VUORI, S. (1984), Kokonaistuottavuus ja tutkimus- ja kehitystoiminnan tuottoaste Suomen ja Ruotsin teollisuustoimialoilla v. 1964-80. Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, Sarja C 32.

VUORI, S. (1986), Returns to R&D in Finnish and Swedish manufacturing industries. ETLA (The Research Institute of the Finnish Economy), Discussion Papers No. 203.

VUORI, S. (1988), Total factor productivity and R&D in Finnish, Swedish and Norwegian manufacturing industries, 1964 to 1983. ETLA (The Research Institute of the Finnish Economy), Discussion Papers No. 257.

VUORI, S. (1991), Returns to R&D in Nordic manufacturing industries, 1964 to 1983. ETLA (The Research Institute of the Finnish Economy), Discussion Papers No. 357.

WYATT, G. (1983), Multifactor productivity change in Finnish and Swedish industries, 1960 to 1983. Helsinki: ETLA (The Research Institute of the Finnish Economy), Series B No. 38.

MUUTA KATSAUKSEN AIHEPIIRIÄ SIVUAVAA KIRJALLISUUTTA  
(ei viittauksia tekstissä)

DAVIS, L.A. (1988), Technology intensity of U.S., Canadian and Japanese manufactures output and exports. U.S. Department of Commerce, International Trade Administration, Staff report, June.

GRILICHES, Z. (1973), Research expenditures and growth accounting, in: Williams, B.R. (ed.), Science and technology in economic growth, London and Basingstoke: Macmillan, p. 59-83.

LEVY, D.M. and TERLECKYJ, N.E. (1983), Effects of government R&D on private R&D investment and productivity: a macroeconomic analysis, Bell Journal of Economics, Vol. 14, No. 2, Autumn, p. 551-561.

LICHTENBERG, F.R. (1987), The effect of government funding on private industrial research and development: a re-assessment, Journal of Industrial Economics, Vol. XXXVI, No. 1, September, p. 97-104.

MANSFIELD, E. (1980), Basic research and productivity increase, American Economic Review, Vol. 70, No. 5, December, p. 863-873.

MANSFIELD, E., RAPOPORT, J., ROMEO, A., WAGNER, S. and BEARDSLEY, G. (1977), Social and private rates of return from industrial innovations, Quarterly Journal of Economics, Vol. XCI, No. 2, May, p. 221-240.

NELSON, R.R. (1981), Research on productivity growth and productivity differences: Dead ends and new departures, Journal of Economic Literature, Vol. XIX, No. 3, September, p. 1029-1064.

OGADIRI, H. and IWATA, H. (1986), The impact of R&D on productivity increase in Japanese manufacturing companies, Research policy Vol. 15, p. 13-19.

PAKES, A. and SCHANKERMAN, M. (1984), The rate of obsolescence of patents, research gestation lags, and the private rate of return to research resources, in: Griliches, Z. (ed.), R&D, patents, and productivity, The University of Chicago Press, p. 73-88.

RAVENS-CRAFT, D. and SCHERER, F.M. (1982), The lag structure of returns to research and development, Applied Economics, Vol. 14, No. 6, December.

SCHANKERMAN, M. (1981), The effects of double-counting and expensing on the measured returns to R&D, Review of Economics and Statistics, Vol. LXIII, No. 3, August.

TERLECKYJ, N.E. (1980b), What do R&D numbers tell us about technological change?  
American Economic Review, Papers and Proceedings, Vpl. 70, No. 2, May, p. 55-61.



ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)  
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY  
LÖNNROTINKATU 4 B, SF-00120 HELSINKI

---

Puh./Tel. (90) 609 900  
Int. 358-0-609 900

Telefax (90) 601 753  
Int. 358-0-601 753

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 354 VEIJO KAITALA - MATTI POHJOLA - OLLI TAHVONEN, An Analysis of SO<sub>2</sub> Negotiations between Finland and the Soviet Union. 18.02.1991. 17 p.
- No 355 JUHA KETTUNEN, Transition Intensities from Unemployment. 27.02.1991. 24 p.
- No 356 MARKKU KOTILAINEN, Exchange Rate Unions: A Comparison to Currency Basket and Floating Rate Regimes. 15.03.1991. 54 p.
- No 357 SYNNÖVE VUORI, Returns to R&D in Nordic Manufacturing Industries, 1964 to 1983. 20.03.1991. 42 p.
- No 358 VEIJO KAITALA - MATTI POHJOLA - OLLI TAHVONEN, A Finnish-Soviet Acid Rain Game: "Club Solutions", Noncooperative Equilibria and Cost Efficiency. 22.03.1991. 18 p.
- No 359 JUHA KETTUNEN, Occupational Mobility of Unemployed Workers. 25.03.1991. 29 p.
- No 360 JUSSI RAUMOLIN, Logistiikan näkymiä yhdyntävässä Euroopassa. 25.03.1991. 17 s.
- No 361 MARKKU OLLIKAINEN, Kestävä kehitys - ongelmia ja tulkintoja. 08.04.1991. 24 s.
- No 362 PEKKA ILMAKUNNAS, Working Time, Productivity and Labor Demand in Finnish Manufacturing. 22.04.1991. 40 p.
- No 363 JUHA KETTUNEN, Time-Dependent Effects of Unemployment Benefits. 24.04.1991. 29 p.
- No 364 GEORGE F. RAY, Long-Term Prospects for Industrial Materials. 30.04.1991. 45 p.
- No 365 ROBERT HAGFORS - TOIVO KUUS, The Structure and Distribution of Income in Estonia and Finland. 07.05.1991. 30 p.
- No 366 T.R.G. BINGHAM, The Foreign Exchange Market: Structure, Intervention and Liquidity. 10.05.1991. 29 p.
- No 367 Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen toiminta vuonna 1990. 24.05.1991. 30 s.

- No 368 JUHA KETTUNEN, The Effects of Education on the Duration of Unemployment. 06.06.1991. 38 p.
- No 369 ROBERT HAGFORS - ROLF MAURY, Suomalaisten kotitalouksien rakennekehityksen arviointia vuosille 1960-1985. 18.06.1991. 47 s.
- No 370 VESA KANNIAINEN - JAN SÖDERSTEN, Undervaluation of Corporate Shares Revisited: A Note. 27.06.1991. 9 p.
- No 371 MARKKU RAHALA - TIMO TERÄSVIRTA, Forecasting the Output of Finnish Forest Industries Using Business Survey Data. 29.07.1991. 13 p.
- No 372 MARKKU KOTILAINEN, Exchange Rate Unions: A Comparison to Currency Basket and Floating Rate Regimes - A Three-Country Model with Endogenous Prices. 29.07.1991. 47 p.
- No 373 EIKE HINDOV, On Population Development in Estonia and Finland. 20.08.1991. 47 p.
- No 374 JUHA KETTUNEN, A Search Theoretical Analysis of the Finnish Unemployment Insurance System. 28.08.1991. 25 p.
- No 375 JUHA KETTUNEN, Regional Mobility of Unemployment Workers. 28.08.1991. 19 p.
- No 376 JUHA KETTUNEN, Työttömyysturvajärjestelmän vaikutukset työnetsintään: Tutkimusaineistokuvaus. 28.08.1991. 13 s.
- No 377 WIDGRÉN MIKA, Voting Power in the EC Decision Making and the Consequences of two Different Enlargements. 04.09.1991. 24 p.
- No 378 JUKKA LASSILA, Income Tax Indexation in an Open Economy. 11.09.1991. 17 p.
- No 379 KARI ALHO - KATARIINA LEIKAS, Arvio kotitalouksien varallisuudesta 1960-1990. 14.10.1991. 28 s.
- No 380 TIMO TIAINEN, Viennin markkinaosuudet ja kilpailukyky Suomen teollisuuden eri toimialoilla 1970-1985. 21.10.1991. 148 s.
- No 381 JUSSI RAUMOLIN, Prospects for Logistics in Europe in the 1990s. 21.10.1991. 24 p.
- No 382 SYNNOVE VUORI, Teknologiapanosten vaikutukset ja teknologian diffuusio: Kirjallisuuskatsaus. 21.10.1991. 29 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on rajoitetusti saatavissa ETLAn kirjastosta tai ao. tutkijalta. Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress; they can be obtained, on request, by the author's permission.

E:\sekal\DPjulk.chp/21.10.1991