ETLA
ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY
Lönnrotinkatu 4 B 00120 Helsinki Finland Tel. 358-9-609 900
Telefax 358-9-601 753 World Wide Web: http://www.etla.fi/

Keskusteluaiheita – Discussion papers

No. 876

Olavi Rantala

YRITYSTEN T&K-PANOSTUSTEN MÄÄRÄYTYMINEN JA JULKISEN T&K-RAHOITUKSEN VAIKUTUS TOIMIALATASOLLA

Osaraportti projektissa
T&k:n vaikuttavuusarviointijärjestelmän kehittäminen
TEKES

ISSN 0781-6847 07.11.2003

RANTALA, Olavi, **YRITYSTEN T&K-PANOSTUSTEN MÄÄRÄYTYMINEN JA JULKISEN T&K-RAHOITUKSEN VAIKUTUS TOIMIALATASOLLA.** Helsinki, ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2003, 15 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 876)

TIIVISTELMÄ: Tutkimuksessa kehitetään toimialojen t&k-panostusten ekonometrista ennustejärjestelmää ja arvioidaan julkisen t&k-rahoituksen vaikutusta yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin toimialatasolla. Keskeinen tulos on, ettei julkinen t&k-rahoitus ainakaan syrjäytä yritysten omia t&k-panostuksia. Tämä vastaa aiempia suomalaisia yritystason aineistoilla saatuja tutkimustuloksia. Toimialatason estimointitulosten perusteella voidaan todeta pikemminkin, että julkisen t&k-rahoituksen vaikutus yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin on pääsääntöisesti neutraali ja mahdollisesti joillakin toimialoilla positiivinen. Erilliskysymyksenä selvitetään Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliiton investointitiedustelussa koottavien yritysten kotimaisia t&k-panostuksia koskevien tietojen käyttökelpoisuutta arvioitaessa t&k-menojen viimeaikaista toimialakohtaista kehitystä Tilastokeskuksen ja OECD:n t&k-tilastojen mittaustavan mukaisesti. Näyttää siltä, että investointitiedustelu antaa keskimäärin melko oikean arvion yritysten t&k-menojen kehityksestä kyselyvuonna.

ASIASANAT: T&k-intensiteetti, julkinen t&k-rahoitus

JEL: O38

RANTALA, Olavi, **THE SECTORAL DETERMINATION OF BUSINESS ENTERPRISE R&D INPUTS AND THE IMPACT OF PUBLIC R&D FINANCING.** Helsinki, ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2003, 15 p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; no. 876)

ABSTRACT: This study develops a sectoral econometric forecasting model of business enterprise R&D inputs and tests the impact of public R&D financing on privately financed R&D. The main result is that public R&D financing does not crowd out privately financed R&D. This result is in line with the conclusions reached by previous Finnish econometric studies that have employed company-level data. The results of this study, based on sectoral time series data, indicate that the impact of public R&D financing on privately financed R&D is mainly neutral or possibly positive in some sectors of the economy.

KEY WORDS: R&D intensity, public R&D financing

JEL: O38

Sisältö sivu

1 Johdanto 1

2 Lähtökohdat toimialojen t&k-panostusten ennustemallin rakentamiseen 1

3 Kannattavuuden ja julkisen t&k-rahoituksen vaikutus yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin 2

4 T&k-intensiteetin nousutrendin huomioonottaminen 5

5 Julkisen t&k-rahoituksen keskimääräinen vaikutus toimialojen t&k-panostuksiin 8

6 Ennustemallin lisätäsmennykset 8

7 Investointitiedustelu toimialojen t&k-menojen arvioinnissa 12

Viitteet 15

1 Johdanto

Yritysten tuotekehityspanostuksilla on merkittävä vaikutus tuotannon ja tuottavuuden kasvuun. Yritysten tuotekehityspanostusten kehitys voi puolestaan olla yhteydessä niiden kasvuun ja kannattavuuteen sekä julkisen sektorin yrityksille antamaan tuotekehitystukeen. Yhteys talouden kasvuun saattaa siis muodostaa keskeisen takaisinkytkentälinkin tuotannosta tuotekehityspanostuksiin.

Seuraava tarkastelu, joka koskee yritysten t&k-panostusten riippuvuutta tuotannosta, kannattavuudesta ja julkisesta t&k-rahoituksesta, liittyy hankkeeseen, jossa kehitetään toimialatason ennustejärjestelmää yritysten t&k-panostusten määräytymiselle ja vaikutuksille. Yritysten t&k-panostuksiin vaikuttavat oletettavasti odotukset niiden tulevista tuotoista ja tältä osin lähtötilanne ekonometrisen ennustemallin rakentamiselle on hankala. Seuraavassa keskitytään käytännön ennustetyön kannalta tärkeään toimialojen t&k-menojen ja tuotoksen välisen riippuvuuden mallintamiseen. Sen ohella tarkastellaan kannattavuuden ja julkisen t&k-rahoituksen vaikutuksia yritysten t&k-panostuksiin.

Julkisen t&k-rahoituksen vaikutusta yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin on Suomessa aiemmin tutkittu yritystason aineistoilla (esim. Ali-Yrkkö ja Pajarinen 2003). Tässä yhteydessä kehitetään toimialatason ennustejärjestelmää yritysten t&k-panostusten määräytymiselle ja sen takia aineistona käytetään toimialakohtaisia tietoja yritysten omarahoitteisista t&k-menoista ja ulkopuolisista lähteistä saadusta t&k-rahoituksesta.

2 Lähtökohdat toimialojen t&k-panostusten ennustemallin rakentamiseen

Tuotekehityspanostusten ennustejärjestelmää rakennettaessa on etsittävä tekijöitä, jotka vaikuttavat yritysten omarahoitteisiin tuotekehityspanostuksiin. Keskeinen kysymys on muun muassa, kuinka julkinen t&k-rahoitus vaikuttaa yritysten omiin tuotekehityspanostuksiin ja niiden välityksellä kokonaistuotekehitysmenoihin eri toimialoilla. Yritysten kokonaistuotekehitysmenot RD_{it} on tarpeen jakaa yritysten omarahoitteisiin t&k-menoihin RD^{O}_{it} ja ulkopuoliseen t&k-rahoitukseen RD^{G}_{it}, joka on suurimmalta osin julkisen sektorin antamaa t&k-tukea tai julkisen sektorin tuotekehitystoimintaan myöntämää lainoitusta.

$$RD_{it} = RD^{O}_{it} + RD^{G}_{it}. \quad (1)$$

Seuraavassa tarkastellaan yritysten omarahoitteisten t&k-menojen RD^{O}_{it} määräytymistä ja erityisesti sitä, kuinka julkinen t&k-rahoitus RD^{G}_{it} vaikuttaa yritysten omaan t&k-panostukseen. On mahdollista, että julkinen t&k-rahoitus on vaikutuksiltaan sillä tavoin neutraalia, ettei se lisää tai vähennä yritysten omia t&k-panostuksia, jolloin yritysten kokonaispanostus tuotekehitykseen määräytyy suoraan kaavan (1) mukaan omarahoituksen ja julkisen t&k-rahoituksen summana. Toisaalta on mahdollista, että julkisen sektorin tuella on positiivinen kannustinvaikutus yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin. Periaatteessa voi olla mahdollista myös, että julkinen t&k-rahoitus syrjäyttää yritysten omia t&k-panostuksia.

Aiemmin julkisen t&k-rahoituksen vaikutuksia yrityksiin on tutkittu metalli- ja elektroniikkateollisuuden yritystason aineistoilla (Ali-Yrkkö ja Pajarinen 2003).

Keskeinen tulos oli, että julkinen t&k-rahoitus ei ainakaan syrjäytä yritysten omarahoitteisia t&k-panostuksia. Paneeliaineistolla saadut estimointitulokset viittasivat pikemminkin siihen, että edellisenä vuonna saatu päätös julkisen t&k-rahoituksen saamisesta lisää yritysten seuraavan vuoden omarahoitteisia t&k-panostuksia. Samansuuntaisia tuloksia on yritystason aineistoilla saatu aikaisemminkin (Lehto 2000 sekä Toivanen ja Niininen 2000).

Tässä yhteydessä tehtävä tarkastelu liittyy hankkeeseen, jossa rakennetaan toimialatason ennustejärjestelmää yritysten t&k-panostusten määräytymiselle ja vaikutuksille. Sen takia aineistona käytetään OECD:ssä koottuja Suomen toimialakohtaisia tietoja yritysten omarahoitteisista t&k-menoista ja ulkopuolisista lähteistä saadusta t&k-rahoituksesta. OECD:n aikasarjat ulottuvat tällä hetkellä vuoteen 1999 ja niitä on tässä yhteydessä jatkettu Tilastokeskuksen tiedoilla vuoteen 2001 (Tilastokeskus 2000, 2001, 2002).

Ongelmana aineistossa on se, että aikasarjat alkavat vasta vuodesta 1981, joten ne ovat verrattain lyhyitä ekonometrisen tutkimuksen tarpeisiin. Lisäksi vuosina 1981-1997 yrityksiltä on kysytty tietoja t&k-panostuksista vain joka toinen vuosi ja välivuosien luvut on jouduttu tässä laskemaan edellisvuoden ja seuraavan vuoden keskiarvoina. Aineiston puutteena on sekin, että tietoja t&k-menoista on kattavasti lähinnä vain teollisuustoimialoilta, rakentamisesta sekä tietointensiivisistä palveluista, eli tietoliikenteestä ja liike-elämän palveluista.

OECD:n aikasarja-aineisto on ryhmitelty toimialoittain yritysten kokonaistuotekehitysmenoihin, omarahoitteisiin t&k-menoihin, julkisen sektorin rahoittamiin t&k-menoihin, muuhun kansallisista lähteistä peräisin olevaan ulkopuoliseen t&k-rahoitukseen sekä ulkomailta peräisin olevaan t&k-menojen rahoitukseen. Jos OECD:n aineistoa verrataan Tilastokeskuksen tietoihin (esim. Tilastokeskus 2000, taulukko 10), havaitaan, että OECD:n luokituksessa julkisen sektorin rahoittamat t&k-menot sisältävät vain Tekesin, KTM:n ja muiden hallinnonalojen antaman suoran t&k-tuen, muttei esimerkiksi Tekesin ja Finnveran yrityksille t&k-menoihin myöntämää lainarahoitusta, joka jää siis OECD:n ryhmittelyssä luokkaan muista kansallisista lähteistä peräisin oleva ulkopuolinen rahoitus. Tästä syystä ja siksi, että ulkomailta peräisin oleva t&k-menojen rahoitus on merkitykseltään melko vähäistä yritysten kokonaistuotekehitysmenoihin verrattuna, kaikki yrityksiin niiden ulkopuolelta tullut t&k-menojen rahoitus on tässä yhteydessä liitetty julkiseen t&k-rahoitukseen siten, että yritysten kokonaistuotekehitysmenot koostuvat kaavan (1) mukaisesti omarahoituksesta ja ulkopuolisesta rahoituksesta.

3 Kannattavuuden ja julkisen t&k-rahoituksen vaikutus yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin

Tarkastellaan aluksi yritysten omarahoitteisten t&k-menojen määräytymistä kannattavuuden ja julkisen t&k-rahoituksen perusteella. Otetaan lähtökohdaksi aiemmassa tutkimuksessa (Rantala 2003a) sovellettu mallitäsmennys, jossa toimialojen t&k-intensiteettiä mallinnettiin niiden kannattavuuden perusteella.

Täsmennetään yritysten omarahoitteisten t&k-menojen pitkän ajan taso suhteessa toimialan tuotokseen siten, että

$$RD^{O}_{it}/Y_{it} = \alpha_i + \beta_i P_{it}/Y_{it} + \gamma_i RD^{G}_{it}/Y_{it} + E_{it}. \quad (2a)$$

Mallissa (2a) muuttuja RD^{O}_{it} tarkoittaa toimialan i omarahoitteisia tuotekehityspanostuksia vuonna t, muuttuja Y_{it} toimialan tuotosta, muuttuja P_{it} bruttotoimintaylijäämällä mitattua voittoa, muuttuja RD^{G}_{it} julkista t&k-rahoitusta toimialalle i ja E_{it} mallin virhetermiä.

T&k-intensiteetin lyhyen ajan muutoksia selittävä dynaaminen malli täsmennetään ekonometristen virheenkorjausmallien tapaan pitkän ajan mallin (2a) jäännöstermien perusteella. Suhdannevaihteluiden mallintamiseen käytetään pitkän ajan mallin (2a) yhdellä ja kahdella vuodella viivästettyjä virhetermejä $E_{i,t-1}$ ja $E_{i,t-2}$.

$$RD^{O}_{it}/Y_{it} = RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} + \delta_{i1}E_{i,t-1} + \delta_{i2}E_{i,t-2} + \varepsilon_{it},$$

$$= RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} + \delta_{i1}(RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} - \alpha_i - \beta_i P_{i,t-1}/Y_{i,t-1} - \gamma_i RD^{G}_{i,t-1}/Y_{i,t-1})$$

$$+ \delta_{i2}(RD^{O}_{i,t-2}/Y_{i,t-2} - \alpha_i - \beta_i P_{i,t-2}/Y_{i,t-2} - \gamma_i RD^{G}_{i,t-2}/Y_{i,t-2}) + \varepsilon_{it}. \quad (2b)$$

Mallin (2b) stabiilisuus edellyttää, että $\delta_{i1}+\delta_{i2}<0$, $\delta_{i2}>-1$ ja $\delta_{i1}-\delta_{i2}>-2$. Tällöin t&k-intensiteetti palaa suhdannehäiriöiden jälkeen pitkän ajan mallin (2a) määrittämälle tasolle. Virheenkorjausmallin dynaamisen yhtälön selittäjien joukkoon sisällytetään yleensä myös lyhyen ajan sokkien vaikutuksia huomioonottavat eksogeenisten muuttujien muutokset (esim. Hendry 1995). Tässä tapauksessa muuttujien (P_{it}/Y_{it})-$(P_{i,t-1}/Y_{i,t-1})$ ja (RD^{G}_{it}/Y_{it})-$(RD^{G}_{i,t-1}/Y_{i,t-1})$ sisällyttäminen malliin (2b) ei onnistu estimointiteknisistä syistä johtuen.

Malli (2a-b) estimoidaan tavallisella pienimmän neliösumman menetelmällä (OLS) ja kaksivaiheisella pienimmän neliösumman estimointimenetelmällä (2SLS). 2SLS-menetelmää sovelletaan sen takia, että julkinen t&k-rahoitus RD^{G}_{it} saattaa olla yritys- ja toimialatasolla endogeeninen muuttuja, jonka määräytymiseen voi vaikuttaa kulloinenkin yritysten rahoitustarve. Kaksivaiheisessa estimoinnissa kunkin toimialan malleissa käytetään instrumenttimuuttujina mallin (2a-b) eksogeenisia muuttujia sekä julkisen sektorin kokonaistuotekehitysrahoitusta suhteessa toimialan tuotokseen $RD^{G}_{t}/Y_{it}=(\Sigma_i RD^{G}_{it})/Y_{it}$. Julkisen sektorin kokonaistuotekehitysrahoitus RD^{G}_{t} oletetaan siis yksittäisten yritysten ja toimialojen kannalta eksogeeniseksi muuttujaksi. Ratkaisulla pyritään jäljittelemään yritystason aineistolla tehdyn tutkimuksen menettelytapaa (ks. Ali-Yrkkö ja Pajarinen 2003). Mallit (2a-b) estimoidaan tässä yhteydessä toimialoittain yhtälöjärjestelmänä samanaikaisesti, koska osoittautuu, että tällä tavoin saatavat pitkän ajan mallin parametrien estimaatit ovat varsin lähellä mallin (2a) estimoinnilla saatavia tuloksia, kuten jäljempänä jaksossa 6 todetaan.

Mallin (2a-b) estimointitulokset vuosilta 1983-2001 on koottu taulukkoon 1. 2SLS-estimointimenetelmän soveltaminen ei onnistu maa- ja metsätalouden, energia- ja vesihuollon sekä liike-elämän palveluiden toimialojen tapauksissa.

OLS-estimoinnissa kannattavuusmuuttuja P_{it}/Y_{it} saa tilastollisesti merkitsevästi positiivisen kertoimen β_i kemikaaliteollisuuden, rakennusaineteollisuuden, rakentamisen ja tietoliikenteen toimialojen malleissa. 2SLS-estimoinnissa kannattavuustekijä ei osoittaudu merkitseväksi yhdenkään toimialan kohdalla. Koska kannattavuudella ei näytä olevan selvästi ja yleisesti merkitsevää vaikutusta yritysten

t&k-intensiteettiin, tämä muuttuja jätetään seuraavassa pois yritysten t&k-panostuksia selittävien tekijöiden joukosta.

Taulukko 1 Yritysten t&k-intensiteetin riippuvuus kannattavuudesta ja julkisesta t&k-rahoituksesta vuosina 1983-2001

	OLS					2SLS				
	α_i	β_i	γ_i	δ_{i1}	δ_{i2}	α_i	β_i	γ_i	δ_{i1}	δ_{i2}
Maa- ja metsätalous	**0.001**	**0.00**	**3.47**	**-0.35**	**-0.44**	..	..	..	..	..
	2.0	-1.7	2.7	-1.2	-1.5					
Kaivannaistoiminta	**0.009**	**-0.02**	**0.96**	**-0.13**	**-0.29**	**0.005**	**-0.03**	**8.22**	**-0.78**	**0.84**
	6.3	-3.7	1.2	-0.4	-1.0	0.9	-1.2	1.5	-0.8	1.0
Elintarviketeollisuus	**0.003**	**0.01**	**6.18**	**0.14**	**-0.43**	**-0.002**	**0.06**	**6.76**	**0.30**	**-0.64**
	1.5	0.2	2.9	0.4	-1.3	-0.3	0.9	2.4	1.0	-1.8
Tevanake-teollisuus	**-0.001**	**0.01**	**17.04**	**0.20**	**-0.32**	**-0.007**	**0.11**	**-1.88**	**0.09**	**-0.22**
	-0.5	0.8	4.6	0.6	-0.8	-0.4	0.3	0.0	0.2	-0.3
Puutavarateollisuus	**0.003**	**0.00**	**-0.75**	**-0.04**	**-0.53**	**0.008**	**-0.02**	**-16.12**	**0.21**	**-0.55**
	2.9	0.1	-0.3	-0.1	-2.1	1.5	-0.8	-0.9	0.7	-1.6
Paperiteollisuus	**0.009**	**-0.02**	**-10.61**	**-0.26**	**-0.47**	**0.005**	**0.01**	**-8.48**	**-0.12**	**-0.38**
	7.8	-3.5	-3.0	-0.8	-1.4	1.3	0.5	-0.7	-0.5	-1.3
Kemikaaliteollisuus	**0.011**	**0.14**	**0.24**	**0.28**	**-0.50**	**0.037**	**0.06**	**-5.84**	**0.20**	**-0.42**
	0.9	2.3	0.1	0.8	-1.6	0.9	0.3	-1.6	0.5	-1.1
Muovi- ja kumiteollisuus	**0.008**	**0.01**	**3.88**	**0.54**	**-1.12**	**0.012**	**-0.02**	**4.73**	**1.67**	**-2.47**
	1.5	0.2	8.6	2.0	-4.2	2.4	-0.7	5.7	0.6	-1.4
Rakennusaineteollisuus	**-0.002**	**0.05**	**4.03**	**-0.16**	**-0.53**	**-0.080**	**0.36**	**32.19**	**0.08**	**0.14**
	-0.6	2.7	4.0	-0.5	-1.8	-0.3	0.3	0.3	0.1	0.2
Metallinjalostusteollisuus	**0.009**	**-0.04**	**3.23**	**0.10**	**-0.51**	**0.004**	**0.08**	**-4.43**	**-0.04**	**-0.40**
	3.9	-1.4	2.1	0.3	-1.4	0.5	0.8	-1.1	-0.2	-1.5
Metallituoteteollisuus	**0.002**	**0.03**	**0.82**	**-0.03**	**-0.47**	**-0.016**	**0.15**	**-0.27**	**-0.07**	**-0.43**
	0.3	0.7	0.8	-0.1	-1.7	-0.7	1.0	-0.2	-0.4	-1.7
Koneteollisuus	**0.023**	**-0.03**	**2.19**	**-0.52**	**-0.16**	**0.026**	**-0.02**	**-0.64**	**-0.15**	**-0.48**
	6.6	-1.3	2.4	-1.7	-0.7	2.0	-0.4	-0.1	-0.4	-1.5
Elektroniikkateollisuus	**0.084**	**-0.08**	**-0.82**	**-0.20**	**-0.07**	**0.085**	**-0.05**	**-2.13**	**-0.27**	**-0.01**
	3.1	-0.6	-0.6	-0.6	-0.2	0.6	-0.1	-0.3	-0.8	0.0
Kulkuneuvoteollisuus	**0.007**	**0.02**	**0.92**	**0.35**	**-0.64**	**0.202**	**0.71**	**-132.4**	**0.00**	**-0.03**
	3.6	1.1	1.1	1.0	-1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Muu teollisuus	**0.012**	**-0.05**	**1.24**	**0.70**	**-0.82**	**0.008**	**-0.03**	**3.15**	**0.66**	**-0.81**
	3.7	-3.0	0.6	1.9	-2.3	1.1	-0.9	0.6	1.6	-2.1
Energia- ja vesihuolto	**0.00**	**0.01**	**3.42**	**0.39**	**-0.73**	..	..	..	..	..
	0.2	0.9	2.9	1.1	-2.1					
Rakentaminen	**0.000**	**0.01**	**3.30**	**-0.19**	**-0.18**	**0.001**	**0.00**	**4.71**	**-0.07**	**-0.49**
	-0.9	2.1	4.4	-0.7	-0.5	0.6	-0.3	4.2	-0.2	-0.9
Tietoliikenne	**-0.009**	**0.06**	**4.22**	**0.06**	**-0.58**	**-0.003**	**0.04**	**4.42**	**0.02**	**-0.60**
	-4.6	9.0	9.0	0.2	-1.9	-0.3	1.3	6.5	0.0	-1.3
Liike-elämän palvelut	**0.001**	**0.04**	**1.32**	**0.11**	**-0.59**	..	..	..	..	..
	0.2	0.7	1.7	0.4	-1.9					

Kerroinestimaattien alla t-testisuureen arvot.

OLS-estimoinnissa julkista t&k-rahoitusta kuvaava muuttuja RD^G_{it}/Y_{it} saa tilastollisesti merkitsevästi positiivisen kertoimen γ_i maa- ja metsätalouden, elintarviketeollisuuden, tevanake-teollisuuden, muovi- ja kumiteollisuuden, rakennusaineteollisuuden, metallinjalostusteollisuuden, koneteollisuuden, energia- ja

vesihuollon, rakentamisen ja tietoliikenteen toimialojen malleissa. 2SLS-estimoinnissa muuttuja saa tilastollisesti merkitsevästi positiivisen kertoimen elintarviketeollisuuden, muovi- ja kumiteollisuuden, rakentamisen ja tietoliikenteen toimialojen malleissa.

Ongelmana on, että estimoitu malli olettaa t&k-intensiteetin pitkällä ajalla yhtälön (2a) määrittelemällä tavalla stationaariseksi eikä ota huomioon sitä, että joillakin toimialoilla t&k-intensiteetti on noussut trendinomaisesti. Trendinomaista nousua on tapahtunut muun muassa ICT-klusterin (elektroniikkateollisuus, tietoliikenne ja liike-elämän palvelut) t&k-intensiteetissä, kuten kuvioista 1 ja 2 havaitaan. Yritysten t&k-panostusten ennustemallia rakennettaessa tämä seikka täytyy ottaa huomioon, jotta mallin voi odottaa tuottavan realistisia ennusteita toimialojen t&k-intensiteetin kehityksestä tulevaisuudessa. Kuvioiden 1 ja 2 perusteella voidaan todeta, etteivät kannattavuus ja julkisen sektorin t&k-rahoitus voi yksin selittää ICT-klusterin t&k-intensiteetin nousutrendiä, joten mallia on pyrittävä kehittämään muulta pohjalta.

4 T&k-intensiteetin nousutrendin huomioonottaminen

Mallin (2a-b) ongelmaksi todettiin, ettei se ota huomioon joillakin toimialoilla selvästi näkyvää t&k-intensiteetin trendinomaista nousua. Täsmennetään nyt yritysten omarahoitteisen tuotekehityksen pitkän ajan tason määräytyminen uudelleen siten, että

$$RD^{O}_{it}/Y_{it} = \alpha_i - \phi_i/Y_{it} + \gamma_i RD^{G}_{it}/Y_{it} + E_{it}. \qquad (3a)$$

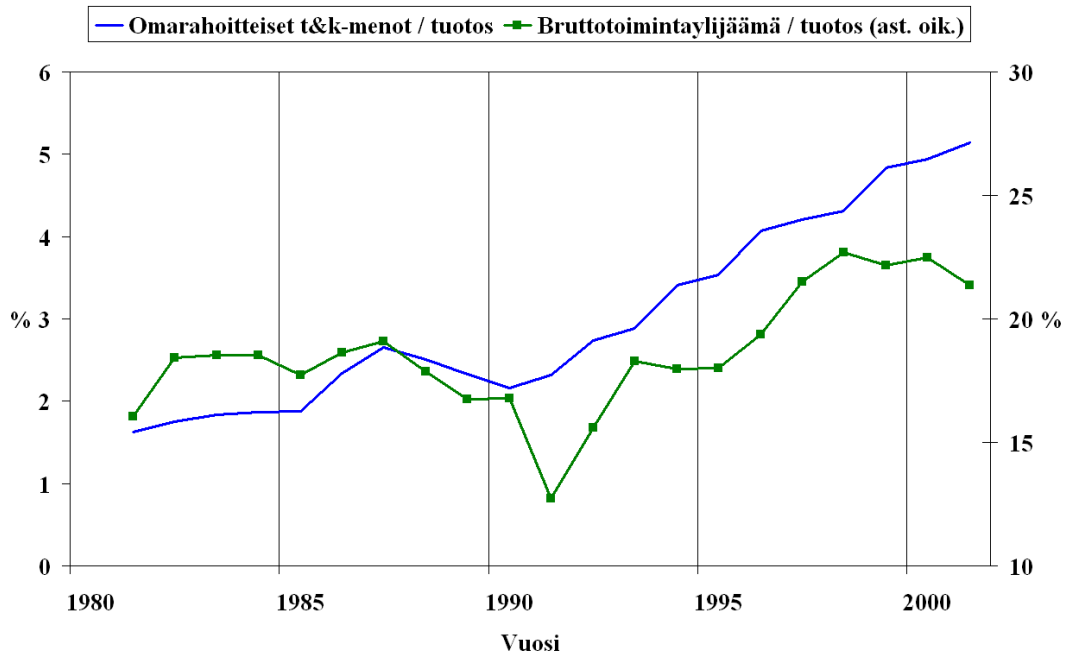
Yhtälö (3a) on yleistys aiempaan täsmennykseen (2a) siinä mielessä, että malliin on nyt sisällytetty termi ϕ_i/Y_{it}, joka ottaa huomioon tuotekehitysintensiteetin mahdollisen pidemmän ajan nousu- tai laskutrendin. Tuotoksen kasvaessa trendi on nouseva, jos $\phi_i>0$ ja laskeva jos $\phi_i<0$. Trendiä ei voi mallintaa suoraviivaisesti nousevaksi tai laskevaksi, koska nouseva lineaarinen trendi t&k-intensiteetissä merkitsisi tuotekehitysmenojen kasvua jossain vaiheessa tuotosta suuremmiksi ja laskeva lineaarinen trendi t&k-intensiteetissä taas merkitsisi tuotekehitysmenojen menemistä jossain vaiheessa miinusmerkkisiksi. Mallissa (3a) termi ϕ_i/Y_{it} määrittelee trendin epälineaariseksi siten, että t&k-intensiteetti on pitkällä ajalla tuotoksen Y_{it} suhteen ”asymptoottisesti stationaarinen”, jos kerroin ϕ_i poikkeaa nollasta. T&k-intensiteetti on mallia (2a) vastaavasti stationaarinen, jos $\phi_i=0$.

T&k-intensiteetin lyhyen ajan muutoksia selittävä dynaaminen malli täsmennetään jälleen pitkän ajan mallin (3a) jäännöstermien $E_{i,t-1}$ ja $E_{i,t-2}$ avulla.

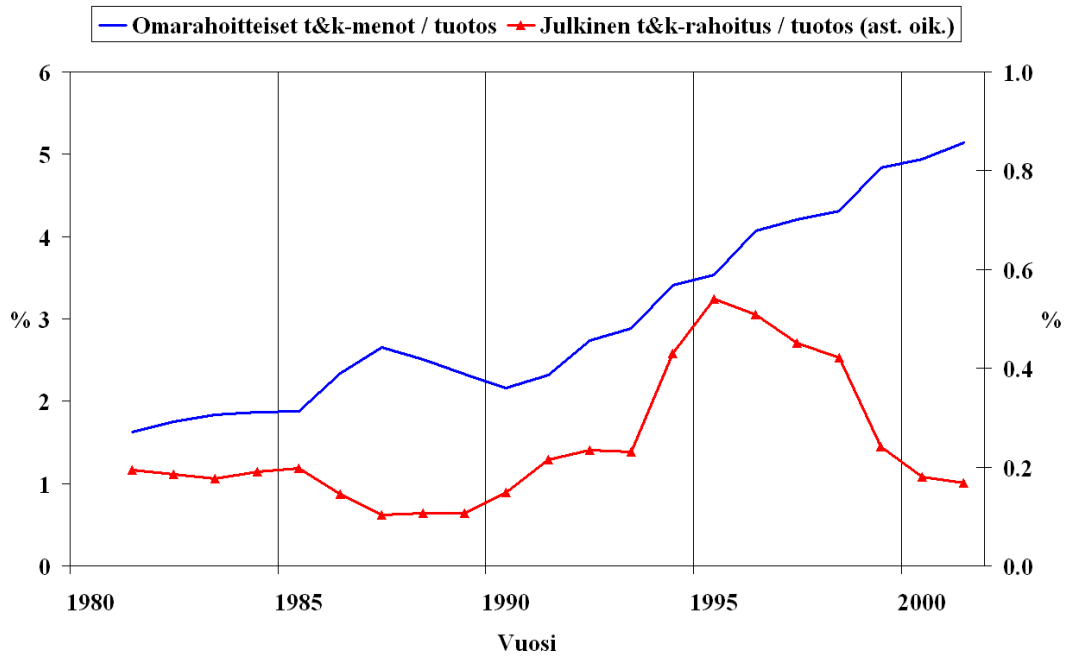
$$\begin{aligned} RD^{O}_{it}/Y_{it} &= RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} + \delta_{i1}E_{i,t-1} + \delta_{i2}E_{i,t-2} + \varepsilon_{it}, \\ &= RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} + \delta_{i1}(RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} - \alpha_i + \phi_i/Y_{i,t-1} - \gamma_i RD^{G}_{i,t-1}/Y_{i,t-1}) \\ &+ \delta_{i2}(RD^{O}_{i,t-2}/Y_{i,t-2} - \alpha_i + \phi_i/Y_{i,t-2} - \gamma_i RD^{G}_{i,t-2}/Y_{i,t-2}) + \varepsilon_{it}. \qquad (3b) \end{aligned}$$

Mallin (3b) stabiilisuus edellyttää nytkin, että $\delta_{i1}+\delta_{i2}<0$, $\delta_{i2}>-1$ ja $\delta_{i1}-\delta_{i2}>-2$. Tällöin t&k-intensiteetti palaa suhdannehäiriöiden jälkeen pitkän ajan mallin (3a) määrittämälle uralle.

Kuvio 1 ICT-klusterin t&k-intensiteetti ja kannattavuus



Kuvio 2 ICT-klusterin t&k-intensiteetti ja julkinen t&k-rahoitus



Mallin (3a-b) estimointitulokset vuosilta 1983-2001 on esitetty taulukossa 2. Sekä OLS- että 2SLS-estimoinnissa tilastollisesti merkitsevästi positiivisen parametrin ϕ_i mielessä selvästi trendinomaisesti nouseva t&k-intensiteetti voidaan todeta muun muassa elektroniikkateollisuudessa.

Taulukko 2 Yritysten t&k-intensiteetin trendimuutokset huomioonottavan mallin estimointitulokset vuosilta 1983-2001

	OLS					2SLS				
	α_i	ϕ_i	γ_i	δ_{i1}	δ_{i2}	α_i	ϕ_i	γ_i	δ_{i1}	δ_{i2}
Maa- ja metsätalous	**-0.001**	**-0.05**	**3.17**	**-0.43**	**-0.44**	**0.000**	**-0.03**	**4.97**	**-0.79**	**-0.69**
	-2.0	-2.4	2.7	-1.4	-1.7	-1.1	-1.3	2.7	-1.9	-1.7
Kaivannaistoiminta	**0.006**	**0.01**	**2.11**	**-0.22**	**-0.26**	**-0.007**	**-0.01**	**16.28**	**-0.24**	**0.38**
	4.7	1.9	2.4	-0.8	-0.9	-0.2	0.0	0.5	-0.3	0.3
Elintarviketeollisuus	**0.015**	**0.86**	**2.79**	**-0.16**	**-0.33**	**0.011**	**0.52**	**4.35**	**-0.08**	**-0.52**
	5.7	4.4	1.6	-0.6	-1.2	2.8	1.9	1.6	-0.3	-1.6
Tevanake-teollisuus	**-0.003**	**-0.08**	**12.38**	**0.45**	**-0.47**	**-0.017**	**-0.37**	**-7.03**	**0.32**	**-0.26**
	-1.7	-2.2	3.1	1.1	-1.1	-0.7	-0.6	-0.1	0.5	-0.4
Puutavarateollisuus	**0.003**	**0.00**	**-0.84**	**-0.02**	**-0.54**	**0.000**	**-0.04**	**5.39**	**-0.02**	**-0.48**
	3.0	0.0	-0.4	-0.1	-2.1	0.1	-0.9	0.4	-0.1	-1.4
Paperiteollisuus	**0.006**	**0.00**	**-3.88**	**-0.10**	**-0.49**	**0.006**	**0.04**	**-6.56**	**-0.14**	**-0.42**
	7.3	0.0	-0.9	-0.4	-1.8	4.8	0.5	-0.7	-0.6	-1.5
Kemikaaliteollisuus	**0.039**	**0.02**	**0.00**	**0.37**	**-0.55**	**0.078**	**0.48**	**-13.62**	**0.07**	**-0.31**
	3.9	0.1	0.0	0.9	-1.4	0.8	0.3	-0.5	0.1	-0.5
Muovi- ja kumiteollisuus	**0.009**	**0.00**	**3.92**	**0.55**	**-1.13**	**0.008**	**0.00**	**4.88**	**2.03**	**-2.80**
	3.4	0.0	7.2	2.0	-4.1	1.8	0.0	4.6	0.6	-1.6
Rakennusaineteollisuus	**0.005**	**-0.05**	**2.12**	**-0.34**	**-0.25**	**0.020**	**0.00**	**-10.71**	**0.07**	**-0.26**
	2.3	-1.4	2.2	-1.1	-1.0	0.6	0.0	-0.7	0.2	-0.7
Metallinjalostusteollisuus	**-0.001**	**-0.21**	**4.29**	**0.18**	**-0.53**	**0.014**	**0.11**	**-4.24**	**-0.03**	**-0.40**
	-0.4	-2.6	2.8	0.5	-1.5	0.9	0.3	-0.5	-0.1	-1.1
Metallituoteteollisuus	**0.004**	**-0.03**	**1.17**	**-0.02**	**-0.40**	**0.008**	**0.01**	**-0.68**	**-0.13**	**-0.39**
	2.0	-1.1	1.1	-0.1	-1.3	1.6	0.2	-0.3	-0.5	-1.4
Koneteollisuus	**0.019**	**0.07**	**2.94**	**-0.62**	**-0.07**	**0.025**	**-0.02**	**-1.76**	**-0.11**	**-0.47**
	11.2	1.1	3.0	-2.2	-0.3	5.1	-0.2	-0.6	-0.4	-1.9
Elektroniikkateollisuus	**0.076**	**0.38**	**0.29**	**-0.43**	**-0.32**	**0.077**	**0.37**	**-0.16**	**-0.42**	**-0.32**
	24.7	5.8	0.5	-1.8	-1.3	21.7	3.6	-0.2	-1.7	-1.3
Kulkuneuvoteollisuus	**0.002**	**-0.15**	**0.97**	**0.16**	**-0.45**	..	..	..	..	..
	0.6	-2.4	1.2	0.5	-1.6					
Muu teollisuus	**0.009**	**0.06**	**2.32**	**0.05**	**-0.55**	**0.010**	**0.07**	**1.92**	**-0.09**	**-0.52**
	4.1	3.0	1.3	0.1	-1.8	1.3	1.1	0.3	-0.2	-1.1
Energia- ja vesihuolto	**0.000**	**-0.19**	**3.59**	**0.33**	**-0.61**	..	..	..	..	..
	-0.1	-3.2	3.8	1.0	-2.1					
Rakentaminen	**0.001**	**0.08**	**3.29**	**-0.15**	**-0.43**	**0.001**	**0.04**	**4.28**	**-0.30**	**-0.26**
	5.7	4.2	5.5	-0.6	-1.3	1.6	0.9	5.3	-0.9	-0.4
Tietoliikenne	**0.017**	**0.14**	**2.73**	**-0.06**	**-0.27**	**0.013**	**0.08**	**3.56**	**-0.11**	**-0.39**
	11.6	6.0	3.6	-0.2	-0.9	4.9	1.6	3.4	-0.2	-0.8
Liike-elämän palvelut	**0.012**	**0.26**	**1.20**	**0.13**	**-0.62**	**0.010**	**0.12**	**1.03**	**0.25**	**-0.65**
	4.4	2.5	2.7	0.5	-2.0	2.0	0.6	1.5	0.8	-1.7

Kerroinestimaattien alla t-testisuureen arvot.

OLS-estimoinnissa julkista t&k-rahoitusta kuvaava muuttuja RD^G_{it}/Y_{it} saa tilastollisesti merkitsevästi positiivisen kertoimen γ_i maa- ja metsätalouden, kaivannaistoiminnan, tevanake-teollisuuden, muovi- ja kumiteollisuuden, rakennusaineteollisuuden, metallinjalostusteollisuuden, koneteollisuuden, energia- ja vesihuollon, rakentamisen, tietoliikenteen ja liike-elämän palveluiden toimialojen malleissa. 2SLS-estimoinnissa muuttuja saa tilastollisesti merkitsevästi positiivisen kertoimen maa- ja metsätalouden, muovi- ja kumiteollisuuden, rakentamisen ja

tietoliikenteen toimialojen malleissa. Parametrin γ_i estimaatit ovat kuitenkin huomattavan erilaisia eri toimialoilla ja joillakin toimialoilla epäuskottavan suuria.

5 Julkisen t&k-rahoituksen keskimääräinen vaikutus toimialojen t&k-panostuksiin

Edellä julkisen t&k-rahoituksen vaikutuksille estimoitiin toimialakohtaiset kertoimet. Parametreille γ_i saatiin kuitenkin huomattavan erilaisia ja joillakin toimialoilla epäuskottavan suuria arvoja. Tästä syystä tehdään vielä koe, jossa julkista t&k-rahoitusta mittaavan muuttujan RD^G_{it}/Y_{it} kerroin rajataan samaksi kaikilla toimialoilla, $\gamma_i=\gamma$. Tällä tavoin toimialoittain yhdistetyssä mallissa kertoimen γ estimointiin on käytettävissä paljon enemmän havaintoja kuin edellä käsitellyn mallin tapauksessa, joten julkisen t&k-rahoituksen vaikutusarvio saadaan varmemmalle pohjalle kuin mallin (3a-b) estimointitulosten perusteella. Parametrin γ osalta yhdistetyn mallin estimointitulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukon 3 esittämissä estimointituloksissa havaitaan nyt selvä ero OLS- ja 2SLS-estimointimenetelmien antamien tulosten välillä. OLS-estimoinnissa julkisen t&k-rahoituksen kerroin γ saa arvon 1.17 ja sen t-testisuure arvon 6.6, jonka mukaan julkisella t&k-rahoituksella olisi tilastollisesti selvästi positiivinen vaikutus yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin. Sen sijaan 2SLS-estimoinnissa, jossa otetaan huomioon julkisen t&k-rahoituksen endogeenisuus toimialatasolla, kertoimen γ arvo on vain 0.14. 2SLS-menetelmällä estimoidun kertoimen t-testisuureen arvo on vain 0.4, joten parametri γ ei poikkea tilastollisesti merkitsevästi nollasta.

Keskeinen johtopäätös on, ettei julkinen t&k-rahoitus ainakaan näytä syrjäyttävän yritysten omia t&k-panostuksia. Tämä vastaa aiempia suomalaisia yritystason aineistoilla saatuja tutkimustuloksia (esim. Ali-Yrkkö ja Pajarinen 2003). Edellä toimialatason aineistosta saatujen estimointitulosten yhteenvetona voidaan todeta pikemminkin, että julkisen t&k-rahoituksen vaikutus yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin on pääsääntöisesti neutraali ja mahdollisesti joillakin toimialoilla positiivinen.

6 Ennustemallin lisätäsmennykset

Toimialojen tuotekehitysmenojen ennustemallit on tarkoitus liittää osaksi t&k:n vaikuttavuusarviointi- ja ennustejärjestelmää. Sen takia t&k-panostusten ennustemalleihin on käytännön syistä paikallaan tehdä vielä hiukan lisätäsmennyksiä.

T&k:n vaikuttavuusarviointi- ja ennustejärjestelmän kehittämisellä tähdätään siihen, että mallilla voidaan arvioida yhtäältä toimialoittain yritysten t&k-panostusten vaikutuksia tuotannon laadun kautta tuotannon volyymiin sekä tuotannon, investointitavaroiden ja pääomakannan laadun kautta toimialojen kokonaistuottavuuteen (vrt. Rantala 2003a,b). Toisaalta ennustejärjestelmän osaksi tulevat tässä kehitellyn kaltaiset t&k-panostusten ennustemallit, joiden mukaan tuotekehitysmenot määräytyvät toimialoittain t&k-intensiteetin ja tuotoksen ennustetun kehityksen perusteella.

Taulukko 3 Yritysten omarahoitteisen t&k-panostuksen keskimääräinen riippuvuus julkisesta t&k-rahoituksesta vuosina 1983-2001

	OLS				2SLS			
	γ				γ			
	1.17				**0.14**			
	6.6				0.4			
	α_i	ϕ_i	δ_{i1}	δ_{i2}	α_i	ϕ_i	δ_{i1}	δ_{i2}
Maa- ja metsätalous	**-0.001**	**-0.06**	**-0.36**	**-0.49**	**-0.001**	**-0.06**	**-0.31**	**-0.49**
	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1
Kaivannaistoiminta	**0.007**	**0.01**	**-0.06**	**-0.42**	**0.011**	**0.04**	**0.05**	**-0.36**
	2.5	0.8	-0.1	-0.6	2.4	1.2	0.1	-0.6
Elintarviketeollisuus	**0.017**	**0.95**	**-0.17**	**-0.29**	**0.016**	**0.82**	**-0.09**	**-0.42**
	2.6	1.9	-0.2	-0.4	1.6	1.1	-0.1	-0.5
Tevanake-teollisuus	**-0.005**	**-0.14**	**0.55**	**-0.58**	**-0.014**	**-0.29**	**0.41**	**-0.34**
	-1.1	-2.3	0.8	-0.8	-1.8	-2.4	0.7	-0.6
Puutavarateollisuus	**0.002**	**-0.01**	**0.01**	**-0.56**	**0.002**	**-0.03**	**0.01**	**-0.52**
	1.0	-0.1	0.0	-0.7	0.4	-0.3	0.0	-0.6
Paperiteollisuus	**0.005**	**0.03**	**-0.03**	**-0.47**	**0.006**	**0.06**	**-0.06**	**-0.48**
	2.5	0.2	0.0	-0.6	2.0	0.3	-0.1	-0.6
Kemikaaliteollisuus	**0.035**	**-0.04**	**0.40**	**-0.56**	**0.027**	**-0.35**	**0.36**	**-0.50**
	13.8	-0.5	2.0	-3.2	7.0	-3.1	1.5	-2.4
Muovi- ja kumiteollisuus	**0.019**	**0.07**	**0.09**	**-0.64**	**0.037**	**0.28**	**0.01**	**-0.08**
	9.9	3.4	0.4	-2.9	8.6	5.7	0.1	-0.4
Rakennusaineteollisuus	**0.005**	**-0.06**	**-0.30**	**-0.26**	**0.007**	**-0.06**	**-0.21**	**-0.31**
	1.8	-1.4	-0.8	-0.9	1.0	-0.6	-0.6	-1.0
Metallinjalostusteollisuus	**0.004**	**-0.12**	**0.06**	**-0.55**	**0.006**	**-0.06**	**0.04**	**-0.55**
	1.8	-1.7	0.2	-1.8	2.2	-0.6	0.1	-1.7
Metallituoteteollisuus	**0.004**	**-0.03**	**-0.02**	**-0.40**	**0.007**	**-0.01**	**-0.11**	**-0.42**
	2.3	-0.9	0.0	-1.0	2.4	-0.1	-0.3	-1.1
Koneteollisuus	**0.021**	**0.04**	**-0.36**	**-0.31**	**0.022**	**-0.01**	**-0.22**	**-0.39**
	13.4	0.5	-1.1	-1.2	8.7	-0.1	-0.7	-1.3
Elektroniikkateollisuus	**0.072**	**0.39**	**-0.40**	**-0.28**	**0.076**	**0.39**	**-0.43**	**-0.32**
	59.2	12.6	-3.6	-2.5	44.6	7.7	-3.4	-2.5
Kulkuneuvoteollisuus	**0.002**	**-0.15**	**0.15**	**-0.44**	**-0.009**	**-0.44**	**-0.04**	**-0.16**
	0.5	-2.0	0.4	-1.3	-1.2	-2.5	-0.1	-0.6
Muu teollisuus	**0.010**	**0.06**	**-0.05**	**-0.50**	**0.012**	**0.08**	**-0.17**	**-0.41**
	3.7	2.2	-0.1	-0.9	2.8	1.8	-0.3	-0.7
Energia- ja vesihuolto	**0.002**	**-0.15**	**0.30**	**-0.57**	**0.001**	**-0.20**	**0.22**	**-0.46**
	0.5	-1.6	0.5	-1.2	0.2	-1.7	0.4	-0.9
Rakentaminen	**0.002**	**0.11**	**-0.09**	**-0.11**	**0.023**	**2.49**	**0.00**	**0.01**
	0.5	0.3	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0
Tietoliikenne	**0.019**	**0.18**	**-0.08**	**-0.12**	**0.025**	**0.31**	**-0.08**	**0.04**
	11.0	5.1	-0.1	-0.3	5.4	3.1	-0.2	0.1
Liike-elämän palvelut	**0.012**	**0.26**	**0.14**	**-0.62**	**0.015**	**0.28**	**0.32**	**-0.61**
	8.0	3.9	0.7	-2.8	4.5	1.8	1.3	-2.1

Kerroinestimaattien alla t-testisuureen arvot.

Jotta kokonaisjärjestelmässä vältetään turhaa simultaanisuutta, t&k-intensiteetin ennustemalli (4b) täsmennetään siten, että yhtälön vasemmalla puolella t&k-menot suhteutetaan toimialan edellisvuoden tuotokseen. Tällöin toimialojen kokonaistuotekehitysmenojen RD_{it} ennustemallit kirjoitetaan muotoon

$$RD_{it}/Y_{it} = RD^{O}_{it}/Y_{it} + RD^{G}_{it}/Y_{it},$$

$$= \alpha_i - \phi_i/Y_{it} + (1+\gamma_i)RD^{G}_{it}/Y_{it} + E_{it}, \qquad (4a)$$

$$RD_{it}/Y_{i,t-1} = RD^{O}_{i,t}/Y_{i,t-1} + RD^{G}_{i,t}/Y_{i,t-1},$$

$$= RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} + \delta_{i1}(RD^{O}_{i,t-1}/Y_{i,t-1} - \alpha_i + \phi_i/Y_{i,t-1} - \gamma_i RD^{G}_{i,t-1}/Y_{i,t-1})$$

$$+ \delta_{i2}(RD^{O}_{i,t-2}/Y_{i,t-2} - \alpha_i + \phi_i/Y_{i,t-2} - \gamma_i RD^{G}_{i,t-2}/Y_{i,t-2}) + RD^{G}_{i,t}/Y_{i,t-1} + \varepsilon_{it}. \qquad (4b)$$

Tämän mallin estimointitulokset vuosilta 1983-2001 on esitetty taulukossa 4. Jaksossa 5 tarkastellun estimointikokeen päätulokseen nojautuen mallit (4a-b) on nyt estimoitu olettaen, että julkinen t&k-rahoitus RD^{G}_{it} on vaikutuksiltaan neutraali suhteessa yritysten omarahoitteisiin t&k-panostuksiin RD^{O}_{it}, eli että $\gamma_i=0$. Koska endogeenista muuttujaa, eli toimialakohtaista julkista t&k-rahoitusta, ei tässä tapauksessa käytetä selittävänä muuttujana malleissa, ne on estimoitu vain OLS-menetelmällä. Kun mallia käytetään julkisen sektorin t&k-politiikan vaikutusarviolaskelmiin ja ennustelaskelmiin, parametri voidaan tarvittaessa olettaa nollasta poikkeavaksi ja kiinnittää esimerkiksi välille $0<\gamma_i<1$, mihin jaksossa 5 esitettyjen estimointitulosten voidaan tulkita viittaavan.

Mallisysteemiä estimoitaessa dynaamisen mallin (4b) sopeutuskertoimet on kiinnitetty samansuuruisiksi kaikilla toimialoilla, eli $\delta_{i1}=\delta_1$ ja $\delta_{i2}=\delta_2$, koska muutaman toimialan kohdalla tulee muutoin ongelmia stabiilisuusehtojen $\delta_{i1}+\delta_{i2}<0$, $\delta_{i2}>-1$ ja $\delta_{i1}-\delta_{i2}>-2$ täyttymisessä ja siten myös mallin ennustekäytössä. Mallin (4a-b) estimointituloksista taulukossa 4 havaitaan, että toimialojen t&k-intensiteetin sopeutuminen suhdannesokkeihin on keskimäärin melko hidasta siinä mielessä, että vain pitkän ajan mallin (4a) kahdella vuodella viivästetyn virhetermin $E_{i,t-2}$ kerroin δ_2 on tilastollisesti merkitsevästi negatiivinen. Toisaalta osoittautuu, ettei kolmella vuodella viivästetylle virhetermille saada tilastollisesti merkitsevästi nollasta poikkeavaa kerrointa.

Maa- ja metsätalouden sekä tevanake-teollisuuden tapauksessa vakioparametri α_i saa estimoitaessa lievästi negatiivisen arvon. Mallin (4a) vakioparametri kuvaa t&k-intensiteetin pitkän ajan raja-arvoa, joten se on syytä rajoittaa ei-negatiiviseksi. Tästä syystä se on mainittujen kahden toimialan kohdalla rajattu nollaksi.

Taulukossa 4 on esitetty sekä kokonaismallin (4a-b) että pitkän ajan mallin (4a) estimointitulokset. Näitä vertailemalla havaitaan, että silloinkin kun mallit (4a-b) estimoidaan yhtälöjärjestelmänä samanaikaisesti, parametrien α_i ja ϕ_i tilastollisesti merkitsevät estimaatit ovat varsin lähellä mallin (4a) estimoinnilla saatavia tuloksia.

Taulukko 4 Yritysten t&k-panostuksen ennustemallien estimointitulokset vuosilta 1983-2001

	Malli (4a-b) (γ_i=0)		Malli (4a) (γ_i=0)	
	δ_1	δ_2		
	-0.013	**-0.459**		
	-0.2	-6.1		
	α_i	ϕ_i	α_i	ϕ_i
Maa- ja metsätalous	***0.0000***	**-0.017**	***0.0000***	**-0.017**
	..	-0.3	..	-6.9
Kaivannaistoiminta	**0.0071**	**0.010**	**0.0071**	**0.011**
	2.1	0.5	3.8	0.9
Elintarviketeollisuus	**0.0167**	**0.908**	**0.0203**	**1.207**
	2.3	1.6	6.4	4.8
Tevanake-teollisuus	***0.0000***	**-0.079**	***0.0000***	**-0.079**
	..	-6.4	..	-10.2
Puutavarateollisuus	**0.0024**	**-0.010**	**0.0027**	**0.002**
	0.8	-0.1	2.6	0.1
Paperiteollisuus	**0.0052**	**0.005**	**0.0050**	**-0.004**
	2.0	0.0	4.9	0.0
Kemikaaliteollisuus	**0.0399**	**0.012**	**0.0394**	**0.027**
	14.0	0.1	5.4	0.1
Muovi- ja kumiteollisuus	**0.0231**	**0.100**	**0.0236**	**0.115**
	10.0	3.8	6.2	2.6
Rakennusaineteollisuus	**0.0050**	**-0.084**	**0.0039**	**-0.099**
	1.3	-1.6	1.3	-2.3
Metallinjalostusteollisuus	**0.0051**	**-0.106**	**0.0044**	**-0.126**
	2.0	-1.2	1.6	-1.3
Metallituoteteollisuus	**0.0059**	**-0.026**	**0.0057**	**-0.028**
	2.8	-0.6	3.3	-0.8
Koneteollisuus	**0.0223**	**-0.032**	**0.0221**	**-0.008**
	10.7	-0.3	11.9	-0.1
Elektroniikkateollisuus	**0.0802**	**0.353**	**0.0761**	**0.374**
	58.0	8.3	25.6	3.9
Kulkuneuvoteollisuus	**0.0037**	**-0.150**	**0.0034**	**-0.156**
	1.0	-1.8	0.9	-1.9
Muu teollisuus	**0.0107**	**0.069**	**0.0105**	**0.068**
	3.2	1.9	5.2	3.1
Energia- ja vesihuolto	**0.0028**	**-0.134**	**0.0024**	**-0.146**
	0.8	-1.2	0.9	-1.7
Rakentaminen	**0.0017**	**0.097**	**0.0018**	**0.116**
	0.5	0.3	5.2	3.1
Tietoliikenne	**0.0207**	**0.185**	**0.0206**	**0.202**
	10.9	5.0	15.2	7.3
Liike-elämän palvelut	**0.0184**	**0.423**	**0.0191**	**0.510**
	11.1	5.2	6.7	3.5

Kerroinestimaattien alla t-testisuureen arvot.

7 Investointitiedustelu toimialojen t&k-menojen arvioinnissa

Edellä mainittiin, että käsillä olevan tutkimuksen taustalla olevassa hankkeessa kehitetään toimialapohjaista yritysten t&k-menojen vaikuttavuusarviointi- ja ennustejärjestelmää. Tilastokeskuksen t&k-tilastot valmistuvat niin pitkällä viipeellä, että näissä tilastoissa tällä hetkellä olevat tuoreimmat tiedot toimialojen t&k-menoista ovat vuodelta 2001. Tutkimuksen yhtenä osana pyritään selvittämään, kuinka Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliiton investointitiedustelussa koottavia tietoja yritysten kotimaisista t&k-menoista voitaisiin mahdollisesti käyttää arvioitaessa yritysten t&k-menojen viimeaikaista toimialakohtaista kehitystä Tilastokeskuksen ja OECD:n t&k-tilastojen mittaustavan mukaisesti.

TT:n investointiedusteluissa on kysytty yritysten t&k-menoja vuodesta 1997 lähtien. Eri vuosien investointitiedustelujen aineistoissa on tiedot yritysten kyseisen vuoden ja parin edellisvuoden t&k-menoista siten, että kunkin tiedustelun aineistosta voidaan laskea t&k-menojen kasvu meneillään olevana ja sitä edeltävänä vuonna (esim. Teollisuus ja Työnantajat 2003). Investointitiedustelujen yrityskohtaiset tiedot on tässä yhteydessä aggregoitu toimialatasolle kyselyaineiston toimialakoodien perusteella.

Investointitiedustelun aikasarja-aineisto alkaa vuodesta 1996. Aineistoa on näin ollen sen verran lyhyeltä ajalta, ettei sen varaan voida vielä rakentaa ekonometrisia malleja, joilla toimialojen t&k-menojen kehitystä voitaisiin arvioida mallipohjaisesti. Sen takia aineiston käyttökelpoisuutta arvioidaan tässä yhteydessä vain yksinkertaisella korrelaatiotarkastelulla. Näihinkin tuloksiin on suhtauduttava varauksin havaintojen vähäisyyden takia.

TT:n investointitiedusteluun sisältyy vain osa t&k-toimintaa harjoittavista yrityksistä, joten investointitiedustelun toimialakohtaista t&k-menojen tasoa ei voida suoraan verrata OECD:n ja Tilastokeskuksen tietoihin. Sen sijaan investointitiedustelun luvuista ja virallisista tilastoista lasketut toimialojen t&k-menojen vuotuiset muutosprosentit ovat periaatteessa vertailukelpoisia. Taulukko 5 esittää TT:n investointitiedustelun mukaisen t&k-menojen kasvun sekä OECD:n ja Tilastokeskuksen t&k-tilastojen mukaan toteutuneen kasvun korrelaatiota vuosina 1997-2001. Kuvio 3 esittää toimialoittain yhteenlaskettujen t&k-menojen tilastoitua kasvua ja investointitiedustelun mukaista kasvua vuodesta 1997 lähtien.

Taulukon 5 mukaan investointitiedustelu näyttää antavan keskimäärin melko oikean arvion yritysten t&k-menojen kasvusta, sillä toimialoittain yhteenlaskettujen t&k-menojen kasvun korrelaatio kyselyvuodelta tilastoidun kasvun kanssa on niinkin suuri kuin 0.88. Kuvion 3 mukaan esimerkiksi vuoden 2001 investointitietiedustelu ennakoi kohtalaisen hyvin tuolloin alkaneen jyrkän hidastumisen yritysten t&k-panostusten kasvuvauhdissa. Suuri korrelaatio johtuu lähinnä siitä, että investointiedustelu arvioi melko tarkkaan t&k-menojen kehitystä tietoliikennevälineteollisuudessa, jossa on viime vuosina tehty suunnilleen puolet kaikista yritysten t&k-panostuksista. Taulukon 5 mukaan investointitiedustelu ei sen sijaan näytä antavan yhtä tarkkaa kuvaa muiden toimialojen t&k-menojen kehityksestä.

Koska TT:n investointitiedustelussa kysytään tietoja yritysten saman ja parin edellisen vuoden t&k-menoista, voitaisiin olettaa, että vaikka investointitiedustelu voi tuottaa epätarkkoja kasvuarvioita kyselyvuoden osalta, edellisvuotta koskevat tiedot olisivat

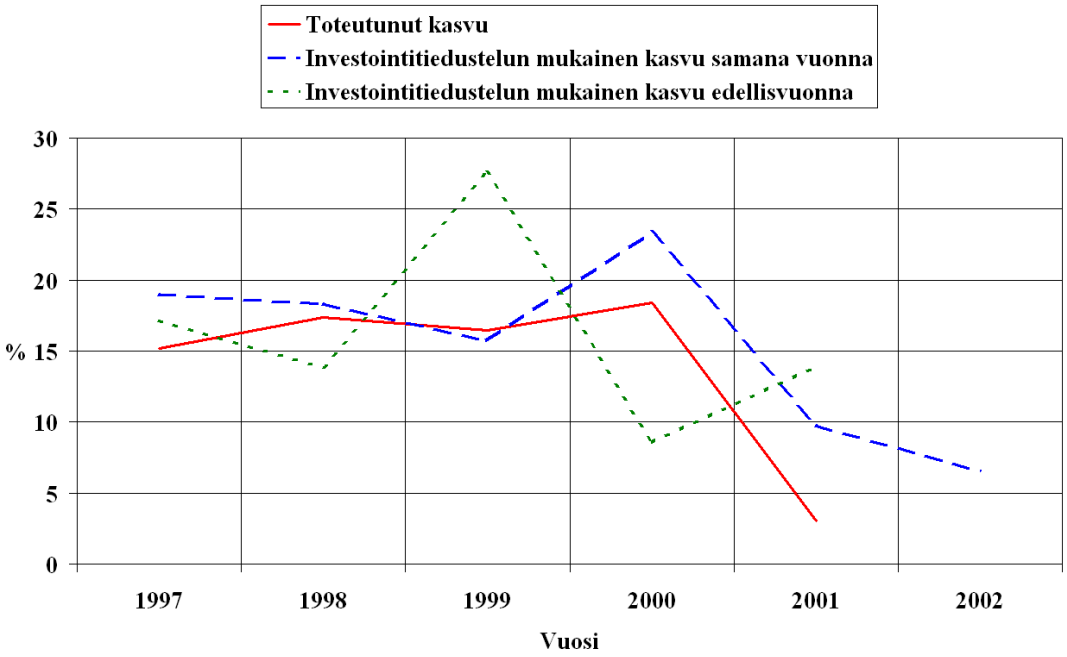
tarkempia, koska yritykset tietävät jo toteutuneen kehityksen. Näin ei yleensä kuitenkaan näytä olevan asianlaita. Taulukon 5 mukaan investointitiedustelun toimialoittain yhteenlaskettujen t&k-menojen edellisvuoden kasvun korrelaatio edellisvuoden tilastoidun kasvun kanssa on vain 0.07.

Tietoliikennevälineteollisuus on painoarvoltaan merkittävin niistä toimialoista, joiden kohdalla t&k-menojen edellisvuoden kasvu on investointiedustelussa jostain syystä poikennut huomattavasti tilastoidusta kasvusta. Sen sijaan eräiden muiden toimialojen t&k-menojen kasvuarviot näyttävät taulukon 5 mukaan tarkentuvan seuraavan vuoden investointitiedustelussa.

Taulukko 5 TT:n investointitiedustelun mukaisen t&k-menojen kasvun ja t&k-tilastojen mukaisen kasvun korrelaatio vuosina 1997-2001

	Investointitiedustelun t&k-menojen saman vuoden kasvu	Investointitiedustelun t&k-menojen edellisvuoden kasvu
Elintarviketeollisuus	**-0.87**	**0.73**
Tevanake-teollisuus	**0.81**	**0.03**
Puutavarateollisuus	**-0.02**	**0.69**
Paperiteollisuus	**-0.82**	**0.33**
Graafinen teollisuus	**0.43**	**0.73**
Kemikaaliteollisuus	**0.33**	**0.31**
Muovi- ja kumiteollisuus	**-0.16**	**-0.69**
Rakennusaineteollisuus	**-0.54**	**-0.44**
Metallinjalostusteollisuus	**-0.07**	**-0.56**
Metallituoteteollisuus	**0.19**	**0.55**
Koneteollisuus	**0.58**	**-0.56**
Tietoliikennevälineteollisuus	**0.83**	**0.36**
Muu elektroniikkateollisuus	**-0.76**	**-0.91**
Kulkuneuvoteollisuus	**-0.25**	**0.41**
Rakentaminen	**-0.30**	**-0.79**
Liike-elämän palvelut	**-0.11**	**0.26**
Toimialat yhteensä	**0.88**	**0.07**

Kuvio 3 **Yritysten t&k-menojen tilastoitu ja TT:n investointitiedustelun mukainen kasvu**



Viitteet

Ali-Yrkkö J. ja Pajarinen M. (2003): ”Julkinen t&k-rahoitus ja sen vaikutus yrityksiin – analyysi metalli- ja elektroniikkateollisuudesta”, ETLA, Keskusteluaiheita No. 846.

Hendry D.F. (1995): ”Dynamic Econometrics”, Oxford University Press.

Lehto E. (2000): “Regional impacts of R&D and public R&D funding”, Labour Institute for Economic Research, Studies 79.

Rantala O. (2003a): ”Tuotekehitys, toimialojen panos-tuotosrakenteen muutokset, tuottavuus ja talouden kasvu”, ETLA, Keskusteluaiheita No. 842.

Rantala O. (2003b): ”Tuotekehitys, tuotannon laadun paraneminen ja tuottavuuden kasvu”, ETLA, Suhdanne 2/2003, 89-95.

Teollisuus ja Työnantajat (2003): ”Investointitiedustelu – kesäkuu 2003”, Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto.

Tilastokeskus (2000): ”Tutkimus- ja kehittämistoiminta 1999”, Tiede, teknologia ja tutkimus 2000:3.

Tilastokeskus (2001): ”Tutkimus- ja kehittämistoiminta 2000”, Tiede, teknologia ja tutkimus 2001:4.

Tilastokeskus (2002): ”Tutkimus- ja kehittämistoiminta 2001”, Tiede, teknologia ja tutkimus 2002:3.

Toivanen O. ja Niininen P. (2000): ”Investment, R&D, Subsidies and Credit Constraints”, Helsinki School of Economics and Business Administration, Working Papers W-264.

E L I N K E I N O E L Ä M Ä N T U T K I M U S L A I T O S (ETLA)
THE RESEARCH INSTITUTE OF THE FINNISH ECONOMY
LÖNNROTINKATU 4 B, FIN-00120 HELSINKI

Puh./Tel. (09) 609 900 Telefax (09) 601753
Int. 358-9-609 900 Int. 358-9-601 753
http://www.etla.fi

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

Julkaisut ovat saatavissa elektronisessa muodossa internet-osoitteessa:
http://www.etla.fi/finnish/research/publications/searchengine

No 843 KARI E.O. ALHO, The Impact of Regionalism on Trade in Europe. 05.02.2003. 14 p.

No 844 LAURA PAIJA, Distribution of Intellectual Property Rights and the Development of Technology Suppliers. 05.02.2003. 20 p.

No 845 ESA VIITAMO, Knowledge-intensive Services and Competitiveness of the Forest Cluster – Case Finland. 06.02.2003. 44 p.

No 846 JYRKI ALI-YRKKÖ – MIKA PAJARINEN, Julkinen T&K-rahoitus ja sen vaikutus yrityksiin – Analyysi metalli- ja elektroniikkateollisuudesta. 21.02.2003. 37 s.

No 847 HELI KOSKI – CAROLINA SIERIMO, Entry and Exit in the ICT Sector – New Markets, New Industrial Dynamics? 25.02.2003. 21 p.

No 848 GREGORY S. AMACHER – ERKKI KOSKELA – MARKKU OLLIKAINEN, Environmental Quality Competition and Eco-Labeling. 10.03.2003. 28 p.

No 849 TOMI HUSSI, Reconfiguring Knowledge Management. Combining Intellectual Capital, Intangible Assets and Knowledge Creation. 19.03.2003. 25 p.

No 850 LOTTA VÄÄNÄNEN, Public Provision of Business Support Services in Finland. 22.04.2003. 59 p.

No 851 GREGORY S. AMACHER – ERKKI KOSKELA – MARKKU OLLIKAINEN, Quality Competition and Social Welfare in Markets with Partial Coverage: New Results. 23.04.2003. 15 p.

No 852 MIKA MALIRANTA – PETRI ROUVINEN, Productivity Effects of ICT in Finnish Business. 12.05.2003. 42 p.

No 853 LOTTA VÄÄNÄNEN, Does Public Funding Have a Halo Effect? Evidence from Finnish SMEs. 14.05.2003. 19 p.

No 854 PETRI BÖCKERMAN – MIKA MALIRANTA, The Micro-level Dynamics of Regional Productivity Growth: The source of divergence in Finland. 15.05.2003. 30 p.

No 855 CHRISTOPHER PALMBERG – OLLI MARTIKAINEN, Overcoming a Technological Discontinuity – The Case of the Finnish Telecom Industry and the GSM. 23.05.2003. 55 p.

No 856 RAINE HERMANS – ILKKA KAURANEN, Intellectual Capital and Anticipated Future Sales in Small and Medium-sized Biotechnology Companies. 28.05.2003. 30 p.

No 857 ERKKI KOSKELA – MATTI VIREN, Government Size and Output Volatility: New International Evidence. 10.06.2003. 16 p.

No 858 TOMI HUSSI, Intellectual Capital and Maintenance of Work Ability – The Wellbeing Perspective. 28.05.2003. 35 p.

No 859 LOTTA VÄÄNÄNEN, Agency Costs and R&D: Evidence from Finnish SMEs. 23.06.2003. 54 p.

No 860 PEKKA ILMAKUNNAS – MIKA MALIRANTA, Technology, Labor Characteristics and Wage-productivity gaps. 26.06.2003. 27 p.

No 861 PEKKA ILMAKUNNAS – MIKA MALIRANTA, Worker inflow, outflow, and churning. 26.06.2003. 30 p.

No 862 ERKKI KOSKELA – MARKKU OLLIKAINEN, A Behavioral and Welfare Analysis of Progressive Forest Taxation. 05.08.2003. 24 p.

No 863 ERKKI KOSKELA – RUNE STENBACKA, Profit Sharing and Unemployment: An Approach with Bargaining and Efficiency Wage Effects. 06.08.2003. 28 p.

No 864 ANTTI-JUSSI TAHVANAINEN, The Capital Structure of Finnish Biotechnology SMEs – An Empirical Analysis. 08.08.2003. 62 p.

No 865 VILLE KAITILA, Convergence of Real GDP per Capita in the EU15 Area: How do the Accession Countries Fit in? 15.08.2003. 30 p.

No 866 ANNI HEIKKILÄ, Yrityskohtainen palkanasetanta suomalaisessa työmarkkinoiden sopimusjärjestelmässä (Firm-level Wage Setting in the Finnish Wage Bargaining System). 15.08.2003. 87 s.

No 867 ANNI HEIKKILÄ – HANNU PIEKKOLA, Economic Inequality and Household Production – The effects of specialization of genders. 21.08.2003. 29 p.

No 868 HANNU PIEKKOLA – LIISA HARMOINEN, Time Use and Options for Retirement in Europe. 25.09.2003. 28 p.

No 869 VILLE KAITILA, An Assessment of Russia´s Growth Prospects in 2003-2010. 18.09.2003. 28 p.

No 870 JUKKA JALAVA, Electrifying and Digitalizing the Finnish Manufacturing Industry: Historical Notes on Diffusion and Productivity. 26.09.2003. 16 p.

No 871 ESSI EEROLA – NIKU MÄÄTTÄNEN, Strategic Alliances, Joint Investments, and Market Structure. 17.10.2003. 12 p.

No 872 TERTTU LUUKKONEN, Variability in Forms of Organisation in Biotechnology Firms. 21.10.2003. 26 p.

No 873 JENNI OKSANEN, Knowledge and Learning in The Determination of the Optimal form of Firm Organisation. 05.11.2003. 48 p.

No 874 RITA ASPLUND – JENNI OKSANEN, Functional Flexibility Strategies: Evidence from companies in five small European economies. 05.11.2003. 54 p.

No 876 OLAVI RANTALA, Yritysten t&k-panostusten määräytyminen ja julkisen t&k-rahoituksen vaikutus toimialatasolla. 07.11.2003. 15 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on mahdollista ostaa Taloustieto Oy:stä kopiointi- ja toimituskuluja vastaavaan hintaan.

Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress. They are sold by Taloustieto Oy for a nominal fee covering copying and postage costs.