

Terttu Luukkonen

(toim.)

BIOTEKNIikka

– tietoon perustuvaa liiketoimintaa

Biotechnology in Finland:
The Promotion of Knowledge-Based Business

(with English summary)

Julkaisija: Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, ETLA

Kustantaja: Taloustieto Oy

Helsinki 2004

Kansi: Mainos MayDay, Helsinki 2004

ISBN 951-628-401-9

ISSN 0356-7443

Painopaikka: Yliopistopaino, Helsinki 2004

LUUKKONEN, Terttu (toim.), BIOTEKNIikka – tietoon perustuvaa liiketoimintaa. Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2004, 128 s. (B, ISSN 0356-7443; nro 207). ISBN 951-628-401-9

TIIVISTELMÄ: Tämä raportti tuo uutta tutkimustietoa Suomen biotekniikkateollisuudesta. Se perustuu ETLAssa ja Etlatieto Oy:ssä vuosina 2002-2003 tehtyyn tutkimukseen, joka on ensimmäinen kattava tutkimus biotekniikka-alan yritystoiminnasta maassamme. Raportti kiinnittää huomiota biotekniikka-alan yritysten taloudelliseen toimintaan, niiden tutkimus- ja kehittämistyöhön, rahoitusrakenteisiin ja organisaatiomuotoihin. Raportissa esitetään bioalan kasvuennuste lähivuosille, mutta tarkastellaan myös alan kehitysnäkymiä pitemmällä tähtäimellä. Lopuksi raportissa pohditaan sitä, missä määrin maassamme on olemassa edellytyksiä sille, että alasta kehittyy taloudellisesti merkittävä ala, ”neljäs talouden tukijalka”.

LUUKKONEN, Terttu (toim.), BIOTEKNIikka – tietoon perustuvaa liiketoimintaa. Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2004, 128 p. (B, ISSN 0356-7443; nro 207). ISBN 951-628-401-9

ABSTRACT: This report offers new research insights on the Finnish biotechnology sector. It is based on research carried out during 2002-2003 at ETLA and Etlatieto Ltd. It is the first comprehensive and systematic empirical study of biotechnology enterprises in Finland. The report examines the economic activities of biotechnology companies, their research and development activities, financing structures, and organizational forms. The report presents a forecast of growth for the industry over the next few years and discusses projected growth over a longer period of time. Finally, the report draws attention to Finland's prerequisites to develop the industry into a major business sector, a “fourth economic pillar” of Finland.

Esipuhe

Tämä ETLAn ja Etlatieto Oy:n raportti tuottaa tietoa ajankohtaiseen keskusteluun biotekniikka-alan yritystoiminnasta ja taloudellisista näkymistä. ETLA ja Etlatieto Oy ovat vuosina 2002-2003 toteuttaneet tutkimuksen ”Bioteknologia osana kansallista innovaatiojärjestelmää”, joka on ollut ensimmäinen systemaattinen ja laaja tutkimus biotekniikka-alan yritystoiminnasta maassamme.

Tutkimus on osa Tekesin ja KTM:n yhdessä rahoittamaa tutkimusohjelmaa ProACT (Research Programme for Advanced Technology Policy). Kiitämme saamastamme tuesta.

Kiitämme myös Suomen Bioteollisuus ry:tä yhteistyöstä biotekniikkayrityksiä koskevien osoitteistojen saamiseksi sekä opetusministeriötä ja Tekesiä muusta alaa koskevasta taustatiedosta. Olemme saaneet hyödyllistä palautetta ProACT-ohjelman tukiryhmältä ja arvokkaita kommentteja tutkimuksen eri vaiheissa seuraavilta henkilöiltä: Eija Ahola, Taru Hallinen, Saara Hassinen, Riikka Heikinheimo, Ari Hyytinen, Leena Hömmö, Carmela Kantor-Aaltonen, Sakari Karjalainen, Ilkka Kauranen, Martti Kulvik, Hannele Kuusi, Tarmo Lemola, Ari Leppälahti, Ismo Linnosmaa, Maureen McKelvey, Anna Maria Nuutila, Paula Nybergh, Mika Pajarinen, Kimmo Pitkänen, Olavi Rantala, Otto Toivanen ja Hannele Wallenius. Lisäksi ProACT-ohjelman arvioitsijat Ulrike Felt, Bengt-Åke Lundvall ja Esko-Olavi Seppälä ovat antaneet hyödyllisiä neuvoja. Kiitämme suomalaisia bioteollisuusyrityksiä tätä tutkimusta koskevasta myötämielisyydestä ja halukkuudesta antaa aikaa kyselyllemme ja yrityshaastatteluille.

Tämän raportin artikkeleiden laatimiseen ovat osallistuneet lisäksämme Christopher Palmberg, Antti-Jussi Tahvanainen ja Pekka Ylä-Anttila, joita kiitämme hedelmällisestä yhteistyöstä ja koko työtämme koskevista kommentteista. Edelleen kiitämme Kimmo Aaltosta, Tuula Ratapaloa ja Laila Riekkistä, jotka ovat auttaneet julkaisun muokkaamisessa.

Helsingissä, maaliskuussa 2004

Terttu Luukkonen ja Raine Hermans

Sisälllys

1	Johdanto	
	<i>Terttu Luukkonen</i>	1
1	Kirjan sisältö	2
2	Lopuksi	6
2	Suomen biotekninen teollisuus – yleiskatsaus	7
	<i>Terttu Luukkonen, Antti-Jussi Tabvanainen ja Raine Hermans</i>	
1	Mitä on biotekniikka-ala?	7
2	Biotekniikan sovellusalueet	9
3	Biotekniikkateollisuuden kehitys	11
4	Biotekniikka-alan maantiede	14
5	Työllistäminen	16
6	Tutkimus- ja kehittämistoiminta	17
7	Liikevaihto, voitollisuus ja tulonodotukset	18
8	Vienti	20
9	Asiakaskunta ja markkinat	22
10	Lopuksi	24
	Lähteet	25
	Liite. Biotekniikan sukupolvet	27
3	Suomen teollisuuden seuraava läpimurto?	29
	Uuden biotekniikan vertailu tietotekniikka-alaan	
	<i>Terttu Luukkonen ja Christopher Palmberg</i>	
1	Johdanto	29
2	Teknologiset järjestelmät, osaamiskeskittymät ja teollinen dynamiikka	30
3	Bio- ja tietotekniikka-alojen eroavuuksia	32
4	Erilaiset kehityskulut suomalaisessa bio- ja tietotekniikassa	34
4.1	Keksinnöt	34
4.2	Yrittäjyys	37
4.3	Pääomarahoitusharkinnat	39
4.3.1	Pääomasijoittajien merkitys osaamiskeskittymässä	39
4.3.2	Pääomasijoitukset tieto- ja biotekniikka-alalla	40
4.3.3	Sijoituksista irtaantuminen	42
4.4	Innovaatioista teolliseen tuotantoon	43
5	Loppupäätelmiä	45
	Lähteet	50
	Liite	52

4	Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa	53
	<i>Terttu Luukkonen</i>	
1	Johdanto	53
2	Eri tapoja ymmärtää verkostoyritys	54
3	Yritysten tuotekehitys, valmistus ja markkinointi biotekniikan sovellusaloilla	55
3.1	Lääkekehitysyrietykset	55
3.2	Diagnostiikkayrietykset	57
3.3	Biomateriaalit	58
3.4	Palvelut	59
3.5	Muut sovellusalueet	60
4	Yritysten yliopistoyhteistyö	60
5	Yhteenveto yritysten strategioista	61
6	Lopuksi	62
	Lähteet	64
5	Mistä on lääkealan biotekniikkayrietykset tehty?	65
	<i>Raine Hermans</i>	
1	Johdanto	65
2	Toimialan ominaispiirteet	66
3	Yritysten ominaispiirteet	67
3.1	Aineeton varallisuus	67
3.2	Ominaisuuksien ryhmittely pääkomponentteihin	70
3.3	Näistä komponenteista on lääkealan biotekniikkayrietykset tehty	71
4	Rahoituslähteet	74
5	Keskustelua ja johtopäätöksiä	79
	Lähteet	81
	Liite 1. Suomalaiset lääkealan biotekniikkayrietykset ja pk-yrietykset	83
	Liite 2. Pääkomponenttianalyysin tulokset	84
6	Pienten biotekniikkayrietysten rahoituslähteet	91
	<i>Antti-Jussi Tabvanainen ja Raine Hermans</i>	
1	Johdanto	91
2	Tutkimusotos	91
3	Pienet ja keskisuuret biotekniikkayrietykset	92
3.1	Pienten ja keskisuurten biotekniikkayrietysten rahoitusrakenne	92
3.2	Pääomalainojen lähteet	93
3.3	Oman pääoman lähteet	94
3.4	Rahoitusrakenteiden yleispiirteitä	95
4	Voidaanko biotekniikkayrietysten rahoitusrakenteita selittää?	96

Lähteet	99
Liite. Rahoitusrakenneteoriat	100
7 Biotekniikka-ala ja Suomen teollinen tulevaisuus	105
<i>Raine Hermans ja Pekka Ylä-Anttila</i>	
1 Johdanto	105
2 Nykytilanne	106
2.1 Talouden rakennemuutos – innovaatiopolitiikka	106
3 Biotekniikka-alan kasvunäkymät	109
3.1 Taloudellinen integraatio ja alueiden kilpailuedut	109
3.2 Lääketeollisuuden markkinarakenne Suomessa ja Yhdysvalloissa	110
3.3 Lääkealan bioteollisuuden rahoitus Suomessa	112
3.4 Biotekniikkayritysten aineeton varallisuus ja kasvuodotukset	113
3.5 Bioteollisuuden kasvuvaikutukset Suomen kansantaloudessa lähivuosina	114
4 Johtopäätökset	114
4.1 Yritysstrategiat ja elinkeinopolitiikka	114
4.2 Bioteollisuudesta uusi kasvuala?	116
Lähteet	118
Liite: ”Bioteknologia osana kansallista innovaatiojärjestelmää”-hankkeessa tähän asti tuotetut julkaisut	120
English Summary: Biotechnology in Finland: The Promotion of Knowledge-Based Business	122
<i>Terttu Luukkonen</i>	

1 Johdanto

Terttu Luukkonen

Uraauurtavat tieteelliset keksinnöt, jotka loivat pohjan uuden biotekniikan kehitykselle, tehtiin 1970-luvulla. Nämä keksinnöt johtivat ensimmäisiin kaupallisiin sovelluksiin – esimerkiksi ihmisen kasvuhormonin ja insuliinin alalla – jo 1980-luvulla. Kiinnostus bioalaan heräsi Suomessa 1980-luvulla ja ensimmäiset alan tutkimusta tukevat julkiset ohjelmat aloitettiin vuosikymmen puolenvälissä tai sen jälkeen.¹

Uuden biotekniikan mahdollisuudet ovat herättäneet vuosien kuluessa suuria odotuksia. Biotekniikasta on jopa odotettu Suomen taloudelle uutta kivijalkaa. Kun odotukset eivät ole toteutuneet niin nopeasti kuin on toivottu, julkisessa keskustelussa on alettu kyseenalaistaa alan tukemista julkisin varoin.²

Kansainvälisesti tarkastellen biotekniikka-alan tutkimustulosten kaupallistamista tapahtuu sekä olemassa olevien suurten, eniten lääkealan, yritysten piirissä, mutta myös siten, että keksintöjen kaupallistamiseksi perustetaan uusia tutkimuslähtöisiä pieniä yrityksiä. Kehitys on ollut Suomessa samanlainen, joskin suurten yritysten rooli biotekniikan kaupallistamisessa on ollut toistaiseksi melko vähäinen (ks. Luukkonen ja Palmberg tässä kirjassa). Muutamia yhdysvaltalaisia kaupallisia menestyksiä lukuun ottamatta alan pienet yritykset kamppailevat muuallakin kuin Suomessa monien vaikeuksien kanssa, ja alan rahoitustarpeet ovat vielä suuria. Pitkien tuotekehitysaikojen ja korkeiden epäonnistumisriskien vuoksi biotekniikka-alan keksintöjen hyödyntäminen kaupallisesti on erittäin vaativaa ja se edellyttää runsaasti osaamista ja rahallisia resursseja.

Biotekniikka-alan yritysten rahoittajilta vaaditaan suurta riskinotto-kykyä ja -halua. Suomessa bioteknisten innovaatioiden kaupallistaminen on varsin pitkälle nojautunut julkisen sektorin rahoitukseen. Julkinen sektori on rahoittanut alan perus- ja soveltavaa tutkimusta, samoin

¹ Tekes käynnisti syksyllä 1984 geeniteknologian hyödyntämiseen tähtäävän teknologiaohjelman. Opetusministeriö ja Suomen Akatemia käynnistivät alan tukemisen 1988.

² Ks. esim. Helsingin Sanomat 27.1.2004.

tuotteiden kehittämistyötä. Julkinen pääomasijoittaja, Sitra, on ollut myös pitkälle vastuussa alkuvaiheen yritysten rahoituksesta. Yksityinen pääomasijoittaminen on sen sijaan maassamme varsin nuorta ja se on kehittynyt enemmän vasta IT-alan nousun myötä 1990-luvun puolenvälin jälkeen. Biotekniikka-alan rahoitus on ollut kovin riippuvaista IT-alan suhdanteista. Pääomasijoitusmarkkinoiden nuoruus ja haavoittuvuus on yksi biotekniikka-alan kehityksen kompastuskivistä.

Perustettujen pienten biotekniikkayritysten parissa ei ole vielä tapahtunut paljoa yritysten konkurssseja ja muuta karsiutumista alan kentästä. Suuret muutokset yrityskentässä kuuluvat kuitenkin uusien teknologioiden alkuvaiheisiin, ja sellaisia voimme odottaa myös biotekniikka-alalle. Tämä ei kuitenkaan tarkoita alan epäonnistumista, vaan ”kokeellisen talouden” normaalia kehittymistä, jossa osa uusista keksinnöistä johtaa uusiin kaupallisesti hyödynnettäviin innovaatioihin ja taloudelliseen toimintaan, ja osa taas karsiutuu pois. Jotta valikoitumista voisi tapahtua, täytyy tuottaa uusien, potentiaalisesti lupaavien keksintöjen kirjoa.

Tämä ETLAn kirja tuo uutta tutkimustietoa maamme biotekniikka-alasta käytävään keskusteluun. Se perustuu ETLAssa ja Etlatieto Oy:ssä vuosina 2002-2003 tehtyyn tutkimukseen, joka on osa KTM:n ja Teke-sin rahoittamaa ProACT-tutkimusohjelmaa. Kirjan näkökulma on uuden biotekniikan keksintöjen kaupallistaminen ja sitä soveltava yritystoiminta. Kirja luonnehtii biotekniikka-alan yritystoimintaa ja kiinnittää erityishuomiota yritysten rahoitukseen ja yleisemmin alan kehittämisen edellytyksiin. Se vastaa myös kysymykseen, mitkä ovat alan kasvunäkymät maassamme. Kirja kokoaa yleistajuiseen muotoon keskeisiä havaintoja tutkimushankkeen yhteydessä tuotetuista raporteista. Luettelo niistä on esitetty lopussa liitteenä.

1 Kirjan sisältö

Kirjan ensimmäinen artikkeli, **Suomen biotekninen teollisuus – yleiskatsaus** (Terttu Luukkonen, Antti-Jussi Tahvanainen ja Raine Hermans) kuvaa biotekniikka-alan kehitystä uusien yritysten perustamisen kautta. Näitä on perustettu eniten 1990-luvun puolenvälin jälkeen, mutta on mahdollista, että uusien yritysten kasvu on laantumassa siitäkin huolimatta, että alan tutkimuspanostukset ovat kasvaneet runsaimmin 1990-luvun jälkipuoliskolla. Vaikka runsaan kymmenen vuoden aikana julkista tutkimus- ja tuotekehitystukea sekä -lainaa on myönnetty alalle suhteellisen runsaasti (lähes 400 miljoona euroa), se on vähemmän kuin mitä yhden lääkkeen kehittämisprosessi maksaa nykyään.

Artikkeli luo yleiskatsauksen biotekniikkayritysten toimintaan, niiden sovellusalueisiin, maantieteelliseen sijaintiin, tutkimus- ja kehittämis-työhön sekä myyntiin, vientiin ja voittoihin. Artikkelista käy ilmi mm., että yritykset toimivat toistaiseksi vähäisen myynnin varassa ja noin 40 % uusista yrityksistä on tappiollisia. Yritysten kasvuodotukset ovat kuitenkin suuret ja sitä suuremmat, mitä nuoremasta yrityksestä on kysymys. Yritykset ovat alusta lähtien voimakkaasti vientisuuntautuneita, sillä Suomen pienet markkinat eivät riitä kattamaan korkeita tuotteiden kehittämiskustannuksia. Toistaiseksi biotekniikka-alalla ei ole tapahtunut paljoa konkurssseja tai muita poistumisia yrityskentästä. Tällaisia on kuitenkin odotettavissa ottaen huomioon, että kysymyksessä on uusi teknologia-ala, joilla kehityksen alkuvaiheissa tapahtuu suuria myller-ryksiä.

Suomen teollisuuden seuraava läpimurto? Uuden biotekniikan vertailu tietotekniikka-alaan (Terttu Luukkonen, Christopher Palmberg) vertaa biotekniikka-alan kehitystä tietotekniikkaan. Vertailun jäsentämiseksi artikkelissa sovelletaan ns. osaamiskeskittymä-käsitettä, jonka ruotsalainen tutkija Gunnar Eliasson on kehittänyt. Käsite kattaa kriittisiä tekijöitä tietointensiivisen alueen tutkimustulosten kaupallistamisessa ja taloudellisen toiminnan kehittämisessä kohti teollista tuotantoa ja sitä kautta taloudellista kasvua. Tietotekniikka-alan menestystä Suomessa voidaan selittää kriittisten osaamiskeskittymän tekijöiden avulla. Tosin tietotekniikka-alallakin on heikkouksia ja erityisesti 1990-luvulla on esille tullut uusia haasteita. Näitä ovat Suomen suuri riippuvuus Nokiasta ja yrityksen globaalien toiminnan mukanaan tuomat muutokset.

Biotekniikka-alan tilanne on monilta osin heikompi kuin se on tietotekniikka-alalla. Osaamiskeskittymä on epätäydellisempi, tuotteet ovat vielä kehittämisvaiheessa ja yritykset pieniä. Loppupäätelmänä on, että biotekniikan alalla tulemme todennäköisesti pitkään odottamaan tietotekniikan kaltaista kaupallista läpimurtoa. Suomessa on merkittäviä kehittämissaasteita erityisesti pääomasijoitusten, pääomien irtautumisteiden ja laajamittaisen teollisen valmistamisen osalta. Biotekniikka-alalla pääomasijoittaminen on vielä heikosti kehittynyt, eikä näköpiirissä ole merkittävää kotimaista teollistajaa. Mahdolliset teollistajat ovat ulkomailla, jolloin suurimmat taloudelliset hyödyt todennäköisesti myös tulevat muualle. Sen sijaan biotekniikka-alalla keksintöjen määrä patenteilla mitattuna ei eroa paljoakaan tietotekniikasta (kun Nokian suora vaikutus on poistettu). On tärkeää havaita, ettei kaikkia alan soveltamismahdollisuuksia osata vielä edes nähdä. Sen vuoksi alan innovaatiopohjan tukeminen edelleen on tarpeellista.

Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa (Terttu Luukkonen) tarkastelee biotekniikkayritysten organisaatiomuotoja. Se lähtee olettamuksesta, jonka mukaan biotekniikka-alan yritykset toimivat yleisesti verkostoyrityksinä, jolloin tämä ymmärretään vertikaalisen eriytymisen mielessä: osa arvoketjun (tuotantoprosessin vaiheiden) mukaisista toiminnoista tutkimuksesta ja tuotekehityksestä teolliseen valmistukseen ja markkinointiin on jaettu alihankkijoiden tai yhteistyökumppaneiden kanssa. Artikkelissa päädytään johtopäätökseen, jonka mukaan yritysten organisaatiomuodot vaihtelevat biotekniikan eri sovellusaloilla. Pienet lääkekehitysyrietykset toimivat selkeästi edellä kuvatun verkostoyrityksen mallin mukaisesti. Sen sijaan muilla sovellusaloilla (kuten biomateriaalit, diagnostiikka, tutkimus- ja muut palvelut) yritykset toimivat soveltaen erilaisia sekamalleja, mutta pyrkivät kuitenkin perinteisen, vertikaalisesti yhdyntyneen yrityksen malliin.

Artikkeli käsittelee organisaatiomuotojen taustalla olevia syitä, mutta hahmottelee myös seurauksia niiden liiketoiminnan kasvulle. Lääkekehitysalalla yritysten ansaintalogiikka perustuu pitkälle keksintöjen oikeuksien myyntiin suurille kansainvälisille lääkeyrityksille, jotka kehittävät lääkeaihiot tuotteiksi. Pienten lääkekehitysyrietysten strategiat voivat tuottaa vakaata, joskaan ei poikkeuksellisen ekspansiivista liiketoimintaa. Muiden kuin lääkekehitysyrietysten tuotteiden markkinat puolestaan ovat usein pieniä erikoismarkkinoita. Sen vuoksi ei ole odotettavissa, että niidenkään joukosta kasvaisi kovin suuria yrityksiä ainakaan lähitulevaisuudessa.

Mistä on lääkealan biotekniikkayrietykset tehty? (Raine Hermans) keskittyy suomalaisiin lääkealan biotekniikkayrietyksiin ja tarkastelee niiden rahoituslähteitä ja -rakenteita. Artikkelii luonnehtii rahoitusrakenneiden merkitystä alan liiketoiminnan erityispiirteiden kannalta. Alan rahoitusrakenteille on tyypillistä, että nuorten yritysten merkittävimpiä omistajia ovat liiketoiminnassa mukana olevien henkilöiden lisäksi yksityiset pääomasijoitusyhtiöt sekä julkisen sektorin pääomasijoitusinstitiutiot. Aiemmin perustettujen yritysten suurimpina omistajina ovat toiset yritykset. Näillä yrityksillä odotetaan olevan huomattavin myyntin myyntipotentiaali myös lähitulevaisuudessa (viiden vuoden kuluessa).

Ns. pääkomponenttianalyysin tuloksena saatuja ryhmiä kuvaavat nimetykset ”suuret ja kauniit”, ”lupaavat tyttäret”, ”tohtoreita Turussa”, ”liiketoimintasuunnitelmat kunnossa”, ”Tekes ja Sitra kimpassa” ja ”osaajia kaivataan kansainväliseen yhteistyöhön”. Yksittäisille aineiston komponenteille löytyy luontevia selityksiä esim. siitä, miten eri tavoin omistajat voivat pyrkiä valvomaan yritysjohton käyttäytymistä ja tukemaan sellaista toimintaa, joka synnyttää tulevaisuuden tulo-odotuksia.

Pienten biotekniikkayritysten rahoituslähteet (Antti-Jussi Tahvanainen ja Raine Hermans) tarkastelee myös yritysten rahoitusrakenteita, mutta sen kohderyhmänä ovat pienet ja keskisuuret biotekniikkayritykset yleensä, eivät erityisen sovellusalan yritykset. Biotekniikkayritykset eroavat kaikista pienistä ja keskisuurista yrityksistä merkittävästi velkaantumisasteensa vuoksi. Niiden pääomasta vain 25 % on katettu lainoilla, kun kaikilla pk-yrityksillä vastaava luku on yli 50 %. Koska pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten tulorahoitus on kuitenkin vähäistä, yritykset joutuvat turvautumaan ulkopuoliseen rahoitukseen. Lähes puolet omasta pääomasta katetaan pääomalainoilla.

Pääomalainojen merkittävin rahoittaja on Tekes, joka vuonna 1997 aloitti pääomaehtoisten lainojen myöntämisen rahoituksessa (ks. Luukkonen, Tahvanainen ja Hermans tässä kirjassa), ja toinen merkittävä näiden lainojen myöntäjä on Sitra. Pääomalainojen suosio biotekniikkalalla johtuu siitä, että niiden ollessa osa yhtiön omaa pääomaa ne vahvistavat tasetta ja kompensoivat täten tappioiden aiheuttamaa taseen heikkenemistä. Niillä voidaan teknisesti estää yritystä ajautumasta konkurssiin, vaikka ne ovatkin vieraan pääoman luonteisia rahoitusvälineitä. Koska tappiollisille yrityksille konkurssiriskin takia lainarahoitus ei ole mielekäs vaihtoehto, teknologian edistämiseen sitoutunut Tekes myöntää pääomalainoja, jotka eivät riko osakkuusrajoitusta vastaan ja vahvistavat samanaikaisesti kohdeyritysten tasetta.

Biotekniikka-ala ja Suomen teollinen tulevaisuus (Raine Hermans ja Pekka Ylä-Anttila) tarkastelee biotekniikka-alaa innovaatiopolitiikan näkökulmasta ja pohtii Suomen bioteollisuuden taloudellisia kasvunäkymiä. Vuonna 2001 koko biotekniikkasektorin arvonlisäys oli noin reilut 500 miljoonaa euroa. Sen ennustettavissa oleva vuotuinen kasvu vuoteen 2006 mennessä näyttäisi olevan noin 10-18 prosentin suuruinen, mitä voidaan pitää kohtuullisen suurena, joskaan ei poikkeuksellisenä kasvuna. Kun biotekniikka-alan noin 500 miljoonan euron jalostusarvoa verrataan metsäteollisuuteen tai elektroniikkateollisuuteen, näistä metsäteollisuus oli samansuuruinen 1950-luvun alussa, kun taas elektroniikkateollisuus oli sitä 1970-luvun puolivälissä. Mikäli biotekniikka-ala yltäisi samanlaiseen kasvuun kuin elektroniikkateollisuus Nokian siivittämänä, siltä veisi noin kolmekymmentä vuotta saavuttaa samaa suuruusluokkaa oleva asema kuin elektroniikkateollisuudella tai metsäteollisuudella on, mutta noin viisikymmentä vuotta, jos sen kasvu noudattaisi metsäteollisuuden tahtia. Jos laskelmien lähtökohtana pidetään biotekniikka-alan ennustettua kasvua vuosina 2001-2006, sektorilta veisi 15-30 vuotta saavuttaa metsä- tai elektroniikka-alan tuotannon nykytasoa. Joka tapauksessa vie vielä paljon aikaa ennen kuin biotekniikasta tulee taloudellemme ”neljäs tukijalka”.

2 Lopuksi

Kirjan artikkelit osoittavat, että suomalaisella biotekniikka-alalla on vankka osaamis pohja. Biotekniikka-alalle on perustettu paljon uusia yrityksiä, joilla on osin jo selvää liiketoimintaa, mutta myös paljon kehittyvaiheessa olevia hankkeita, joiden kaupallistaminen vie vielä vuosia. Alalle tehdyt julkiset panostukset, jotka koskevat erityisesti tutkimus- ja kehittämistyötä, ovat vuositasolla suuria, jos niitä verrataan alan tuotamaan vuosittaiseen jalostusarvoon. Nämä tutkimus- ja kehittämisvarat ovat kuitenkin panostuksia alan tulevaisuuteen. Parhaassakin tapauksessa vie vielä jopa vuosikymmeniä ennen kuin alasta kehittyy elektroniikan tai metsäteollisuuden kaltainen talouden tukijalka. Tämän kehityksen edellytyksenä on kuitenkin, että alan innovaatioiden kehittäminen kyetään rahoittamaan ja alalle saadaan riittävästi pääomasijoituksia. Toinen tärkeä edellytys on, että Suomesta löytyisi yrityksiä, jotka kykenevät viemään alan tuotteiden valmistusta teolliseen mittakaavaan. Kuten Hermans ja Ylä-Anttila toteavat artikkelinsa lopussa, on todennäköisintä, että biotekniikan rooli kasvuveturina perustuu johonkin uuden ja vanhan yhdistelmään. Onko se bioinformatiikkaa tai perustuuko se paperinvalmistuksen ja metsäalan tai ravitsemusalan osaamiseen, paljastuu tulevinä vuosina tai vuosikymmeninä.

2 Suomen biotekninen teollisuus - yleiskatsaus

Terttu Laukkonen, Antti-Jussi Tabvanainen ja Raine Hermans

1 Mitä on biotekniikka-ala?

Biotekniikan määrittely on kehittynyt alan muutosten myötä. Eri yhteyksissä käsitettä käytetään vaihtelevasti. Yleiset biotekniikan määritelmät jättävät runsaasti varaa tulkinnalle. Tästä ovat esimerkkeinä Shan ja Hamilton (1991) sekä Shan ja Walker (1994), jotka määrittelevät biotekniikan olevan elävien organismien ja/tai niiden osien hyödyntämistä tuotteiden tai palvelujen luomiseksi. Näin laaja määritelmä kattaa ison kirjon erityyppisiä yrityksiä, jotka käsittävät eri sukupolvien bioteknologioita³, ja siksi herää kysymys, onko näin löysä määritelmä mielekäs tai edes käyttökelpoinen.

Faulkner ja Senker (1995) taas nojautuvat varhaiseen OECD:n viralliseen määritelmään, jonka mukaan biotekniikka käsittää luonnon- ja teknillisten tieteiden soveltamista biologisissa prosesseissa tuotteiden tai palvelujen luomiseksi. Tämä määritelmä on jo hieman fokusoidumpi, sillä se edellyttää tieteen soveltamista biologisiin prosesseihin.

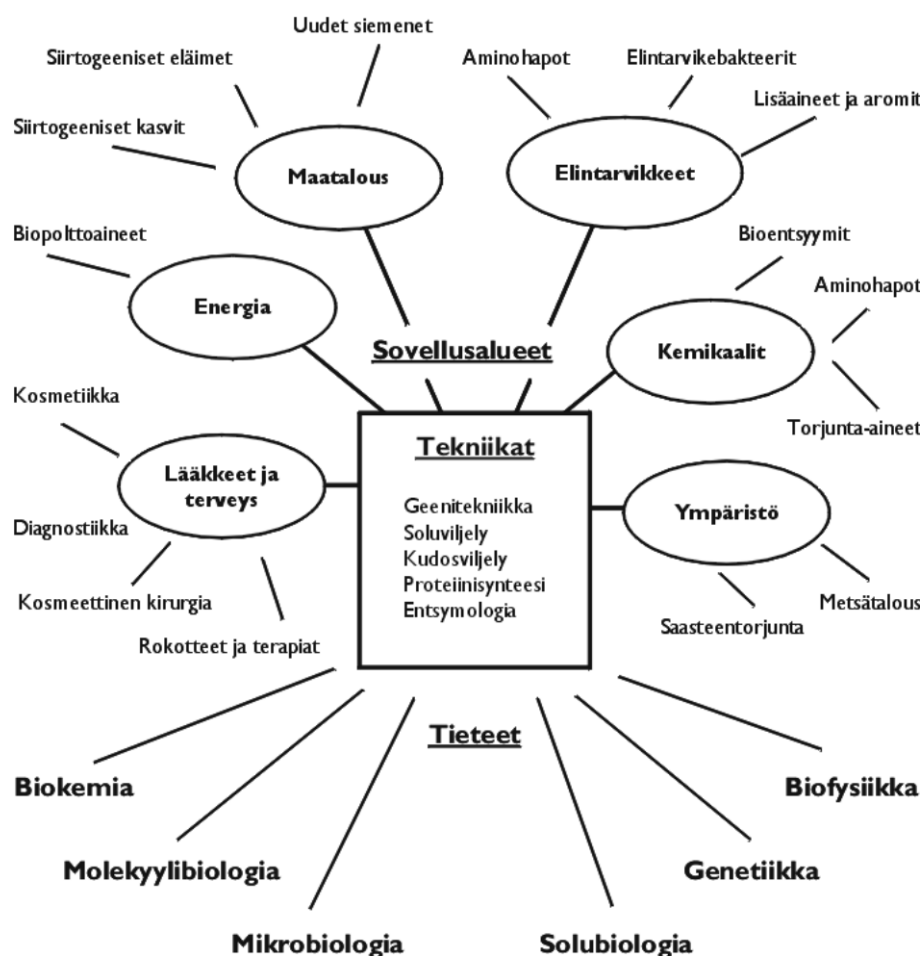
OECD:n ad hoc kokous, joka pidettiin Espoossa toukokuussa 2002, hyväksyi määritelmän, jonka mukaan biotekniikka on tieteen ja teknologian soveltamista eläviin organismeihin, niiden osiin, tuotoksiin ja niitä koskeviin malleihin, jotta elävää tai elotonta materiaalia voitaisiin muunnella tiedon, tuotteiden tai palvelujen tuottamiseksi. Tämä määritelmä on varsin kattava. Siinä korostuvat tiedelähtöisyys ja tieteen soveltaminen, mutta sen lisäksi se osoittaa soveltamisen kohteen ja tarkoituksen. Määritelmä kattaa elävien organismien ja osien lisäksi näiden mallinnuksen, mikä kattaa esimerkiksi tällä hetkellä vahvasti kasvavan ja suhteellisen nuoren bioinformaatioteknologian. Siinä biologisia prosesseja pyritään mallintamaan tietoteknisin menetelmin. Myös tiedon tuottaminen ote-

³ Eri tekniikkasukupolvista ks. liite (s. 27).

taan huomioon. Hyvin tietointensiivisenä alana uuden tiedon ja tietämyksen tuottaminen muodostaa elintärkeän lähteen ja elinehdon innovatiivisuudelle ja sitä kautta alan kehitykselle.

Bioteknikka-alan nuoruutta ja määrittelyongelmia heijastaa se, ettei esimerkiksi Suomessa kaupparekisterissä voi rekisteröidä bioteknikka-alaa omana luokkanaan. Myöskään Tilastokeskus ei seuraa bioteknikka-alaa omana luokkanaan. Lisäksi Sitra ja Tekes sekä Suomen pääomasijoitusyhdistys käyttävät jossain määrin erilaisia rajauksia. Tämä vaikeuttaa mm. alalle suunnatun rahoituksen mittaamista.

Kuvio 1. Bioteknikan alueen määrittely⁴



⁴ Lähde: Ramani ja Jolly (1996).

Kuvio 1 hahmottaa biotekniikka-alan kokonaisuutena, jossa osoitetaan tieteenalojen ja erilaisten sovelluksien yhteys toisiinsa.

ETLAn ja Etlatieto OY:n tutkimuksissa, jotka koskevat suomalaista bioteknistä teollisuutta, tutkimuksen kohteeksi valitut yritykset on pyritty rajaamaan mahdollisimman tarkasti edellä mainitun OECD:n biotekniikkamäärittelyn mukaisesti. On huomattava, että usein tutkimuksissa, joita on tehty eri maissa biotekniikka-alasta, huomio kohdistuu vain osaan edellä määritellystä kokonaisuudesta, erityisesti lääkekehitysyrityksiin ja ylipäättänsä lääketieteellisuuden soveltamaan biotekniikkaan (esim. McKelvey et al., 2003). Tämä on toki sen merkittävin soveltaja toistaiseksi, mutta sitä koskevat yleistyksiset eivät aina päde muilla sovellusalaloilla (ks. Luukkonen, 2004).

2 Biotekniikan sovellusalueet

Yllä oleva keskustelu antaa jo perusteita ymmärtää, kuinka laajalle biotekniikka on levinnyt nykyteollisuudessa. Seuraavassa on lyhyesti esitelty sektorit, joihin biotekniikka-ala voidaan jakaa.

Taulukko 1. Suomen biotekniikka-ala sektoreittain

Terveydenhuolto	Prosessiteollisuus	Palvelut
Diagnostiikka Biomateriaalit Lääkkeet Muut	Entsyymit <u>Bioteknologiaa soveltavat sektorit:</u> Maatalous Elintarvikkeet Muut Ympäristö Kemikaalit Tekstiilit Metsätalous	Sopimustutkimus Muut palvelut

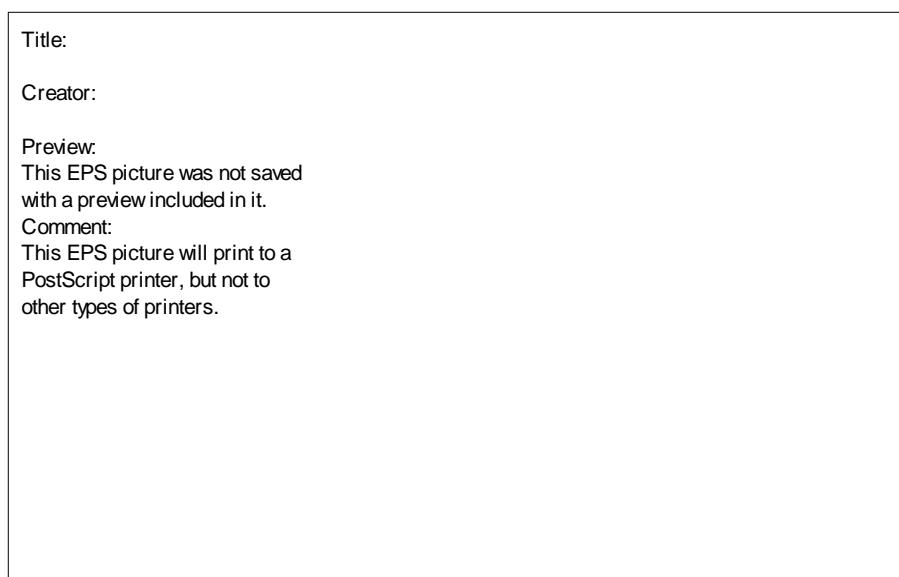
Taulukko 1 jakaa biotekniikka-alan karkeasti kolmeen ryhmään, terveydenhuoltoon liittyviin sektoreihin, prosessiteollisuuteen ja palveluihin. Päällekkäisyyksiä toki löytyy, varsinkin palvelualan yrityksissä, joista osa toimii sekä palvelutuottajana että muulla sovellusalalla. Suomessa ylivoimaisesti vahvimmin edustettuina ovat terveydenhuoltoon kuuluvat lääkekehitys- ja diagnostiikkayritykset. Suomen koko biotekniikkayrityskannasta nämä kaksi sektoria muodostavat yhteensä noin 40 % (18 ja 19 % kumpikin). Myös biomateriaalit liittyvät terveydenhuollon sovelluksiin.

Prosessiteollisuudessa perinteikkäin ala Suomessa on entsyymikehitys ja -tuotanto, jonka historia ulottuu noin viidenkymmenen vuoden taakse. Entsyymejä tuotetaan pääasiallisesti muun teollisuuden käyttöön,

mukaan lukien biotekniikkateollisuus ja siitä esimerkkinä lääkekehitysyrietykset. Lisäksi prosessiteollisuuden piiriin voi laskea lukuisan määrän biotekniikkaa soveltavia aloja. Elintarviketeollisuus, esimerkkinä terveysvaikutteiset elintarvikkeet, on yksi biotekniikkaa soveltava ala. Myös tekstiili- sekä metsäteollisuus hyödyntävät biotekniikkaa mm. kankaan ja paperimassan valkaisuun entsyymien avulla. Ympäristötekniikka hyödyntää bakteereita vedenpuhdistuksessa ja maataloudessa käytetään bioteknisiä lannoitteita.

Kuvio 2 jakaa Suomessa toiminnassa olevat biotekniikkayrietykset edellä esitettyihin aloihin. Neljä yrietystä toimi kahdella eri sovellusalalla. Nämä yrietykset lisäävät yrietysten kokonaismäärää neljällä, sillä ne on laskettu mukaan kummallekin alalle. Tutkimuspalveluala muodostaa Suomessa kohtalaisen ison osan biotekniikkasektoria, liki 14 % vuonna 2003 toiminnassa olleista yrietyksistä (N=141), on tällä alalla. Siihen kuuluvat yrietykset tuottavat toisille, usein lääkekehitystä harjoittaville yrietyksille tutkimuspalveluita. Toimintaansa aloittelevalle, kansainvälisille markkinoille pyrkivälle biotekniikkayrietykselle tämä voi olla strategia, jonka avulla se saa liikevaihtoa jo alkuvaiheesta lähtien. Alkuvaiheen rahoituksen puutteesta kärsivät yrietykset pystyvät näin pitämään itsensä hengissä ja hyödyntämään yrietyksessä sijaitsevaa inhimillistä pääomaa.

Kuvio 2. Sektorijakauma

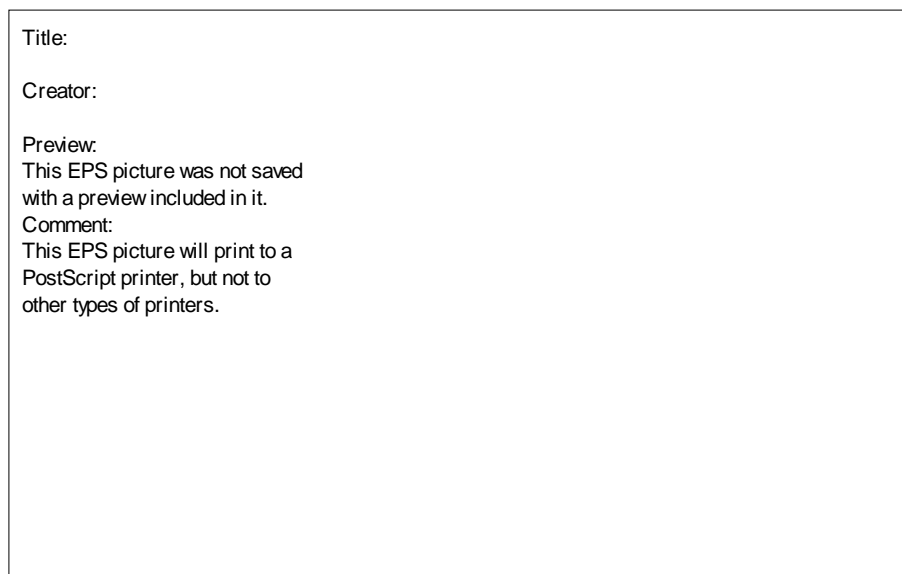


Lähde: ETLAn ja Etlatieto OY:n tietokanta tällä hetkellä toiminnassa olevista suomalaisista biotekniikkayrietyksistä.

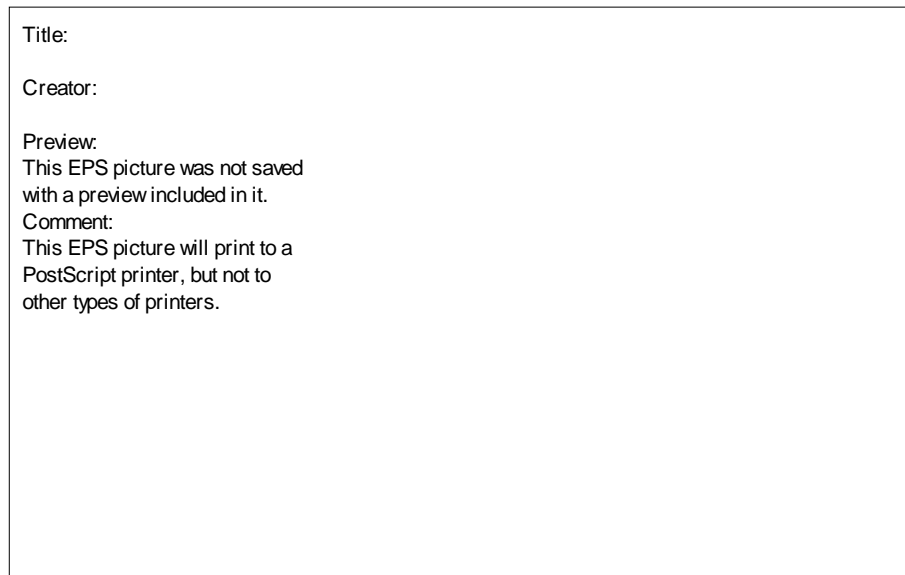
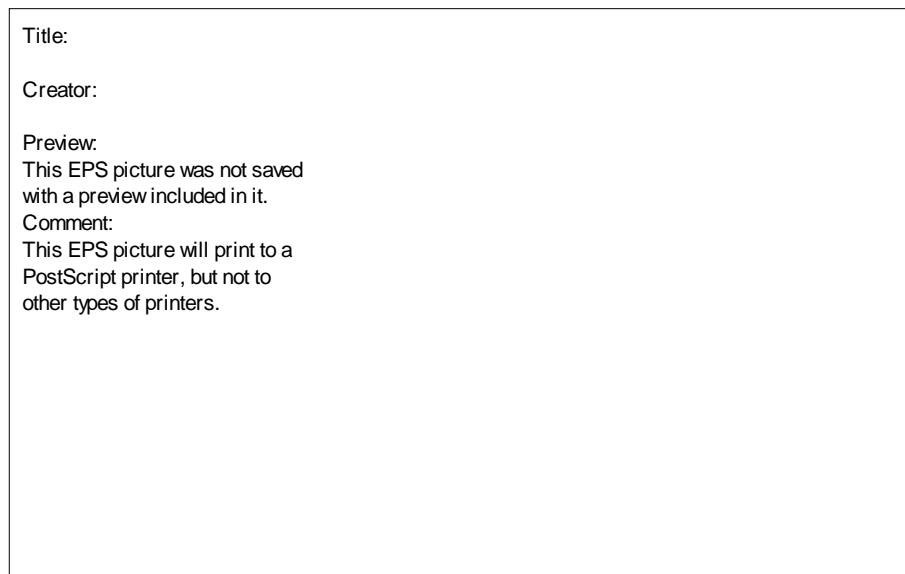
3 Biotekniikkateollisuuden kehitys

Kuvio 3 esittää biotekniikka-alan kehityksen Suomessa perustettujen yritysten lukumäärällä mitattuna perustamisvuosittain. Kuvio alkaa vuodesta 1978, koska tämän jälkeen perustetut yritykset ovat nojautuneet uuteen biotekniikkaan ja sitä ennen perustetut, nyt biotekniikkaa soveltavat yritykset edustavat vanhoja, monitoimialayrityksiä. Suomen biotekniikkasektori lähti kasvamaan huomattavasti nopeammin vasta 1980-luvun lopulta lähtien. Seitsemänkymmentäviisi prosenttia kaikista Suomeen perustetuista yrityksistä, jotka toimivat biotekniikka-alalla, on perustettu vuoden 1990 jälkeen.

Kuvio 3. Perustettujen biotekniikkayritysten lukumäärä vuosittain



Yritysten lukumäärän kasvu heijastanee ensinnäkin panostuksia biotekniikka-alan tutkimukseen. Opetusministeriö alkoi rahoittaa biotekniikan tutkimusta erityisillä ohjelmilla vuodesta 1988 lähtien. Tämä rahoitus on pääosin suunnattu yliopistojen yhteydessä sijaitsevien biokeskusten rahoittamiseen. Vuosina 1998-2000 opetusministeriö panosti näiden keskusten toimintaan noin 13,5 miljoonaa euroa. Suomen Akatemian tutkimusohjelmat, joilla on rahoitettu biotekniikka-alaan liittyvää perustutkimustoimintaa vuosina 1994-2003 ovat olleet suuruudeltaan noin 39 miljoonaa euroa. Tekes puolestaan aloitti ensimmäisen geeniteknikkaohjelmansa jo vuonna 1984 ja on 1990-luvulla rahoittanut alaa useiden teknologiaohjelmien kautta. Sen rahoitus kuitenkin kasvoi merkittävämmäksi vasta 1990 luvulla.

Kuvio 4. Tekesin rahoitus tutkimusorganisaatioille biotekniikka-alalla vuosina 1990-2002**Kuvio 5. Tekesin yritysrahoitus biotekniikka-alalle vuosina 1990-2002**

Oheisena on kuvioissa 4 ja 5 esitetty Tekesin rahoitus biotekniikka-alalle 1990-luvulla. Kuviossa 4 on rahoitus tutkimuslaitosten tai yliopistojen johtamille hankkeille ja alalle suunnattua ns. EU:n aluekehitysrahaa (EAKR), joka periaatteessa voi olla sekä yrityksille että yliopistoille tarkoitettua, mutta jonka arvioidaan tulleen etupäässä jälkimmäiselle ryh-

mälle. Kuviossa 5 on taas esitetty yrityksille suunnatut rahoituspanostukset, joista osa on lainamuotoista. Vuodesta 1997 alkaen myönnettyjen pääomaehtoisten lainojen osuus on kasvanut ripeästi. Koska se ei rasita yritysten taseita, sen merkitys uusien, pienten biotekniikkayritysten kasvulle on todennäköisesti ollut merkittävä.

Tekesin koko panostus biotekniikka-alalle on 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa (28.7. 2003 mennessä) ollut lähes 330 miljoonan euron suuruinen. Kun mukaan luetaan Suomen Akatemian ja Opetusministeriön rahoitus, koko julkinen panostus 1990-luvulla ja osin 2000-luvun alussa on ollut alle 400 miljoonaa euroa. Osa tästä on siis ollut perustutkimukseen suunnattua rahaa, mutta suurin osaa yrityksille tutkimus- ja tuotekehitykseen myönnettyjä avustuksia tai lainoja. Rahan suuruusluokkaa voi arvioida, kun ottaa huomioon, että yhden lääkkeen tutkimus- ja kehittämiskulut kokonaisuudessaan ovat nykyään noin 500-800 miljoonaa euroa⁵. Vastaavasti 3i on kertonut investoineensa biotekniikka- ja terveydenhuoltosektorille yli 500 miljoonaa euroa viimeisten neljän vuoden kuluessa⁶. Vertailun vuoksi todettakoon myös, että Tekesin panostus IT-alalle vuosina 1990-2003 on ollut 1,115 miljardin euron suuruinen.

Biotekniikkayritysten lukumäärän ripeä kasvu 1990-luvulla heijastanee ensimmäisiä tutkimuspanostuksia. Voidaan olettaa, että rahoituksen voimakas kasvu 1990-luvulla on luonut edellytyksiä alan yritystoiminnan edelleen kehittymiselle jatkossa.

Toinen biotekniikkayritysten perustamiseen vaikuttavista tekijöistä on ollut riskirahoituksen saatavuus uusille biotekniikka-alan yrityksille. Tietotekniikka-alan nousun myötä yksityiset pääomamarkkinat kehittyivät maassamme 1990-luvun puolenvälin jälkeen ja toivat rahoitusta myös biotekniikka-alalle 1990-luvun loppupuolella. Sitra on Suomessa ollut erityisasemassa yritysten alkuvaiheen rahoittajana.

Kun tietotekniikka-alan kupla puhkesi vuoden 2001 aikana, tilanne muuttui rahoitusmarkkinoilla. Biotekniikkayrityksistä vain pari ehdittiin viedä julkisille pääomamarkkinoille ennen kuplan puhkeamista. Tällöin oli suuria odotuksia muidenkin yritysten viemiseksi erittäin varhaisissa tuotekehitysvaiheissa (lääkekehitysalalla prekliinisessä vaiheessa) julkisille pääomamarkkinoille. Kuplan puhkeamisen jälkeen tämä ei kuitenkaan ole ollut mahdollista, eivätkä yksityiset pääomasijoittajat ole siten päässeet irtautumaan alan yrityksistä odotustensa mukaisesti. Tästä on

⁵ Arne Gillin, 3i, NeoBio Business & Biotechnology Seminar, October 28, 2003, Helsinki

⁶ Ks. edellinen viite.

ollut seurauksena uusien sijoitusten vaikeutuminen ja uusien yritysten perustamislukujen lasku.

Yksityiset pääomasijoittavat ovat myös tulleet varovaisiksi ja sijoittavat mieluiten jo pitkällä kehityksessä oleviin yrityksiin, jotka ovat jo markkinoilla ja tuottavat tulosta. Sitran lisäksi ei juurikaan ole kotimaisia yrityksen alkuvaiheeseen sijoittavia pääomasijoittajia, eikä Sitrallakaan tule lähitulevaisuudessa olemaan yhtä lailla mahdollisuuksia sijoittaa uusiin kohteisiin sen varojen ollessa sidottu aikaisempiin sijoituksiin. Merkittävin yksittäinen kotimainen biotekniikka-alaan sijoittava pääomarahoitusyhtiö on Bio Fund Management Oy, joka on alun perin irtaantunut Sitrasta. Suomeen sijoittaa myös muutama ulkomainen alan yksityinen pääomasijoittaja, ja mm. Teollisuussijoitus Oy:n ja Sitran strategiana on tällä hetkellä edesauttaa ulkomaisten sijoitusten saantia maahamme.

ETLAn ja Etlätieto Oy:n keräämien tietojen perustella maahamme oli vuoden 2003 puoleenväliin mennessä perustettu 157 biotekniikkayritystä. Yritysten lukumäärä on 139 eli 89 %, kun mukaan otetaan vain vuoden 1978 jälkeen perustetut yritykset. Näistä toiminnassa vuoden 2003 puolivälissä oli 141. Selvitystilassa olevia, konkurssin tehneitä tai muuten lopettaneita yrityksiä on näiden tietojen mukaan vain kahdeksan. Loput kahdeksan yritystä ovat sulautuneet muihin biotekniikkayrityksiin.⁷

Biotekniikkayritysten lukumäärä sinänsä on huono osoitus alan yritystoiminnasta eikä se ei vielä kerro sektorin todellisesta taloudellisesta kehityksestä. Kuten jatkossa tullaan näkemään, suuri osa yrityksistä on pieniä ja merkittävä osa vielä tappiollisia.

4 Biotekniikka-alan maantiede

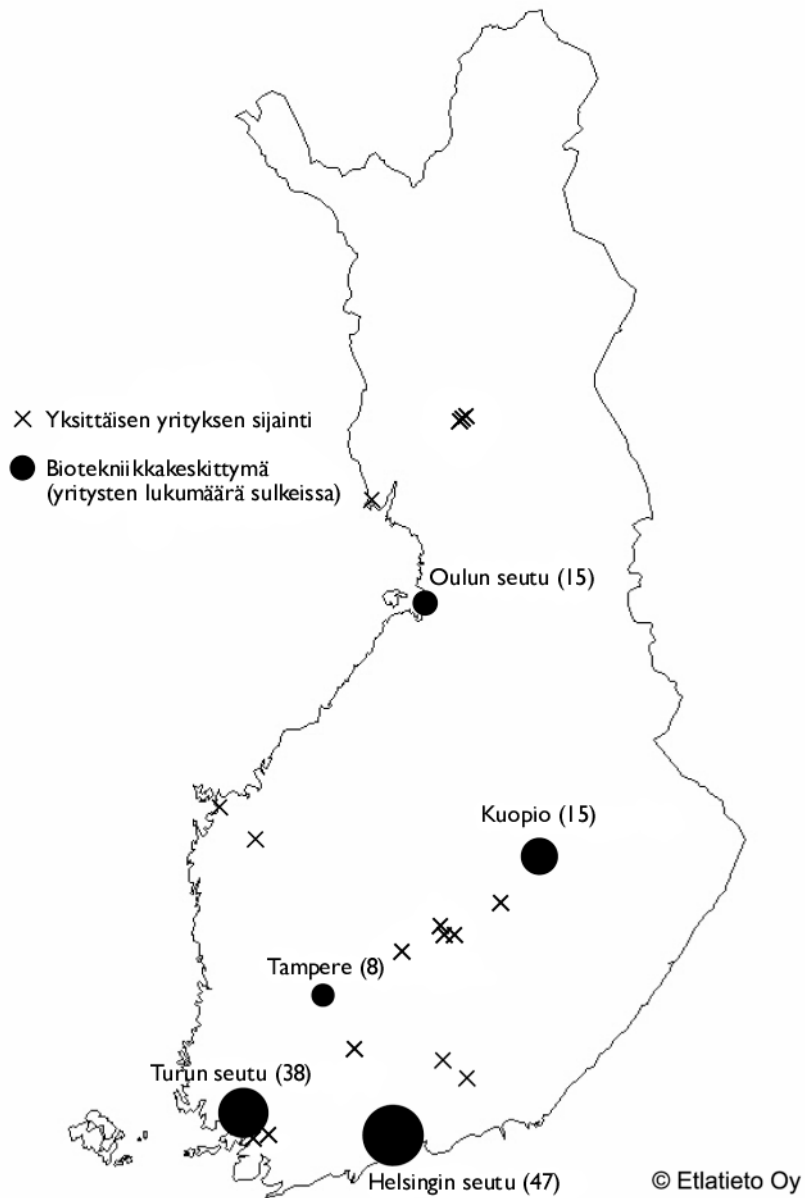
Seuraavalla sivulla olevasta kartasta käy ilmi Suomessa toimivien biotekniikkayritysten sijainti. Suurin yrityskeskittymä sijaitsee Uudellamaalla pääkaupunkiseudulla.

Neljäkymmentäseitsemän biotekniikkayritystä toimii pääkaupunkiseudulla. Merkittävin yksittäinen keskittymä pääkaupunkiseudulla on Viikin tiedepuisto. Myös Helsingin Biomedicumissa sijaitsee muutama yritys. Maan toiseksi suurin yritysryppäs sijaitsee Turussa. Turun 38 yritystä ovat keskittyneet lähinnä Turun biokeskukseen, Biolaaksoon. Oulu, Kuopio ja Tampere edustavat myös bioalan maantieteellisiä keskittymiä vaikkakin ovat huomattavasti pienempiä kuin pääkaupunkiseutu ja Turku.

⁷ Varauksena on todettava, että edellä luvuista voi puuttua joku jo varhaisemmin toimintansa lopettanut yritys.

Yritysten alueellinen keskittyminen ei suinkaan ole syntynyt sattumalta. Kunkin rypäsalueen sydämessä on yliopisto, jossa tehdään biotekniikalle tärkeiden tieteenalojen tutkimusta ja annetaan alan opetusta. Opetusministeriön tukemat biokeskukset on sijoitettu näiden yliopistojen läheisyyteen. Kaikkiaan puolet biotekniikkayrityksistä sijaitsi vuonna 2001 biokeskuksessa tai tiedepuistossa. Biotekniikka on tiedelähtöinen ala, jolla

Kuvio 6. Suomalaisten biotekniikkayritysten maantieteellinen sijainti



yritykset tekevät poikkeuksellisen paljon tutkimus- ja kehittämistyötä ja hyödyntävät yliopistosuhteita uuden tutkimuksen seuraamiseksi ja ovat tutkimusyhteistyössä yliopistojen kanssa. Yrityksistä, jotka sijaitsivat biokeskuksessa tai tiedepuistossa, 43 % oli yhteistyössä samassa keskuksessa sijaitsevan yliopiston tai tutkimuslaitoksen kanssa, kun taas 88 % niistä teki yhteistyötä yliopistojen tai tutkimuslaitosten kanssa yleensä.

Yliopistot tuottavat yrityksille myös korkeasti koulutettua työvoimaa. Näin keskittyminen vahvistaa yritysten kilpailukykyä osaamis pohjan vahvistumisen kautta ja tekee alueesta samalla yhä houkuttelevamman uusien yritysten perustamiselle. Biokeskusten tarjoamat tilat, jotka on suunniteltu laboratoriotiloja vaativan alan tarpeisiin, ovat myös yksi niiden tarjoama etu ja houkutin yritysten sijoittumiseen niille. Myös biokeskusten tarjoamat palvelut ovat ETLAn yrityshaastattelujen mukaan niiden etuja. Yritysten välisiä synergiaetuja sen sijaan ei synny useinkaan vastoin monia ennako-odotuksia.

Kuten kuvion 6 kartasta näkyy, Suomessa on viisi paikkakuntaa, joissa on bioyritysten keskittymä. Tätä pidetään ETLAn tekemien haastattelujen perusteella melko korkeana lukuna ottaen huomioon alan yritys-joukko ja tutkimusryhmien lukumäärä Suomessa. Ala hyötyisi suuremmasta keskittämisestä.

5 Työllistäminen

Bioteknikka-alan työllistämisvaikutus ei vielä ole kovinkaan suuri verrattuna perinteisempiin aloihin. Yhteensä ala työllistää noin 15.000 työntekijää, kun mukaan lasketaan myös suuret lääke- ja elintarvikeyritykset, jotka ovat laajalti aktiivisia muillakin kuin biotekniikka-aloilla. Jos tarkastellaan ainoastaan biotekniikkaan keskittyneitä yrityksiä työntekijöiden määrä putoaa runsaaseen kahdeksaantuhanteen. Pienet ja keskisuuret yritykset taas työllistävät ainoastaan 1700 työntekijää⁸. Merkittävä ero muihin teollisuudenhaaroihin verrattuna on kuitenkin työvoiman laatu ja koulutustaso. Tutkimus- ja tietämysintensivisyydestä johtuen työvoima on hyvin korkeasti koulutettua. Asiaa kuvaa hyvin tunnusluku, jolla mitataan tohtorikoulutuksen saaneiden työntekijöiden osuutta alan koko työvoimasta. Mikäli myös suuret, monialaiset yritykset lasketaan mukaan, yhdessä biotekniikkayrityksessä keskimäärin neljännes on tohtoreita. Tarkasteltaessa

⁸ Pienten ja keskisuurten yritysten määritelmä noudattaa EU:n virallista määritelmää, jonka mukaan yritys ei enää kuulu p&k -yritysten joukkoon, mikäli se täyttää vähintään kaksi seuraavista kriteereistä: (i) Liikevaihto > 40 mil. EUR, (ii) työntekijöitä > 250, (iii) taseen loppusumma > 27 mil. EUR.

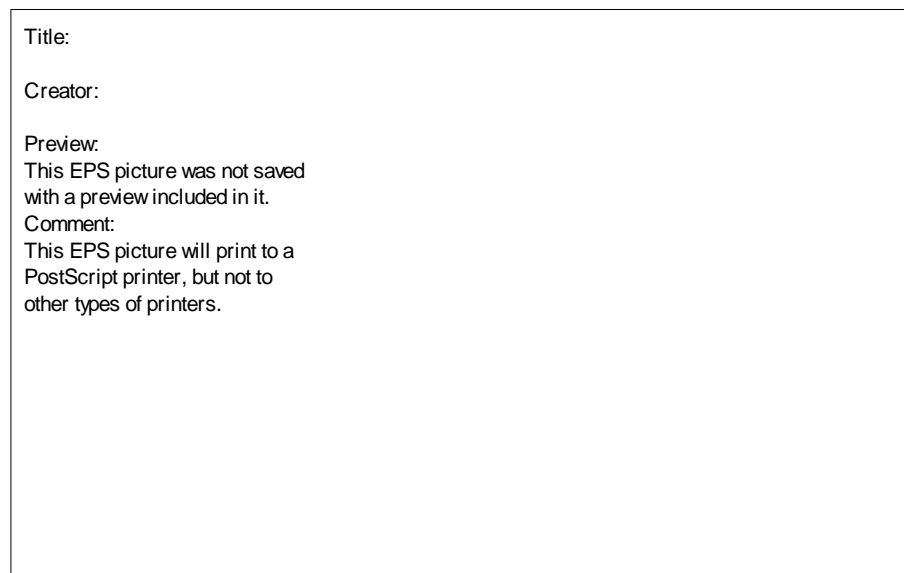
pk-yrityksiä tohtoreita on keskimäärin liki kolmannes (Hermans & Luukkonen, 2002).

Biotekniikka-alan liiketoiminnan luonne asettaa siis suuria vaatimuksia työntekijöiden pätevyyden suhteen. Ala ei suinkaan rekrytoi työvoimaa samansuuruisesta joukosta kuin perinteiset teollisuuden alat, vaan joutuu pärjäämään huomattavasti suppeammalla tarjonnalla. Uusimmista eli vuonna 1997 ja sen jälkeen perustetuista yrityksistä lähes 20 % on todennut koulutetun työvoiman tarpeen tuottaneen niille ongelmia (Hermans & Luukkonen, 2002; Tahvanainen, 2003).

6 Tutkimus- ja kehittämistoiminta

Tutkittaessa tutkimus- ja kehitysintensiivisyyttä (t&k-intensiivisyyttä) iän mukaan vanhemmat ja kypsemät yritykset osoittautuvat vähemmän t&k-intensiivisiksi kuin nuoremmat. Tämä on seurausta siitä, että nuoret yritykset ovat vasta kehittämässä tuotteitaan ja niiden toiminta saattaa olla jopa pelkästään tutkimus- ja kehittämistyötä. Silti vanhempien yritysten euromääräinen kokonaispanostus tutkimus- ja kehitystoimintaan on huomattavasti suurempi. Ennen vuotta 1991 perustetut yritykset panostivat tutkimus- ja kehityshankkeisiin yhteensä noin 160 miljoonaa euroa vuonna 2001. Nuoremmat yritykset panostivat alle 100 miljoonaa euroa samaan tarkoitukseen. Toisin sanoen vanhimpien yritysten t&k-volyymi oli suu-

Kuvio 7. Yhteistyökumppanit tutkimus- ja kehittämistyössä



rempi, mutta intensiteetti alhaisempi kuin yrityksillä, jotka on perustettu vuosina 1991-2001. Yhdelläkään ennen vuotta 1991 perustetuista yrityksistä ei ollut yli 70 %:n tutkimus- ja kehitysintensiteettiä. Moni nuorempi yritys kuitenkin ylitti tämän asteen.

Tässä yhteydessä tutkimus- ja kehittämismenoja on verrattu yrityksen kokonaismenoihin sen vuoksi, ettei kaikilla yrityksillä ollut vielä liikevaihtoa. Sen sijaan OECD:n t&k-intensiteettimääritelmä edellyttää vertailua liikevaihtoon. Määritelmällisistä eroista huolimatta olemme karkeasti verranneet laskemiamme biotekniikkayritysten tunnuslukuja kaikkiin Suomessa toimiviin pk-yrityksiin. Ero t&k-intensiteetissä on huomattava. Yli puolet suomalaisista pk-yrityksistä ei harjoita t&k-toimintaa lainkaan. Vain noin 6 % suomalaisista pk-yrityksistä raportoi, että niiden t&k-panostukset ylittivät 10 % liikevaihdosta (Hyytinen ja Pajarinen, 2002). Vastaavasti lähes 80 % biotekniikkayrityksistä ilmoitti t&k-kustannustensa ylittävän 10 % niiden kokonaiskustannuksista (Hermans ja Tahvanainen, 2002).

Edellä on jo raportoitu biotekniikkayritysten tiivistä yhteistyötä ympäröivän biokeskuksen tai tiedepuiston yhteydessä sijaitsevan yliopiston kanssa. ETLAn ja Etlatieto Oy:n kyselyn mukaan 85 % kaikista biotekniikkayrityksistä tekee tutkimusyhteistyötä yliopistojen tai tutkimuslaitosten kanssa, mikä kuvastaa alan riippuvuutta uusimmista tutkimustuloksista. Yritykset tekevät tutkimusyhteistyötä myös muiden yritysten kanssa. 77 % kyselyyn vastanneista tekee tutkimusyhteistyötä jonkin toisen yrityksen kanssa.

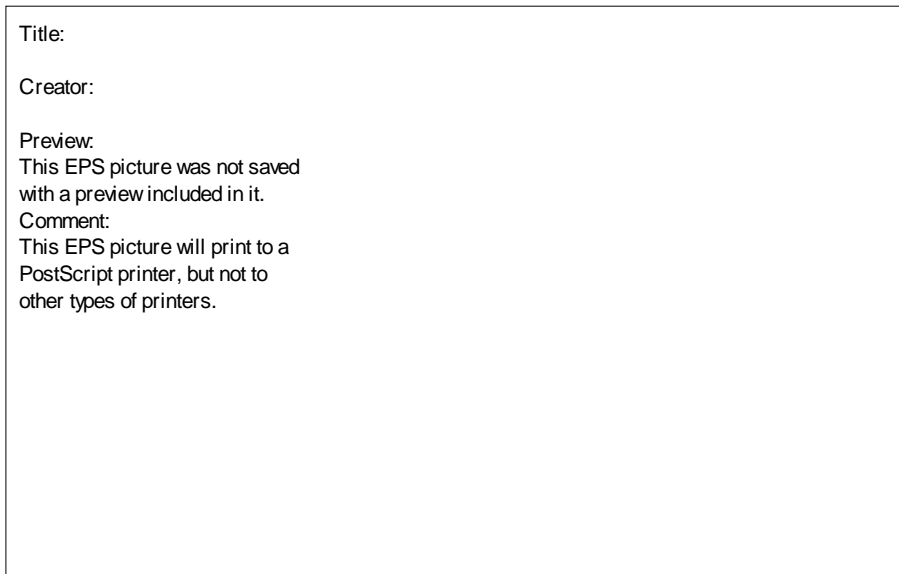
Erityyppisistä yrityksistä asiakkaat ovat tavallisimpia yhteistyökumppaneita tutkimus- ja kehittämistyössä. Runsas tutkimusyhteistyö sekä yliopistojen ja tutkimuslaitosten että asiakkaiden kanssa on yhdensuuntainen tutkimustulosten kanssa, joiden mukaan nämä kaksi ryhmää ovat tavallisimpia tiedonlähteitä korkean teknologian yrityksille (Arundel & Geuna, 2000).

Vanhimmat yritykset tekevät jonkin verran enemmän yhteistyötä muiden yritysten kanssa kuin nuoremmat yritykset, mikä heijastanee sitä, että niiden tuotteet ovat jo markkinoilla (kuvio 7). Niillä on suhteellisesti myös enemmän tutkimusyhteistyötä ulkomaisten kumppaneiden kanssa kuin nuoremmilla yrityksillä.

7 Liikevaihto, voitollisuus ja tulonodotukset

Varsinkin uudet yritykset ovat vielä niin varhaisessa vaiheessa liiketoiminnallista elinkaartansa, etteivät ansaitse suuria summia liikevaihtoa

Kuvio 8. Suomalaisen bioteknologiyritysten liikevaihtojakauma

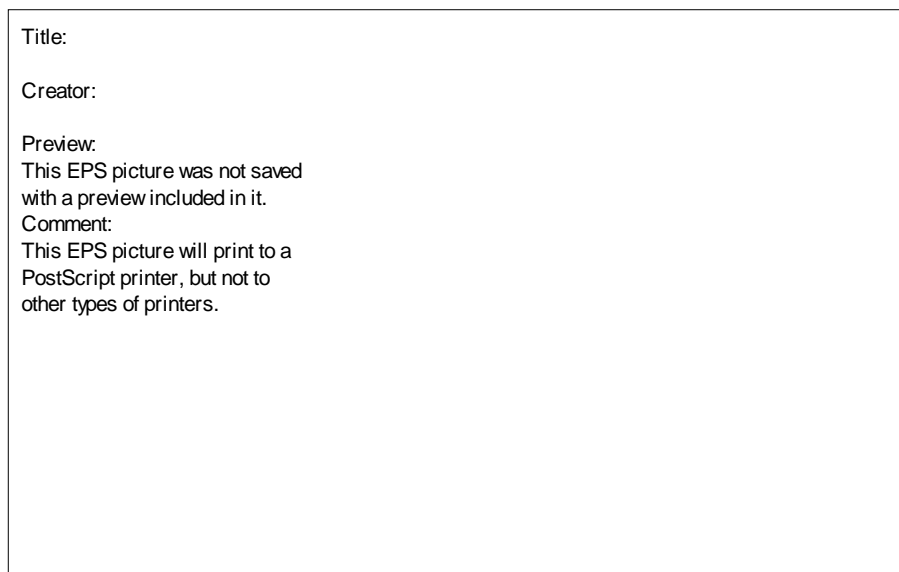


(kuvio 8), ja osalla niistä ei ole lainkaan liikevaihtoa. Sen sijaan osa vanhemmista yrityksistä tuottaa liikevaihtoa jo merkittävämmiin. Liikevaihtojakauma on vino varsinkin jos sitä verrataan kaikkiin Suomen pk-yrityksiin yleisesti (Hermans & Luukkonen, 2002).

Yritysten liikevaihdon kasvuodotukset ovat kuitenkin varsin korkeat biotekniikka-alalla. Yleistäen voi todeta, että odotukset ovat sitä korkeammat, mitä nuorempi yritys on (taulukko 2). Vanhemmat yritykset ovat kuitenkin jo kyenneet hyödyntämään markkinapotentiaaliinsa, koska ne ovat toimineet liiketoiminta-alueillaan jo ennen biotekniikan esiintuloa. Eivät pelkästään nuorimmat, vaan myös vanhimmat yritykset (perustettu ennen v. 1991) odottavat suurempia kasvuasteita kuin yritykset Suomen kansantaloudessa yleisesti.

Taulukko 2. Odotettu vuotuinen liikevaihdon kasvuaste keskimäärin (painotettu yrityskoon suhteen)

	<i>Odotettu vuotuinen liikevaihdon kasvuaste (5 vuotta)</i>
Perustettu ennen 1991	7 %
Perustettu 1991-1996	53 %
Perustettu 1997-2001	114 %
Yhteensä	10 %

Kuvio 9. Suomalaisen biotekniikkayritysten kannattavuusjakauma

Suuri osa yrityksistä, jotka on perustettu vuosien 1991 ja 2001 välisenä aikana, osoitti tappioita. Mikäli liikevaihto on pieni tai puuttuu kokonaan, ei voitollisuus voi olla kovinkaan suurta. Tämänkaltaisten yritysten henkinjääminen riippuu siitä, kykenevätkö ne toteuttamaan korkeat kasvuodotuksensa. Odotetusti vanhimpien yritysten joukossa on suhteellisesti eniten yrityksiä, joilla on kohtuullisesti voittoa.

8 Vienti

Vienti biotekniikka-alalla muodostaa huomattavan osan liikevaihdosta. Suuret yritykset mukaan laskettuna noin 40 % koko alan yhteenlasketusta myynnistä on suunnattu ulkomaille. Jos keskitytään tarkastelemaan vain biotekniikkaan keskittyneitä yrityksiä (N=78 kyselyaineistossa, jossa kokonaisvastausten määrä oli 84), prosentti nousee lähes kahdeksänkymmeneen. Tämä varsin korkea viennin osuus myynnistä heijastaa toisaalta suhteellisen pieniä kotimaan markkinoita ja toisaalta bioteknisten tuote- ja palvelumarkkinoiden globaalia luonnetta. Pitkän ja kalliin kehitysprosessin aiheuttamia kustannuksia ei missään nimessä saada katettua pienillä kotimaisilla markkinoilla, etenkin mikäli kysymyksessä on hyvin erikoistunut tuote tai palvelu, joka on suunnattu hyvin spesifiin käyttöön ja jopa maailmanlaajuisesti pienelle kohderyhmälle. Tästä johtuen biotekniikkayritykset suuntautuvat jo perustamisvaiheesta lähtien kohti globaaleja markkinoita.

Kuvio 10. Vienti

<p>Title:</p> <p>Creator:</p> <p>Preview: This EPS picture was not saved with a preview included in it.</p> <p>Comment: This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.</p>
<p>Title:</p> <p>Creator:</p> <p>Preview: This EPS picture was not saved with a preview included in it.</p> <p>Comment: This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.</p>
<p>Title:</p> <p>Creator:</p> <p>Preview: This EPS picture was not saved with a preview included in it.</p> <p>Comment: This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.</p>

Kuvio 10 kuvaa vienti-intensiteettiä, joka muodostuu viennin suhteesta kokonaismyyntiin. Yhteensä 67 % yrityksistä ETLAn ja Etlatieto OY:n kyselyaineistossa ilmoitti harjoittavansa vientiä. Kielteisesti vastanneita oli

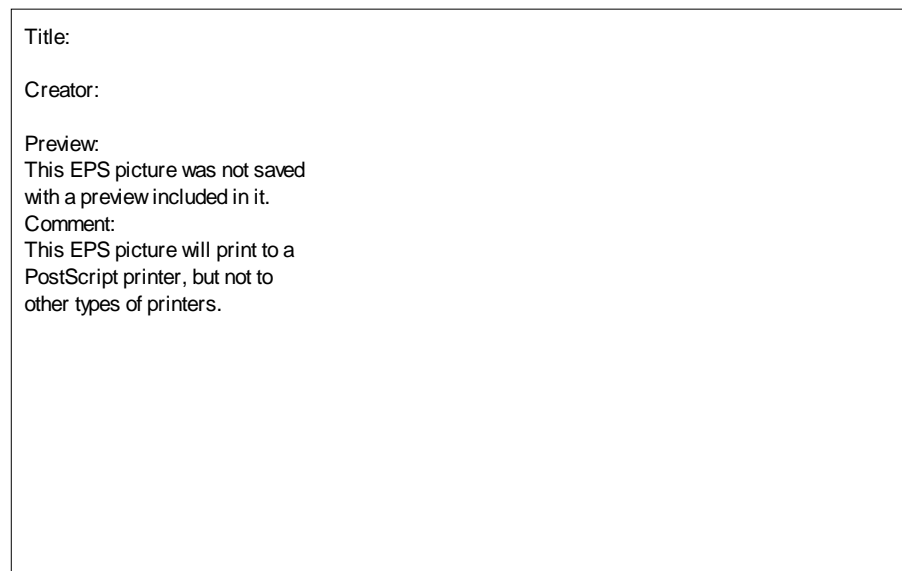
eniten nuorimpien, vuoden 1997 jälkeen perustettujen yritysten ryhmässä. Tämä heijastanee sitä, ettei niillä ollut vielä niin usein myyntiä (24 %:lla ei ollut lainkaan). Yli 60 % kaikista yrityksistä odottaa viennin ylittävän 50 %:n rajan kokonaisymyynnistä vuoteen 2006 mennessä. Jopa vanhimmat, ennen vuotta 1991 perustetut yritykset odottavat vienti-intensiteetin kasvavan kyseisen periodin aikana. Kasvua tullaan siis selvästi hakemaan kotimaan markkinoiden ulkopuolelta, etenkin nuorimpien yritysten kohdalla.

9 Asiakaskunta ja markkinat

Yleisesti katsottuna kemiallinen teollisuus kokonaisuudessaan muodostaa biotekniikkasektorin tärkeimmän asiakasryhmän. Monia biokemiallisia innovaatioita hyödynnetään esimerkiksi lääkekehityksessä ja kemiallisissa prosesseissa yhtä lailla kuin myös diagnostiikassa ja muilla aloilla. Erityisesti lääkekehitys osoittautuu tärkeimmäksi yksittäiseksi asiakasryhmäksi kaikille ikäryhmille (ks. kuvio 11).

Terveydenhuolto, diagnostiikka ja muut palvelut ovat tärkeitä markkinoita etenkin vanhimmille, ennen vuotta 1991 perustetuille biotekniikkayrityksille ja niillä toimivat yritykset muodostavat tärkeän asiakasryhmän miltei puolelle kaikista biotekniikkayrityksistä. Elintarvikeala (ml. rehut) edustaa myös huomattavaa asiakasjoukkoa. Toisaalta maa- ja metsätalous häviävät tärkeydessään muille, sillä vain harvat biotekniikkayritykset ilmoittavat nämä asiakkaikseen.

Kuvio 11. Biotekniikkayritysten asiakkaat



Kuvio 12. Suomalaisen biotekniikan vientialueet

<p>Title:</p> <p>Creator:</p> <p>Preview: This EPS picture was not saved with a preview included in it.</p> <p>Comment: This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.</p>
<p>Title:</p> <p>Creator:</p> <p>Preview: This EPS picture was not saved with a preview included in it.</p> <p>Comment: This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.</p>
<p>Title:</p> <p>Creator:</p> <p>Preview: This EPS picture was not saved with a preview included in it.</p> <p>Comment: This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.</p>

Euroopan unioni on suomalaisten biotekniikkayritysten tärkein vientialue (ks. kuvio 12). 61 % yrityksistä ilmoitti harjoittavansa vientiä EU:n alueelle. Tämä ei poikkea juurikaan yleisistä Suomen teollisuuden vientiä

koskevista tilastoista, sillä EU on Suomelle tärkein vientialue. Yli 90 % biotekniikkayrityksistä suunnittelee vientiä EU:n alueelle vuoteen 2006 mennessä. Vuoden 2001 lopulla 35 % yrityksistä harjoitti vientiä Pohjois-Amerikkaan. Aasia muodosti myös merkittävän vientialueen (26 % yrityksistä). 26 % yrityksistä kohdisti vientiä myös muualle maailmaan. Vanhimmat, ennen vuotta 1991 perustetut yritykset raportoivat laajemmista vientimarkkinoista kuin muut yritysikäluokat. Toisaalta nuoremmat yritykset odottivat vientinsä kasvavan ja vientialueensa laajenevan.

Suuret myynnin kasvuodotukset perustuvat lähinnä nopeaan bioteknisten tuotteiden ja palveluiden kysynnän globaaliin kasvuun. Jotta voitaisiin vastata maailmanlaajuisten markkinoiden jatkuvasti vaihtuviin tarpeisiin, tulee varsinkin nuorten yritysten kehittää tuotteitaan ja palveluitaan huomattavasti pidemmälle. Bioteknisen tuotannon kasvupotentiaalista on toteutettu vasta hyvin pieni osa. Korkea tutkimus- ja kehityksintensiteetti indikoi, että monet tuotteet ovat edelleen kehitysvaiheessa eikä tuotteita ole vielä viety markkinoille.

10 Lopuksi

Suomen biotekniikkateollisuus on vielä nuorta ja liiketoimintansa alkuvaiheessa. Biotekniikka-ala on hyvä esimerkki uudesta teknologia-alasta, jolla toiminnan alkuvaiheessa uudet innovaatiot kaupallistetaan pääosin uusien yritysten perustamisen kautta. Kehitykseen kuitenkin kuuluu se, että alan yritys kentässä tapahtuu suuria muutoksia. Vain osa pienyrityksistä kasvaa itsenäisinä ja valtaosa päättyy yrityskauppojen ja fuusioiden kautta osaksi suurempia yrityksiä (Koski et al., 2002). Osa yrityksistä väistämättä katoaa esimerkiksi vararikkojen kautta osana alan muutoksia, ja elinkelpoiset yritykset ja innovaatiot jäävät eloon. Tällainen toimialadynamiikka on ollut olennainen piirre myös Suomen elektroniikkateollisuuden kehityksessä (Lovio, 1993).

Edellä olevan mukaisesti tässä raporttoimamme yritys kenttää tulee näkemään paljon muutoksia tulevina vuosina. Toistaiseksi olemme nähneet enemmän uusien yritysten perustamisia kuin alalta poistumisia, sillä biotekniikka-ala on vasta aivan kehityksensä alkupäässä. ”Luova tuho” on kuitenkin oleellinen osa toimialojen ja talouden kehitystä, jossa tehokkaimmat yritykset jäävät eloon, ja jatkossa myös tällä alalla on odotettavissa suuriakin yritys kentän myllerryksiä.

Lähteet

- Arundel, A. & Geuna, A. (2000). Does Localisation Matter for Knowledge Transfer Among Public Institutes, Universities and Firms? Paper presented at the 8th Schumpeter Conference Change, Development and Transformation. University of Manchester, Manchester, 28 June-1 July, 2000.
- Hermans, R. & Luukkonen, T. (2002). Findings of the ETLA Survey on Finnish Biotechnology Firms. Discussion Papers, No. 819, The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.
- Faulkner, W. & Senker, J. (1995). Knowledge Frontiers – Public Sector Research and Industrial Innovation in Biotechnology, Engineering, Ceramics, and Parallel Computing. Oxford: Clarendon Press.
- Hyytinen, A. & Pajarinen, M. (2002). Small Business Finance in Finland – A Descriptive Study. Discussion Papers No. 812, The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.
- Koski, H., Rouvinen, P. & Ylä-Anttila, P. (2002), Tieto ja talous: Mitä ”uudesta taloudesta” jäi. Helsinki: Edita, Helsinki (Sitra 253).
- Kreiner, K. & Schoultz, M. (1993). Informal Collaboration in R&D. The Formation of Networks Across Organizations. *Organisation Studies* 14/2.
- Kuusi, H. (2001). Finland a European Leader in Biotechnology. *Kemia-Kemi*, Vol. 28, No. 6, p. 432-437.
- Lievonen, J. (1999). Technical Opportunities in Biotechnology, Technical Research Centre of Finland (VTT). Group of Technology Studies, Working Papers 43/99.
- Lovio, R. (1993), Evolution of Firm Communities in New Industries – The Case of the Finnish Electronics Industry. Helsinki: Helsinki School of Economics and Business Administration (Series A: 92).
- Luukkonen, Terttu (2004), Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa, tässä kirjassa.
- McKelvey, M., Alm, H. & Riccaboni, M. (2003). Does Co-location Matter for Formal Knowledge Collaboration in the Swedish Biotechnology-pharmaceutical Sector? *Research Policy*, 32, 3, 483-501.
- Ramani, S. & Jolly, D. (1996). Technology Creation in the Biotechnology Sectors: The French connection. *International Journal of Technology Management*, Special Issue on Resources for SME Innovation, Vol. 12, Nos. 7/8, 830-848.
- Shan, W. & Hamilton, W. (1991). Country-specific Advantage and International Co-operation. *Strategic Management Journal* 12, 6, 419-432
- Shan, W. & Walker, G. (1994). Interfirm Co-operation and Start-up Innovation in the Biotechnological Industry. *Strategic Management Journal* 15, 5, 387-394.

- Tahvanainen, A. (2003). Academic Entrepreneurship in Biotechnology – A Portrait of Firm Characteristics. Discussion Papers No. 864, The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.
- Tulkki, P., Järvensivu, A., Lyytinen, A. (2001). The Emergence of Finnish Life Sciences Industries. Sitra Reports series 12, 10-79.

Liite. Biotekniikan sukupolvet

Biotekniikka hyvin laajasti käsitettynä on vanha ilmiö. Biotekniikan kehitys voidaan jaotella kolmeen eri sukupolveen, joista ensimmäisen juuret riittävät tuhansiakin vuosia ajassa taaksepäin (Tulkki, Järvensivu, Lyytinen, 2001). Ensimmäisen sukupolven biotekniikka ei ollut tiedelähtöistä, vaan hyvin luonnonläheisiä menetelmiä ja organismien luontaisia ominaisuuksia hyväksi käyttävää soveltamista arkiaskareissa. Jo muinaiset egyptiläiset hyödynsivät eläviä organismeja (hiivaa) pannesaan olutta tai kohottaessaan leipätaikinaa.

Toisen sukupolven biotekniikan alku voidaan ajallisesti sijoittaa 1940-luvulle, jolloin yllämainittuja menetelmiä alettiin hyödyntää teollisuuden prosesseissa suuressa mittakaavassa. Kokonaisia tuotantoprosesseja saatettiin korvata bioteknisillä menetelmillä ja täysin uusiakin prosesseja luotiin, joita perinteisin keinoin ei olisi voitu toteuttaa teollisessa mittakaavassa. Toisen sukupolven uusista menetelmistä voidaan luetella esimerkkinä biokatalyyysi ja tiettyjen reaktioprosessien käynnistäminen esimerkiksi entsyymien avulla.

Vasta kolmannen sukupolven biotekniikka edustaa sitä teknologiaa, jota tarkoitetaan, kun tänä päivänä yleisesti puhutaan biotekniikasta. Tästä sukupolvesta käytetään myös nimitystä moderni tai uusi biotekniikka. 1970-luvulla tapahtuneet tieteelliset läpimurrot mahdollistivat elävien organismien geeniperimän manipuloinnin ja siirron organismista toiseen (puhutaan DNA-rekombinaatiosta tai uudelleen yhdistymisestä). Kolmannen sukupolven tuoman teknologian myötä biotekniikka ei rajoitu pelkästään hyödyntämään olemassa olevia ja luonnossa esiintyviä organismeja ja niiden tuotoksia erilaisissa prosesseissa kuten tapahtui aiempien sukupolvien aikana, vaan se kykenee muokkaamaan näiden organismien ominaisuuksia halutunlaisiksi geenimanipulaation avulla. Näin muunneltuja organismeja kutsutaan kansainvälisessä kirjallisuudessa GMO:ksi (Genetically Modified Organism).

Sukupolvesta toiseen biotekniikka on muuttunut yhä tiedelähtöisemmäksi. Siinä missä hiivan vaikutus leipätaikinaan keksittiin mitä todennäköisimmin sattumalta, vaatii kolmannen sukupolven biotekninen innovaatio parhaimmassa tapauksessa vuosikymmenen mittaista tuloshakuista tutkimustyötä, joka tapahtuu poikkitieteellisessä ja monikansallisessa verkostossa. Edellytetty tietämyksen syvyys ja laajuus ovat kasvaneet huomasti sukupolvien vaihtuessa. Tämä näkyy nykyajan biotekniikkayritysten vahvoissa akateemiseen tutkimusympäristöön kiinnittyneissä juurissa.

Uuden teknologiasukupolven synty ei tarkoita sitä, että edellinen väistyisi tai lakkaisi olemasta. Kaikki sukupolvet ovat tänä päivänä edustettuina bioteknologia-alalla, joskin ensimmäisen sukupolven sovelluksia pidetään jo niin geneerisinä, ettei niitä useimmiten lasketa biotekniikka-käsitteen alle kuuluviksi.

3 Suomen teollisuuden seuraava läpimurto? Uuden biotekniikan vertailu tietotekniikka- alaan*

Terttu Laukkonen ja Christopher Palmberg

1 Johdanto

Suomessa on viimeisen vuoden ajan keskusteltu julkisuudessa varsin runsaasti biotekniikka-alan kehityksestä ja on kysely, milloin alalla tehdään kaupallinen läpimurto. On kysely sitä, milloin julkiset panostukset alalle alkavat tuottaa työpaikkoja ja taloudellista kasvua. Biotekniikkaa on rahoitettu julkisin varoin erityisohjelmien kautta jo 1980-luvulta lähtien; tämä on koskenut nimenomaan alan tutkimus- ja kehittämistoimintaa. Merkittävämpi kasvu julkisessa rahoituksessa on kuitenkin tapahtunut vasta 1990-luvulla. Julkinen rahoitus alalle runsaan kymmenen vuoden aikana on hieman alle 400 miljoonaa euroa. Tässä luvussa on mukana yliopistojen yhteyteen perustettujen biokeskusten tuki. Kuten tämän kirjan luvussa 2 on osoitettu, biotekniikka-alan yritysten lukumäärä on kasvanut ripeästi 1990-luvulla ja varsinkin sen loppupuolella. Yritykset ovat kuitenkin monilta osin tappiollisia, ja niiden tuotekehitysprosessit ovat kesken. Se, että biotekniikka ei ole kehittynyt yhtä nopeasti kuin on odotettu, ei ole pelkästään suomalainen ilmiö, vaan havaittavissa myös muissa maissa ja erityisesti Euroopassa.

Tässä luvussa pohditaan, onko Suomella mahdollisuuksia kehittää biotekniikassa läheskään samanlaista menestystä kuin mitä on ollut tieto- ja viestintäteknikan⁹ (ICT) alalla. Huomiota kiinnitetään tekijöihin, jotka vaikuttavat koko alan kehitykseen, kuten mahdollisiin ongelmiin biotekniikan tutkimustulosten kaupallistamisessa. Biotekniikkaa verra-

* Tekijät kiittävät Pekka Ylä-Anttilaa, Mika Pajarista ja Petri Rouvista lukua koskevista kommentteista.

⁹ Jatkossa lyhyiden vuoksi puhutaan pelkästään tietotekniikasta.

taan tietotekniikka-alaan. Vertailua puoltaa se, että kumpikin on erittäin tutkimusintensiivinen ja edustaa ns. geneerisiä teknologioita, joilla on sovellusmahdollisuuksia monilla muilla aloilla. Niihin kohdistuu myös suuria kaupallisia odotuksia, jotka tietotekniikan osalta ovat toteutuneet varsin pitkälle. Vertailua vaikeuttavat alojen erot koossa ja kehitysas- teessa.

Alojen vertailussa käytetään apuneuvona ns. osaamiskeskittymä- käsitettä (competence bloc). Lyhyesti kuvattuna se määrittää toimijat ja toiminnalliset osaamistekijät, joita uusien teknologioiden laaja-alainen kaupallistaminen ja teollinen hyväksikäyttö edellyttävät (Eliasson ja Eliasson, 1996).

2 Teknologiset järjestelmät, osaamiskeskittymät ja teollinen dynamiikka

Taloudellista kasvua voidaan kyllä kuvata, muttei täysin selittää makro- tasolla (Carlsson & Eliasson, 2001). Kasvuteoria – neoklassisessa muo- dossaan – ei kiinnitä huomiota taloudellisen kasvun organisatorisiin ja institutionaalisiin piirteisiin, jotka eroavat teollisuuden- ja teknologia- alojen kesken. Sen sijaan innovaatio- ja teknologiatutkimus korostaa näiden piirteiden tärkeyttä silloin, kun halutaan selittää taloudellista kasvua (esim. Edquist, 1997). Edellä viitattu osaamiskeskittymän käsite (competence bloc) (Eliasson & Eliasson, 1996) on yksi tapa eritellä näi- tä tekijöitä.

Taustalla on näkemys, että talous kehittyy kokeellisesti. Teollisuu- denalat ja kansantaloudet kehittyvät, kukoistavat ja taantuvat erilaisten ideoiden kokeilun ansiosta; osa ideoista johtaa uusiin teknologioihin, keksintöihin ja läpimurtoinnovaatioihin, kun taas osa epäonnistuu ja karsiutuu pois. Perusolettamuksena on, ettei kasvulla ole rajoituksia ideoiden määrän suhteen. Taloudessa tapahtuu alinomaa uusien tekno- logisten mahdollisuuksien etsintää ja oppimista. Tavoitteena on muun- taan edes pieni osa uusista ideoista toimiviksi liikeajatuksiksi. Tällainen ajattelu on luonteeltaan ns. evolutionääristä (Nelson & Winter, 1982). Evolutionäärisen näkemyksen mukaan teknologista muutosta tapahtuu uusien ideoiden moninaisuuden myötä niiden valikoitumisen kautta. Lupaavimmat – eivät aina teknologisesti parhaat – ideat valikoituvat kaupallisiksi menestyksiksi markkinakilpailun kautta. Yritykset joutuvat näin ollen sopeuttamaan uusien ideoiden etsimis-, oppimis- ja tutki- musprosessejaan, jotta ne voisivat vastata markkinoiden haasteeseen.

Tässä yhteydessä on hyödyllistä tutustua myös teknologisen systeemin käsitteeseen. Keksinnöt ja innovaatiot sekä yritykset ja teollisuudenalat kehittyvät organisatorisessa ja institutionaalisessa ympäristössä, joka edesauttaa – tai ehkäisee – ko. teknologioiden kehittymistä. Teknologiseen järjestelmään kuuluu erilaisia toimijaverkostoja, kuten esimerkiksi yrityksiä, yliopistoja, tutkimuslaitoksia ja muita yksityisiä tai julkisia toimijoita (Carlsson & Eliasson, 2001). Tieto- ja viestintä- sekä biotekniikka ovat esimerkkejä teknologisista järjestelmistä.

Tässä luvussa kiinnitetään huomiota kuitenkin osaamiskeskittymiin. Osaamiskeskittymä kattaa hieman eri asioita kuin teknologinen järjestelmä, mutta ne ovat osin päällekkäisiä. Osaamiskeskittymä voidaan määritellä tehtäviksi, joita tulee tehdä, jotta yritykset ja teollisuudenalat pääsevät kehittymään ja sitä kautta edistämään taloudellista kasvua. Osaamiskeskittymä vaikuttaa uusien teknologioiden kaupalliseen menestykseen parhaiden ideoiden valikoitumisen kautta. Se voidaan ymmärtää kriittisten tekijöiden kokonaisuudeksi, joka vaikuttaa teknologisten mahdollisuuksien muuntamiseen toimintakykyisiksi liiketoiminnoiksi.

Osaamiskeskittymään kuuluu useita ulottuvuuksia. Se, onnistuuko osaamiskeskittymä tuottamaan kaupallista menestystä uusille teknologioille, riippuu viime kädessä asiakkaiden valinnoista markkinoilla. Asiakkaiden merkitystä korostetaan useissa samanhenkisissä analyyseissä lähtien kauppaa koskevasta teorianmuodostuksesta (esim. Burenstam-Linder, 1962; Fagerberg, 1992) ja Porterin klusterianalyysistä (1990) kansallista innovaatiojärjestelmää koskevaan kirjallisuuteen asti (esim. Lundvall, 1992; Edquist, 1997). Asiakkaiden lisäksi Carlsson ja Eliasson (2001) erottavat viisi toimijaryhmää ja vastaavasti viisi tehtävää, jotka kuuluvat osaamiskeskittymään:

1. keksijät, jotka ratkaisevat pulmia integroimalla ja yhdistelemällä teknologioita uusien, luovien tapojen avulla,
2. yrittäjät tai innovaattorit, jotka identifioivat keksintöjen joukosta ne, jotka osoittautuvat menestyksekkäiksi, ja tuovat ne markkinoille,
3. pääomasijoittajat, jotka kykenevät tunnistamaan menestyvät yrittäjät ja rahoittamaan heidän innovaatioitaan kohtuullisin kustannuksin,
4. irtautumistiet, joiden kautta pääomasijoittajat kykenevät pääsemään eroon sijoituksistaan ja takaavat näin omistuksen muutoksen ja pääomasijoitusten kierron taloudessa,
5. teollistajat, jotka kykenevät laajentamaan menestyksekkäiden innovaatioiden valmistuksen teolliseen mittakaavaan.

Keksijä yhdistelee luovasti uusia ja vanhoja teknologioita ja siten edistää ideoiden tuottamista ja niiden variaatiota. *Yrittäjän* tehtävänä on tunnistaa ne ideat, joilla on suurin kaupallinen arvo, ja kehittää niitä edelleen niin, että ne voidaan viedä tuotteina markkinoille. Hän siis kaupallistaa keksintöjä. Hän myös kantaa taloudellisen riskin, muttei yksin, vaan yhdessä *pääomasijoittajan* kanssa.

Pääomasijoittajalta vaaditaan pätevyyttä tunnistaa yrittäjät, joilla on parhaat onnistumisen mahdollisuudet, ja tarjota heille kohtuuhintaan pääomia. Pääomasijoittajat tuovat uuteen yritykseen myös kaupallistamiseen, johtamiseen ja markkinointiin liittyviä taitoja (Hellman & Puri, 2000). Pätevän pääomasijoittajan kyky tuoda yritykseen kaupallisia taitoja ja verkostoyhteyksiä on tärkeää erityisesti yritysten ollessa aivan nuoria. Jotta pääomasijoittaja voisi pysyä liiketoiminnassa, hän tarvitsee toimivat sekundäärimarkkinat eli hänen täytyy voida irtautua sijoituksistaan voitollisesti. Siten hän saa yllykkeitä sijoittaa edelleen ja voi sijoittaa taas uusiin yrityksiin, joiden perustaminen voidaan täten taata. Lopuksi *teollistajilla* on tärkeä tehtävä viedä onnistuneet innovaatiot teollisen mittakaavan valmistukseen ja tehdä niistä globaalia liiketoimintaa.

Kun osaamiskeskittymä on kehittynyt, kasvu on itseään ruokkivaa ja järjestelmän sisäistä. Kehittyneisyys tarkoittaa sitä, että edellä mainitut toimijat ovat olemassa ja toteuttavat mainittuja tehtäviä. Tällöin on syntynyt vertikaalinen ketju, jonka puitteissa keksijä tuottaa ideoita, yrittäjä tunnistaa mahdolliset menestyvät ideat, pääomasijoittaja rahoittaa niiden kehittelyä ja teollistaja vie edelleen niiden valmistuksen teolliseen mittakaavaan. Tällaisen vertikaalisen ketjun jatkuvuus on oleellisen tärkeä osa kannustimia, jotka edistävät uusien teknologioiden kaupallistamista taloudessa. Jotta osaamiskeskittymä olisi täydellinen, vaaditaan, että kunkin toimijatyypin osalta on olemassa tietty määrä kriittistä massaa. Kriittinen massa luo kilpailua ja edistää tiedon leviämistä toimijoiden kesken. Tämä taas takaa ideoiden ja kehityskulkujen moninaisuuden, ja näiden joukosta menestyvät ideat voivat nousta esille.

3 Bio- ja tietotekniikka-alojen eroavuuksia

Bio- ja tietotekniikka-alat ovat monessa suhteessa erilaisia. Ne eroavat toisistaan jo koon puolesta. ETLAn ja Etlatieto Oy:n tutkimusten mukaan tällä hetkellä Suomessa on noin 140 toiminnassa olevaa biotekniikkayritystä. Näistä 13 on vanhaa yritystä, jotka ovat laajentaneet toimintansa biotekniikka-alalle. Yritykset ovat, kuten muualta tästä kirjasta käy ilmi, varsin nuoria. Tietotekniikka-alan yrityksiä on sen sijaan huomatta-

vasti enemmän, noin 4000-5000, ja ala on paljon ”kypsempi” ja kaupallistamisen suhteen pitemmälle kehittynyt.

Koon lisäksi alojen välillä on muitakin eroavuuksia. Alat eroavat toisistaan teknologisen pohjan ja teknologisten mahdollisuuksien suhteen. Biotekniikka-alalla on erittäin läheinen yhteys tieteelliseen tutkimukseen ja tieteellisiin läpimurtoihin, kuten tässä kirjassa on edellä osoitettu. Biotekniikkayritykset perustetaan useimmiten keksintöjen ympärille, ja perustamisesta kestää vielä useita vuosia ennen kuin niiden tuotteet ovat valmiita vietäviksi markkinoille. Lääkekehitysalalla prosessi voi viedä jopa kymmenen vuotta tai vieläkin kauemmin ja se on erittäin kallista (ks. Luukkonen, 2004).

Kun biotekniikka vielä etsii sovellusmahdollisuuksia, tietotekniikka on jo saavuttanut tietyn kypsyyden. Ala voidaan parhaiten määritellä tuotteidensa kautta sen sijaan, että sitä määriteltäisiin tiedepohjan tai teknologioiden mukaan. Tässä luvussa tietotekniikka käsittää teollisuudenaloja, jotka valmistavat toimistokoneita, tietokoneita, viestintäkaapeleita, sähköisiä komponentteja sekä puhelimia ja puhelinverkkoihin liittyviä laitteita. Siihen luetaan lisäksi tietoliikennetuotteet ja niihin liittyvät palvelut. On kuitenkin todettava, että perinteiset teollisuusalojen rajat ovat tietotekniikan alalla hämärtyneet sen vuoksi, että tietokone- ja viestintäteknikat ovat yhdistymässä tietotekniikka-alan digitalisoimisen vuoksi (Paija, 2001).

Tietotekniikka-alan suhteellinen kypsyys näkyy mm. alan tietopohjassa. Innovaatiotoiminta tietotekniikan alalla on pikemminkin riippuvaisista teknologian kehittymisestä kuin tieteellisistä keksinnöistä ja tuotteiden valmistajien yhteistyöstä asiakkaidensa kanssa (Palmberg, 2004). Kysyntään pohjautuva verkottuminen ja siinä välittyvä tiedon siirto – ulkoisvaikutukset – on tärkeää tietotekniikan alalla (Koski & Sierimo, 2003). Yritysten menestyminen riippuu ratkaisevasti siitä, kuinka ne pystyvät integroimaan tuotteensa olemassa olevaan ja tulevaan infrastruktuuriin ja laitteisiin. Tämän vuoksi tässä on katsottu mielekkääksi määritellä tietotekniikka-ala niin laajasti, että mukana ovat myös sitä tukevat ja siihen läheisesti liittyvät toiminnot.

Koska tietotekniikka on suhteellisesti kypsempi toimiala, markkinoilla käytävä kilpailu on huomattavasti selvemmin tuntuvaa kuin biotekniikka-alalla, missä suuri osa yrityksistä on vielä tuotteidensa osalta kehittämisyksityydessä. Tietotekniikka-alalla tuotteiden kehittämisprosessit ovat huomattavasti nopeampia kuin lääkealalla (Palmberg 2002a). Yritysten ei tarvitse täyttää tiukkoja tuotehyväksyntämääräyksiä, jotka edellyttävät vuosia vieviä kokeita ja testauksia, kuten on asianlaita esim. lääkkeiden osalta. Viime aikoina internet- ja ohjelmistopohjaiset innovaatiot ovat alentaneet yritystoiminnan aloittamisen kynnyksiä. Yritysten

ei tarvitse investoida merkittävästi koneisiin tai laitteisiin perustamisvaiheessa kuten biotekniikassa on tavallisesti asianlaista. Kuitenkin on huomattava, että tietotekniikkasektori, erityisesti Euroopassa, on viime vuosina kärsinyt taantumasta, johon huonosti hoidetut julkiset huutokaupat toimiluvista ovat merkittävästi vaikuttaneet. Tämä on puolestaan johtanut siihen, että operaattorit eivät ole kyenneet investoimaan uuteen infrastruktuuriin siinä määrin kuin oli suunniteltu (Fransman, 2002).

4 Erilaiset kehityskulut suomalaisessa bio- ja tietotekniikassa

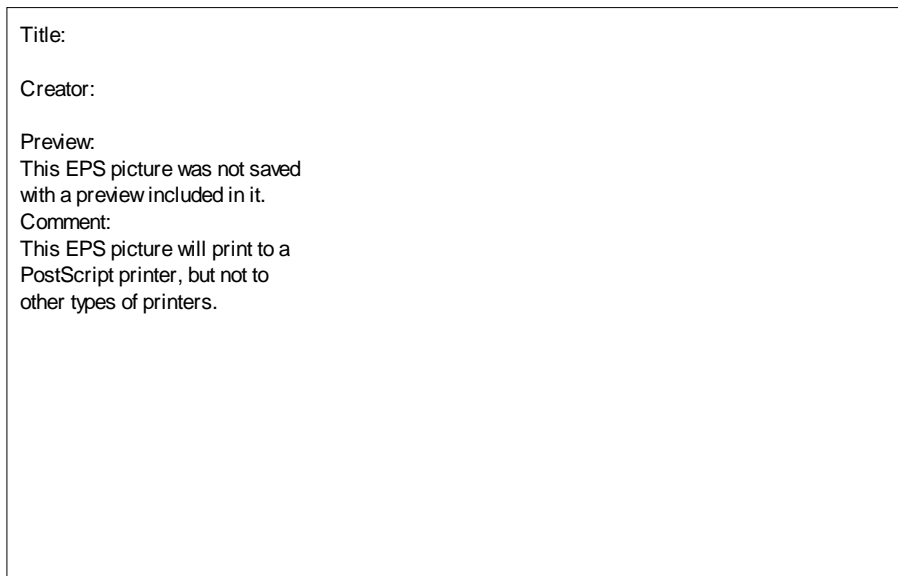
4.1 Keksinnöt

Kuten edellä on todettu, keksijällä on tärkeä rooli osaamiskeskittymän tarjontapuolella. Hän yhdistelee luovasti uusia ja vanhoja teknologioita, ja siten edistää ideoiden tuottamista ja niiden variaatioita. Tämä näkemys keksimisestä 'luovana yhdistelynä' on sukua Schumpeterin (1911/1968) alkuperäiselle innovaatioiden määrittelylle. Se korostaa sitä, että keksinnöt ovat harvoin radikaalisti uusia, sillä ne tavallisesti nojautuvat aiempiin keksintöihin. Joskus keksijän ja yrittäjän tehtävät yhdistyvät ja biotekniikassa tämä on varsin tavallista – jopa liiallisesti, sillä yrittäjäksi ryhtyneeltä keksijältä puuttuu useimmiten liike-elämän taitoja. Alkuperäinen Schumpeterin määritelmä erottaa keksijän ja innovaattori-yrittäjän, ja tässä luvussa noudatetaan hänen erotteluaan.

Tässä luvussa määrittelemme keksimisen niin, että patentit mittaavat sitä, eli on kysymys keksintöjen tuottamisesta, ei niinkään vielä niiden kaupallistamisesta. Patenttien voidaan katsoa mittaavan keksintöjä, joilla oletetaan olevan mahdollista kaupallista arvoa. Jotta keksimistä voitaisiin mitata yksiselitteisesti, bio- ja tietotekniikan alalla käytetään Yhdysvaltojen patenttitietoja (USPTO) vuosina 1985-1999 (lähteenä Jaffe & Trajtenberg, 2002). Syynä Yhdysvaltojen patenttitietojen käyttöön on sekä tietojen saatavuus että tietojen käyttökelpoisuus vertailevaan käyttöön. Yhdysvallat on maailman suurin markkina-alue kehittyneille tuotteille ja siksi voidaan olettaa, että sinne valikoituvat merkittävimpien keksintöjen patentit.

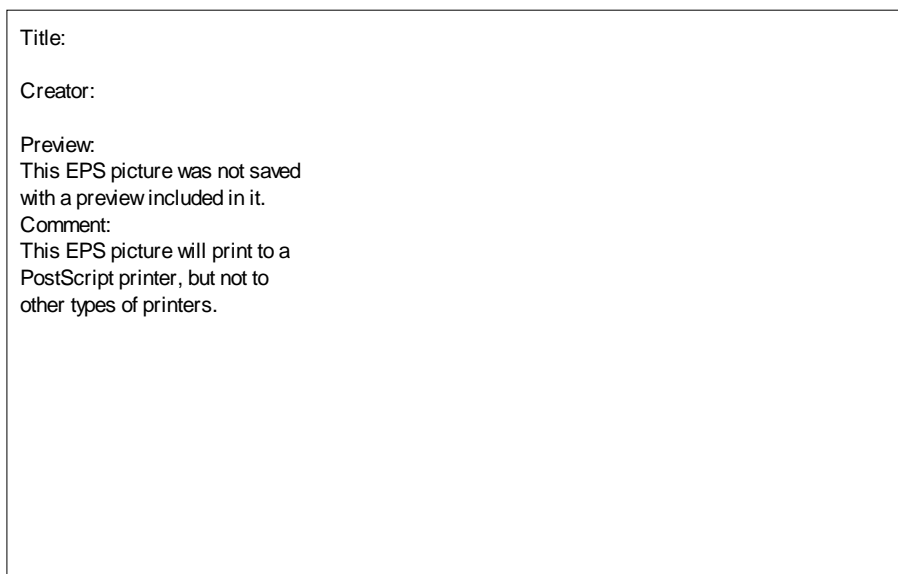
Kuviossa 1 on patentoinnin kehitys kahdella tutkittavalla sektorilla kokonaisuudessaan. Tietotekniikassa patenttien määrä on selvästi suurempi kuin biotekniikassa. Syykin tälle on selvä, nimittäin Nokian hallitseva asema suomalaisella tietotekniikka-alalla, mikä patenttoimisen li-

Kuvio 1. Suomalaisten patentointi Yhdysvalloissa (USPTO) vuosina 1985-1999; tilastoitu patentin myöntämivuoden mukaan



Lähde: USPTO Jaffen ja Trajtenbergin (2002) mukaan. Kriteerinä on, että yksi keksijöistä on suomalainen.

**Kuvio 2. Suomalaisten patentointi Yhdysvalloissa (USPTO) vuosina 1985-1999; tilastoitu patentin myöntämivuoden mukaan
Nokian patentit on poistettu aineistosta**



Lähde: USPTO Jaffen ja Trajtenbergin (2002) mukaan. Kriteerinä on, että yksi keksijöistä on suomalainen.

säksi näkyä mm. tutkimustoiminnassa ja vientiluvuissa (Ali-Yrkkö & Hermans, 2002). Nokian osuus kuvion 1 tietotekniikan patenteista on 73 %. Biotekniikassa patentit eivät samalla lailla keskity yhdelle yritykselle. Alan merkittävimmän patentoijan Alko Oy:n osuus on 9 % ja seuraavaksi suurimman eli Orion Yhtymän osuus 8 % USA:n patenteista. Merkittävässä osassa biotekniikan patenteja (20 %) ei ole patentin haltijaorganisaatiota, mikä kuvastaa sitä, että patenttihakemuksen jättöaikaan keksintö on perustunut tutkijaryhmien työhön ja nämä ovat aineettomien oikeuksien omistajia. Patenttien hyödyntämis- tai omistusoikeus siirretään vasta myöhemmin yritykselle lisenssi- tai muilla järjestyillä. Usein tutkimuslähtöiset yritykset perustetaan patenttihakemuksen jättöaikaan tai sen jälkeen, eivätkä patenttitietokantojen tiedot anna täyttä kuvaa yritysten patentoimisesta biotekniikassa.

Jotta voitaisiin verrata pienempien keksijöiden ja yrittäjien patentointia, Nokian patentit on jätetty pois kuvion 2 tiedoista. Tässä vertailussa bio- ja tietotekniikka-aloilla on hyvin samankaltainen kehitys ja patentoinnin taso on suurin piirtein sama. Molemmilla aloilla patentointi oli varsin vaatimatonta koko 1980-luvun, mutta alkoi kasvaa 1990-luvulla.

Vuoden 1998 jälkeen tietotekniikan käyrä näyttää laskevalta, kun se on jatkuvasti nouseva biotekniikan alalla. Tietotekniikan runsas patentoinnin kasvu 1990-luvun puolenvälin tienoilta liittyi viestintätekniologioiden ja ohjelmistopatenttien kasvuun. Yritykset, jotka ovat Nokian alihankkijoita ja yhteistyökumppaneita, vastaavat merkittävästä osasta näistä patenteista. Nokialla on ollut siten merkittävä rooli tiedon ulkoisvaikutusten luojana tietotekniikan osaamiskeskittymässä, mikä ei ole hämmästyttävää. Näistä ulkoisvaikutuksista on dokumentoituja esimerkkejä, kuten Oulun seudun kehitys, missä Nokian läsnäolo stimuloi keksintöjä digitaalisten signaaliprosessoreiden alueella (PalMBERG & Martikainen, 2003). Samaan aikaan julkinen teknologiapolitiikka ryhtyi kannustamaan teknologian siirtoa yritysten ja teollisuusalojen kesken tutkimusyhteistyötä edistävillä teknologiaohjelmilla. Erityisesti 1990-luvulla näitä ohjelmia suunnattiin tietotekniikan alueelle, ja siten voidaan väittää, että alan patentoinnin kasvu heijastaa merkittävässä määrin myös julkisten ohjelmien vaikutuksia (ks. esim. Ylä-Anttila & Lemola, 2003).

Biotekniikan alalla kansalliset ohjelmat alkoivat 1980-luvun loppupuolella. Alan rahoitus kasvoi merkittävästi vasta 1990-luvun jälkimmäisellä puoliskolla (ks. Luukkonen et al., tässä kirjassa). 1990-luvulla kasvanut patentointi heijastanee varhaisemman vaiheen tutkimuspanostuksia. Koska alan rahoitus on kasvanut merkittävästi vasta 1990-luvulla, voidaan olettaa, että biotekniikan alan patenttien määrä tulee jatkossa kasvamaan edelleen.

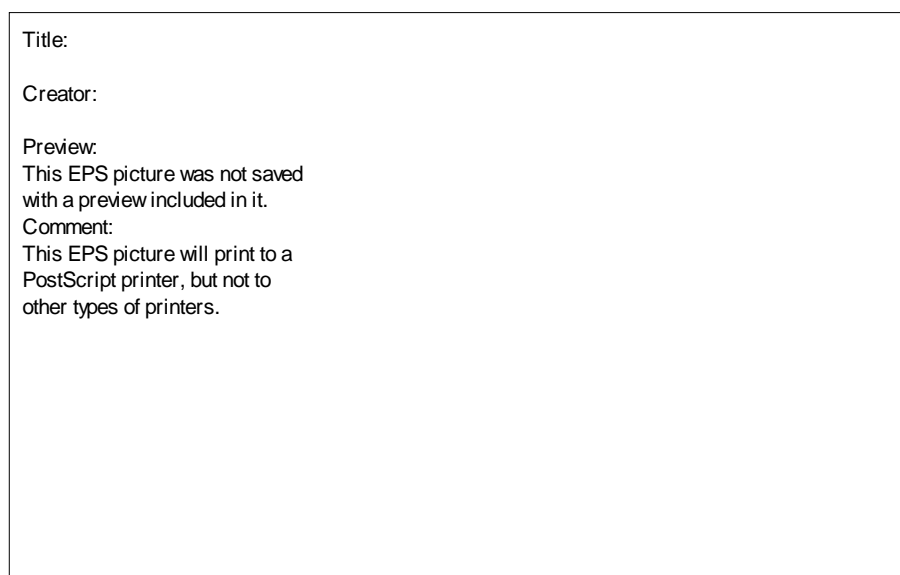
Kun kuvion 2 bio- ja tietotekniikan patenttien määrät suhteutetaan keskenään ja biotekniikka-alan pienuus (puhtaasti yritysten määrän perusteella) otetaan huomioon, voidaan todeta, että patentointi alalla on suhteellisen runsasta. Absoluuttisesti tarkastellen patentointi biotekniikassa on samalla tasolla kuin tietotekniikassa, kun Nokian patentit vähennetään. Tällöin on kuitenkin huomattava, että patentointi on erityisen tärkeää biotekniikka-alalla. Koska tutkimus- ja kehitysprosessit ovat pitkiä ja niiden vaatimat investoinnit ovat suuria, aineettomien oikeuksien omistaminen on tärkeä edellytys alan yritystoiminnalle. Pääomasijoitusten tekemisen perusedellytyksenä on, että omistusoikeudet on turvattu. Samalla patenttien määrä viestittää pääomasijoittajille yrityksen potentiaalisesta arvosta. Nämä tekijät voivat johtaa siihen, että alalla patentoidaan suhteellisesti enemmän kuin tietotekniikassa, mikä voi puolestaan näkyä kuvion 2 patentoimisluvuissa.

Suomen biotekniikka-alan patentoinnin suhteellista vilkkautta osoittaa se, että ruotsalaisten patentointi biotekniikan alalla Yhdysvalloissa on 1990-luvun lopulla ollut vain jonkin verran runsaampaa (liitekuvio 1). Kuitenkin Ruotsi on absoluuttiselta kooltaan ja tutkimuspanostuksiltaan suurempi kuin Suomi. Sen sijaan Suomen tietotekniikka-alan patentointi on vähäisempää kuin mitä se on Ruotsissa. Ericssonin patenttien poisto aineistosta ei vähennä alan patentointia yhtä dramaattisesti kuin mitä tapahtuu suomalaiselle aineistolle sen jälkeen kun Nokian patentit on poistettu (liitekuvio 2). Ruotsissa tietotekniikan alalla on muitakin suuria patentoivia yrityksiä.

4.2 Yrittäjyys

Yrittäjyyttä on vaikea mitata määrittely- ja aineiston saatavuusongelmien vuoksi. Uudet tulokkaat yritysjoukossa samoin kuin siitä poistumat, muutokset yritysten lukumäärissä, markkinoilla toimivien yrittäjien lukumäärät ja itseään työllistävien yritysten omistajien lukumäärät ovat kaikki esimerkkejä mittareista, joita on käytetty yrittäjyyden selvittämiseen (ks. esim. Carree & Thurik, 2000). Yrittäjyyden indikaattorina käytetään tässä uusien yritysten osuutta kaikista toimialan yrityksistä sekä sen ajallisia muutoksia. Tämä on sopusoinnussa tässä luvussa käytetyn viitekehyksen kanssa, sillä siinä yrittäjien tehtävänä on tunnistaa taloudellisesti lupaavat keksinnöt ja kehittää niitä liiketaloudellisessa ympäristössä perustamalla uusi yritys keksinnön pohjalta. Yrittäjät siten kantavat riskiä, joka aiheutuu mahdollisesta epäonnistumisesta taloudellisessa kilpailussa. Vertailun vuoksi otamme mukaan myös uusien yritysten osuudet keskimäärin Suomessa silloin, kun IT-ala on poistettu.

Kuvio 3. Uusien yritysten osuus toimialan yrityksistä vuosittain 1995-2001



Lähde: IT- ja muu kuin IT-ala: Koski & Sierimo, 2003; biotekniikka: ETLAn ja Etlatieto Oy:n tietokanta suomalaisista biotekniikkayrityksistä.

Kuvion 3 kattama ajanjakso osuu yhteen nopean taloudellisen nousukauden kanssa, joka seurasi syvää lamaa Suomessa 1990-luvun alussa. Samoin kuin patentoinnissa, ajanjakso osui yhteen tieto- ja biotekniikan alojen nopeimman kasvun kauden kanssa. Siitä huolimatta kummallakin alalla on havaittavissa jossain määrin erilainen kehityskulku.

Yleisesti ottaen on selvää, että yrittäjyys on ollut dynamisempaa tietotekniikka-alalla kuin biotekniikassa tai muilla aloilla keskimäärin. On mielenkiintoista todeta, että uusien yritysten osuus molemmilla tutkitavilla aloilla oli tarkasteluajanjakson alkaessa samalla tasolla, mutta niiden myöhempi kehitys on ollut erilainen. Biotekniikassa uusien yritysten suuri osuus ajanjakson alussa oli todennäköisesti seurausta siitä, että yritysten absoluuttinen joukko oli silloin suhteellisen pieni (alle 60). Molemmilla aloilla uusien yritysten suhteellinen osuus väheni jossain määrin tarkasteluajanjakson kuluessa ennen kuin se ryhtyi taas kasvamaan tarkastelukauden loppupuolella. Tietotekniikka-alalla aivan viimeisenä vuotena osuus laski – heijastaen varmaankin alan kiihkeän nousun loppumista. Biotekniikka-alalla uusien yritysten osuus on joi-tain poikkeamia lukuun ottamatta ollut suurin pürtein sama kuin kaikilla aloilla keskimäärin.

Biotekniikka-alalla suuret vuosittaiset vaihtelut selittyvät osin yritysten pienellä lukumäärällä. Suhteellinen kasvu kauden loppua kohden heijas-

tanee uusia rahoitusmahdollisuuksia pääomasijoittaja-buumin myötä (josta enemmän jaksossa 4.3.), joka kuitenkin päättyi vuonna 2001. Kuten edellä on todettu, biotekniikka-alalla uusien yritysten perustamisen esteet ovat tarvittavien laite- ja laboratorioinvestointien vuoksi suuremmat kuin tietotekniikassa. Yritysten perustamista on tuettu julkisista varoista myöntämällä rahaa ns. biokeskusten perustamiseen alan yliopistojen ympärille. Ne ovat tarjonneet sopivia laboratoriotiloja, vaikkakin näiden vuokrat ovat olleet varsin korkeita. Kuvioista 3 ei käy selville se, että uusien yritysten perustaminen on aivan viimeisinä vuosina, 2002-2003, vähentynyt selvästi syistä, jotka liittyvät rahoituksen ongelmiin.

Tietotekniikan alalla yritysten perustamislukujen taustalla on useita seikkoja. Tärkeimpänä on Nokian vaikutus. Vaikka meillä ei ole asiasta tilastolukuja, on selvää, että Nokia on ollut tärkeä yrittäjyyden edistäjä ulkoisvaikutusten ja tarjoamiensa yhteistyömahdollisuuksien vuoksi. Ali-Yrkkö (2001) on todennut, että vuonna 1998 noin 100 yritystä oli Nokian suoria alihankkijoita tutkimus- ja kehitystyöpalvelujen, ohjelmistojen, komponenttien ja sähköisten teollisten palvelujen alueilla. Useimmat näistä yrityksistä olivat pieniä ja niiden henkilökuntamäärät olivat keskimäärin vain hieman yli 30.

Sitä, että tietotekniikkaan perustettiin enemmän uusia yrityksiä kuin biotekniikkaan, voidaan selittää myöskin alan nousukaudella ja suurilla odotuksilla, joita kohdistui tämän alan teknologioihin erityisesti 1990-luvun lopulla, juuri ennen IT-kuplan puhkeamista. On ilmeistä, että ala houkutteli tällöin yrittäjiä muilta aloilta (Koski et al. 2002). IT-kupla, ns. IT-hype, oli pitkälti seurausta internet-teknologioiden ja sähköisen kaupan kehityksestä, joka alensi yrittäjyyden kynnyksestä merkittävästi ja puolestaan johti sitten takaiskuihin (Fransman, 2002). Kuitenkin Suomessa alan kehitys oli IT-kuplan aikana vankemmalla pohjalla verrattuna moniin muihin maihin.

4.3 Pääomarahoitusmarkkinat

4.3.1 Pääomasijoittajien merkitys osaamiskeskittymässä

Pääomarahoitusta on yleensä pidetty keksijyyden, yrittäjyyden ja uusien teknologioiden kaupallistamisen heikkona kohtana Suomessa. Niukoista resursseista johtuen pääomarahoituksen puute on erityisen vaikea ongelma Suomen kaltaiselle pienelle maalle. Eliasson (2003) pitää pääomarahoitusta ja riittävää pääomasijoittajien joukkoa avainkannustimena yrittäjyydelle korkean teknologian aloilla. Tämä aiheutuu kahdesta syystä. Ensinnäkään ei ole olemassa takeita, että yksi tai vain muutama pääoma-

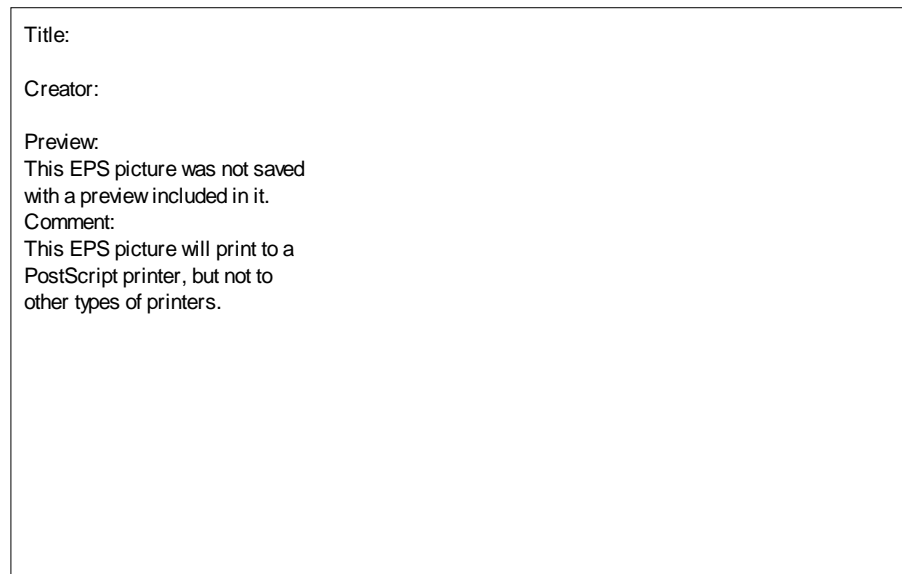
rahoittaja kykenee valitsemaan keksintöjen joukosta juuri ne projektit, joilla on suurimmat taloudelliset kehittymismahdollisuudet. Toiseksi pääomarahoittajien välinen kilpailu on tärkeää, jotta pääomasijoitukset olisivat kohtuullisesti hinnoiteltuja nimenomaan yrittäjien näkökulmasta.

Pääomarahoittajien kyky hinnoitella sijoituksensa oikein riippuu taas irtautumismarkkinoista eli heidän mahdollisuuksistaan myydä onnistuneet yritykset/sijoitukset voitolla, ja päästä siten sijoituksistaan irti; näin riskiraha voidaan sijoittaa uudelleen uusiin kohteisiin. Eliasson (2003) ei usko, että olemassa olevat isot yritykset kykenevät toimimaan pääomasijoittajina menestyksekkäästi, sillä niillä on taipumus konservatiivisuuteen ja siten ne eivät kykene arvioimaan uusia mahdollisia teknologioita riittävän pätevästi. Myöskään julkinen sektori ei hänen mukaansa pysty tähän. Eliasson pitääkin vahvaa julkisen vallan roolia negatiivisena seikkana. Tähän voidaan huomauttaa, ettei Eliasson esitä tämän väitteen tueksi mitään evidenssiä. Uusien teknologisten projektien arviointi niiden potentiaalisen taloudellisen menestymisen näkökulmasta on joka tapauksessa osin arpapeliä silloin, kun keksinnöt ovat todella radikaaleja. Kukaan yksittäinen arvioija ei ole todennäköisesti kykenevä muita paremmin arvaamaan tulevia menestyjiä. Sen vuoksi ajatus pääomasijoittajien massasta ja keskinäisestä kilpailusta lupaavien projektien rahoittamiseksi lienee varteenotettava.

4.3.2 Pääomasijoitukset tieto- ja biotekniikka-alalla

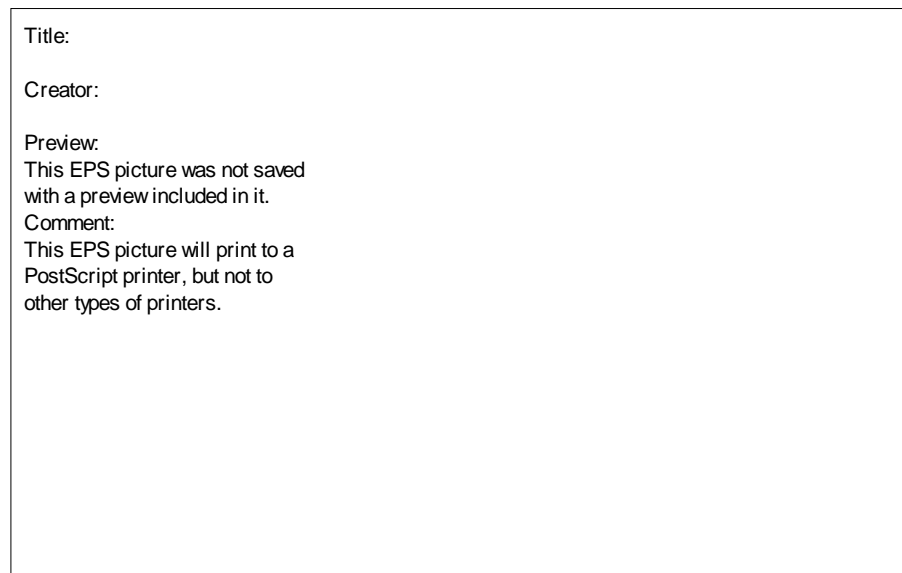
Yksityisten pääomasijoitusmarkkinoiden kehittyminen Suomessa viime vuosina on esitetty kuviossa 4. Kaikkien sijoitusten määrä kasvoi erityisen nopeasti aivan 1990-luvun loppuvuosina. Kun vuoden 2002 tilannetta verrataan vuoteen 1991, sijoitusten määrä oli kasvanut kaksikymmenkertaiseksi 19 miljoonasta eurosta 391 miljoonaan euroon. Myös tietotekniikka-alalla sijoitusten määrät ovat kasvaneet huomattavasti, kun taas biotekniikkaan tehtyjen sijoitusten määrä on kokonaisuudessaan pysynyt alhaisena. Vastaavasti pääomasijoittajien määrä on kasvanut runsaasti 1980-luvulta 2000-luvun alkuun, ja monet näistä ovat erikoistuneita tietotekniikka-alalle. Biotekniikassa sen sijaan kotija ulkomaisten sijoittajien määrä on hyvin alhainen. Tärkein yksityinen kotimainen sijoittaja biotekniikassa on Bio Fund Management Oy, joka on alun perin irtaantunut Sitrasta. Julkinen pääomasijoittaja Sitra on taas merkittävin alkuvaiheen rahoittaja biotekniikan alalla.

Keskimääräisiä sijoituspäätöksiä voidaan pitää eräänä osoittimena riskistä, jota sijoittajat ovat valmiita ottamaan. Ne eivät kuitenkaan mitata sijoituspäätösten kompetenssia, toisin sanoen sitä kuinka oivaltavia tai 'viisaita' ne ovat olleet keksintöjen kaupallista potentiaalia arvioides-

Kuvio 4. Pääomasijoitusten kasvu Suomessa vuosina 1998-2003

Lähde: Suomen pääomasijoitusyhdistys, vuosittaiset katsaukset 1998-2003.

saan (Eliasson, 2003). Kuviossa 5 on keskimääräisten sijoituspäätösten suuruus tieto- ja biotekniikassa sekä vertailun vuoksi kaikilla aloilla keskimäärin.

Kuvio 5. Keskimääräiset pääomasijoitukset biotekniikassa, IT-alalla sekä kaikilla aloilla

Lähde: Suomen pääomasijoitusyhdistys, vuosittaiset katsaukset 1998-2003.

Biotekniikkaan verrattuna tietotekniikka-ala on saanut suurempia yksittäisiä sijoituksia. Biotekniikka-alalle suunnatut sijoitukset ovat myös pienempiä kuin kaikilla aloilla keskimäärin. Tietotekniikka-alalla keskimääräiset sijoitukset kasvoivat nopeasti 1990-luvun lopulla vuoteen 2000, joka oli huippuvuosi ja jonka jälkeen sijoitusten keskimäärä laski dramaattisesti. Tämä kehitys noudattaa IT-kuplan kehitystä. Tänä ajanjaksona sijoittajat siis ottivat tietotekniikka-alalla suurempia riskejä kuin biotekniikassa. On kuitenkin muistettava, että biotekniikkaan sijoittaminen on sinänsä hyvin riskialtista, koska alan kaupalliset sovellukset ovat vasta syntymässä.

Keskimääräistä pienemmät sijoitukset biotekniikan alalla ovat todennäköisesti ongelma erityisesti siksi, että biotekniikka-alan hankkeet ovat kalliita, varsinkin lääkekehityksessä. IT-kuplan kielteiset vaikutukset rahoitusmarkkinoille ovat vielä kärjistäneet ongelmaa. Pääomasijoittajat ovat tulleet entistä enemmän riskejä karttaviksi ja lyhytnäköisiksi: lyhyen aikavälin voitot ovat syrjäyttäneet pitemmän aikavälin, 'kärsivällisen' sijoittamisen (Antila, 2003). Vaikka julkinen raha, kuten Tekesin tuotekehitysavustukset ja -lainat, ovat tärkeitä biotekniikka-alan yrityksille, ne eivät voi korvata yksityisiä pääomasijoituksia. Kuten edellä todettiin, Sitran rooli on ollut alkuvaiheen sijoittaja. Myös sen varat ovat sidottuina olemassa oleviin yrityksiin, mikä rajoittaa tehokkaasti uusia sijoituksia. Se onkin ryhtynyt edistämään pienten biotekniikkayritysten sulautumisia keskenään ja uusien yritysaihioiden sulauttamista olemassa oleviin yrityksiin. Seurauksena tulee olemaan vähemmän, mutta toivottavasti elinkelpoisempia uusia biotekniikkayrityksiä. Sitran täydentävä strategia on pyrkiä edistämään ulkomaisten pääomasijoittajien kiinnostusta Suomen biotekniikkayrityksiin. Sama tavoite on toisella julkisella pääomasijoittajalla, Teollisuussijoitus Oy:llä.

4.3.3 Sijoituksista irtaantuminen

Pääomasijoittamisen dynamiikalle on tärkeää, että sijoittajat pääsevät irtaantumaan sijoittamistaan yrityksistä voitollisesti. Tehdyistä sijoituksista irtaantuminen vapauttaa rahaa ja on edellytyksenä uusien sijoitusten tekemiselle. Tavallisia irtaantumiskeinoja ovat (i) yrityksen myynti toiselle yritykselle (tai kahden yrityksen sulautuminen) ja (ii) julkinen listautuminen pörssiin (Hyytinen & Pajarinen, 2003). On myös mahdollista, että yrityksen toimiva johto ostaa yrityksen. Mikäli mikään näistä vaihtoehdoista ei ole mahdollinen ja sijoitus osoittautuu epäonnistuneeksi, sijoittaja kirjaa sijoituksensa tappioksi. Vain harva sijoitus tuottaa sijoittajalle suuria voittoja, mutta näiden harvojen tapausten varassa toimii sijoittajien liiketoiminta (Florida & Kenney, 1988).

Julkinen listautuminen eli pörssiin meneminen tuli Suomessakin mahdolliseksi rahamarkkinoiden vapautumisen myötä 1980-luvun lopulla. Silti Helsingin Pörssissä ei ole ollut 1990-luvun lopulla läheskään yhtä paljon listautumisia kuin esim. Ruotsissa (Ali-Yrkkö et al., 2003). Suomen rahamarkkinoilla on vielä paljon heikkouksia, jotka vähentävät uusia listautumisia. Tällaisia ovat osakkeiden heikko vaihtuvuus ja sen keskittyminen muutama suureen yritykseen sekä suuret hintavaihtelut (Ali-Yrkkö et al., 2003).

Bioteknikassa listautuminen on ollut käytännössä olematon irtaantumistie pääomasijoittajille. Vain pari biotekniikkayritystä on listautunut Helsingin Pörssiin, yksi ulkomailla. Käytännössä sijoittajien irtaantumistienä on yrityksen myynti koti- tai ulkomaiselle yritykselle. Edellinen merkitsee käytännössä biotekniikkayritysten sulautumista. Jälkimmäisistä on jo joku esimerkki, jossa suuri ulkomainen yritys ostaa suomalaisen yrityksen, ja tämä tulee ulkomaisen yrityksen tytäryhtiöksi. Silti kumpaakaan ei ole tapahtunut vielä merkittävässä määrin, joskin niitä on jatkossa enemmän odotettavissa. Toistaiseksi ei ole myöskään ollut vielä paljon vararikkoja (ks. Luukkonen et al., 2004).

Kehitys tietotekniikka-alalla on ollut huomattavasti parempi. Erityisesti 2000-luvun alussa oli useita pörssiin listautumisia. Osassa tapauksista yritysten alkuperäiset omistajat ovat ryhtyneet pääomasijoittajiksi ja ovat edelleen sijoittaneet uusiin alkaviin yrityksiin. Tällöin voisi ajatella, että pääoma on 'viisasta', sillä sijoittaminen pohjautuu alan teknologian ja liike-elämän tuntemukseen. Tietotekniikassa ulkomaisten pääomasijoittajien määrä on ollut merkittävämpi kuin biotekniikan alalla (Rönkkö, 2001).

4.4 Innovaatioista teolliseen tuotantoon

Teollistajan tulisi astua kuvaan viimeistään silloin, kun innovaation kehittämisprosessi lähestyy laajamittaista teollisen mittakaavan valmistusta ja tuotteiden markkinointia. Teollistajalla tulisi olla 'teollisia kompetensseja' (Johansson, 2000). Teollistajalla on oleellisen tärkeä rooli osaamiskeskittymässä, sillä ilman hänen panostaan ei synny laajamittaista teollista tuotantoa ja sitä kautta taloudellista kasvua. Mikäli osaamiskeskittymästä puuttuu teollistaja, alalle ei kasva merkittävää teollista tuotantoa.

Tietotekniikka-ala Suomessa tarjoaa esimerkkejä teollistajan merkityksestä alan kehityksen eri vaiheissa. Yksi esimerkki on Posti- ja telelaitoksen (PTL) merkitys erityisesti 1980-luvulla päteväenä palveluntarjoajana Nokian kehittämille teknologioille. Tästä oli parhaana esimerk-

kinä NMT-standardi langattomalle puhelimelle. Tilaustensa avulla PTL mahdollisti sen, että Nokia saattoi valmistaa langattoman viestinnän laitteita suuremmissa mittakaavassa ja sitä kautta se loi edellytyksiä alan liiketoiminnan kehittämiseksi (PalMBERG, 2002b). Nokian ja PTL:n yhteistyö jatkui koko 1980- ja 1990-lukujen ja ulottui Nokian järjestelmien markkinointiin koko maailmassa NMT-verkkotilausten kautta. Samankaltaista yhteistyötä voitiin havaita myös GSM:n kehittämisen yhteydessä. Kuitenkin tässä vaiheessa Nokia oli teollistaja ja se veti mukanaan kehitykseen suuren joukon pieniä alihankkijayrityksiä (Ali-Yrkkö, 2001; PalMBERG & Martikainen, 2003).

Bioteknikka-alalla ei ole ollut vastaavaa merkittävää teollistajaa. Jotkut vanhat yritykset, kuten Valio, Alko ja Orion Pharma, laajensivat toimintaansa uuden bioteknikan alueelle 1980-luvulla, mutta mistään niistä ei ole tullut merkittävää teollistajaa alalle. Sitä paitsi ne karsivat osan bioteknikkaprojekteistaan 1990-luvun alussa. Karsiminen synnytti joukon pieniä yrityksiä, jotka ovat kehitelleet innovaatioita edelleen. Lääkealalla, joka on tärkein yksittäinen bioteknikkaa soveltava teollinen sektori, on Suomessa vain yksi merkittävä kotimainen yritys, Orion Pharma. Se on kansainvälisesti tarkasteltuna kuitenkin liian pieni ja erikoistunut, jotta siitä voisi tulla tärkeä kotimainen alan teollistaja.

Lääkekehityksen alalla yritykset pyrkivät kehittämään tuotteitaan ensimmäiseen tai toiseen kliiniseen vaiheeseen ja lisensoimaan sen jälkeen tuotteiden oikeudet suurille lääkeyrityksille niiden jatkokehittelyä, valmistamista ja markkinointia varten. Suuret lääkeyritykset, jotka ovat siis teollistajia, ovat monikansallisia. Lääkealalla ei siis tapahdu kotimaista teollistamista. Vaikka lääkekehityksen ulkopuolella suomalaiset pienet bioteknikkayritykset pyrkivätkin tuotteidensa teolliseen valmistukseen, useimmissa tapauksissa on kysymys tuotteista, joiden markkinat ovat pieniä ja erikoistuneita, jolloin valmistettavat tuotemäärät eivät tule olemaan isoja (Luukkonen, 2003). Tästä voidaan päätellä, että laajamittainen teollistaminen bioteknikka-alalla ei tule todennäköisesti tapahtumaan Suomessa.

Kotimaisen teollistajan puute bioteknikka-alalla on tärkeä puute sen osaamiskeskittymässä. Voidaan toki kysyä, onko globaalin talouden aikana lainkaan tärkeää, että teollistaminen tapahtuu omassa maassa. Voidaanhan ajatella, että osaamiskeskittymä kehittyä maiden rajojen ylitse, mutta se voi silti olla vahvasti alueellinen keskittymä, jolloin kahden maan raja kulkisi alueen yli. Tutkimusten mukaan paikallisuudella on merkitystä henkilökohtaisille kontakteille ja yhteistyölle, jotka puolestaan ovat edelleenkin tärkeitä teknologiselle ja taloudelliselle kehitykselle (esim. Maskell et al., 1998). Paikallisuuden merkitys ilmenee mm. yhteistyösopimusten solmimisessa, jossa henkilökohtaisista kontakteista on

apua. Kynnys on korkeampi silloin, kun pienen biotekniikkayrityksen johtaja neuvottelee sopimuksia muualla maailmassa. Tiedon ja osaamisen leviäminen paikallisten keskittymien sisällä, ns. ulkoisvaikutukset, ovat myös tärkeitä tällaisten keskittymien kehitykselle. Käytännössä se tarkoittaa henkilöstön liikkumista yrityksistä ja organisaatioista toiseen, yhteistyötä sekä virallisella että epävirallisella tasolla. Ilman merkittävää teollistajaa/teollistajia biotekniikkakeskittymällä on vähemmän tällaisen kehityksen edistäjiä ympäristössään.

5 Loppupäätelmiä

On selvää, että bio- ja tietotekniikkasektoreiden välillä on monia todella suuria eroja. Ne ovat kooltaan sekä teknologisten kehitysmahdollisuuksien, tuotteiden kehityskaarien, alojen kypsyyden ja markkinakilpailun osalta erilaisia. Nämä erot ovat varmaankin tärkeitä syitä sille, miksi tietotekniikka on ollut menestyksellistä verrattuna biotekniikkaan. Olemme tässä luvussa kysyneet, onko biotekniikan alalla Suomessa edellytyksiä läpimurtoon, vaikkei se ei osoittautuisikaan aivan yhtä suureksi menestykseksi kuin tietotekniikka. Tämä kysymys on mielestämme realistinen ottaen huomioon sen, että Suomi on ylipäättänsä ollut nopea uusien teknologioiden soveltaja, mistä tietotekniikka on erityisen hyvä esimerkki.

Jotta voisimme käsitellä kysymystä systemaattisemmin, olemme käyttäneet apukeinona osaamiskeskittymän käsitettä, joka kattaa kriittisiä uuden teknologian kaupallistamisen tekijöitä. Käsite helpottaa pullonkaulojen ja ongelmakohtien tunnistamista biotekniikka-alalla ja kiinnittää huomiota edellytyksiin, joita Suomessa on biotekniikka-alan tulevalle läpimurrolle. Taulukkoon 1 on koottu osaamiskeskittymäkäsittelyn ulottuvuudet ja keskeisimmät havainnot bio- ja tietotekniikassa.

Kun tarkastellaan tietotekniikka-alan menestystä Suomessa, voidaan todeta, että kriittiset osaamiskeskittymän tekijät ovat olleet paikallaan. Tosin tälläkin alalla on heikkouksia ja erityisesti 1990-luvulla on esille tullut uusia haasteita. Sen sijaan biotekniikka-alan osalta tilanne on paljon heikompi. Osaamiskeskittymä on paljon epätäydellisempi, eikä alalla ole toistaiseksi havaittavissa merkittäviä menestyksiä. Päinvastoin tuotteet ovat toistaiseksi kehittämisvaiheessa ja yritykset pieniä.

Kun tarkastellaan *keksintöjä* ja *keksijyyttä*, Nokia hallitsee tietotekniikka-alaa. Biotekniikka-alalla keksintöjen taso tietotekniikkaan verrattuna – kun Nokia on poistettu – ei eroa paljoakaan, ja sen osoittama kehitys on myönteinen erityisesti, kun otetaan huomioon biotekniikka-alan pienuus ja myöhäisempi alkua. Alan suhteellisen runsas patentointi – myös Ruot-

Taulukko 1. Bio- ja tietotekniikka-alojen osaamiskeskittymät Suomessa

<i>Ulottuvuus</i>	<i>Bioteknikka</i>	<i>Tietotekniikka</i>
1) Keksijät	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Myöhäinen alku, kehitys on myönteinen ◦ Hajaantunut, ei selvää keskittymää 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Varhainen alku, lisääntyä edelleen ◦ Nokian ja sen verkoston hallitsevuus
2) Yrittäjät	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Keskimääräistä vähemmän ◦ Vaihtelut suuria 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Keskimääräistä enemmän ◦ Tasainen kehitys, vähentynyt 2000-luvun alusta IT-kuplan puhkeamisen jälkeen
3) Pääomarahoitajat	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Keskimäärin pienemmät sijoitukset, IT-kuplan epäedullinen vaikutus ◦ Vain muutama, harvoja ulkomaisia 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Keskimäärin suuremmat sijoitukset, nopea lasku IT-kuplan puhkeamisen jälkeen ◦ Enemmän (päteviä) rahoittajia, myös ulkomaisia
4) Irtautuminen sijoituksista	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Vain harvoja listautumisia, yrityksen myynti on tärkein irtaantumiskeino 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Suhteellisesti enemmän listautumisia
5) Teollistajat	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Puute isoista yrityksistä, jotka kykenisivät toimimaan teollistajina keskeisillä biotekniikan aloilla ◦ Teollistaminen ulkomais-ten yritysten kautta 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Aiemmin PTL:llä oli teollistajan rooli, Nokia on ollut pääteollistaja 1990-luvulla

siin verrattuna – osoittaa, että biotekniikkaan liittyvillä tieteellisillä ja teknologisilla aloilla on osaamista ja tietopohjaa, joka ei vielä näy riittävästi alan yritystoiminnassa. Tästä voidaan päätellä, että biotekniikan ongelmakohdat eivät ole sinänsä keksintöjen tuottamisessa tai niiden takana olevassa tietopohjassa. Sen sijaan Nokiasta riippumattoman keksijyyden vähäisyyttä voi pitää tietotekniikan alalla Suomen heikkoutena.

Kun tarkastellaan *yrittäjyyttä*, kehitys biotekniikassa on vähemmän positiivinen. Huolimatta mittaamisongelmista voidaan todeta, että uusien tulokkaiden osuus yritysten joukossa on biotekniikassa suurin piirtein samansuuruinen kuin koko teollisuudessa keskimäärin ja selvästi alhaisempi kuin tietotekniikassa. Huomioon on otettava korkeampi yrittäjyyden kynnys biotekniikassa laitteita, laboratoriotiloja ja ennen kaikkea tuotehy-

väksyntää koskevien säädösten muodossa. Näistä viimeisin aiheuttaa huomattavasti pitemmän tuotteiden kehityssyklin. Tietotekniikan alalla taas koko sektori on hyötynyt alan pitemmälle edenneestä standardisoinnista ja sen tuomista systeemisistä eduista, jolloin uusien yritysten on helpompi räätälöidä tuotteita olemassa oleviin järjestelmiin. Tällaisten järjestelmien olemassaolo luo myös helpommin markkinoita uusille tuotteille. Ero biotekniikkaan on selvä, sillä siellä useat tuotteet ovat yksittäisiä ja usein niin uusia, ettei niille ole olemassa valmiita markkinoita (tarpeita), vaan ne joutuvat luomaan markkinat tyhjästä. Kun tarkastellaan tietotekniikkaa ja yrittäjyyttä, Nokia on alihankkijaverkostonsa kautta edelleen luonut yhteistyömahdollisuuksia ja sitä kautta edellytyksiä uusille yrityksille, joista osa on Nokian imussa kasvanut merkittävästi ja tullut itsekin monikansalliseksi yritykseksi.

Analyysi on osoittanut, että *pääomasijoitustoiminta* biotekniikkasektorilla on vielä alhaisella tasolla, erityisesti kun huomioon otetaan alalle tulon korkeat kynnykset. Niinpä suhteellisen kehittymätön pääomasijoitussektori – huolimatta myönteisestä yleisestä kehityksestä verrattuna esimerkiksi 1980-lukuun – on merkittävä varjopuoli, joka voi heikentää biotekniikan kehitystä. Tässä yhteydessä on havaittavissa kaksi ongelmaa. Ensinnäkin IT-kupla ja sen puhkeaminen tekivät pääomasijoittajista riskejä kaihtavia ja konservatiivisempia suhteessa pitkän tähtäimen investointeihin, joiden voitot ovat epävarmoja. Toiseksi biotekniikkaan sijoittaneiden pääomasijoittajien irtaantuminen sijoituksistaan ei onnistu pörssiin listautumisen kautta. Merkittävin irtaantumiskeino ovat yritysten myynnit, joita ei ole kuitenkaan ollut vielä monta, mutta joita todennäköisesti tulee olemaan enemmän tulevaisuudessa.

Vaikka tietotekniikka-alaakin on kohdannut rahoituksen lasku, kehitys on ollut siellä positiivisempi. Tietotekniikka-ala on saanut paljon suuremman osan pääomasijoituksista 1990-luvulla ja keskimääräinen sijoitus on ollut suuri biotekniikkaan verrattuna. Lisäksi tällä alalla on ollut myös pörssiin listautumisia.

Merkittävin pullonkaula uuden biotekniikan soveltamiselle on kuitenkin puute *teollistajista*, jotka kykenisivät viemään innovaatiot teolliseen tuotantoon. Tietotekniikan alalla Nokialla on ollut useita tehtäviä. Se on ollut alan varhaisemmassa vaiheessa sekä keksijä ja yrittäjä, mutta se on menestyksekkäästi ottanut myös teollistajan roolin erityisesti GSM:ään liittyvien digitaalisten tekniikoiden kriittisissä kaupallistamisvaiheissa, vaikkakin myös PTL on aiemmin ollut teollistajan roolissa. Biotekniikan alalla vastaava kotimaisten teollistajien puute on ilmiselvä. Sen sijaan suomalaiset biotekniikkayritykset pyrkivät uuteen työnjakoon suurten ulkomaisten yritysten kanssa, ja vain muutama yritys on onnistunut viemään tuotekehittelynsä siihen vaiheeseen, että ne olisivat voi-

neet tehdä merkittäviä sopimuksia tuotteidensa edelleen kehittelyn ja valmistuksen osalta. Monet pienet yritykset pyrkivät kapeille erityismarkkinoille, mikä tarkoittaa, että niiden liiketoiminta tulee jäämään suhteellisesti ottaen pienemmäksi.

Loppupäätelmänä on, että biotekniikan alalla tulemme todennäköisesti pitkään odottamaan tietotekniikan kaltaista kaupallista läpimurtoa. Suomessa on merkittäviä kehittämishaasteita erityisesti pääomasijoituksen, irtautumisteiden ja laajamittaisen teollisen valmistamisen osalta. Meidän täytyy kuitenkin muistaa, ettei uuden biotekniikan alalla ole vielä tehty merkittäviä taloudellisia läpimurtoja muuallakaan Yhdysvaltojen ja joitakin muita esimerkkejä lukuun ottamatta. Uusien tuotteiden markkinoiden luominen ja asiakkaiden saaminen tuotteille on haasteellista. On myös tärkeää havaita, ettei kaikkia alan soveltamismahdollisuuksia osata vielä edes nähdä. Sen vuoksi alan innovaatiopohjan tukeminen on edelleen tarpeellista. Vaikka osa olemassa olevista yrityksistä kaatuisikin, tämä on nähtävä kehitykseen kuuluvana, elinvoimaisten ideoiden karsimisprosessina. Uuden teknologian ollessa alkuvaiheissa, yrityskentässä tapahtuu väistämättä suuria muutoksia.

Vaikka edellä oleva analyysi on ollut varsin myönteinen tietotekniikalle Suomessa, alan tuleva myönteinen kehitys ei ole itsestään selvä. Nokian hallitseva asema on ollut erityispiirre menneelle kehitykselle. Tällä hetkellä Nokia on globaali yritys ja se toimii globaalisti kaikissa toimissaan mukaan lukien sen tutkimus- ja tuotekehitystoiminta. Jatkossa se tulee todennäköisesti yhä enemmän siirtämään toimintojaan muualle ja tuottamaan innovaatioita muissa maissa. Voimme kysyä, tuleeko Nokia olemaan jatkossakin keskeinen alan keksijä, yrittäjä ja teollistaja Suomessa, vai tulevatko keskeiset tietotekniikan toimijat kenties läheisiltä aloilta kuten viestinnästä, ohjelmistotuotannosta, sisältötuotannosta tai pankkipalveluista, kun rajat häipyvät perinteisten ja tietotekniikka-alan välillä. Voimme myös kysyä, kehittyvätkö osaamiskeskittymät ylipäättänsä jatkossa enemmän maiden rajojen ylitse.

Eliassonin osaamiskeskittymä-käsite on osoittautunut hyödylliseksi analyysin välineeksi, mutta on muistettava, että sillä on myös rajoituksensa. Yksi tärkeimmistä on vähäinen rooli, jonka Eliasson on antanut julkiselle sektorille. Kuitenkin Suomen teollistumismallille on ollut keskeistä julkisen sektorin rahoitus ja nimenomaan 'kompetentti' uusien kehityspolkujen rahoitus. Tekesin teknologiaohjelmat ja muu tutkimus- ja kehittämistuki ovat tästä tärkeä esimerkki. Julkisen sektorin pääomasijoittajalla, Sitralla, on ollut olennaisen tärkeä rooli aivan alkuvaiheen biotekniikkayritysten rahoittamisessa ja siten osaamiskeskittymän puutteiden korjaamisessa. Julkinen raha ei välttämättä ole niin 'osaamatonta' kuin Eliasson olettaa. Julkisen sektorin laitokset (esim. PTL) ovat toimineet myös teollistajina.

On silti tärkeää muistaa, että julkisella ja yksityisellä riskirahoituksella on erilaiset kannustimet (Georghiou et al., 2003). Julkinen rahoitus voi olla paljon kärsivällisempää, koska sillä ei ole välttämättä samanlaisia tuottovaatimuksia kuin yksityisellä rahalla. Julkinen pääomasijoittaja voi siten rahoittaa pitempään myös epäonnistuvia hankkeita, mikä voi osoittautua myöhemmin ongelmalliseksi¹⁰. Yksityisen rahoituksen varassa huonot hankkeet karsiutuvat todennäköisesti nopeammin ja tehokkaammin. Silti ne voivat karsiutua liiankin nopeasti erityisesti biotekniikka-alalla, jossa kehitysprosessit ovat pitkiä. Julkinen rahoitus voi kompensoida ainakin joitain osaamiskeskittymän puutteita, kuten riittämätöntä riskirahoituksen tarjontaa, mutta samalla tuoda uusia ongelmia.

¹⁰ Eliassonin mukaan virhe, että tuetaan epäonnistuvia hankkeita liian kauan, on sitä todennäköisempää mitä heikommin kehittynyt osaamiskeskittymä on, esimerkiksi ettei ole riittävästi riskirahoittajien massaa.

Lähteet

- Ali-Yrkkö, J. (2001). *Nokia's Network – Gaining Competitiveness from Co-operation*. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Ali-Yrkkö, J. & Hermans, R. (2002). *Nokia in the Finnish Innovation System*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Ali-Yrkkö, J., Hyytinen, A. & Liukkonen, J. (2003). *Exiting Venture Capital Investments: Lessons from Finland*. Teoksessa: Hyytinen, A. & Pajarinen, M. (eds.), *Financial Systems and Firm Performance*. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Antila, V. (2003). *Bioalan riskiraha niukaksi – Julkista rahoitusta tarvitaan aiempaa enemmän*. *Kemia-Kemi*, vol. 30, 31-32.
- Burenstam-Linder, S. (1962). *An essay on Trade and Transformation*. New York: Wiley.
- Carree, A. & Thurik, A. (2000). *Self-Employment in the OECD countries*. *Labour Economics*, 7(5), 471-505.
- Carlsson, B. & Eliasson, G. (2001). *Industrial Dynamics and Endogenous Growth*. Paper presented at the DRUID Nelson & Winter Conference, 12-15 June, Aalborg, Denmark.
- Edquist, C. (toim.) (1997). *Systems of Innovations – Technologies, Institutions and Organisations*. London: Pinter Publishers.
- Eliasson, G. (2003). *The Venture Capitalist as a Competent Outsider*. Teoksessa: Alho, K., Lassila, J. & Ylä-Anttila, P. (toim.), *Talouden tutkimus ja päätöksenteko – Kirjoituksia rakennemuutoksesta, kasvusta ja talouspolitiikasta*. Taloustieto Oy, Helsinki.
- Eliasson, G. & Eliasson, Å. (1996). *The Biotechnological Competence Bloc*. *Revue d'Economie Industrielle*, 78-4, Trimestre.
- Fagerberg, J. (1992). *The Home Market Hypothesis Re-examined: The Impact of Domestic User-Producer Interaction on Home-Market Specialisation*. Teoksessa: Lundvall, B.-Å. (toim.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Aldershot: Pinter Publishers.
- Finnish Venture Capital Association. 2003. *Pääomasijoittaminen Suomessa 2002*.
- Florida, R. & Kenney, M. (1988). *Venture Capital-Financed Innovation and Technological Change in the US*. *Research Policy*, 17, 119-137.
- Fransman, M. (2002). *Telecoms in the Internet Age – From Boom to Bust...?* New York: Oxford University Press.
- Georghiou, L., Smith, K., Toivanen, O. & Ylä-Anttila, P. (2003). *Evaluation of the Finnish Innovation Support System*. Ministry of Trade and Industry, Publications 5/2003. Helsinki: Edita Publishing Ltd.
- Hellmann, T. & Puri, M. (2000). *The Interaction Between Product Market and Financing Strategy: The Role of Venture Capital*, *The Review of Financial Studies*, 13, 959-984.
- Hyytinen, A. & Pajarinen, M. (2003). *Financial Systems and Venture Capital in Nordic Countries: A Comparative Study*. In Hyytinen, A & Pajarinen, M (eds.) *Financial Systems and Firm Performance*. Helsinki: Taloustieto Oy.

- Jaffe, A. & Trajtenberg, M. (toim.) (2002). *Patents, Citations & Innovations – A Window on the Knowledge Economy*. Cambridge MA: The MIT Press.
- Johansson, D. (2000). Den experimentellt organiserade ekonomin, kompetensblock och ekonomisk tillväxt. *Ekonomisk Debatt*, årg 28, nr 7, 655-668.
- Koski, H., Rouvinen, P. & Ylä-Anttila, P. (2002). *Tieto & Talous – Mitä ”Uudesta Taloudesta” Jäi?* Helsinki: Edita.
- Koski, Heli & Sierimo, Carolina (2003). Entry and Exit in the ICT sector – New Markets, New Industrial Dynamics? *ETLA Discussion Papers* no. 847.
- Lundvall, Bengt-Åke (toim.) (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.
- Luukkonen, T. (2003). *Variability in Forms of Organisation in Biotechnology Firms* Helsinki: ETLA, The Research Institute of the Finnish Economy, 2003, Discussion Papers, No. 872.
- Luukkonen, T. (2004). Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa. Tässä kirjassa.
- Luukkonen, T., Tahvanainen, A.-J. & Hermans, R. (2004). Suomen biotekninen teollisuus, yleiskatsaus. Tässä kirjassa.
- Maskell, P., Eskelinen, H., Hannibalsson, I., Malmberg, A., and Vatne, E. (1998). *Competitiveness, Localised Learning and Regional Development: Specialisation and Prosperity in Small Open Economies*. London: Routledge.
- Nelson, R & Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press of Harvard University.
- Paija, L. (toim.) (2001). *Finnish ICT Cluster in the Digital Economy*. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Palmberg, C. (2002a). *Successful Innovation – The Determinants of Commercialisation and Break-even Times of Innovations*. VTT Publications 486.
- Palmberg, C. (2002b). *Technological Systems and Competent Procurers – the Transformation of Nokia and the Finnish Telecom Industry Revisited*. *Telecommunications Policy* 26, 129-148.
- Palmberg, C. (2004). *The Sources of Innovations – Looking Beyond Technological Opportunities*. Forthcoming in *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 13, no. 2, 183-197.
- Palmberg, C. & Martikainen, O. (2003). *Overcoming a Technological Discontinuity – The Case of the Finnish Telecom Industry and the GSM*. *ETLA Discussion Papers* no. 855.
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. London: McMillan.
- Rönkkö, P. (2001). *Growth and Internationalization of Technology-based New Companies: Case study of Eight Finnish Companies*. Teoksessa: Paija, L. (toim.), *Finnish ICT Cluster in the Digital Economy*. Helsinki: Taloustieto Oy.
- Schumpeter, J. (1911/1968). *The Theory of Economic Development*. English translation 1968. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Ylä-Anttila, P. & Lemola, T. (2003). *Transformation of Innovation System in a Small Country – the Case of Finland*. Paper presented at the First Globelics Conference in Rio de Janeiro, November 2-6.

Liite. Ruotsalaisten patentointi Yhdysvalloissa (USPTO) vuosina 1985-1999

Title:

Creator:

Preview:

This EPS picture was not saved with a preview included in it.

Comment:

This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.

Lähde: USPTO Jaffen ja Trajtenbergin (2002) mukaan. Tilastoitu patentin myöntämisen vuoden mukaan. Kriteerinä on, että yksi keksijöistä on ruotsalainen.

Ruotsalaisten patentointi Yhdysvalloissa (USPTO) vuosina 1985-1999

Title:

Creator:

Preview:

This EPS picture was not saved with a preview included in it.

Comment:

This EPS picture will print to a PostScript printer, but not to other types of printers.

Lähde: USPTO Jaffen ja Trajtenbergin (2002) mukaan. Tilastoitu patentin myöntämisen vuoden mukaan. Kriteerinä on, että yksi keksijöistä on ruotsalainen. Ericssonin patentit on poistettu aineistosta.

4 Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa

Terttu Laukkonen

1 Johdanto

Innovaatiotoimintaa koskevassa tutkimuksessa on kiinnitetty huomiota siihen, että allianssit ja verkostot ovat olennaisen tärkeitä biotekniikka-alalla toimiville yrityksille (esim. Powell et al., 1999; Niosi, 2003). Näiden huomioiden mukaan biotekniikan sovellusaloilla toimivat isot yritykset sijoittavat varoja pienten biotekniikkayritysten tutkimukseen tutkimussopimusten, pääomasijoitusten ja yhteisyritysten kautta (Powell, 1990). Näin on ollut siksi, että varsinkin uuden biotekniikan varhaisimpina aikoina¹¹ isoilta yrityksiltä puuttui alan tutkimuksellista osaamista. Alan varhaisimpina aikoina 1970- ja 80-luvuilla osaaminen keskittyi harvoihin laboratorioihin Yhdysvalloissa. Alan osaaminen oli myös pitkälti ns. hiljaista tietoa, jota opittiin työskentelyssä alan harvoissa huippulaboratorioissa. Pienet biotekniikkayritykset olivat joustavampia uusien tekniikoiden oppimisessa ja uusien innovaatioiden synnyttämisessä.

Pieniin biotekniikkayrityksiin sijoittamiensa varojen vastineeksi isot yritykset saivat jaetut tai yksinomaiset oikeudet niihin teknologioihin tai tuotteisiin, joita syntyi pienten biotekniikkayritysten tutkimustoiminnasta. Tutkimus- ja kehittämistoiminnan ulkoistaminen liittyi myös uuden biotekniikan teknologiseen ja kaupalliseen epävarmuuteen ja riskeihin ja näiden riskien jakamiseen. Näin on edelleenkin.

Pienten, uusien yritysten kannalta yhteistyön motiivina on ollut puute paitsi rahasta myös osaamisesta niiden pyrkiessä kehittämään tuotteitaan kliinisten testivaiheiden kautta valmistukseen (Powell et al., 1996; Pisano, 1991). Sopimukset suurten yritysten kanssa ovat tuoneet rahaa tutkimus- ja tuotekehittelyyn. Pienet yritykset ovat saaneet myös osaamista ja ammattitaitoa em. tuotteiden hyväksymisprosessiin, valmistamiseen ja markkinointiin.

¹¹ Keskeiset uuden biotekniikan keksinnöt tehtiin 1970-luvulla.

Suurten ja pienten yritysten keskinäiseen yhteistyöhön ja alliansseihin perustuvat järjestelyt ovat olleet niin yleisiä, että biotekniikkayrityksiä on usein pidetty ns. verkostoyrityksen perustyyppinä (Powell, 1990; Powell et al., 1996; Mangematin et al., 2003). Yhdysvalloissa kuitenkin mm. Pisano (1991) kiinnitti jo 1990-luvun alussa huomiota päinvastaiseen kehitykseen: osa uusista biotekniikkayrityksistä muuttui ns. vertikaalisesti yhdentyneiksi (vertical integration) eli ne olivat ryhtyneet myös tuotteidensa valmistamiseen ja markkinointiin sen sijaan että ne olisivat siirtäneet nämä tehtävät sopimuskumppaneilleen isoille yrityksille. Toisaalta taas isot yritykset olivat lisääntyvästi panostaneet biotekniikka-alan tutkimus- ja kehittämistyöhön omissa laitoksissaan.

Edellä kuvattu pienten biotekniikkayritysten ja suurten lääketehaiden välinen, lähes symbioottinen yhteistyö ei välttämättä anna kuvaa koko biotekniikka-alan liiketoiminnasta. Biotekniikka-alaa koskeva tutkimus kansainvälisesti on pitkälle keskittynyt lääkekehitysyritysten toimintaan, ja johtopäätökset koskevat erityisesti tätä sovellusaluetta. Biotekniikan sovellukset koskevat kuitenkin myös muita aloja. On totta, että merkittävä osa biotekniikan sovelluksista liittyy tavalla tai toisella terveyssektoriin. Silti vain osa yrityksistä toimii varsinaisella lääkekehitysalalla, josta em. esimerkit on otettu. Sen vuoksi tässä luvussa tarkastellaan sitä, missä määrin edellä kuvattu yhteistyö ja verkottuminen ovat luonteenomaisia muuallakin kuin lääketeollisuudessa ja lääkekehityksessä. Huomiota kiinnitetään siihen, missä määrin eri sovellusaloilla toimivat pienet biotekniikkayritykset soveltavat verkostoyritysten – vastakohtana vertikaalisesti yhdentyneiden yritysten – strategioita. Pyrkimyksenä on myös selittää mahdollisia toimintatapojen vaihtelua. Verkottumisen aste ja luonne ovat tutkimuksen kohteena, sillä niillä on merkitystä liiketoiminnan kehityksen ja yritysten kasvun kannalta.

Aineistona on ETLAssa kerätty 29 pientä suomalaista biotekniikkayritystä koskeva haastatteluaineisto.¹² Tämä analyysi perustuu siten suomalaisen yritysaineistoon ja voi heijastaa erityisolosuhteita pienessä taloudessa.

2 Eri tapoja ymmärtää verkostoyritys

Edellä on viitattu käsitteeseen verkostoyritys ns. vertikaalisen eriytymisen mielessä: osa arvoketjun (tuotantoprosessin vaiheiden) mukaisista

¹² Haastattelut tehtiin talvella ja keväällä 2003. Yrityksistä 8 oli pääasiallisesti lääkekehitysyhtiöitä, 5 diagnostiikkayrityksiä, 5 biomateriaaliyrityksiä, 5 palveluyritystä, 5 ravitsemuksen alalla ja muut-luokkaan kuului 4.

toiminnoista tutkimuksesta ja tuotekehityksestä teolliseen valmistukseen ja markkinointiin on jaettu alihankkijoiden tai yhteistyökumppanien kanssa. Tehtävien jakaminen voi tapahtua muodollisten tai epävirallisten sopimusten kautta. Vastakohtana on vertikaalisesti yhdentynyt (integroitunut) yritys, joka tässä merkitsee sitä, että yritys huolehtii tuotantoprosessin eri vaiheista itse omassa organisaatiossaan. Tämän kirjoituksen huomion kohteena on verkostoituminen juuri vertikaalisen eriytymisen merkityksessä.

Verkostoyritys-nimikettä on käytetty tutkimuksessa myös muissa merkityksissä, joista tavallisin on sen käyttö kolmantena luokkana puhuttaessa markkinoista ja hierarkioista (Powell, 1990). Markkinat tarkoittavat tällöin muodollisten sopimusten, aineettomien oikeuksien määrittelyn ja ylipäättänsä kilpailun luonnehtimia suhteita; kuten sen nimikin sanoo, markkinat ovat metafora, joka kuvaa toimijoiden välisiä suhteita. Hierarkia viittaa tällöin yrityksen organisaation sisällä tapahtuviin toimintoihin ja työntekijäsuhteet luonnehtivat sitä parhaiten. Verkosto näiden suhteen erillisenä luokkana tarkoittaa epävirallisia ja sosiaalisia sekä molemminpuolisiin etuihin ja luottamukseen pohjautuvia suhteita. Tässä luvussa jätetään verkostoyritys tässä merkityksessään tarkastelun ulkopuolelle, vaikkakin siihen viitataan lopussa.

3 Yritysten tuotekehitys, valmistus ja markkinointi biotekniikan sovellusaloilla

3.1 Lääkekehitysyrietykset

Lääkekehitys on hyvin suurten riskien liiketoimintaa. Lääkkeen kokonaiskehitysprosessista on esitetty erilaisia hinta-arvioita, yksi viimeisimmistä on että se maksaisi 500-800 miljoonaa EUR¹³. On myös väitetty, että vain 1-5 alkuperäisestä lääkekeksinnöstä sataa kohden johtaa lopulta lääketuotteeseen (Luukkonen, 2003). Uusi bioteknologia on kuitenkin tuottanut parannuksia lääkekehitysprosesseihin ja epäonnistumisen riskin on arvioitu alenevan niin, että jopa yksi kymmenestä lääkekeksinnöstä johtaisi valmiiseen tuotteeseen. Vastaavasti mitattaessa aikaa vuosissa perinteinen lääkekehitys kestää 7-11 vuotta, kun sen on arvioitu biotekniikan ansiosta lyhenevän 4-8 vuoteen (Powell, 1996). Uusi biotekniikka tarjoaa siis merkittäviä parannuksia lääkekehitykseen.

¹³ Arne Gillin, 3i, at NeoBio Business & Biotechnology Seminar, October 28, 2003, Helsinki.

Silti tämä on edelleen kallista, kestää useita vuosia ja epäonnistumisen riski on suuri. Lääkekehitys on pitkä ja kallis, koska lääkkeiden hyväksyntämenettely vaatii lääkkeiden vaikuttavuuden, tehokkuuden, sivuvaikutusten ja toksikologisuuden perusteellista selvittämistä.

Tutkittaessa pieniä suomalaisia biotekniikkaa hyödyntäviä lääkekehitysyrityksiä niiden havaittiin toimivan alussa todettujen verkostoyritysten tavoin: kaikki tutkitut lääkekehitysyritykset pyrkivät kehittämään lääkeaihionsa kliinisten kokeiden ensimmäiseen tai toiseen vaiheeseen, jonka jälkeen yritykset toivovat voivansa lisensoida tuotteiden edelleen kehitys- ja valmistusoikeudet suurille, käytännössä ulkomaisille lääkeyrityksille. Useimpien kohdalla on kyse toivomuksesta, sillä yritysten tuotteet olivat haastattelun aikaan vain muutamissa tapauksissa ehtineet lisensointivaiheeseen. Vain harvat uskalsivat suunnitella III vaiheen kliinisten kokeiden suorittamista ja oikeuksien lisensointia sen jälkeen. Jos päästään – rahoituksellisesti ja toiminnan organisoinnin osalta – III vaiheen klinisiin kokeisiin asti, keksinnön johtaessa myytävään tuotteeseen, tämä tuottaa pienille yrityksille paljon enemmän rahaa tulevaisuudessa, sillä pieni yritys on kantanut suuremman osan kehittämistyön riskeistä ja siksi saa myös suuremman osan tulevasta taloudellisesta hyödystä. Mitä pitemmälle pienet yritykset kykenevätkin kehittämään tuotteitaan, sitä enemmän ne tulevat saamaan rahaa tuotteen menestyessä.

Rahapulassaan yritykset saattavat kuitenkin tehdä sopimuksia isojen yritysten kanssa jo aivan varhaisessa vaiheessa, jolloin ei ole vielä tehty uuden lääkemolekyylin keksintöä. Tällainen sopimus tarjoaa pienelle yritykselle rahaa tutkimus- ja kehittämistyöhön ja tuo välittömästi varoja toiminnalle. Oikeudet mahdolliseen keksintöön menevät rahoittavalle yritykselle. Tulevaisuudessa, mikäli toiminta johtaa myytävään tuotteeseen, pienen yrityksen saama rojalttitulo tulee olemaan huomattavasti pienempi kuin jos se olisi voinut kehittää tuotetta pitemmälle omin varoin, käytännössä esim. keräämänsä pääomarahoituksen turvin. Varojen niukkuuden vuoksi yritykset joutuvat tekemään valintoja välittömän tulon, mutta pienemmän tulevaisuuden kassavirran, ja suuremman tulevaisuuden tulon, mutta pienemmän välittömän tulon välillä.

Vain yksi lääkekehitysyritys suunnitteli vievänsä kehitysprosessin niin pitkälle, että se myös valmistaisi ja markkinoisi uutta lääkettä. Tällöin kuitenkin oli kysymyksessä lääke harvinaiseen tautiryhmään, jolloin lääkkeen tuleva kysyntä ja markkinointi eivät tule olemaan niin merkittäviä kuin kysymyksen ollessa suuremmista potentiaalisista markkinoista. Silti kysymyksessä oli eräänlainen koevalmistus ja -markkinointi, ja yritys suunnitteli, että se luopuisi näistä toiminnoista jonkin ajan jälkeen.

Kaksi haastatelluista yrityksistä oli lääkekehityksen lisäksi aktiivinen myös diagnostiikassa, palveluissa tai kemikaalien tuotannossa. Yrityksillä oli toimintatapojen osalta selvä ero lääkekehityksen ja muiden toimintojen välillä. Kun ne lääkekehityksessä olivat suuntautuneet keksintöjen kehittämiseen ja lisensointiin, muilla aloilla ne valmistivat tuotteitaan, osin alihankkijoiden avulla, ja jopa markkinoivat niitä itse, eli toimivat pitkälti vertikaalisesti yhdentyneen yrityksen tavoin.

Yhteenvetona voidaan siis todeta, että lääkekehityksessä pienet biotekniikkayritykset toimivat alussa kuvattujen verkostoyritysten tavoin: ne kehittävät tuotteitaan, kunnes näiden edelleen kehitys lisensoidaan jollekin suurelle yritykselle. Tuotteiden edelleen kehitys voi vaatia pieneltä yritykseltä yhteistyötä ison yrityksen kanssa, mutta liiketoimintojen päätaavoite ja yrityksen tulot koostuvat lisensoitujen tuotteiden välittömistä maksuista, välietappimaksuista ja tulevista rojalttituloista. Koska yritykset myyvät keksintöjä, näiden aineettomien oikeuksien turvaaminen patentoinnin avulla on ensiarvoisen tärkeää ja myös edellytys pääomasijoittajien päätöksille sijoittaa yritykseen varoja. Tuoteideat patentoidaan hyvin varhaisessa vaiheessa. Usein yritys perustetaan peruskeksintöjen patentoimisen yhteydessä tai pian sen jälkeen.

Rahoituksen takaaminen lääkekehitykselle siihen asti, että tuotteet voidaan lisensoida ulos, on ongelma. Kaikki tutkitut lääkekehitysyritykset olivat saaneet riskisijoituksia, julkisia tai yksityisiä, ainakin jossain määrin, ja osalla oli ollut useita rahoituskierroksia. Silti varat harvoin riittivät kylliksi pitkälle suunnitellun kehitysprosessin loppuun asti, ja uuden, riittävän rahoituksen saaminen oli useimmissa suuri ongelma.

Edellä kuvattu toimintamalli ei ollut kaikkien osalta pysynyt samana, vaan oli tulosta oppimisprosessista. Samoin voidaan olettaa, että selostettu toiminta ja/tai suunnitelmat voivat jatkossa myös muuttua. Oman lääketuotantolaitoksen valmistaminen on kynnyks, jota mikään pieni lääkekehitysyhtiö ei ollut toistaiseksi ylittänyt.

3.2 Diagnostiikkayritykset

Diagnostiikkakin liittyy lääketeollisuuteen ja terveyssektoriin ja useat diagnostiikkayritykset tuottavat testejä lääke diagnostiikkaan ja -terapiaan. Silti osa tuottaa myös esim. biosensoreita ympäristödiagnostiikan tarpeisiin tai puhtaasti tutkimuskäyttöön. Diagnostiikkayritysten toimintalogiikka eroaa merkittävästi lääkekehityksestä, eikä yritysten toiminnassa ole eroja sen suhteen, toimivatko ne lääke- vai muun sovellusalan piirissä.

Kaikki tutkitut diagnostiikkayritykset kehittivät, valmistivat ja markkinoivat tuotteitaan eli diagnostisten testien raaka-aineita tai testejä. Merkittävä osa niiden asiakkaista on ulkomailla olevia yrityksiä. Jotkut yritykset käyttävät omaan markkinasegmenttiinsä erikoistuneita jakelijoita. Pari yritystä oli tuottanut myös palveluja, eritoten yritystoiminnan varhaisina aikoina, koska palvelut tuottavat nopeaa kassavirtaa. Kaikki yritykset olivat siis pääosin ns. vertikaalisesti yhdentyneitä.

Diagnostiikan tuotesykli on suhteellisen nopea, sillä tuotteilla ei ole tuotehyväksyntäjärjestelmää, kuten on asianlaita lääkekehityksessä. Riskirahoituksen tarvekaan ei ole sen vuoksi yhtä akuuttia kuin lääkekehityksessä, ja vain kaksi viidestä yrityksestä oli saanut sitä, ja silloin summat olivat olleet pieniä. Yrityksen toimintaan tarvittava rahoitus ja yritystoiminnan riskit ovat kaiken kaikkiaan paljon pienempiä kuin lääkekehityksessä. Alalla toimivat yritykset eivät myöskään patentoi läheskään niin paljon kuin lääkekehityksessä, sillä tyypillisesti yritykset patentoivat kehittämänsä diagnostiset prosessit ja testit, mutta eivät patentoi testien raaka-aineita. Osin tämä johtuu siitä, että monet diagnostiikkayritysten perusmenetelmistä pohjautuivat suhteellisen vanhoihin muualla tehtyihin löytöihin, joita ei ole aikoinaan patentoitu, vaan ne oli julkistettu tieteellisinä julkaisuina. Patentointi on kuitenkin lisääntynyt myös tällä alalla, ja jotkut yritykset arvelivat myös itse patentoivansa jatkossa uusia menetelmiä, mikäli ne kykenevät niitä tuottamaan. Diagnostiikassa käytetään paljon myös tuotemerkkejä aineettoman omaisuuden suojana.

3.3 Biomateriaalit

Myös biomateriaaliyritykset toimivat terveyssektorilla. Biomateriaaleja käytetään mm. hampaisiin ja erilaisiin toimenpiteisiin luuston korjaamiseksi. Biomateriaalit korvaavat aiemmin käytettyjä materiaaleja, kuten metallilevyjä, joita on käytetty ja käytetään yhä leikkauksissa. Uusia kehittämisalueita ovat esimerkiksi biomateriaalien käyttö lääkkeiden anosteluun.

Kun arvioidaan yritysten toimintamalleja verkottumisen tai vertikaalisen yhdentymisen välillä, biomateriaaliyritykset sijoittuvat lääkekehitys- ja diagnostisten yritysten välille. Neljä viidestä biomateriaaliyrityksestä pyrkii tuotteiden kehittämiseen ja lisensoimiseen. Silti yritysten päätoiminta on tuotteiden, enimmäkseen omien, mutta yhden yrityksen kohdalla myös toisten yritysten tuotteiden valmistus ja osassa myös markkinointi. Markkinat ovat enimmäkseen ulkomailla. Markkinoinnissa jotkut yritykset käyttävät jakelijoita. Näillä on valmis asiakaskunta ja markkinat. Useimmiten samat jakelijat markkinoivat sekä perinteisiä et-

tä uusia tuotteita (esim. biomateriaaleja versus metallilaitteita kirurgiaan). Tämä merkitsee sitä, että uusilla tuotteilla on jo olemassa markkinat, eikä markkinoiden luomiseen tarvitse lähteä aivan alusta. Kun yritys toimii lisäksi varsin erikoistuneilla markkinoilla, se voi käyttää konferensseja, messuja, koulutusta ja internet-pohjaista tai suoramarkkinointia kohderyhmille. Markkinointia auttaa se, että asiakkaat ovat sairaaloita ja lääkehenkilökuntaa. Yksi yrityksistä on ulkomaisessa omistuksessa ja emoyhtiö huolehtii tällöin markkinoinnista. Yhdellä yrityksellä on myös koekäyttäjät (lääkäreitä) ulkomailla, ja he testaavat uuden tuotteen ennen varsinaista tuotelanseerausta.

Tuotteiden hyväksymisprosessi on lyhyempi kuin lääkkeiden ollessa kysymyksessä, vaikka se on jossain määrin riippuvaista sovelluksesta. Kaiken kaikkiaan biomateriaalien kehitysprosessi keksintövaiheesta tuotteen markkinoille lanseeraukseen asti on lyhyempi ja vähemmän kallis kuin lääkkeiden ollessa kysymyksessä. Sen vuoksi pienet biomateriaaliyritykset kykenevät integroimaan tuotteiden teollisen valmistuksen. Patentointi on tällä alueella tärkeää ja kaikkien yritysten keskeiset keksinnöt – materiaalit, tekniikat ja/tai työprosessit – on patentoitu. Riskirahoituksen tarve on kuitenkin biomateriaalien osalta tuotteiden kehittämiseksi merkittävä, ja kaikki uusia biomateriaaleja kehittävät ja valmistavat yritykset olivat sitä saaneet.

3.4 Palvelut

Biotekniikka-alan verkottuneisuus tarjoaa monia mahdollisuuksia palvelujen tarjoajille. Alan palveluyritykset, joita tutkittiin, tekivät konsultointi- tai tutkimuspalveluja yhtä lukuun ottamatta, joka valmisti myös diagnostiikka-alan komponentteja. Muut eivät olleet mukana valmistuksessa, joskin yksi yritys käytti toista palvelutarjoajaa alihankkijana. Palvelusten markkinointi on olennainen osa yritysten liiketoimintaa eikä sitä voi ulkoistaa. Useimmat asiakasyritykset olivat biotekniikka- tai lääkeyrityksiä, ja päinvastoin kuin muilla sovellusaloilla, etupäässä Suomesta. Silti, jos yrityksen markkinat ovat kovin erikoistuneet, paikallinen palvelujen kysyntä on liian suppeaa liiketoiminnalle ja yrityksen täytyy löytää enemmistö asiakkaistaan ulkomailta.

Suomalaiset palveluyritykset käyttävät menetelmiä, jotka ovat vapaasti saatavilla eivätkä ole patentoituja. Yritykset myyvät erikoisosamista, joka perustuu niiden kykyyn soveltaa erityismenetelmiä nopeasti ja tehokkaasti asianmukaisella laitteistolla ja niillä on ao. menetelmien käyttöön koulutettua henkilökuntaa. Riskirahoituksen tarve on suhteellisen vähäistä, ja vain pari yritystä oli sitä saanut perustamis pääomana.

Palvelut on tyypillisesti alue, joka tuottaa yritykselle tulovirtaa nopeasti. Palveluille ei ole tuotehyväksyntäprosessia.

3.5 Muut sovellusalueet

Muut yritykset, joita tutkittiin, olivat ravitsemuksen, instrumenttien, proteiiniomuokkauksen, bioinformatiikan ja lääkeannostelun alueilta. Ne ovat varsin heterogeeninen joukko yrityksiä. Silti niiden liiketoimintastrategioissa on selviä yhteisiä piirteitä. Vaikka pari yritystä pyrkiikin kehittämään innovaatioita asteelle, jolla ne toivovat voivansa lisensoida innovaationsa oikeudet toiselle yritykselle, yhtä lukuun ottamatta muut yritykset pyrkivät valmistamaan itse tuotteitaan, yhdessä tapauksessa alihankkijan avulla. Yleensä yritykset myös markkinoivat tuotteensa. Poikkeuksen muodostaa ulkomaisessa omistuksessa oleva yritys, jonka emo käyttää laajaa markkinointikoneistoaan tehtävään. Erityisiä tuotehyväksyntämenettelyjä, jotka perustuisivat yhtenäiseen lainsäädäntöön, ei ole näillä alueilla. Funktionaalisten elintarvikkeiden alalla tämä on jopa toimintaa vaikeuttava seikka. Suurempi ongelma tällä alalla tuotteiden markkinoinnin kannalta lienee kuitenkin se, että ravinto on kulttuurisesti säädeltyä ja kiinnostus terveysasioihin vaihtelee esim. Euroopan sisällä. Tämä vaikeuttaa suomalaisten yritysten markkinaponnisteluja maan ulkopuolella.

Lääkeannosteluyritys sen sijaan on verkottunut erittäin laajasti: se tekee tutkimusyhteistyötä yliopistotutkijoiden kanssa perustutkimuskysymyksissä, tutkimuslaitosten kanssa mittaus- ja tuotantoteknisissä kysymyksissä, yrityspartnereiden kanssa kysymyksissä, jotka koskevat annosteltavia lääkeaineita (ja joita partnerit kehittävät ja tuottavat), alihankkijan kanssa annostelulaitteiden valmistamiseen liittyvissä kysymyksissä ja lopulta partnerin kanssa markkinoinnissa

4 Yritysten yliopistoyhteistyö

Yritys, joka on täysin yhdentynyt vertikaalisesti, tekee tarvitsemansa tutkimus- ja kehittämistyön itse. Vaikka biotekniikkayritykset ovat erittäin tutkimusintensiivisiä (Hermans & Luukkonen, 2002), niille on tyypillistä, että ne ovat myös laajasti yhteistyössä perustutkimusta tekevien yliopistojen ja muiden julkisen sektorin tutkimusorganisaatioiden kanssa. Biotekniikka-ala nojautuu uusimpaan tieteelliseen tietoon, eikä erikoistuneillaan biotekniikkayrityksillä ole resursseja tehdä tai edes seurata kaikkea uusinta tieteellistä tietoa, jota tuotetaan maailmalla. Sen vuoksi ne hyö-

dyntävät uusimman tutkimustiedon seuraamisessa yliopistosuhteitaan, jotka ovat usein läheisiä ja perustuvat yritysten taustalla olevien tutkijoiden omiin sosiaalisiin verkostoihin, entisiin tai nykyisiin kollegasuhteisiin. Tämä seuraaminen tapahtuu tavallisesti epävirallisella tasolla, kuten tapaamisten tai konferenssien välityksellä. Joillain yrityksillä on taustalla epävirallisia tutkijaverkostoja, joiden jäsenet kaupallistavat keksintöjään näiden yritysten kautta. Kun tutkimustuloksilla näyttää olevan kaupallista potentiaalia, yritykset tekevät tutkimussopimuksen yliopiston/tutkijoiden kanssa tulosten edelleen kehittämisestä tai ne tekevät tutkimustilauksia ja sopimusteitse takaavat oikeudet tutkimustulosten hyödyntämiseen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tutkimustulosten patenttioikeudet tulevat yritykselle riippumatta siitä, ketkä ovat patenttoijia.

Osa yrityksistä hyödyntää tutkijaverkostojaan myös tieteellisten neuvottelukuntien tms. kautta. Tällaisten jäsenet, tunnetut tutkijat eri maisista, antavat panoksensa yrityksen tutkimusohjelman kehittämiselle ja auttavat esim. kliinisten kokeiden järjestelyissä. Koska he ovat senioritutkijoita, he voivat myös vaikuttaa kotilaitoksensa ostopolitiikkaan ja siten auttaa yrityksen tuotteiden markkinointia. Tällaiset neuvottelukunnat voivat tieteellisen julkaisemisen ja patenttien ohella viestiä riskirahoittajille yrityksen keksintöjen tieteellisestä tasosta ja sitä kautta yrityksen potentiaalisesta arvosta.

5 Yhteenveto yritysten strategioista

Seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon on koottu tarkastellut yritysmallit ja niihin vaikuttavia taustatekijöitä.

Taulukossa tärkein tekijä, joka vaikuttaa yritysten organisaatiomuotoon, on tuotehyväksyntään liittyvä sääntely. Vaatimukset tuotehyväksynnälle ovat kovimpia ihmislääkkeille, ja sen vuoksi lääkeaihiot testataan vuosia kestävien esikliinisten ja kliinisten kokeiden avulla. Prosessi on kallis, vaatii osaamista ja suuria rahoituspanostuksia. Sen lisäksi se on riskialtista, sillä vain harva keksintö selviää prosessin loppuun ja päättyy lääkkeeksi markkinoille. Pienillä biotekniikkayrityksillä ei ole resursseja kattaa koko prosessia tutkimuksesta eri testivaiheiden kautta tuotteiden valmistukseen ja markkinointiin, vaan ne keskittyvät tärkeimpään osaamisalueeseensa eli uusien keksintöjen kehittelyyn. Jonkin verran on eroa sen suhteen, ovatko lääkkeen markkinat potentiaalisesti suuret lääkkeen kohdistuessa suhteellisen yleiseen tautiin. Kun lääke on kehitetty pienelle ja erikoistuneelle potilasryhmälle, yritys voi pyrkiä integroimaan valmistuksen ja markkinoinnin.

Taulukko 1. Tuotehyväksynnän tiukkuus

Tuote- markkinat	Tiukka	Vähemmän tiukka
Massa- markkinat	Organisaatiomuoto perustuu verkostoyritykseen : innovaatioiden kehittäminen ja lisensiointi muille yrityksille on liiketoiminnan ydin Esim. Lääkekehitys tavallisiin tauteihin	Organisaatiomuoto on vertikaalisesti yhdentynyt yritys Esim. teolliset entsyymit, eläinravinto (aineistossa ei ollut esimerkkiä)
Kapeat erikois- markkinat	Organisaatiomuoto on sekatyyppi : liiketoiminta kattaa innovaatioiden kehittämisen ja lisensioinnin muille yrityksille & valmistuksen ja markkinoinnin Esim. lääkkeet kapeille erikoismarkkinoille	Organisaatiomuoto on sekatyyppi : perustuu vertikaaliseen yhdentymiseen, osalla yrityksillä on kuitenkin verkostoratkaisuja toimintoihin Esim. biomateriaalit, diagnostiikka, tutkimus- ja muut palvelut

Muilla kuin ihmislääkkeillä on vaihtelevat tuotteiden hyväksyntämenettelyt, osin sellaisia ei ole lainkaan, mutta joka tapauksessa ne ovat huomattavasti vähäisemmät ja vievät vähemmän vuosia ja aikaa. Kynnys päästä mukaan liiketoimintaan on sekä tarvittavien rahapanostusten että menettelyjen hallinnan osalta alhaisempi. Tutkitut yritykset pyrkivät lisäksi markkinoille tuotteilla, joilla on kaikilla suhteellisen erikoistuneet markkinat. Sen vuoksi valmistettavat tuotemäärät eivät ole kovin suuria, ja yritysten on mahdollista integroida valmistus ja/tai markkinointi, joskin ne turvautuvat osin verkostoratkaisuihin, kuten alihankkijoiden käyttöön.

Tässä kuvatut toimintatavat ovat tyypillisiä pienille suomalaisille biotekniikkayrityksille. Ei ole olemassa vastaavaa analyysia, josta selviäisi, jotta voisimme päätellä, ovatko yritysten toimintamallit selvästi erilaisia muualla. Voidaan kuitenkin todeta, että lääkekehitys on niin kallista, että kuvatun kaltainen verkottunut toimintatapa on alalla yleinen.

6 Lopuksi

Suomalainen yritysaineisto osoitti siis, että yritysten organisaatiomuodot vaihtelevat biotekniikan eri sovellusaloilla. On kuitenkin mahdollista, että yritykset muuttavat jatkossa toimintatapojaan niiden mahdollisuuksien ja

toimintaympäristön muuttuessa. Aineisto osoitti myös, että biotekniikkayritysten käytäntö on useimpien asioiden osalta kaukana epävirallisesta sopimisesta ja puhtaasti sosiaalisten verkostojen muodostamasta verkostoyrityksistä (Powell, 1990). Aineettomien oikeuksien turvaaminen patenttien ja/tai niiden hyödyntämistä koskevien sopimusten kautta ja ylipäättänsä tarkka sopiminen kaupallisesta hyödyntämisestä on olennaisen tärkeää biotekniikan liiketoiminnalle useimmilla sen sovellusaloilla. Myöhästyminen patentoinnissa niin, että kilpailija ehtii ensin patentoida saman tuoteidean, voi viedä pohjan pois koko liikeidealta, ja yritys kaatuu ennen kuin se on edes alkanut toimintaansa.

Toiminnan kehittämiseen tarvittava raha (ja sillä ostettava osaaminen) ratkaisee ne puitteet, joissa alkava biotekniikkayritys voi toimia. Yritykset voivat hankkia rahaa houkuttelemalla pääomasijoittajia. Kuten tämän kirjan muista luvuista käy ilmi, pääomasijoittajamarkkinat ovat Suomessa tällä alalla kovin yksipuolisia. Julkinen pääomasijoittaja Sitra on tärkeässä portinvartija-asemassa, sillä se on pääasiallisin alkuvaiheen sijoittaja, joskin sen varat vuodesta 2001 vallinneen niukkuuden aikana on sidottu tarkoitettua enemmän jo pitemmälle ehtineisiin yrityksiin. Tekes on myös tärkeä tukija yrityksille tutkimus- ja tuotekehitysavustuksineen ja -lainoineen, ja jossain määrin se käytännössä, joskaan ei teoriassa, toimii riskirahoittajana.

Eri lähteistä saatavat varat eivät riitä lääkekehityksen tarpeisiin, ja sen vuoksi pienet lääkekehitysyhtiöt turvautuvat toimintaan, joka perustuu innovaatioiden oikeuksien myymiseen. Taloudelliselta kannalta katsottuna rojalttitulot voivat lääkkeiden menestyessä jatkossa maailmanmarkkinoilla tuottaa kohtuullisen suuria tuloja, joita voidaan käyttää taas uusien tuotteiden kehittelyyn. Yritysten strategiat, joiden mukaan niillä on useita, eri vaiheissa uloslisensioitavia lääkeaihoita, voi tuottaa vakaata, joskaan ei poikkeuksellisen ekspansiivista liiketoimintaa. Vaikka muillakin yrityksillä on tällä hetkellä rahoitusvaikeuksia, niiden on mahdollista nojautua liiketoimintalogiikkaan, joka rakentaa perinteisempää vertikaalisesti yhdentynyttä yritystä, joskin vaihtelevin järjestyin. Silti, koska näiden yritysten tuotteiden markkinat ovat usein pieniä erityismarkkinoita, ei ole odotettavissa, että niidenkään joukosta kasvaisi kovin suuria yrityksiä.

Edellä sanottu koskee biotekniikka-alaa sen ollessa kaupallistamisensa alkuvaiheissa. On huomattava, että ns. biotekninen vallankumous on vasta alkuvaiheissaan, emmekä kykene ennustamaan biotekniikan kaikkia sovelluksia ja niitä mullistuksia, joita ne tulevat tekemään monien toimialojen tutkimus- ja valmistusprosesseihin. Tässä vaiheessa on sen vuoksi myös vaikea ennustaa luotettavasti, missä määrin alan pienyrityksistä voi kasvaa merkittävästi suurempia ja elinkelpoisia yrityksiä.

Lähteet

- Hermans, R. & Luukkonen, T. (2002). Findings of the ETLA Survey on Finnish Biotechnology Firms. ETLA Discussion papers, No. 819, Helsinki.
- Luukkonen, T. (2003). Variability in Forms of Organisation in Biotechnology Firms. ETLA Discussion papers, No. 872, Helsinki.
- Mangematin, V., Lemarié, S., Boissin, J.-P., Catherine, D., Corolleur, F., Corolini, R., & Trommetter, M. (2003). Development of SMEs and heterogeneity of trajectories: the case of biotechnology in France. *Research Policy*, 32, 621-638.
- Niosi, J. (2003). Alliances Are Not Enough Explaining Rapid Growth in Biotechnology Firms. *Research Policy*, 32, 737-750.
- Pisano, G. P. (1991). The Governance of Innovation, Vertical Integration and Collaborative Arrangements in the Biotechnology Industry. *Research Policy* 20, 237-249.
- Powell, W.W. (1990). Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organization. *Research in Organizational Behaviour*, 12, 295-336.
- Powell, W.W., Koput, K.W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41, 116-145.
- Powell, W.W., Koput, K.W., Smith-Doerr, L., & Owen-Smith, J. (1999). Network Position and Firm Performance: Organizational Returns to Collaboration in the Biotechnology Industry. Teoksessa: Andrews, S. and Knoke, D. (eds), *Networks In and Around Organizations*, a special volume in the series *Research in the Sociology of Organizations*, Greenwich, CT: JAI Press.

5 Mistä on lääkealan biotekniikkayritykset tehty?

Raine Hermans

1 Johdanto

Suomessa on panostettu viime vuosina merkittävästi biotekniseen tutkimukseen sekä tiedeyhteisössä että biotekniikkayrityksissä, joiden lukumäärä on kasvanut voimakkaasti. Ala on viime aikoina ollut mielenkiinnon kohteena siihen sisältyvien suurten kasvuodotusten ja riskien myötä. Biotekniikka-alan odotetaan synnyttävän uuden teknologisen kehitysvaiheen, joka vaikuttaa voimakkaasti taloudelliseen kasvuun.

ETLA toteutti suuren biotekniikkayrityksiä koskevan kyselytutkimuksen keväällä 2002. Tässä tutkimuksessa esitellään kyselyn keskeisiä havaintoja lääkealalla toimivien biotekniikkayritysten rahoitusrakenteista ja liiketoiminnallisista ominaispiirteistä.¹⁴ Käsillä olevan tutkimuksen esikuvana ovat Suomen pienen ja keskisuuren yrityssektorin rahoitusrakenteista tehty tutkimus (Hyytinen ja Pajarinen, 2002), Suomen bioteollisuuden rahoitusrakenteita kuvaava tutkimus (Hermans ja Tahvanainen, 2002) sekä Yhdysvaltain pk-yrityssektoria koskeva tutkimus (Berger ja Udell, 1998). Lisäksi Tahvanainen (2003) on analysoinut Suomen bioteollisuuden pääomarakenteita. Käsillä oleva tutkimus keskittyy lääkekehityksessä mukana toimiviin biotekniikkayritysten rahoitusrakenteisiin vuoden 2001 lopussa.

Tutkimuksen tavoite jakaantuu kahtaalle. Ensimmäisenä tavoitteena on muodostaa yleiskuva siitä, miten eri rahoituslähteet liittyvät aineetomaan varallisuuteen ja sen ominaispiirteisiin biotekniikkayrityksissä. Toisena tavoitteena on kuvata, mitkä ovat olleet suomalaiset lääkealan biotekniikkayritysten rahoituslähteet. Ensimmäisen tavoitteen saavuttamiseksi muodostetaan ns. pääkomponenttianalyysin avulla kuva siitä,

¹⁴ Suomalaisen bioteollisuuden yleiskatsauksia ovat tehneet esim. Kuusi (2001), Schienstock ja Tulkki (2001) sekä Hermans ja Luukkonen (2002).

miten rahoituslähteet ja -muodot liittyvät yritysten aineettomaan varallisuuteen. Toisen tavoitteen saavuttamiseksi rahoituslähteiden ja -instrumenttien rakenteita jaotellaan toisaalta yritysten iän ja koon mukaan ja toisaalta niiden tutkimusintensiivisyyden mukaan. Tarkastelun ohessa rahoitusrakenteita peilataan rahoitusalan kirjallisuuteen.

2 Toimialan ominaispiirteet

Tutkimusaineisto perustuu ETLAn keräämään tietokantaan, joka sisältää rahoitukseen ja liiketoimintaan liittyviä tietoja 84 biotekniikka-alalla toimivasta yrityksestä.¹⁵ Tietokannasta valittiin 74 pienen ja keskisuuren yrityksen joukosta sellaiset yritykset, jotka *ilmoittivat toimivansa osana lääketieteellisuutta tai joiden asiakkaana on tai tulee olemaan lääketieteellisyys* (otoksessa N=42). ETLAn kysely suoritettiin alkuvuonna 2002 ja sen sisältämät tiedot perustuvat pääosin vuoden 2001 lopun tilanteeseen. Tilinpäätöstiedot on tarkistettu myös Patentti- ja rekisterihallituksen kaupparekisteristä.

Liitteessä 1 (s. 83) esitetään taulukko, jossa verrataan lääkealan pieniä ja keskisuuria¹⁶ biotekniikkayrityksiä kaikkiin maamme pieniin ja keskisuriin yrityksiin. Lääkealan biotekniikkayritykset¹⁷ ovat henkilöstömäärällä mitattuna suhteellisen suuria verrattuna kaikkiin maamme pk-yrityksiin, mutta myynti vähäisempää kuin muiden alojen yrityksillä keskimäärin. Lähes 30 %:ssa bioyrityksiä työskentelee yli 20 henkeä, kun taas kaikissa pk-yrityksissä vastaava osuus jää 15 %:iin. Huolimatta henkilöstömäärästä biotekniikkayritysten liikevaihto jää muita yrityksiä vähäisemmäksi. Noin 45 %:lla lääkealan bioyrityksistä liikevaihto on alle 200 000 euroa, kun vastaavan myynnin omaavia pk-yrityksiä on noin 15 % kaikista pk-yrityksistä. Biotekniikka-alan myynti suuntautuu ulkomaisille markkinoille voimakkaammin kuin muiden yritysten myynti keskimäärin.

Biotekniikka-alan yritykset ovat verrattain nuoria. Bioyrityksistä on perustettu reilu kolmannes vuonna 1997 tai sen jälkeen, kun kaikista pk-yrityksistä on perustettu vastaavana ajankohtana vain noin 14 %.

¹⁵ Hermans ja Luukkonen (2002) esittävät yleiskuvan aineistosta.

¹⁶ Jatkossa pienistä ja keskisuurista yrityksistä käytetään nimitystä pk-yritykset. Yritys luetaan pieneksi tai keskisuureksi, kun kaksi kolmesta seuraavasta ehdosta täyttyy: yrityksellä on korkeintaan 250 työntekijää, sen liikevaihto ei ylitä 40 miljoonaa euroa ja sen taseen loppusumma on alle 27 miljoonaa euroa.

¹⁷ Jatkossa puhutaan vain biotekniikkayrityksistä, mutta tarkoitetaan pieniä lääkealan biotekniikkayrityksiä.

Biotekniikka-alan luonne tieteellisen tutkimuksen kaupallistajana näkyy erityisesti tarkasteltaessa yritysten tutkimus- ja kehitystoimintaan¹⁸ suuntaamien varojen osuutta yritysten kaikista kustannuksista. Lähes kahdeksan kymmenestä biotekniikkayrityksestä on suunnannut varoja t&k-toimintaan enemmän kuin 10 prosenttia kaikista kuluistaan. Toisaalta yli puolella kaikista pk-yrityksistä koko taloudessa ei ole lainkaan t&k-toimintaa. Lisäksi kolmella neljästä biotekniikkayrityksestä on hallowaan patenteja tai patenttihakemuksia, kun taas 94 prosentilla kaikista pk-yrityksistä ei niitä ole.

Tuotteiden kaupallistaminen painottuu bioyrityksillä suurelta osin tulevaisuuteen toisin kuin pääosalla muita pk-yrityksiä. Yleensä aktiivisen tutkimustoiminnan odotetaan tuottavan tulevaisuudessa tulonodotuksia. Muutoin yritysten ei kannattaisi harjoittaa lainkaan t&k-toimintaa. Toisaalta tulevaisuuteen painottuva kaupallistaminen lisää myös liiketoiminnan riskejä, mikä osaltaan kasvattaa sijoittajien tuottovaatimuksia. Sekä yrittäjien tulonodotusten että sijoittajien tuottovaatimusten kautta on ymmärrettävää, että 86 % biotekniikkayrityksistä odottaa liikevaihtonsa kasvavan seuraavan viiden vuoden kuluessa keskimäärin yli 10 % vuositasolla. Yli 10 % liikevaihdon kasvua odottaa noin viidennes kaikista pk-yrityksistä.

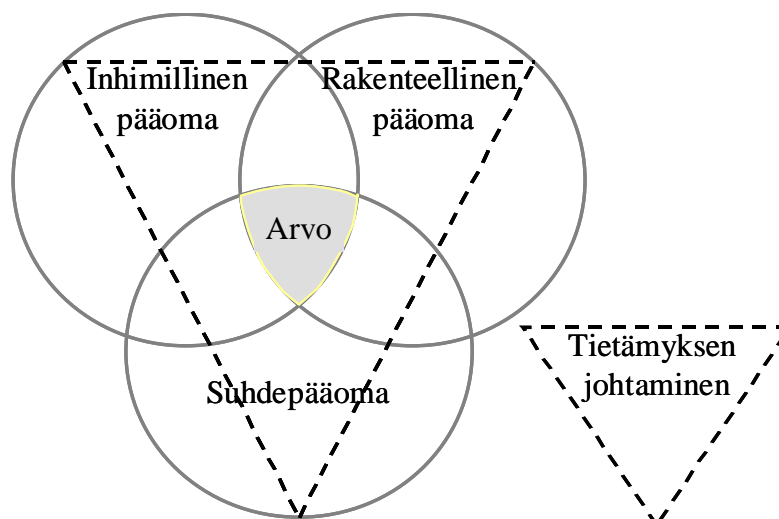
3 Yritysten ominaispiirteet

3.1 Aineeton varallisuus

Yrityksen kirjanpitoarvo alittaa usein esim. pääomamarkkinoilla määritellyn yrityksen markkina-arvon (ks. esim. Hall, 2001). Pääomasijoittajat pyrkivät tekemään sijoituspäätöksensä tulevien tuotto-odotusten perusteella. Yritysten tulevaisuuden tuotto-odotuksia voidaan arvioida yrityksen nykyisen tilinpäätösinformaation lisäksi myös yrityksen käytössään olevan aineettoman varallisuuden avulla. Yrityksen aineetonta varallisuutta ei useinkaan määritellä täyteen arvoonsa yrityksen virallisessa taseessa. Laajassa mielessä yrityksen aineettomaan varallisuuteen voidaan lukea yrityksen koko osaamispääoma (intellectual capital) (esim. Edvinsson – Malone, 1997; Sveiby, 1997). Seuraavassa esitellään osaamispääoman osatekijät ja niiden mittarit tässä aineistossa sekä luonhditaan lääkealan biotekniikkayrityksiä näiden tekijöiden valossa.

¹⁸ Jäljempänä tutkimus- ja kehitystoimintaa kutsutaan t&k-toiminnaksi.

Kuvio 1. Tietämyksen johtaminen ja osaamispääoman osa-alueet



Lähde: Edvisson ja Malone (1997)

Osaamispääoma (intellectual capital) voidaan jakaa inhimilliseen pääomaan (human capital), yrityksen sisäiseen rakenteelliseen pääomaan (structural capital) ja ulkoiseen suhdepääomaan (relational capital) (kuvio 1). Tietämyksen johtaminen (knowledge management) perustuu näiden kolmen osa-alueen tasapainotettuun hallintaan, jolloin yrityksen aineeton varallisuus kykenee tulevaisuudessa hyödyntämään yrityksen osaamista kaupallisesti.

Inhimilliseen pääomaan luetaan kuuluvaksi henkilöstön osaaminen. Biotekniikka on tiedeperustainen ala, jossa korostuu monia muita aloja voimakkaammin tietämyksen johtaminen. Lääke ja biotekniikka-alalla aineeton varallisuus ja sen hallinta korostuu erityisesti siinä mielessä, että positiivisia kassavirtoja on odotettavissa vasta suhteellisen kaukana tulevaisuudessa. Henkilöstön kokonaismäärä ja tutkijakoulutettujen määrä kuvaavat yrityksen sisäistä kriittistä massaa. Toimitusjohtajan liiketoimintakokemus (vuosia) mittaa johdon liiketoimintaosaamista ja toimitusjohtajan koulutusaste muodollista tai sisällöllistä pätevyyttä.

Rakenteelliseen pääomaan sisältyvät yrityksen sisäiset organisatorakenteet ja toiminnan organisoimistavat, joiden avulla inhimillinen pääoma pyritään saamaan tehokkaaseen käyttöön. Tässä yhteydessä rakenteellista pääomaa mittaavat tutkimus- ja kehitystoiminnan kulut, patenttien ja patenttihakemustan lukumäärä sekä yritysten ikä (vuosia). Lisäksi tarkastellaan tutkimus- ja patentti-intensiivisyyttä: patenttien ja pa-

tenttihakemusten lukumäärä suhteutetaan henkilökunnan määrään ja t&k-menot suhteutetaan yrityksen kokonaiskustannuksilla.

Suhdepääomaan liittyvät yrityksen ulkoiset suhteet. Kriittisin suhdepääoman osa-alue on yrityksen tuotteiden markkinapotentiaalın hyödyn-tämismahdollisuudet eli asiakassuhteet. Ilman asiakkaita yritys ei ole elin-kelpoinen, vaikka sen korkeasti koulutetun henkilöstön toiminta muilta osin olisi hyvin organisoitua. Toisaalta biotekniikkayrityksissä korostuvat erityisesti toiminnan alkuvaiheissa ulkoiset tutkimusyhteistyöverkostot toisten yritysten ja akateemisen maailman kanssa. Yhteistyö voi perustua esim. sopimukseen tai palvelujen kauppaan. Lisäksi omistajaohjaus koros-tuu ulkoisena resurssina niissä yhteyksissä, kun sijoittajat tarjoavat myös esim. liiketoimintaosaamistaan tai verkostojensa osaamista yrityksen käyt-töön.

Ahonen (2000) ja Hussi (2001) erittelevät arvonluontimekanismia seu-raavasti. He jakavat aineettoman varallisuuden arvoa synnyttävään (gene-rative intangible assets) ja kaupallisesti hyödynnettävään aineettomaan varallisuuteen (commercially exploitable intangible assets). Edellä kuvattu osaamis-pääoma on keskeinen arvoa synnyttävä aineettoman varallisuu-den muoto. Arvoa synnyttävän aineettoman varallisuuden (kuten osaa-mispääoman) kaupallisten tuotosten odotetaan syntyvän vasta tulevai-suudessa. Tämän näkökulman mukaan yritysten ennakoimaa liikevaihtoa vuonna 2006 verrataan niiden osaamis-pääomaan. Myös kaupallisesti hyödynnettävän aineettoman varallisuuden arvoa voidaan mitata tuotok-sen näkökulmasta. Tämän mukaisesti yritysten myynnin volyyymia vuonna 2001 tarkastellaan erikseen kohdassa liiketoimintamahdollisuudet. Kan-sainvälisten markkinoiden hyödyntäminen mitataan viennin osuutena kokonaisliikevaihdosta.

Biotekniikka-alalla yrityksen tuotto-odotukset saattavat olla usean vuoden päässä. Tämän takia markkinapotentiaalia voidaan tarkastella saadun rahoituksen näkökulmasta. Mikäli rahoittajat ovat hyväksyneet yrityksen liiketoimintasuunnitelmat ja tarjonneet yritykselle rahoitusta, tämä viestittää strategisesti perustellusta ja uskottavasta suunnitelmasta. Tässä yhteydessä tarkastellaan, onko Sitra tai Tekes rahoittanut yrityk-sen toimintaa, paljonko rahoitusta yritys on saanut tutkimus- ja kehitys-toimintaansa julkiselta sektorilta sekä kuinka suuren osan julkinen rahoitus muodostaa yrityksen koko t&k-menoista. Lisäksi eri rahoitus-lähteiden merkitystä kuvataan kohdassa rahoitusrakenteet eri lähteistä saadun osake- ja pääomalainarahoituksen määrällä. Yrityksen pääoma-rakenne otetaan huomioon velka-oma pääoma -suhteella mitattuna.

Tutkimusyhteistyö muiden alan osaajien kanssa on erityisen tärkeää nuorelle biotekniikkayritykselle. Tutkimuksessa tarvittava kriittinen mas-sa voidaan saavuttaa nimittäin tutkimusyhteistyöllä muiden alan osaajien

kanssa. Lähes kaikki yritykset toimivat yhteistyössä jonkin kotimaisen tutkimuslaitoksen tai korkeakoulun kanssa. Tilastollisessa tarkastelussa kansainvälistä yhteistyötä tarkastellaan mittaamalla, onko yrityksellä ulkomaisia akateemisia yhteistyöorganisaatioita. Yhteistyötapoja kuvataan myös sillä, tekeekö yritys t&k-yhteistyötä alihankkijoidensa tai asiakkaidensa kanssa.

Yrityksen ulkoiseen suhdettä omaan liittyvät sen mahdollisuudet rekrytoida osaavaa työvoimaa. Tätä mitataan sillä, ilmoittaako yritys kohdanneensa vaikeuksia henkilöstönsä rekrytoinnissa. Yrityksen ulkoisissa suhteissa tarkastellaan, kuuluuko yrityksen tilintarkastaja viiden suurimman tilintarkastusyhteisön joukkoon.

3.2 Ominaisuuksien ryhmittely pääkomponentteihin

Seuraavassa tilastollisessa analyysissä eritellään omistusrakenteiden ominaispiirteitä lääkealan biotekniikkayritysten liiketoiminnassa. Analyysissä hyödynnetään pääkomponentteja. Pääkomponenttien metodologisena vahvuutena voidaan pitää tässä yhteydessä sitä, ettei niiden käyttö edellytä teoreettista mallia, johon analyysin tulee perustua. Kuitenkin muuttujien valinta on tehty osaamispääomaan liittyvän käsitteistön avulla. Sen sijaan pääkomponenttianalyysin avulla tiivistetään tilastollisen aineiston sisältämää informaatiota käyttämällä hyväksi muuttujien keskinäistä yhteisvaihtelua. Pääkomponenttianalyysi perustuu siihen, että muodostetaan korrelaatiot muuttujien ja toisistaan riippumattomien pääkomponenttien välille.¹⁹ Pääkomponenttianalyysin tulokset esitetään liitteessä 2 (s. 84).

Seuraavassa luvussa pääkomponentit eritellään niiden muuttujien mukaisesti, joiden korrelaatio pääkomponentin kanssa on yli 0.3, mikä vastaa karkeasti sitä korrelaatiotasoa, joka poikkeaa nolasta ottaen huomioon otoskoko ja oletamalla, että populaatio jakautuu normaalisti.

Seuraavassa luvussa kuvataan viisi pääkomponenttia, joiden ominaisarvo (eigenvalue) ylittää arvon kaksi. Ankaruus menettely johtuu siitä, että suhteellisen suuren muuttujien lukumäärän vuoksi ominaisarvoltaan ykköstä suurempia komponentteja on kymmenen. Aineiston sisältämän tiedon tiivistämiseksi sovelletaan tavanomaista tiukempia kriteerejä pääkomponenttien valinnassa. Tarkastelussa hyödynnetään pääkompo-

¹⁹ Esim. Sharma (1996) esittää pääkomponenttianalyysistä tarkan teknisen kuvauksen. Liitteessä 1 esitetään pääkomponenttien määräytyminen formaalisti.

nenttien rotatointia, joka suoritetaan varimax-menetelmällä. Menetelmä pyrkii tuottamaan sellaisen rotatoidun lopputuloksen, jossa kukin muuttuja korostuu vain yhdessä pääkomponentissa. Tarkasteltavat rotatoidut pääkomponentit selittävät hieman yli puolet aineistosta poimittujen muuttujien hajonnasta.

3.3 Näistä komponenteista on lääkealan biotekniikka-yritykset tehty

Pääkomponentit esitetään kuutena laatikkona kuviossa 1. Pääkomponentti 2 esitetään a- ja b-kohtien mukaan käänteiskomponentteina, jotka ovat toistensa peilikuvia. Pääkomponenttien tulkinnassa hyödynnetään samalla rahoitusalan kirjallisuutta, minkä on tarkoitus syventää tarkastelua. Samalla tarjotaan mahdollisuus tulosten tulkintaan yritysrahoituksen kannalta relevantin kirjallisuuden valossa (ks. liite 2).

Nokkimisjärjestysteorian mukaan yrityksen kehitysprojektien laatu vaikuttaa rahoitusrakenteisiin kahdella keskeisellä tavalla. Ensiksi, koska yritysten sisällä toimiva henkilöstö tietää projektin todellisista tuotto-odotuksista enemmän kuin ulkopuoliset omistajat, korkealaatuisissa (korkean tuotto-odotusten projekteissa) yrityksessä aktiivisesti toimivien omistusosuus on teorian mukaan korkea. Tästä seuraa se, että yrityksen ulkopuolelta haetaan ensi vaiheessa vain lainarahoitusta. Vasta lainarahoituksen ehtyessä haetaan ulkopuolista osakerahoitusta. Toiseksi, ulkopuoliset sijoittajat voivat arvioida yrityksen korkeaa laatua joko toimialan keskimääräisen laadun tai yrityksen osaamispääoman mukaan. Seuraavassa tarkastellaan pääkomponentteja sekä toimialan yleispiirteinä ”keskiarvomielessä” että hahmotellaan yritysten osaamispääoman ja rahoitusrakenteiden välistä yhteyttä.

Alkuperäinen nokkimisjärjestysteoria olettaa, että korkealaatuisissa projekteissa ensisijainen ulkoinen rahoitus on lainaa eikä osakerahoitusta (Myers ja Majluf, 1984; Myers, 1984). Biotekniikka-alalla korkealla laadulla voidaan tarkoittaa esim. t&k-intensiivistä toimintaa. Kuitenkin samalla kun yrityksen tutkimusintensiivisyys kasvaa, niin myös ulkopuolisen sijoittajan ja yrityksen henkilöstön välinen informaation epäsymmetrisyys kasvaa. Tällöin esim. lainarahoituksen riskipreemiot saattavat tulla huomattavan suuriksi. Hyytinen ja Pajarinen (2002) esittävät, että tällaisessa tilanteessa päinvastainen nokkimisjärjestys (reversed pecking-order) saattaa olla käytännössä tuloksia parhaiten kuvaava malli korkean t&k-intensiivisyyden omaavalle yritykselle, koska t&k-intensiivisen pk-yrityksen on vaikea saada lainarahoitusta. Tällöin ulkoinen osakerahoitus tai pääomalainarahoitus edeltää lainanottoa.

Käännetty nokkimisjärjestys näyttää tulevan esille joiltain osin **”Suuret ja kauniit”** -pääkomponentissa. Pääkomponentissa korostuvat myös tutkimus- ja kehitystoiminnan huomattava volyyymi, tutkijakoulutettujen suuri määrä sekä aineettomien oikeuksien huomattavat omistukset. Yksityiset pääomasijoitusyhtiöt, julkisen sektorin toimijat sekä liiketoiminnassa mukana olevat henkilöt ovat huomattavimpia omistajia näissä suurissa ja kauniissa yhtiöissä. Pääkomponentti latautuu voimakkaasti yrityksen kokoa kuvaavien muuttujien kanssa. Tämän pääkomponentin yrityksillä on paljon työvoimaa ja aineellista varallisuutta. Baysinger, Kosnik ja Turk (1991) havaitsivat Yhdysvaltain suuryritysaineistolla, että osakeomistusten keskittyminen institutionaalisille sijoittajille lisää yritysten panostusta t&k-toimintaan. Näin ollen ”Suuret ja kauniit” -komponentin sisältämä informaatio on yhdenmukainen em. tutkimuksen kanssa niiltä osin, että yksityisten ja julkisten pääomasijoittajien osakerahoitusten kasvu käy käsi kädessä yritysten t&k-menojen kanssa.

Toisten, ei-rahoitusalan yritysten huomattava osakerahoitus korostuu **”Lupaavat tyttäret”** -pääkomponentin mukaisissa (tytär)yrityksissä. Tämän pääkomponentin yrityksille on tyypillistä, että niillä on jo liikevaihtoa (myyntiä) ja ne odottavat myyntinsä olevan korkealla tasolla myös viiden vuoden kuluessa. Näiden pisimpään toimineiden yritysten myynnistä huomattava osa suuntautuu ulkomaille ja ne tekevät tutkimusyhteistyötä asiakkaidensa kanssa. Kasvuodotuksia omaavalla tehokkaalla yrityksellä on suuri kansainvälinen tilintarkastusyhteisö tilintarkastajana. Tämän pääkomponentin mukaan toisten yritysten mukana olo auttaa tuotteiden kaupallistamisessa. Toisaalta voi olla myös niin, että toiset yritykset hankkivat omistukseensa sellaisia yrityksiä, jotka ovat jo kyenneet kaupallistamaan tuotteitaan ja palvelujaan. Lisäksi näillä yrityksillä on muita suurempi lainarahoitusosuus. Huomattava lainarahoitus ja yrityksen aineellinen varallisuus heijastavat Harrisin ja Ravivin (1990) mukaan yrityksen todellista tilaa. Toisaalta velan lyhennyksistä selviävä yritys viestittää toimintakykyään sijoittajille ja toisaalta yrityksen joutuessa selvitystilaan aineellinen varallisuus voidaan likvidoida helpommin kuin aineeton varallisuus, mikä vähentää osaltaan lainarahoittajien riskiä sijoitukselleen.

”Tohtoreita Turussa” on käännteinen edelliselle pääkomponentille. Tämä tarkoittaa, että tarkasteltava komponentti on sama, mutta ne ovat toistensa peilikuvat. Nimensä mukaan näissä suhteellisen nuorissa yrityksissä on omistajina paljon tohtorikoulutettuja ja ne sijaitsevat suurelta osin Turussa. Suurimpina omistajina ovat yksityiset pääomasijoitusyhtiöt, julkisen sektorin toimijat sekä liiketoiminnassa mukana olevat henkilöt. Niiden pääomarakenteelle on tyypillistä pieni lainarahoituksen osuus. Näin ollen käännetty nokkimisjärjestys näyttää luonnehtivan myös tätä ryhmää.

Kuvio 2. Pääkomponentit numeroituina rotatoidun komponenttimatriisin mukaan

<p>1. ”Suuret ja kauniit”</p> <ul style="list-style-type: none"> - paljon henkilökuntaa - paljon tohtorikoulutettuja - paljon aineellista varallisuutta (koneet ja kalusto) - paljon patentteja ja patenttihakemuksia - paljon t&k-menoja ja huomattavat julkiset tuet t&k-toiminnalle - t&k-yhteistyötä ulkomaisten tutkimusinstituutioiden kanssa - yhteistyötä alihankkijoiden kanssa - viennin osuus huomattava 5 vuoden kuluttua - omistajina yksityiset pääomasijoitusyhtiöt, julkisen sektorin toimijat sekä liiketoiminnassa mukana olevat henkilöt - Tekes toiminut rahoittajana 	<p>2.a ”Lupaavat tyttäret”</p> <ul style="list-style-type: none"> - huomattavat myyntiodotukset tulevaisuudessa - toteutunut myynti korkealla tasolla - viennin osuus myynnistä suuri - toiset ei-rahoitusalan yritykset omistajina - t&k-yhteistyötä asiakkaiden kanssa - kv. tilintarkastusyhteisö tilintarkastajana - suhteellisen iäkäs yritys - Tekes on rahoittanut yrityksen toimintaa - omistajina vähän yksityisiä pääomasijoitusyhtiöitä, julkisen sektorin toimijoita sekä liiketoiminnassa mukana olevia henkilöitä - vähän tohtorikoulutettuja - suhteellisen suuri lainarahoituksen osuus - sijainti muualla kuin Turussa
<p>2.b ”Tohtoreita Turussa”</p> <ul style="list-style-type: none"> - omistajina yksityiset pääomasijoitusyhtiöt, julkisen sektorin toimijat sekä liiketoiminnassa mukana olevat henkilöt - paljon tohtorikoulutettuja - suhteellisen pieni lainarahoituksen osuus - sijainti Turussa - suhteellisen nuori yritys - pienet myyntiodotukset 5 vuoden kuluessa - toteutunut myynti alhaisella tasolla - viennin osuus myynnistä pieni - ei toisia yrityksiä omistajina - ei t&k-yhteistyötä asiakkaiden kanssa - muu kuin kv. tilintarkastusyhteisö tilintarkastajana 	<p>3. ”Liiketoimintasuunnitelmat kunnossa”</p> <ul style="list-style-type: none"> - korkea tutkimusintensivisyys - paljon t&k-menoja ja huomattavat julkiset tuet t&k-toiminnalle - paljon tohtorikoulutettuja - viennin osuus myynnistä suuri - viennin osuus huomattava 5 vuoden kuluttua - paljon patentteja ja patenttihakemuksia - kokenut toimitusjohtaja
<p>4. ”Tekes ja Sitra kimpassa”</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tekes ja Sitra ovat rahoittaneet yrityksen toimintaa - julkiselta sektorilta paljon pääomaa - kokenut toimitusjohtaja - ei t&k-yhteistyötä asiakkaiden kanssa 	<p>5. ”Osaajia kaivataan kansainväliseen yhteistyöhön”</p> <ul style="list-style-type: none"> - ongelmia osaavan työvoiman saamisessa - julkisen sektorin t&k-rahoituksen osuus huomattava yrityksen t&k-kustannuksista - viennin osuus huomattava 5 vuoden kuluttua - t&k-yhteistyötä ulkomaisten tutkimusinstituutioiden kanssa - toteutunut myynti alhaisella tasolla

”Liiketoimintasuunnitelmat kunnossa” -pääkomponentti sisältää sellaisia yrityksiä, joiden toiminnasta suuri osa on t&k-toimintaa, jota julkinen sektori on rahoittanut huomattavassa määrin. Näillä yrityksillä on suuri määrä tohtorikoulutettuja palkkalistoillaan. Yritykset ovat suojanneet osaamistaan aineettomilla oikeuksilla. Niiden myynti suuntautuu suureksi osaksi ulkomaille, ja niiden markkinointisuunnitelmat perustuvat ulkomaankauppaan myös tulevaisuudessa. Toimitusjohtajilla on pitkä liike-elämän kokemus takanaan. Toisin sanoen näiden yritysten liiketoimintasuunnitelmat on tehty perustuen pitkään liike-elämän kokemukseen: korkean koulutustason omaava henkilöstö tekee intensiivisesti t&k-työtä, jonka tulokset pyritään suojaamaan aineettomin oikeuksin ja kasvua haetaan kansainvälisiltä markkinoilta.

Tekesin ja Sitran yhteistyö lääkealan biotekniikkayritysten toiminnan rahoittamisessa näkyy **”Tekes ja Sitra kimpassa”** -pääkomponentissa. Tähän pääkomponenttiin sopivat yritykset ovat saaneet julkisen sektorin pääomainoja, jos yrityksillä on ollut kokenut toimitusjohtaja. Yhtäältä yritysjohton kokemus (track record) merkitsee julkisen instituutioiden rahoituspäätöksissä. Toisaalta Tekesin ja Sitran yhteistoimintaa ei luonnehdi tietynlainen omistusrakenne eikä esimerkiksi rahoitettavan yrityksen kasvuodotukset, vaan nämä julkisen sektorin toimijat ovat tehneet yhteistyötä hyvin monenlaisissa projekteissa. Tämä saattaa viitata instituutioiden välisen yhteistoiminnan avulla saavutettavan valvontakyvyn kasvamiseen. Yritysten projektien laatua on tehokasta valvoa monen rahoittajan toimesta.

”Osaajia kaivataan kansainväliseen yhteistyöhön” -komponentissa joillakin yrityksillä on ollut ongelmia osaavan työvoiman saamisessa. Tällaiset yritykset ovat saaneet suuren osan t&k-toimintansa rahoituksesta julkiselta sektorilta. Yrityksillä on kansainvälisiä tutkimusprojekteja ulkomaisten tutkimuslaitosten kanssa. Vaikka niillä ei ole vielä huomattavaa liikevaihtoa, niiden suunnitelmissa on viedä kaupallistamia tuotteita tai palveluja ulkomaille viiden vuoden kuluessa.

4 Rahoituslähteet

Tässä luvussa tarkastellaan lääkealan biotekniikkayritysten saamaa rahoitusta eri rahoitusinstrumenttien näkökulmasta. Koska lähes puolet yrityksistä oli tappiollisia tarkasteltuna tilikautena, toteutuneet tappiot vähentävät taseessa oman pääoman määrää. Kun halutaan tarkastella, paljonko yritykseen on sijoitettu osakerahoituksen ja pääomainojen sekä muiden lainojen muodossa, toteutuneita voittoja tai tappioita ei oteta huomioon lainkaan seuraavassa tarkastelussa. Näin ollen taulukossa 1 esitetty rahoitus-

tusrakenne ei vastaa yritysten tasetiedoista suoraan saatavia lukuja. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan sijoittajien tarjoamaa rahoitusta. Tulorahoitusta tarkastellaan liikevaihdon, ei kannattavuuden näkökulmasta. Tutkimuksessa korostuu biotekniikkasektorin erityisluonne nuorena tutkimusintensiivisenä alana. Esim. Himmelberg ja Petersen (1994) osoittavat Yhdysvalloissa julkisesti listattujen yritysten aineistolla, että yrityksen sisäinen tulorahoitus on merkittävä tutkimus- ja kehitystoiminnan rahoitusmuoto.

Taulukko 1. Lääkealan biotekniikkayritysten yleinen rahoitusrakenne yritysten iän ja koon mukaan

	Osake- rahoitus	Pääoma- lainat	Lainat	Rahoitus yht. (miljoonaa euroa)
Kaikki yht.	71 %	18 %	11 %	225.4
0-4 vuotta	77 %	11 %	12 %	134.9
5-8 vuotta	71 %	28 %	1 %	59.3
9-24 vuotta	41 %	34 %	25 %	31.2
Pienet	50 %	37 %	14 %	20.6
Suuret	73 %	17 %	11 %	204.8

Osake- ja pääomalainarahoitus korostuu rahoitusmuotona kaikissa biotekniikkayrityksissä (taulukko 1). Osakepääoma ja pääomalaina luetaan yrityksen omaksi pääomaksi. Tällöin yritys maksaa osakkeille osinkoa ja pääomalainalle korkoa ainoastaan, jos sillä on voitonjakokelpoisia varoja. Biotekniikkayritykset ovat suhteellisen vähävelkaisia. Lainarahoitusta on keskimäärin 11 % koko rahoituksesta. Suhteellisesti eniten vieraaksi pääomaksi luettavaa lainarahoitusta on pisimpään toimineilla yrityksillä, joiden rahoituksesta neljännes on lainaa.²⁰

Lääkealalla toimivien pk-yritysten yhteenlasketun osakepääoman arvioidaan olevan yhteensä vajaat 160 miljoonaa euroa (taulukko 2). Liiketoiminnassa mukana olevat henkilöt, yksityiset pääomasijoitusyhtiöt ja julkiset pääomasijoittajat, lähinnä Sitra, omistavat suurimman osan yrityksistä. Muiden kuin rahoitusalan yritysten rooli korostuu pisimpään toimineiden yritysten omistajina. Toiset yritykset omistavat yli 60 % yli kahdeksan vuotta vanhempien lääkealan biotekniikkayritysten yritysten osakkeista. Sekä yksityisten että julkisen sektorin pääomasijoittajien

²⁰ Pääomarakenteita selittävien teorioiden yleiskuvauksen tarjoaa esim. Myers (1984; 2001).

omistus on merkittävintä suhteellisen nuorten yritysten joukossa. Pääomasijoittajien panostukset näyttävät mahdollistavan yritysten henkilökunnan lisäämisen.

Taulukko 2. Osakerahoituksen jakaantuminen lääkealan biotekniikkayritysten iän ja koon mukaan

	Liike- toiminnassa mukana olevat henkilöt	Muut henkilöt	Yksityinen pääoma- sijoitus- yhtiö	Muu rahoitus- laitos	Muu yritys	Julkisen sektorin pääoma- sijoitus- instituutio	Muu	Osake- sijoitukset yhteensä (milj. euroa)
Kaikki yht.	26 %	5 %	32 %	3 %	10 %	24 %	1 %	159.0
0-4 vuotta	28 %	4 %	42 %	0 %	1 %	25 %	0 %	104.0
5-8 vuotta	22 %	8 %	14 %	9 %	18 %	26 %	4 %	42.1
9-24 vuotta	21 %	1 %	9 %	2 %	62 %	5 %	0 %	12.9
Pienet	43 %	6 %	7 %	0 %	17 %	22 %	5 %	10.3
Suuret	25 %	5 %	33 %	3 %	10 %	24 %	1 %	148.8

Lääkealan biotekniikkayrityksille myönnettyt pääomalainat ovat tulleet lähes kokonaan julkiselta sektorilta. Merkittävin pääomalainanantaja on Tekes. Tekesin osuus alalle myöntämistä pääomalainoista on yli 80 prosenttia. Kun Sitra otetaan huomioon laskelmissa, julkisen sektorin osuus pääomalainoista ylittää 95 %. Pienten, alle 20 henkilöä työllistävien, yritysten kohdalla korostuu myös Sitran rooli pääomalainojen tarjoajana.

Taulukko 3. Pääomalainarahoituksen jakaantuminen lääkealan biotekniikkayritysten iän ja koon mukaan

	Yksityinen pääoma- sijoitus- yhtiö	Ulkomainen pääoma- sijoitus- yhtiö	Sitra	Tekes	Finnvera	Muu julk. sektorin pääoma- sijoittaja	Muu	Pääoma- lainat yhteensä (milj. euroa)
Kaikki yht.	2 %	0 %	15 %	80 %	0 %	1 %	2 %	25.1
0-4 vuotta	1 %	0 %	19 %	76 %	0 %	2 %	2 %	16.7
5-8 vuotta	0 %	0 %	0 %	94 %	0 %	0 %	6 %	0.6
9-24 vuotta	3 %	0 %	9 %	89 %	0 %	0 %	0 %	7.8
Pienet	7 %	0 %	40 %	41 %	2 %	9 %	1 %	2.8
Suuret	1 %	0 %	12 %	85 %	0 %	0 %	2 %	22.3

Lääkealan biotekniikkayritysten huomattavimmat lainanlähteet ovat ostovelat muilta yrityksiltä ja lainat Tekesistä. Ostovelat liittyvät yleensä liiketoiminnan kuluihin. Suomessa ostojen maksuajat ovat monia muita maita lyhyemmät. Ostovelkojen huomattava osuus kertoo siitä, että lainarahoitus ei ole suosittu rahoitusinstrumentti alalla, jolla liiketoiminnan riskit – myös lainan takaisinmaksuun liittyvät riskit – ovat huomattavat. Biotekniikka-alalle on myös tyypillistä, että yritysten tulonodotukset ja varallisuus perustuvat pitkälti aineettomiin oikeuksiin ja yrityksen osaamiseen, jolloin lainavakuuksia harvoin löytyy ainakaan yritysten sisältä. Esimerkiksi pankkilainoja on ainoastaan pisimpään toimineilla biotekniikkayrityksillä, joiden toiminta on jo joiltain osin vakiintunut ja joille on kertynyt myös aineellista varallisuutta. Yli kahdeksan vuotta toimineilla yrityksillä on noin 77 % alan aineellisesta varallisuudesta, kuten koneista ja kalustosta.

Lääkealan biotekniikkayritysten huomattavin rahoitusinstrumentti on osakerahoitus. Yritykset saivat yli 70 % tarkastelussa mukana olleista rahoitusmuodoista osakerahoituksena. Oman pääoman ehtoisista pääomaloista lähes kaikki tulivat yrityksille julkisen sektorin toimijoilta. Lainarahoitus oli suhteellisen pientä ja yli kolmannes lainoista liittyi päivittäiseen liiketoimintaan. Tosin pisimpään toimineiden (9-24 vuotta perustamisesta) yritysten osakeomistuksesta yli 60 % on toisten ei-rahoitusalan yritysten hallussa (taulukko 2). Niillä on suhteellisesti eniten lainarahoitusta, ja lainoista yli 10 % on pankkilainaa (taulukko 4). Tämä sopii Jensenin (1986) esittämään päämies-agentti-teoriaan yrityksen omistajien ja yritysjohdon välillä. Ottamalla lainaa yrityksen omistaja (tässä toinen yritys) pyrkii valvomaan yritysjohdon käyttäytymistä ja rajoittamaan sen rahankäyttöä.

Taulukko 4. Lainarahoituksen jakaantuminen lääkealan biotekniikkayritysten iän ja koon mukaan

	Pankki	Muu rahoituslaitos	Muu yritys	Ostovelat	Tekes	Finnvera	Muu julk. sekt. inst.	Joukko-velkakirjalaina	Muu	Lainarahoitus yht. (milj. euroa)
Kaikki yht.	3 %	3 %	1 %	36 %	23 %	2 %	8 %	1 %	24 %	41.2
0-4 vuotta	0 %	3 %	0 %	21 %	26 %	1 %	2 %	0 %	47 %	14.2
5-8 vuotta	0 %	0 %	0 %	52 %	29 %	1 %	13 %	0 %	5 %	16.6
9-24 vuotta	10 %	7 %	2 %	30 %	11 %	5 %	9 %	3 %	24 %	10.5
Pienet	10 %	6 %	1 %	14 %	15 %	11 %	18 %	0 %	25 %	7.5
Suuret	1 %	2 %	1 %	41 %	25 %	0 %	6 %	1 %	24 %	33.7

Toisaalta Jensenin ja Mecklingin (1976) mukaan yritysjohton, tässä liike-toiminnassa mukana olevien henkilöiden, suuri osuus osakerahoituksesta voidaan selittää johdon luontaisujen rajoittamisella heidän suuren omistussuutensa kautta. Kokonaisuudessaan osakerahoituksen merkittävän roolin vuoksi seuraavassa luvussa painotetaan omistusrakenteiden merkitystä.

Kovin monella lääkealan biotekniikkayrityksillä ei vielä ole pääsääntöisesti huomattavaa liikevaihtoa. Suurin osa osakerahoituksesta kohdistuu yrityksiin, joiden liikevaihto on alle 1.5 miljoonaa euroa. Ne yritykset, jotka ovat jo onnistuneet saamaan aikaan myyntiä, ovat suurimmaksi osaksi muiden kuin rahoitusalan yritysten omistamia. Nämä yritykset vievät pääsääntöisesti tuotteitaan tai palvelujaan ulkomaille. Muut sijoittajaryhmät ovat tehneet suurelta osin sijoituksensa sellaisiin yrityksiin, joilla ei ole vielä huomattavaa liikevaihtoa.

Tutkimus- ja kehitystoiminta sekä aineettomien oikeuksien omistaminen on pääroolissa yritysten tulonodotusten kannalta. Lääkealalla t&k-toiminnan merkitys korostuu tuotteen pitkän kehityskaaren vuoksi. Lääkkeen kehittämiseen johtavasta keksinnöstä valmiin tuotteen markkinoille saattamiseen saattaa kulua 10-15 vuotta. Tämän johtaa väistämättä siihen, että alkavien yritysten tutkimus- ja kehitystoiminnalla sekä aineettomien oikeuksien omistamisella on tärkeä sija, kun arvioidaan yritysten tulonodotuksia ja niihin perustuvaa nykyarvoa. Esim. Garner, Nam ja Ottoo (2002) käsittelevät t&k-intensiteetin ja yrityksen markkina-arvon välistä yhteyttä kasvuoptioiden avulla.

Toimialan luonteesta johtuen suurimmalla osalla yrityksistä on suhteellisen paljon t&k-toimintaa. Rahoittajat ovat panostaneet yritysten tutkimustoimintaan niiden tulevaisuuden tulo-odotusten kasvattamiseksi. Toisaalta yrityksen tutkimusintensiteetti saattaa olla sijoittajalle signaali tulevista tulonodotuksista, mikä tekee yrityksestä kiinnostavan sijoituskohteen.

Biotekninen tutkimustoiminta tuottaa patenttihakemuksia, mutta toisaalta myös aineettomia oikeuksia omistavat yritykset ovat sijoittajille houkuttelevia sijoituskohteita. Tämän vuoksi ei ole yksiselitteistä, onko patenttihakemusten ja patenttien omistus seurausta osakerahoituksesta tehdystä tutkimuksesta vai onko yritys ollut kiinnostava sijoituskohde ja saanut osarahoitusta sen takia, että sillä on ollut aineettomia oikeuksia kuten patenteja jo esim. yrityksen perustamisvaiheessa. Aineettomien oikeuksien ja osakerahoituksen välisen syy-seuraussuhteiden selvittämiseksi tarvittaisiin aikasarja-aineistoa. Tässä tutkimuksessa on käytettävissä ainoastaan poikkileikkausaineisto vuoden 2001 lopun tilanteesta, minkä vuoksi tässä yhteydessä tyydytään ainoastaan keskustelemaan kyseisestä kausaalisuhteesta.

Yritysten nykyarvo perustuu niiden liiketoiminnan tulevaisuuden tulonodotuksiin. Liiketoiminnassa mukana olevat henkilöt omistavat noin neljänneksen sekä alhaisen että korkean tulonodotuksen yrityksissä, joiden liikevaihdon odotetaan olevan suurempi kuin 1,5 miljoonaa euroa vuonna 2006. Yksityiset pääomasijoitusyhtiöt omistavat hieman yli kolmanneksen niistä yrityksistä, jotka eivät vielä viiden vuoden kuluessa tuota yli 1,5 miljoonan euron liikevaihtoa, mutta omistusosuus jää reiluun viidesosaan niistä yrityksistä, joilla on huomattavia tulonodotuksia viiden vuoden kuluessa. Samoin julkisen sektorin pääomasijoittajien, erityisesti Sitran, rooli korostuu yrityksissä, joiden liikevaihdon ei odoteta ylittävän 1,5 miljoonaa euroa vielä vuonna 2006. Sen sijaan muut kuin rahoitusalan yritykset ovat sijoittaneet voimakkaasti sellaisiin yrityksiin, joilla myyntiodotukset ovat suhteellisen suuret.

Tässä luvussa esiteltiin rahoitusrakenteita liiketoimintatapoja kuvaaviin osajoukkoihin jaettuna. Seuraavassa luvussa pyritään tilastollisen analyysin keinoin muodostamaan edellä kuvatuista pääoma- ja rahoitusrakenteista sekä yritysten liiketoimintatavoista systemaattinen kokonaiskuva.

5 Keskustelua ja johtopäätöksiä

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin lääkekehityksessä toimivien biotekniikkayritysten rahoitusrakenteita. Yritysten sijoittajilta saama rahoitus painottui selkeästi osakerahoitukseen ja jonkin verran oman pääoman ehtoiseen pääomalainarahoitukseen. Sen sijaan tavanomainen lainarahoitus ei ole kovin suosittu rahoitusmuoto biotekniikka-alalla.

Klassinen Myersin ja Majlufin (1984) nokkimisjärjestysteoria (pecking order) ei näytä sopivan selittämään suomalaisen biotekniikka-alan rahoitusjärjestelyitä. Nokkimisjärjestys ennakoi, että ulkoinen osakerahoitus on liian kallista alkaville t&k-intensiivisille yrityksille. Tämän mukaan rahoitusta saisi heikoin ehdoin. Tällöin yrittäjät, eli liiketoiminnassa mukana olevat henkilöt, rahoittavat ensin projektia itse. Tämän jälkeen yritys voi ottaa riskitöntä tai vähäriskistä lainaa ja vasta tämän jälkeen toimintaa rahoitetaan ulkopuolisten sijoittajien tarjoamalla osakerahoituksella. Suomen biotekniikkateollisuudessa ulkoiset rahoittajat, kuten yksityiset pääomasijoitusyhtiöt ja julkisen sektorin toimijat, ovat melko varhaisessa vaiheessa mukana yritysten omistajina.

Bhagat ja Welch (1995), Hall (2002) sekä Hyytinen ja Pajarinen (2002) osoittavat, että pk-yritykset ovat sitä vähemmän riippuvaisia lainarahoituksesta mitä t&k-intensiivisempää niiden toiminta on. Tämä johtopäätös saa osittain tukea kuvailevassa pääkomponenttianalyysissä, mutta ilmiö voi-

daan havaita joissain yksittäisissä biotekniikkayrityksissä. Monilla pitkään toimineilla, toisten yritysten omistamalla biotekniikkayrityksillä on verraten alhainen t&k-intensiteetti ja omavaraisuusaste. Lisäksi käännteinen nokkimisjärjestys ilmenee sekä ulkoisen osake- että pääomalainarahoituksen huomattavana osuutena sekä lainojen pienenä osuutena t&k-intensiivisissä nuorissa, mutta suhteellisen suurissa yrityksissä.

Ang, Cole ja Wuh Lin (2000) havaitsivat, että omistajien kustannukset valvoa yritysten johtoa kasvavat, kun ulkoisten sijoittajien määrä omistajina kasvaa ja yritysjohton omistusosuus vähenee. Yritysjohto tietää enemmän yrityksen tilasta kuin ulkoiset sijoittajat. Tämän epäsymmetrisen informaation kustannuksia korostavaan päämies-agenttiteoriaan pohjautuva Angin, Colen ja Wuh Linin (2000) empiirinen havainto tukee sitä, että monia eri omistajia omaavilla yrityksillä myös johdon omistusosuus on keskimäärin verraten suuri. Toisaalta tätä kautta tulee ymmärrettäväksi pankkilainojen suhteellisen suuri osuus toisten yritysten suurelta osin omistamissa biotekniikkayrityksissä. Valvomalla yritystä omilla resursseillaan pankit kykenevät alentamaan kustannuksia, joita aiheutuu epäsymmetrisestä informaatiosta omistajan ja yritysjohton välillä. Lainanantohalukkuus antaa omistajalle myös signaalin yrityksen hyvästä kunnosta ja vähentää tällä informaation hankkimiskustannuksia.

”Suuret ja kauniit” -pääkomponentti sisälsi sellaisia yrityksiä, joiden rahoitusresurssit olivat sitä suuremmat mitä enemmän yrityksellä oli aineettomia oikeuksia ja t&k-toimintaa. Tämä havainto vastaa Lernerin ja Mergesin (1998) kansainvälisellä aineistolla suorittaman analyysin tulosta. T&k-toimintaa harjoittavan yrityksen päätäntäoikeudet (esim. aineettomista oikeuksista) ovat alliansseissa sitä suuremmat mitä enemmän sillä on rahoitusresursseja.

Lerner, Shane ja Tsai (2002) tarkastelevat osakerahoitussuhdanteita Yhdysvaltain bioteollisuudessa. Heidän mukaansa yritykset joutuvat t&k-toiminnan rahoittamisessaan tyytymään huonoin ehdoin yrityspartnerisopimuksiin, kun ulkoiset osakerahoitusmarkkinat ovat alamaissa. Tällaisia partnerisopimuksia näyttää olevan vaikea muuttaa, kun rahoitusmarkkinoiden tila paranee. Jatkotutkimuksissa on aiheellista selvittää, missä vaiheessa toiset ei-rahoitusalan yritykset ovat hankkineet osuuksia jo nyt tuloja tuottavista biotekniikkayrityksistä.

Nykyisessä rahoitusmarkkinoiden tilanteessa pörssiin listautuminen ei näytä realistiselta. Lisensointi- ja rojaltilmaksut sekä yritysostot ja fuusiot lienevät yleisesti ottaen merkittävin keino viedä loppuun jatkorahoitusta kaipaavat kaupallistamisprojektit. Niinpä teknologiaosaaminen ei näytä yksin riittävän kaupallisen menestyksen saavuttamiseksi, vaan tarvitaan myös intensiivistä yhteistyötä toisten yritysten kanssa sekä panostamista markkinointiosaamiseen.

Lähteet

- Ahonen, G. (2000), Generative and Commercially Exploitable Intangible Assets. In Ahonen et al. (2000), Classification of Intangibles. CR 712/2000, 206-213. HEC School of Management, Paris.
- Ang, J. S. – Cole, R. A. – Wuh Lin, J. (2000), Agency Costs and Ownership Structure. *The Journal of Finance*, vol. LV, no. 1, 81-106.
- Baysinger, B. D. – Kosnik, R. D. – Turk, T. A. (1991), Effects on Board and Ownership Structure on Corporate R&D Strategy. *Academy of Management Journal*. vol. 34, no. 1, 205-214.
- Berger, A. N. – Udell, G. F. (1998), The Economics of Small Business Finance: The Roles of Private Equity and Debt Markets in the Financial Growth Cycle. *Journal of Banking and Finance*, vol. 22, 613-673.
- Bhagat, S. – Welch, I. (1995), Corporate Research & Development Investments: International Comparisons. *Journal of Accounting and Economics*, vol. 19, 443-470.
- Edvinsson, L. – Malone, M. S. (1997), Intellectual Capital – The Proven Way to Establish your Company's Real Value by Measuring its Hidden Brainpower. Judy Piatkus, London.
- Garner, J. – Nam, J. – Ottoo, R. E. (2002), Determinants of Corporate Growth Opportunities of Emerging Firms. *Journal of Economics and Business*, no. 54, 73-93.
- Hall, B. (2002), The Financing of Research and Development. NBER Working Paper, No. 8773.
- Hall, R. E. (2001) The Stock Market and Capital Accumulation. *American Economic Review*, no. 91, 1185-1202.
- Harris, M. – Raviv, A. (1990), Capital Structure and the Informational Role of Debt. *Journal of Finance*, vol. 45, 321-349.
- Hermans, R. – Luukkonen, T. (2002), Findings of the ETLA Survey on Biotechnology Industry in Finland. Discussion Papers no. 818, 35 pages. The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.
- Hermans, R. – Tahvanainen, A. (2002), Ownership and Financial Structures in Finnish Biotech SMEs. ETLA Discussion Papers, no. 835, 41 pages. The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Helsinki.
- Himmelberg, C. P. – Petersen, B. C. (1994), R&D and Internal Finance: a Panel Study of Small Firms in High-tech Industries. *The Review of Economics and Statistics*.
- Hussi, T. (2001), Aineettoman varallisuuden johtaminen - Miten vastata tunnistamiseen ja kehittämiseen liittyviin haasteisiin, Sarja B 180 Series, 67 pages. The Research Institute of the Finnish Economy, ETLA, Helsinki.

- Hyttinen, A. – Pajarinen, M. (2002), Small Business Finance in Finland – A Descriptive Study. Discussion paper no. 812, 44 pages. The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.
- Jensen, M. (1986), Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance and Takeovers. *American Economic Review*, no. 76, 323-329.
- Jensen, M. C. – Meckling, W. H. (1976), Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Financial Economics*, vol. 3, no. 4, 305-360.
- Kuusi, H. (2001), Finland - a European Leader in Biotechnology. *Kemia-Kemi* vol. 28 (2001), 432-437.
- Lerner, J. – Shane, H. – Tsai, A. (2002), Do Equity Financing Cycles Matter? Evidence from Biotechnology Alliances. *Journal of Financial Economics*, vol. 67, no. 3, 411-446.
- Lerner, J. – Merges, R. P. (1998), The Control of Technology Alliances: An Empirical Analysis of the Biotechnology Industry. *The Journal of Industrial Economics*, vol. XLVI, no. 2, 124-155.
- Myers, S. C. (1984), The Capital Structure Puzzle. *Journal of Finance*, vol. 39, 575-592.
- Myers, S. C. (2001), Capital Structure. *Journal of Economic Perspectives*, vol. 15, no. 2, 81-102.
- Myers, S. – Majluf, N. (1984), Corporate Financing and Investment when Firms Have Information that Investors do not Have. *Journal of Financial Economics*, no. 5, 187-221.
- Schienstock, G. – Tulkki, P. (2001), The Fourth Pillar? An Assessment of the Situation of the Finnish Biotechnology. *Small Business Economics*, vol. 17, 105-122.
- Sharma, S. (1996), *Applied Multivariate Techniques*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Sveiby, K. E. (1997), *The New Organizational Wealth: Managing and Measuring Knowledge-Based Assets*. 220 pages. Berrett-Koehler Publishers, Inc., San Francisco.
- Tahvanainen, A. (2003), The Capital Structure of Finnish Biotechnology SMEs – an empirical analysis. ETLA Discussion Papers, no. 864, 62 pages. The Research Institute of the Finnish Economy (ETLA), Helsinki.

Liite 1. Suomalaiset lääkealan biotekniikkayritykset ja pk-yritykset

Taulukko L1. Suomalaisten lääkealan biotekniikkayritysten sekä kaikkien pienten ja keskisuurten yritysten vertailu

		Lääkealan biotekniikka pk-yritykset	Pk-yritykset yhteensä ²¹
		%	%
Henkilökunnan lukumäärä	<5	33 %	44 %
	5-20	38 %	41 %
	>20	29 %	15 %
Liikevaihto, miljoonaa euroa	< 0.2	45 %	15 %
	0.2-1.5	40 %	56 %
	1.6-8.0	12 %	24 %
	>8	2 %	5 %
Vienti / liikevaihto	0 %	43 %	70 %
	0-1 %	2 %	22 %
	2-5 %	7 %	4 %
	6-10 %	0 %	2 %
	>10 %	45 %	3 %
	Ei tietoa	2 %	0 %
Yrityksen ikä, vuotta	0-2	14 %	5 %
	3-4	21 %	9 %
	5-24	64 %	70 %
	>24	0 %	16 %
T&k-menot / kokonaiskustannukset (pk-yritykset yht. t&k-menot / liikevaihto)	0 %	5 %	53 %
	0-1 %	2 %	23 %
	2-5 %	5 %	13 %
	6-10 %	7 %	3 %
	>10 %	79 %	6 %
Ei tietoa	2 %	0 %	
Yrityksellä on patentteja tai patenttihakemuksia	On	74 %	6 %
	Ei ole	26 %	94 %
Yritysten odottama liikevaihdon vuosikasvu seuraavan 5 vuoden aikana (pk-yritykset yht. 3 vuoden aikana)	<0 %	0 %	1 %
	0-1 %	2 %	31 %
	2-5 %	0 %	20 %
	6-10 %	10 %	23 %
	>10 %	86 %	21 %
	Ei tietoa	2 %	5 %
Otoksessa havainnoita yht.		42	754

²¹ Hyytinen and Pajarinen (2002) painottavat suomalaisyritysten aineistoa toimialoitain jäljitelläkseen suomalaisten pk-yritysten todellista rakennetta. Hermans ja Tahvanainen (2002) painottavat aineistoa yritysten iän mukaan. Tässä tutkimuksessa toimitaan jälkimmäisen tutkimuksen esimerkin mukaan. Yritysten lukumäärä ja ikä koko populaatiossa tiedetään. Tätä verrataan aineiston sisältämien yritysten

lukumäärään eri ikäluokissa. Painot muodostetaan seuraavasti: $\frac{n_{total(t)}}{n_{sample(t)}}$.

Termi n kuvaa yritysten lukumäärää koko aineistossa (total) ja otoksessa (sample). Termi t kuvaa iän mukaan järjestettyä kolmea ryhmää (t=1,2,3). Ryhmään 1 kuuluvat yritykset, jotka on perustettu vuosina 1997-2001. Ryhmä 2 sisältää yritykset, jotka on perustettu 1991-1996. Ryhmässä 3 on tätä vanhemmat yritykset. Edellä kuvatuin painotuksin voidaan jäljitellä koko lääkealan bioyritysten populaation rahoitusrakenteita.

Liite 2. Pääkomponenttianalyysin tulokset

Pääkomponenttianalyysin käyttöä puoltaa havainnollisuuden lisäksi se, että mallissa mukana olevat muuttujat korreloivat keskenään. Regressioanalyysissä selittävien muuttujien korrelaatio johtaa multikollineaarisuusongelmaan, joka saattaa vääristää tuloksia. Esim. Tahvanainen (2003) kohtaa juuri kyseisen ongelman selittäessään regressioanalyysillä suomalaisten biotekniikka-alan pk-yritysten velka-oma pääoma -suhdetta. Sen sijaan pääkomponenttianalyysissä muuttujat ryhmitellään eri pääkomponentteihin ja yksi muuttuja saattaa korreloida useamman kuin yhden pääkomponentin kanssa. Pääkomponenttimuunnoksissa tosin pyritään siihen, että yksi muuttuja korreloisi voimakkaasti vain yhden pääkomponentin kanssa. Tällöin regressioanalyysissä selitettävänä muuttujana pidetty muuttuja voidaan pitää pääkomponenttianalyysissä mukana yhtenä muuttujana. Tällöin voidaan tarkastella erikseen sitä pääkomponenttia, jonka kanssa esim. Tahvanaisen (2003) selittämä velka - oma pääoma -suhde korreloi.

Pääkomponenttien tulkinnassa on huomioitava seuraavaa. Yksi tai useampi pääkomponentti voi kuvata yksittäisen yrityksen ominaispiirteitä, mutta yleisesti ottaen pääkomponentit ovat keskenään korreloimattomia. Esimerkiksi ”Suuri ja kaunis” -komponentin kuvaama yksittäinen yritys voi sijaita Turussa ”Tohtoreita Turussa” -komponentin mukaisesti. Koska kuitenkin ”Suuri ja kaunis” -komponentti on korreloimaton ”Tohtoreita Turussa” -komponentin kanssa, niin yleisesti ottaen ”Suuret ja kauniit” yritykset sijaitsevat sekä Turussa että muualla Suomessa.

Liite 2. jatkoa

Taulukko L2. Muuttujien kommunaliteetit

Communalities			
	Variable	Initial	Extraction
Sources of finance			
Capital structure	Solidity (equity per total balance)	1	0.6863903
Equity finance			
Equity finance from individuals active in business (log euros)	LNACTIVE€	1	0.8010382
Equity finance from other non-financial firms (log euros)	LNFIRM€	1	0.838017
Equity finance from governmental venture capitalist organization (log euros)	LNPUVCE€	1	0.9035721
Equity finance from private venture capitalist organization (log euros)	LNPRVCE€	1	0.8556579
Capital loan finance from government institution (log euros)	LNPUVCL€	1	0.8724937
Capital loan finance from private venture capitalist organization (log euros)	LNPRVCL€	1	0.7909272
Intangible assets			
Human capital			
Number of personnel	LNPERSON	1	0.9271824
Number of doctors in staff	LNDOCS	1	0.8224857
CEO's experience (in years)	LNCEOEXP	1	0.8187757
Ceo is a doctor (=1)	post-graduated ceo	1	0.7225567
Structural capital			
Research and development (R&D) costs (log euros)	LNRD COST	1	0.9164357
Number of patents and patent applications (log)	LN PATENT	1	0.8928357
Age of firm (log years)	LN AGET	1	0.7991473
Patent per number of personnel	Patents / total personnel	1	0.8508303
R&D costs per total costs	r&d costs per total costs	1	0.8566066
Relational capital			
Public support to R&D activities (log euros)	LN PBRD	1	0.9210542
Problems in skilled labor supply (=1)	Problems in skilled labor supply	1	0.7373992
Sitra has financed a firm (=1)	Sitra has financed a firm	1	0.7982579
Teikes has financed a firm (=1)	Teikes has financed a firm	1	0.8500641
Public supports to R&D activities per R&D costs	public r&d support per r&d costs	1	0.8427616

	Variable	Initial	Extraction
Firm has top-5 auditor (=1)	Top5 Auditor	1	0.7072709
Collaboration with foreign academic institutions (=1)	collaboration with foreign academic institutions	1	0.7907651
Principal customer's share from total sales over 1/3	principal customer (>1/3)	1	0.660605
Principal subcontractor's share of total purchases over 1/3	principal subcontractor (>1/3 out of purchases)	1	0.7711855
R&D collaboration with customers	rd collaboration with customers	1	0.7862258
R&D collaboration with subcontractors	rd collaboration with subcontractors	1	0.6515332
Tangible assets			
Tangible assets (log euros)	LNTANG	1	0.8908755
Background dummies			
Location in Turku region	Turku	1	0.7502396
Firm announces its core branch in pharmaceutical industry	Pharma=1	1	0.8309156
Firm has spun out from academic research	research spin-off	1	0.8221582
Business performance			
Present sales			
Sales (log euros)	LNT0	1	0.8679751
Exports per sales	exports per turnover	1	0.7579612
Anticipated future sales			
Anticipated future sales in 2006	LNT05	1	0.8479678
Exports per turnover in 5 yrs	exports per turnover in 5 yrs	1	0.7962595
Extraction Method: Principal Component Analysis.			

Liite 2. jatkoa

Taulukko L3. Pääkomponenttien kyky selittää muuttujien varianssia

Total Variance Explained			
Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.5500655	21.571616	21.571616
2	5.3737336	15.353525	36.92514
3	2.94936	8.4267429	45.351883
4	2.49134	7.1181144	52.469997
5	2.3085172	6.5957633	59.065761

Component	Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7.5500655	21.571616	21.571616
2	5.3737336	15.353525	36.92514
3	2.94936	8.4267429	45.351883
4	2.49134	7.1181144	52.469997
5	2.3085172	6.5957633	59.065761

Component	Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.155834	14.730954	14.730954
2	4.6588054	13.310872	28.041827
3	2.9549013	8.4425752	36.484402
4	2.6240589	7.4973112	43.981713
5	2.4885319	7.1100911	51.091804

Extraction Method: Principal Component Analysis

Liite 2. jatkoa

Taulukko L4. Pääkomponenttimatriisi

Component Matrix(a)					
	Component				
	1	2	3	4	5
LNPBRD	0.835376	0.0252071	-0.2069432	0.2053087	-0.070921
LNPERSON	0.7879374	0.2794558	0.1143391	-0.2723011	-0.2206523
LNRDCOST	0.7759517	0.1031488	0.1089786	0.3185527	-0.1969846
LNTANG	0.7202918	0.4721778	0.1247984	-0.0386221	-0.1927352
exports per turnover in 5 yrs	0.7163789	0.0215664	-0.1772552	0.1610748	0.4120551
LNPRVC€	0.6647698	-0.1850622	0.2686114	0.1372457	-0.329148
Pharma=1	0.664488	0.1729131	0.0517115	-0.298995	0.1082562
LNPATENT	0.6620579	0.027499	0.3243345	0.4140451	0.3715953
LNPUVC€	0.6367867	-0.5238026	0.3248937	-0.2624533	-0.1976269
Tekes has financed a firm	0.6028728	0.2934693	-0.4023608	-0.2034334	-0.2321291
collaboration with foreign academic institutions	0.5982522	-0.2007331	0.270147	-0.227369	0.2343139
LNDOCS	0.5716328	-0.4507345	-0.0152973	-0.0254594	-0.1445188
principal customer (>1/3)	-0.4821565	0.079205	-0.1479131	0.2873072	-0.1990086
Top5 Auditor	0.4693151	0.1864997	0.0658002	-0.4660462	0.085417
rd collaboration with customers	-0.4453923	0.4349214	0.4031327	-0.1258584	-0.1247647
LNFRM€	0.1168886	0.8314251	-0.0617772	-0.2159564	-0.0797035
LNTO	-0.1397957	0.8238015	0.3038595	0.0547549	-0.0879529
LNTO5	-0.0498077	0.8015217	0.171901	-0.0200594	-0.0012865
Solidity (equity+caploans per equity+debt)	-0.0932296	-0.6076626	0.1421402	0.0190996	0.3914056
exports per turnover	0.1979669	0.600224	-0.0250352	0.1656018	0.4533727
LNAGET	0.4011932	0.5650278	-0.086716	0.3083616	0.1486892
Turku	-0.0649344	-0.5416871	0.4156239	0.2654928	0.0234006
Patents / total personnel	0.083628	-0.0702626	0.6226724	0.1606211	0.4523547
public r&d support per r&d costs	0.277179	-0.118166	-0.5765545	-0.108299	0.4580709
rd collaboration with sub- contractors	0.2943375	0.0855758	0.4879632	-0.080664	0.1636947
LNPUVC€	0.4031676	-0.16951	-0.4600136	-0.4152867	-0.0963217
LNCEOEXP	0.3772668	0.1353715	-0.2036257	0.6224144	0.0757296
r&d costs per total costs	0.3788936	-0.2948607	-0.2396302	0.4707054	-0.0914218
LNACTIVE€	0.2982501	-0.494674	-0.0731743	0.2816268	-0.5705111
Problems in skilled labor- supply	0.1372081	-0.2096243	-0.4168142	-0.3987663	0.4441255
Sitra has financed a firm	0.2893369	-0.3762562	0.1851437	-0.2175391	-0.0552852

	Component				
	1	2	3	4	5
principal subcontractor (>1/3 out of purchases)	-0.2665188	-0.2494189	-0.0557795	-0.1255829	-0.0624053
LNPRVCL€	0.0906612	0.27056	-0.1896088	0.0773904	-0.3233272
research spin-off	0.0166507	-0.0577288	-0.4153908	0.2546267	0.1593404
post-graduated ceo	0.1791031	-0.2795362	0.3235305	-0.2171556	-0.0011761

Extraction Method: Principal Component Analysis.

10 components extracted.

Taulukko L5. Rotoitu pääkomponenttimatriisi

Rotated Component Matrix(a)					
	Component				
	1	2	3	4	5
LNPERSON	0.832105	0.2927441	0.1322656	0.180942	0.0462707
LNPRVCE	0.7291953	-0.3422608	0.0792421	0.0064245	-0.1433218
LNPBRD	0.7101219	0.0501616	0.5062112	0.1233892	0.225571
LNPUBVCE	0.6670803	-0.4215487	0.020469	0.2328429	-0.0756838
collaboration with foreign academic institutions	0.6567743	-0.1521017	-0.1534355	-0.0386123	0.3175246
LNTANG	0.6246222	0.5027768	0.1568919	0.2824646	-0.1366767
principal customer (>1/3)	-0.57591	-0.040821	0.0843069	-0.1881027	-0.2728226
LNTO5	-0.006055	0.864019	-0.0464692	-0.1264676	-0.2136363
LNfirME	0.1428114	0.8464874	-0.0173129	0.0546188	0.0339195
LNT0	0.0291054	0.79202	-0.2188257	-0.171917	-0.3374104
LNACTIVE	0.4347158	-0.5968364	0.2226056	0.0136435	-0.276302
exports per turnover	-0.0411783	0.5636498	0.3084346	-0.2282227	0.2911241
r&d costs per total costs	0.0155806	-0.2737867	0.8721311	0.1137428	-0.0511727
LNRDCOST	0.6625738	0.1217836	0.667052	-0.0188419	-0.119805
exports per turnover in 5 yrs	0.3262775	0.0422603	0.5481452	0.1334425	0.4599682
LND0CS	0.3737643	-0.4185263	0.452299	0.0917618	0.0323151
LNPUVCL€	0.0957648	-0.0782173	0.051416	0.871425	0.1926413
rd collaboration with customers	-0.0988364	0.3205146	-0.3216521	-0.6730545	-0.157989
Tekes has financed a firm	0.4804135	0.3164	0.1268402	0.6067572	0.1458177
Sitra has financed a firm	0.2277767	-0.2745604	-0.2896162	0.5429067	-0.2159746
Problems in skilled labor supply	0.0682695	-0.1059925	-0.016068	0.03663	0.7935515
public r&d support per r&d costs	0.0119703	-0.1388794	0.0049292	0.2532655	0.7797234
Patents / total personnel	-0.022539	-0.0549271	-0.110751	-0.0663038	-0.0724985
LNPATENT	0.4857428	0.108746	0.3886552	0.020334	0.026577

	Component				
	1	2	3	4	5
LNCEOEXP	0.090693	0.0722876	0.384487	0.3856561	-0.1303531
post-graduated ceo	0.0816593	-0.1379678	-0.0219097	-0.0478006	-0.0347189
Top5 Auditor	0.2383208	0.3611944	0.1064743	0.2526889	0.2135282
LNPRVCL€	-0.0366105	0.0500265	0.0405761	-0.006474	0.0095817
Solidity (equity+caploans per equity+debt)	-0.1295055	-0.3693148	0.0521086	-0.0143842	0.0852078
principal subcontractor (>1/3 out of purchases)	-0.1552291	-0.0732395	-0.0232133	0.0431879	0.0461608
Turku	0.0512032	-0.3970463	0.0541722	-0.2059953	-0.2337155
LNAGET	0.2536022	0.3464313	0.0975618	0.0790874	0.1188756
research spinn-off	-0.0219012	0.0591175	0.0876454	-0.001883	0.2292833
Pharma=1	0.3442345	0.1808318	0.3743293	0.1663415	0.3054103
rd collaboration with sub- contractors	0.2986942	0.1568297	0.1381328	-0.1610257	0.0497592

Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax
with Kaiser Normalization

Rotation converged in 13 iterations.

Taulukko L6. Pääkomponenttien rotatoinnissa käytetty transformatiomatriisi

Component Transformation Matrix					
Component	1	2	3	4	5
1	0.765137	0.0320552	0.4182002	0.3246962	0.185007
2	0.0041987	0.8961063	-0.0413413	-0.1074283	-0.036804
3	0.2510253	0.0512936	-0.2182918	-0.4258171	-0.474671
4	-0.1009028	-0.1457236	0.5150882	-0.2530077	-0.3350404
5	-0.253488	0.1436023	0.0241452	-0.0893324	0.6552395

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization

6 Pienten biotekniikkayritysten rahoituslähteet

Antti-Jussi Tahvanainen ja Raine Hermans

1 Johdanto

Rahoituksen kitkaton saatavuus on ~~ylksi kriittisistä menestystekijöistä yritykselle kuin yritykselle liiketoiminnan onnistumisen perusedellytys.~~ ~~Se Rahoitus~~ saattaa ratkaista perustetaanko liiketoimintaa alkuunkaan, kuinka nopeasti yritys pystyy kasvamaan, kuinka ~~herkkä se on taloudellisille vaikeuksille~~ yritys kykenee selviytymään lyhytaikaisista suhdannevaihteluista ~~tai~~ miten tehokkaasti yritys kykenee ~~reagoimaan~~ ~~hyödyntämään~~ markkinoilla esille nousevia ~~uusia~~ mahdollisuuksia. ~~Ollakseen toimivia ja lähestyttäviä tulisi rahoitusmarkkinoiden tarjota valikoiman rahoitusinstrumentteja, jotka vastaavat yritysten rahoitustarpeita.~~ ~~Nämä Yritysten rahoitus~~ tarpeet vaihtelevat alasta riippuen ja pohjautuvat yksittäisellä alalla toimivien yritysten ~~ja näiden~~ liiketoimintamallien ~~ainutlaatuisiin~~ ominaispiirteisiin.

~~Yllä esitetyn motivoimana~~ ~~t~~ Tämä luku kuvaa suomalaisten biotekniikkayritysten rahoituslähteitä ja -rakenteita. Se pyrki myös selittämään rahoitusrakenteiden taustalla vaikuttavia tekijöitä. Luku tiivistää kahden suomalaisen biotekniikkayritysten rahoitusrakenteita koskevan analyysin tulokset (Hermans ja Tahvanainen, 2002; Tahvanainen, 2003).

2 Tutkimusotos

Tämä tarkastelu pohjautuu ETLAn keräämään yritysaineistoon, joka kuvaa pienten ja keskisuurten (pk) biotekniikkayritysten omistus- ja rahoitusrakenteita Suomessa vuoden 2001 lopussa. Aineistoon kuuluu 72 Suomessa toimivaa pk-yritystä ²². Kun kaikkiaan biotekniikkaan erikois-

²² Kyselyn pohja-aineistona toimi Suomen Bioteollisuus ry:n yritysrekisteri.

tuneita pk-yrityksiä oli vuoden 2001 lopussa reilut 100, otosta voidaan pitää hyvin perusjoukkoa edustavana.

Esitettävät muuttajat, kuten rahoitusosuudet prosentteina tai koko bioalan yhteenlaskettuina euromääräisinä arvoina, ovat yritysten iän mu-

kaan painotettuja arvioita. Menettelyn taustalla on oletus siitä, että otoksen ulkopuolelle jääneet yritykset ovat rahoitusrakenteiltaan keskimäärin samankaltaisia kuin vastaavan ikäiset otoksessa mukana olevat yritykset.

3 Pienet ja keskisuuret biotekniikkayritykset

Suomessa toimi vuoden 2001 lopussa hieman yli 100 pientä tai keskisuurta (pk) biotekniikka-alan yritystä. Yrityksissä kehitetään esimerkiksi lääke-, diagnostiikka-, biomateriaali- ja elintarvikealojen tuotteita ja palveluja. Lisäksi alan tuotteita voidaan käyttää osana prosessiteollisuuden arvoketjua. Monien nuorten biotekniikkayritysten tuotteiden kaupallistaminen on vielä alkuvaiheissaan. Alan pk-yritysten liikevaihto oli viime-vuoden 2001 lopussa yhteensä runsaat 140 miljoonaa euroa.

Toiminta on tutkimusintensiivistä ja tuottojen odotetaan toteutuvan yleensä vasta tulevinä vuosina. Biotekniikka-alan pk-yritykset käyttävät tutkimus- ja kehitystoimintaan vuodessa yli 110 miljoonaa euroa. Lähi-vuosina yritykset odottavat liikevaihtonsa moninkertaistuvan. Kuitenkin tulevaisuuden tuotto-odotusten toteutuminen edellyttää huomattavia pääomapanostuksia tämänhetkiseen toimintaan.

3.1 Pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten rahoitus-rakenne

Biotekniikkayritysten oman ja vieraan pääoman yhteisarvo oli vuoden 2001 lopussa noin 305 miljoonaa euroa. Tasearvosta 44 % oli osakerahoitusta ja jakamattomia voittoja (ja myös tappioita). 31 % kokonaisrahoituksesta oli oman pääoman ehtoista pääomalainaa ja 25 % vieraan pääoman ehtoista lainaa (taulukko 1).

Taulukko 1. Suomen biotekniikka-alan pk-yritysten rahoitusrakenne

Oma ja vieras pääoma				
	Oma pääoma ilman pääomalainoja	Pääomailainat	Vieras pääoma	Yhteensä
%	44 %	31 %	25 %	100 %

%	14 %	3 %	0 %	0 %	32 %	6 %	7 %	13 %	4 %	1 %	20 %	100 %
Yhteensä, miljoonaa euroa												75.9

3.2 Pääomalainojen lähteet

Pääomalainat ovat turvanneet rahoituksellisen omavaraisuuden ja toiminnan jatkumisen huomattavista tappioista huolimatta. Biotekniikka-alan pk-yritysten tappiot olivat vajaat 100 miljoonaa euroa ~~pelkästään~~ vuonna 2001.

Huomattavat tappiot syövät yritysten omaa pääomaa ennen kuin tuotteita ja palveluja onnistutaan kaupallistamaan. Kuitenkin yhteensä lähes 100 miljoonan euron pääomalainat helpottavat yritysten rahoitusasemaa ja vähentävät konkurssiriskiä, koska ~~ne~~ pääomalainat ovat lainaluonteesta huolimatta juridisesti osa omaa pääomaa. Yli puolet alan pk-yritysten pääomalainoista on tullut Tekesistä (taulukko 3).

Taulukko 3. Suomen biotekniikka-alan pk-yritysten pääomalainarakenne

Pääomalainojen jakautuminen rahoituslähteittäin										
	Yksityinen				Julkinen					Pääomalainat yht.
	Kotim. rahoitusinst.	Ulkom. rahoitusinst.	Ulkom. pääomasijoitusyht.	Yksit. pääomasijoitusyht.	Sitra	Finnvera	Tekes	Muu julkinen org.	Muu	
%	1 %	0 %	4 %	18 %	13.5 %	0.5 %	53 %	0 %	10 %	100 %
Yhteensä, miljoonaa euroa										96.2

3.3 Oman pääoman lähteet

Omistajien nimellinen varallisuus yritysten taseissa oli vuoden 2001 lopussa reilut 130 miljoonaa euroa. Omistajien varallisuus ylitti laskennallisesti yli 210 miljoonaan euroa, kun sitä korjattiin siten, että kaikki omistusosuudet voitiin kuvata positiivisina lukuina (taulukko 4). Korjattua omasta pääomasta yksityishenkilöiden osuus oli runsas neljännes, yksityisten pääomasijoitusyhtiöiden vajaa neljännes, muiden ei-rahoitusalan yritysten runsas viidennes, julkisen pääomasijoittajan (pääosin Sitra) vajaa viidennes ja muiden sijoittajien noin 6 %.

Taulukko 4. Suomen biotekniikka-alan pk-yritysten omistusrakenne

Oman pääoman (ilman pääomalainoja) jakauma rahoituslähteittäin								
	Henkilöt		Yhteisöt					Oma pääoma (ilman pääomalainoja) yht.
	Liike-toiminnassa aktiiviset henkilöt	Muut henkilöt	Julkinen pääomasijoittaja	Yksityinen pääomasijoitus-yhtiö	Koti-mainen rahoituslaitos	Muu yritys	Muu	
%	23 %	5 %	19.5 %	24.5 %	2 %	22 %	4 %	100.0 %
Yhteensä, miljoonaa euroa								215.0

Liiketoiminnassa mukana olevat yksityishenkilöt omistivat liikevaihdoltaan pieniä yrityksiä, joiden työntekijät olivat suurelta osin tutkijakoulutettuja, eli tohtoreita tai lisensiaatteja. Muut ei-rahoitusalan yritykset olivat sellaisten yritysten omistajina, joilla oli jo syntynyt liikevaihtoa ja jotka eivät olleet nuorimpien yritysten joukossa.

3.4 Rahoitusrakenteiden yleispiirteitä

Useimmilla yrityksillä on monia omistajaryhmiä. Liiketoiminnassa aktiivisesti mukana toimivat yksityishenkilöt, yksityiset pääomasijoitusyhtiöt ja julkisen sektorin pääomasijoitusinstituutiot ovat nuorimpien yritysten suurimpia omistajia²³. Toiset ei-rahoitusalan yritykset omistavat suurimman osan jo keski-ikäisistä pidempään toimineista yrityksistä. Suomen biotekniikkayritysten alhaiset voitot, ja täten myös oman pääoman tasearvon alentuminen, kompensoidaan osittain ottamalla huomattavia määriä pääomalainaa. Julkiset instituutiot, Tekes ja Sitra, ovat suurimmat pääomalainan tarjoajat. Velkaantumistaso oli 25 prosenttia suomalaisten biotekniikka-alan pk-yritysten rahoituksen kokonaisarvosta. Ostovelat muille yrityksille, kotimaiset pankit ja Tekes olivat lainarahoituksen päälähteitä.

Yksityisten pääomasijoitusyhtiöiden omistusosuus on yhteydessä kotimaisten, sekä yksityisten että julkisten, rahoitusinstituutioiden lainantoon, eli niiden omistusosuus on huomattava yrityksissä, joilla on rahoitusinstituutioiden lainoja. Tämä nostaa esiin kysymyksiä sijoittajien arviointitavoista. Julkisten instituutioiden sijoitukset näyttävät pysyvän joiltain osin vähäisenä sellaisissa yrityksissä, joiden vaikutusvaltaiset pääomistajat tai liiketoimintaan osallistuvat yksityishenkilöt omistavat suuren osan yrityksestä. Yksityisten ja julkisten pääomasijoitusinstituutioiden omistusosuus näyttää liittyvän osittain yritysten suuriin kas-

²³ Hermans ja Tahvanainen (2002) tarkastelevat aineistoa tarkemmin jakamalla sen luokkiin koon, iän ja t&k-intensiivisyyden mukaan.

vuodotuksiin, minkä selvittämiseksi olisi tarpeellista tutkia odotusten taustalla olevia systemaattisia piirteitä. Monet nuoret ja liikevaihdoltaan pienet biotekniikkayritykset ovat verraten tutkimusintensiivisiä, mikä osaltaan selittää liiketoiminnan huomattavia kasvuodotuksia tulevaisuudessa. Yksityiset pääomasijoitusyhtiöt omistavat huomattavia osuuksia juuri näistä tutkimusintensiivisimmistä yrityksistä.

Suuret kasvuodotukset yhtiöissä, joilla on omistajina pääomasijoittajia, saattavat johtua toisaalta siitä, että pääomasijoitusinstituutioilla on

muita sijoittajia parempi kyky arvioida yritysten kasvuodotuksiin vaikuttavia tekijöitä. Toisaalta huomattavat kasvuodotukset saattavat liittyä pääomasijoittajainstituutioiden asettamiin kasvuvaatimuksiin, jolloin yrityksen on tämän vaihtoehdon mukaan esitettävä muita yrityksiä suurempia kasvuennusteita rahoituksen saannin turvaamiseksi. Yritysten ei kuitenkaan pitkällä aikavälillä kannata asettaa epärealistisia kasvuodotuksia toiminnastaan, koska jatkorahoituksen saaminen perustuu usein siihen, että siihenastiset aiemmin asetetut tavoitteet on saavutettu. Näin ollen epärealistisesti ilmoitetut kasvutavoitteet johtavat nopeasti rahoitusvaikeuksiin jatkossa.

Suurissa yrityksissä, joissa alkaa syntyä liikevaihtoa ja erityisesti viennin, on usein myös kokenut johto. Kokeneen toimitusjohtajan vetämät yritykset harjoittavat yrityksen ulkopuolista akateemista tutkimusyhteistyötä. Myös julkiset tutkimustuet liittyvät yrityksen ja akateemisen tutkimusinstituution väliseen yhteistyöhön. Lisäksi julkista tutkimustukea vastaanottavissa yrityksissä vaikutusvallaltaan merkittävien sijoittajien omistusosuus on vähäinen.

4 Voidaanko biotekniikkayritysten rahoitusrakenteita selittää?

Rahoitusrakenteiden kuvauksen lisäksi on mielekästä pohtia syitä biotekniikkayritysten rahoitusrakennetta koskeville valinnoille. Pilkkomalla yllä esitetyt alaa kokonaisuudessaan kuvailevat rakennekuvaukset yritys-tasolle huomataan, että rahoitusrakenteissa on huomattavia eroja yritysten kesken. Eroja voidaan pyrkiä selittämään muun muassa nojautumalla perinteiseen rahoitusrakenneteoriaan.

~~Teoreettisen~~ Empiirisen tarkastelun yhteydessä kuitenkin ~~on todettu havaitaan~~, ~~että ettei useimpia enemmistö teoreettisista teoreettisia viitekehysistä viitekehysistä~~ voida sellaisenaan soveltaa joudutaan hylkäämään Suomen pieniä ja keskisuuria biotekniikkayrityksiä ~~kuvaavan~~

~~kuvaavaan aineiston valoon~~ (Tahvanainen, 2003)²⁴. Jotta ~~tästä voidaan tuottaa uutta tietoa biotekniikka-alasta joudutaan esittämään ja vastamaan kysymykseen biotekniikka-alan erityispiirteitä voitaisiin ymmärtää, on pohdittava, miksi~~ yleiset rahoitusrakenneteoriat eivät kykene selittämään rahoitusrakennetta koskevia valintoja Suomen biotekniikkayrityksissä.

Kysymystä voidaan lähestyä kahdelta suunnalta. Ensinnäkin voidaan kysyä, kuvaavatko [Tahvanaisen \(2003\)](#) empiriseen tutkimukseen valitut muuttujat samoja asioita kuin teoreettiset mallit. Toisaalta pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten tietyt ominaispiirteet saattavat vaikuttaa siten, että olemassa olevat rahoitusrakenneteoriat eivät pysty selittämään näiden yritysten rahoitusrakennetta.

Biotekniikka on sateenvarjokäsite sektorille, joka todellisuudessa on hyvin heterogeeninen toimintaympäristön ja liiketoimintamallien suhteen. Teorioiden huono selitysvaima saattaa johtua siitä, ettei yksikään yksittäinen teoria anna yleispätevää selitystä yritysten rahoitusstrategiasta. On esitetty, ettei teorioita ole alun alkaenkaan suunniteltu yleismaailmallisiksi vaan ne ovat spesifejä ja ehdollisia (Myers, 2001). Jokainen teoriosta korostaa vain tiettyjä vaihtoehtoisten rahoitusstrategioiden hyötyjä ja kustannuksia. Näin teorioiden yleistettävyyden puute saattaa vaikuttaa heterogeenisten aineistojen testeihin siten, että tulokset ovat vaikeasti tulkittavissa. Tulokset saattavat tukea yhtä tai kahta teoriaa, koska aineiston pieni osa on näiden mukainen. Saattaa myös olla, että tulokset tukevat yhtä teoriaa, vaikka ovatkin todellisuudessa toisen teorian mukaisten tekijöiden synnyttämiä.

Lisäksi Suomen biotekniikkasektori on pieni yritysten lukumäärällä mitattuna. Tästä seuraa, että aineiston yksittäiset osat ovat liian pieniä osoittaakseen tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Lisäksi yli kolmannes aineistossa olevista yrityksistä on lääkekehitysalalla. Lääkekehitysalan liiketoiminta on jo sinällään poikkeava johtuen tiukoista lääkehyväksyntämenettelyistä ja ~~äärimmäisen~~ pitkistä tuotekehitysvaiheista, jotka saattavat venyä yli kymmenenkin vuoden mittaisiksi. Monilla lääkekehitystä harjoittavilla yhtiöillä ei ole yhtään tuotetta markkinoilla. Sen sijaan esimerkiksi t&k-intensiteetti on normaalia korkeampi ja yritykset ovat tappiollisia liikevaihdon puuttuessa. Nämä piirteet saattavat aiheuttaa kriittisiä häiriöitä voimakkaasti ehdollisiin ympäristöihin, joihin teorioiden on suunniteltu

²⁴ Tahvanainen (2003) tarkastelee 59 suomalaisen biotekniikka-alalla toimivan pk-yrityksen poikkileikkausaineistoa kolmen eri teoreettisen viitekehyksen näkökulmasta, jotka pyrkivät selittämään rahoitusrakennevalintoja yritysorganisaatiossa. Teoreettiset lähestymistavat käsittelevät päämies-agentti-ongelmaa, epäsymmetrisiä informaatiota sekä veroetuja, jotka esitellään lyhyesti tämän luvun liitteessä.

pätevän. ~~Esimerkiksi oletukset sijoittajien rationaalisuudesta tai havainnointikyvystä saattavat olla liioiteltuja tai vaihtoehtoisesti aliarvioituja.~~

Myös pääomallainan ominaisuudet saattavat hankaloittaa teorioiden suoraviivaista soveltamista. Pääomallainat ovat merkittävä erä Suomen biotekniikkayritysten rahoitusrakenteessa. Pääomallainojen osuus pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten koko rahoituksesta on niin huomattava (36 %), että tutkimuksen empiiriset tulokset ovat todennäköisimmin riippuvaisia siitä, miten rahoitusmarkkinat tulkitsevat pääomallainojen ominaisuuksia riippumatta niiden oikeudellisesta määritelmästä. Pääomallainoilla on sekä osakepääoman että vieraan pääoman kaltaisia piirteitä. Käsillä olevassa tutkimuksessa pääomallainoja on käsitelty oikeudellisen määritelmän mukaisesti osana omaa pääomaa. Jos pääomallainoja käsiteltäisiin vieraan pääoman ehtoisena rahoituksena tulokset saattaisivat muuttua joiltain osin. ~~Syventävissä tutkimuksissa tätä kysymystä tulisi pohtia ensisijassa.~~

Biotekniikkayritykset ovat saaneet huomattavan osan pääomallainoitaa julkiselta sektorilta. Enemmistö yrityksistä tekee edelleen tappiota, sillä niillä on huomattavat t&k-kulut ja liikevaihto on pieni tai puuttuu kokonaan. Toistuvasti tappiollinen tulos nakertaa omaa pääomaa nopeasti ja ajaisi yksittäisen yrityksen aikaa myöten konkurssiin. Pääomallainoja saatetaankin käyttää tällaisen tilanteen välttämiseen. Pääomallainan ollessa osa yhtiön omaa pääomaa se vahvistaa tasetta ja kompensoi täten tappioiden aiheuttamaa taseen heikkenemistä. Pääomallainoilla voidaan siis teknisesti estää yrityksiä ajautumasta konkurssiin, vaikka ne ovatkin vieraan pääoman luonteisia rahoitusvälineitä.

Biotekniikka-alan arvionluonti – perustamisesta tuotekehityksen kautta kaupallistamiseen – on pitkäaikainen prosessi. Tämän vuoksi alkuvaiheessa olevien biotekniikkayritysten pääomallainojen ainoaksi lähteeksi jää julkinen sektori. Syy, miksi juuri Tekesillä on suurin yksittäinen rooli pääomallainojen myöntäjänä, johtuu instituution politiikasta, jonka mukaan se ei saa olla osakkaana yrityksissä. Koska lainarahoitus ei tappiollisille yrityksille konkurssiriskin takia ole mielekäs vaihtoehto, teknologian edistämiseen sitoutunut Tekes myöntää pääomallainoja, jotka eivät riko osakkuusrajoitusta vastaan ja vahvistavat samanaikaisesti kohdeyritysten tasetta. ~~Tulevan tutkimuksen kannalta on tärkeää selvittää, määräytyvätkö Suomen biotekniikka-alan yritysten rahoitusrakenteet aiemmilla tilikausilla kertyneiden tappioiden mukaan, jotka kompensoidaan pääomallainoilla?~~

Tulosten pohjalta voidaan ehdottaa konkreettisia toimenpiteitä tulevaa tutkimusta ajatellen. Pääomallainojen roolin selventämisen ohella

ainakin seuraaviin seikkoihin tulisi kiinnittää huomiota. Ensinnäkin, biotekniikkateollisuuden käsitteen alle kerättyjen yritysten liiketoimintamallien ja -ympäristöjen heterogeenisyys estää ehdollisten rahoitusrakenneteorioiden käyttökelpoisen soveltamisen. Olisi mielekästä tarkastella erikseen biotekniikka-alan osasektoreita ja koota laajempi kuva näistä yksittäisistä analyyseistä. Toiseksi, vertaamalla biotekniikka-alaa toisiin teollisuudenhaaroihin synnytetäisiin syvällisempää ymmärrystä alojen eroavaisuuksista ja ominaispiirteistä ja tunnistettaisiin esimerkiksi mahdolliset esteet biotekniikka-alan kehitykselle.

Lähteet

Brealey, M. A. – Myers, S. C. (1991). Principles of Corporate Finance. 4th ed., 924 p., McGraw-Hill, New York.

[Hermans, R. – Kauranen, I. \(2003\). Intellectual Capital and Anticipated Future Sales in Small and Medium-sized Biotechnology Companies. Discussion Papers No. 856, 30 pages. The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.](#)

Hermans, R. – Tahvanainen, A.-J. (2002). Ownership and Financial Structure of Biotechnology SMEs: Evidence from Finland. Discussion papers No. 835, 41 pages. The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.

Hyytinen, A. – Pajarinen, M. (2002). Small Business Finance in Finland – A Descriptive Study. Discussion Papers No. 812, 44 pages. The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.

Jensen, M. C. – Meckling, W. H. (1976). Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. Journal of Financial Economics, OCT, VOL. 3, no. 4, 305-360.

Myers, S. C. (2001). Capital structure. Journal of Economic Perspectives, VOL. 15, no. 2, 81-102

- Myers, S. – Majluf, N. (1984), Corporate Financing and Investment when Firms have Information that Investors do not have. *Journal of Financial Economics*, no. 5, 187-221.
- Tahvanainen, A.-J. (2003). The Capital Structure of Finnish Biotechnology SMEs – An Empirical Analysis. Discussion papers No. 864, 62 pages. The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.

Liite. Rahoitusrakenneteoriat

Keskeisimmät rahoitusrakennevalintoja mallintavat teoriat eivät sovellu sellaisenaan Suomen pieniä ja keskisuuria biotekniikkayrityksiä käsittävään aineistoon. Itse teorioista tarkemmin kiinnostuneelle lukijalle tässä liitteessä esitellään lyhyesti kolme rahoitusrakennekeskustelun teoria-suuntausta, jotka toimivat myös taustana Tahvanaisen (2003) tutkimuksessa. Teoreettiset lähestymistavat käsittelevät päämies-agentti-ongelmaa, epäsymmetristä informaatiota sekä veroetuja.

Päämies-agenttiteoria

Agenttikustannuksia (agency costs) syntyy tilanteessa, jossa agentin ja tämän päämiehen tavoitteet eivät ole täysin yhdenmukaiset. Päämies palkkaa agentin johtamaan ja hallinnoimaan hanketta, jonka päämies omistaa. Jotta agentti pystyy johtamaan hanketta, sille siirretään päätöksenteko-oikeuksia, joiden puitteissa agentti saa tehdä itsenäisesti päätöksiä. Tehtävä voidaan luovuttaa agentille monesta eri syystä. Päämies saattaa omistaa esimerkiksi niin monta erillistä hanketta, etteivät tämän resurssit riitä koordinoimaan kaikkia hankkeita itse. Päämies saattaa myös koostua niin laajasta yksittäisten ~~yksilöiden-toimijoiden~~ ryhmästä, ettei tehokas päätöksenteko ole enää mahdollista. Kun päämiehen ja agentin tavoitteet poikkeavat toisistaan, päämies joutuu soveltamaan kontrolli- ja seurantamenetelmiä estääkseen omaa hyötyänsä maksimoivaa agenttia toimimasta päämiehen tavoitteiden vastaisesti. Nämä menetelmät tuottavat kustannuksia, joita kutsutaan agenttikustannuksiksi. Yritysten rahoitusrakenteeseen tällä viitekehyksellä on eri teorioiden mukaan moninaisia vaikutuksia.

Jensen ja Meckling (1976) tunnistavat yrityksissä kaksi toisistaan poikkeavaa asetelmaa, joihin päämies-agenttiteoriaa voidaan soveltaa. Heidän mukaansa ensimmäinen asetelma löytyy yrityksen *omistajien ja johdon* ja toinen yrityksen *omistajien ja velkojien* välisestä suhteesta.

Omistajien ja johdon välisissä tavoitteissa syntyy ristiriitoja, kun johto ei omista sataa prosenttia yrityksen pääomasta. Tällaisessa tilanteessa johto ei pysty pidättämään itselleen investoinneista koituvia tuottoja kokonaisuudessaan vaan joutuu luopumaan osasta tuottoja, joka vastaa ulkopuoleisten omistajien omistusosuutta. Tästä syystä johto saattaa sijoittaa varoja varsinaisten sijoituskohteiden sijasta sellaisiin hyödykkeisiin, joista hyöty koituu kokonaisuudessaan ja ainoastaan johdolle. Tällaisia hyödykkeitä ovat esimerkiksi ylelliset toimitilat ja työsuhdeajo-

neuvot, virkistystoiminta, hyväntekeväisyysaktiviteetit ja niin edespäin. Ulkopuoliset sijoittajat eivät hyödy tämän kaltaisesta varojen käytöstä ollenkaan. Heidän näkökulmastaan nämä ovat sijoituksia, joilla on negatiivinen nettonykyarvo. Ulkopuoliset rationaaliset sijoittajat ennakoivat johdon epäsuotuisaa käytöstä jo tehdessään sijoituspäätöstä korottamalla vaadittua pääomaosuutta jokaista investoitua rahayksikköä kohden. Johto saa siis toisin sanoen vähemmän oman pääoman ehtoista rahoitusta jokaista osaketta kohden kuin tilanteessa, jossa johdon epäsuotuisa käytös olisi varmuudella estetty. Todellisen osakearvon ja ulkopuolisten sijoittajien maksaman arvon erotus on agenttikustannus. Kokonaisagenttikustannukset muodostuvat oman pääoman arvon alenemisen lisäksi vielä seurantakustannuksista (monitoring costs), joita päämies aiheuttaa valvoessaan agentin käytöstä, sekä sitouttamiskustannuksista (bonding costs), joita agentti aiheuttaa pyrkiessään vakuuttamaan päämiestä siitä, ettei käytä hankkeen varoja väärin.

Hankkeen *omistajien ja velkojien* välisestä päämies-agenttiasetelmasta syntyy myös agenttikustannuksia, kun velkojat eivät pysty todentamaan hankkeiden riskipitoisuutta, joihin heidän on tarkoitus antaa lainarahoitusta. Lainasopimuksen allekirjoittamisen jälkeen hankkeen omistajilla on suuri kannustin investoida lainarahat mahdollisimman tuottavaan ja samalla riskipitoisimpaan hankkeeseen, jolla siis on myös suurimmat tuotto-odotukset. Tämä johtuu siitä, että hankkeen onnistuessa omistajat hyötyvät mahdollisimman suurista tuotoista, joihin velkojat eivät pääse osallisiksi, sillä lainan korko on sovittu jo lainasopimuksen teko hetkellä. Hankkeen epäonnistuessa omistajat eivät kuitenkaan kannata taloudellista riskiä, joka on kokonaisuudessaan velkojien harteilla, sillä hankkeen epäonnistumisen jälkeen maksukyvyttömät omistajat eivät pysty maksamaan lainaa takaisin. Toisin sanoen omistajat pystyvät siirtämään varallisuutta velkojilta itselleen valitsemalla lainasopimuksen teko hetken jälkeen mahdollisimman riskipitoisen hankkeen tai tavan toteuttaa hanke. Rationaaliset velkojat ennakoivat tätä käytöstä korottamalla lainan hintaa, jolloin varallisuuden siirto omistajille kompensoituu. Näin mahdollinen ylisuuri tuotto riskipitoisesta hankkeesta ei koidu enää ainoastaan omistajien hyväksi. Tämän lisäksi riskipitoisemman projektin odotusarvon voidaan väittää olevan pienempi kuin vähemmän riskipitoisen projektin. Normaaliriskisen hankkeen ja riskipitoisemman hankkeen odotusarvojen erotusta ei kukaan korvaa omistajille. Erotus on omistajien näkökulmasta agenttikustannus. Kokonaisagenttikustannuksiin lisätään myös tässä tapauksessa kustannukset, jotka koituvat velkojien monitoroinnista sekä omistajien sitouttamispyrkimyksistä.

Epäsymmetriseen informaatioon pohjautuva teoria

Epäsymmetristä informaatiota käsittelevät rahoitusrakenneteoriat tarkastelevat tilannetta, jossa yrityksellä on parempaa tietoa omien hankkeiden tulevaisuuden näkymistä kuin ulkopuolisilla rahoittajilla. Useissa lähestymistavoissa perusoletus on, ettei ulkopuolisilla ole minkäänlaista kykyä tarkastella kohdeyrityksen hankkeiden nettonykyarvoa²⁵.

Myers ja Majluf (1984) argumentoivat epäsymmetrisen informaation johtavan yritykseen sijoitetun osakepääoman alihinnoitteluun. Harkitessaan investointia yritykseen sijoittavat eivät kykene arvioimaan kohdeyrityksen todellista arvoa epäsymmetrisen informaation vuoksi. Sijoittajat kuitenkin tietävät, että mikäli yrityksen hankkeiden nettonykyarvo on todellisuudessa alhaisempi kuin arvioitu, kohdeyrityksen omistajat saavat ylinormaaleja tuottoja ja sijoittajat päätyvät maksamaan osuuksista liian korkean hinnan. He tietävät myös, että juuri tästä syystä kohdeyrityksillä, joiden hankkeiden nettonykyarvo on sijoittajien arviota alhaisempi, on ylinormaalien tuottojen toivossa kannustimet jäljitellä korkeampiarvoisia yrityksiä. Rationaaliset sijoittajat ottavat tällaisen käyttäytymisen huomioon hinnoitellessaan sijoittamaansa osakepääomaa ja pienentävät arviota yrityksen arvosta poikkeuksetta kaikkien yritysten kohdalla, koska ovat kykenemättömiä erottamaan nettonykyarvoltaan pienemmät suuremmista. Näin nettonykyarvoltaan pienemmät yritykset saavat osakepääomaa todellista arvoaan vastaavaan hintaan. Korkeampiarvoisten yritysten kohdalla tilanne on toinen. Informaatioepäsymmetriasta johtuen näillä yrityksillä ei ole keinoa osoittaa olevansa korkeampiarvoisia eivätkä ne erotu alempiarvoisista näiden jäljitellessä korkeampiarvoisia. Tällöin sijoittajien asettama hinta pääomalle on liian korkea, eikä yritykselle ole mielekästä turvautua osakepääomaneehtoiseen ulkopuoliseen rahoitukseen. Lainarahoitukseen ei liity informaatioepäsymmetriasta johtuvaa yrityksen aliarvostusta, koska lainan tuotto sijoittajille ei oletuksen mukaan ole epävarma. Lainan korkohan on sovittu jo etukäteen, eikä sen tuotto ole sidonnainen hankkeen tulokseen kuten osakepääomarahoituksessa.

Tästä voidaan johtaa vaikutuksia rahoitusrakenteeseen. Mitä suurempi informaatiota koskeva epäsymmetria on, sitä enemmän sijoittajat alentavat arviotaan yrityksen arvosta ja sitä enemmän yritykset tukeutuvat lainarahoitukseen.

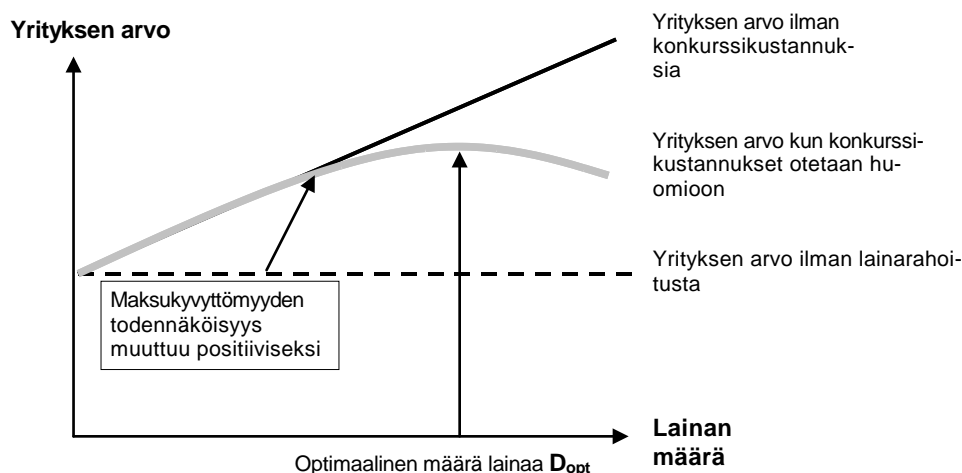
²⁵ Useassa aihetta käsittelevässä tutkimuksessa nettonykyarvo-käsitteen sijasta käytetään termiä ”yrityksen laatu” (firm quality), jolla tarkoitetaan yrityksen kykyä investoida nettonykyarvoiltaan positiivisiin hankkeisiin.

Veroetuteorioihin pohjautuva teoria

Toisin kuin päämies-agenttiongelmiaan ja epäsymmetriseen informaatioon perustuvat teoriat veroetuihin perustuvat teoriat eivät määrittele optimaalista oman ja vieraan pääoman välistä suhdetta, koska ne eivät käsittele lainkaan omaa pääomaa. Yritys saa vähentää verotettavista tuloista maksamansa lainakorot. Tämä laskee suoraan veronalaisia tuloja ja alentaa siten myös maksettavien verojen määrää. Tarkastelemalla pelkästään veroetuja yrityksen tulisi aina panna lainarahoitus oman pääomanehtoisen rahoituksen edelle, koska viimeksi mainittu ei suo vastaavia veroetuja- ~~{(kts. esim. Brealey ja Myers, (1991))}~~.

Asia on kuitenkin monimutkaisempi. Yritys ei voi rahoittaa toimintaansa loputtomasti lainarahoituksella lainaan liittyvien ja jo edellä esiteltujen konkurssikustannusten vuoksi. Jokainen lisäyksikkö lainaa kasvattaa rajakonkurssikustannuksia, kunnes nämä ylittävät veroeduista saadun rajahyödyn. Tämä piste on esitetty graafisesti kuvion 1 pisteessä D_{opt} .

Kuvio 1. Verovähennysten ja rajakonkurssikustannuksien vaikutus yrityksen arvoon



Kannattavammilla yrityksillä on suhteessa enemmän verotettavaa tuloa kuin heikosti kannattavilla yrityksillä. Tästä johtuen ~~ne~~ joutuvat maksamaan myös enemmän veroja, mikä puolestaan alentaa yrityksen arvoa. Kannattavilla yrityksillä on muita suuremmat kannustimet suojella tulojaan veroilta käyttämällä oman pääomanehtoisen rahoituksen sijasta lainaa. Kannattavilla yrityksillä on myös huomattava kyky ottaa

lainaa, koska ne pystyvät selviytymään suurista lainoista vaarantamatta maksukykyään. Kannattavuus alentaa konkurssiriskiä ja siten myös rajakonkurssikustannuksia, mikä tarkoittaa, että kannattava yritys ottaa tasapainopisteessä enemmän lainaa.

7 Biotekniikka-ala ja Suomen teollinen tulevaisuus

Raine Hermans ja Pekka Ylä-Anttila

1 Johdanto

Tämän luvun tarkoituksena on pohtia Suomen bioteollisuuden taloudellisia kasvunäkymiä. Luku perustuu viiteen erillistutkimukseen (Hermans, 2003b; Hermans – Linnosmaa, 2003; Hermans – Kauranen, 2003; Hermans, 2004a ja Hermans, 2004b). Perusajatuksena on vetää yhteen keskeisiä tuloksia tutkimuksista, jotka analysoivat Suomen biotekniikkasektoria useista eri tarkastelukulmista: kansainvälisen ja alueellisen integraation näkökulmasta, lääketeollisuuden markkinarakenteen ja yritysten hinnoittelukäyttäytymisen näkökulmasta, rahoituksen ja omistusrakenteen kannalta sekä yritysten aineettoman pääoman ja kasvuodotusten näkökulmasta. Lisäksi esitetään yritysten kasvuodotuksiin ja niiden onnistumistodennäköisyyteen perustuvan ennustemallin tuloksia.

Erillistutkimusten yhteenvedon ja johtopäätösten taustaksi tarkastellaan bioteollisuuden asemaa Suomen teollisessa rakenteessa ja osana Suomen innovaatiojärjestelmää ja -politiikkaa. Bioalalla on oma erityisluonteensa osana suomalaista kasvu- ja innovaatiopolitiikkaa. Tämä erityisluonne on ohjannut tässä esiteltävien erityistutkimusten kysymyksenasettelua ja tutkimusten toteutusta.

Koska biotekniikalla on ollut merkittävä rooli Suomen innovaatiopolitiikassa, kunkin erillistutkimuksen tuloksista tehdään sekä yritysstrategioiden sekä elinkeino- ja innovaatiopolitiikan kannalta keskeiset johtopäätökset. Lopuksi pohditaan bioteollisuuden mahdollisuuksia kasvaa talouden keskeisten teollisuusalojen – metsä, konepaja- ja metalliteollisuus sekä elektroniikkateollisuus – kaltaiseksi toimialaksi tai kasvuklus-teriksi.

2 Nykytilanne

2.1 Talouden rakennemuutos – innovaatiopolitiikka

Suomen talouden rakennemuutos oli 1990-luvulla sekä kansainvälisesti vertaillen että suhteessa Suomen omaan taloushistoriaan poikkeuksellisen nopea. Muutos kohti osaamisvetoista taloutta on jatkunut jo useita vuosikymmeniä, mutta se kiihtyi merkittävästi 1990-luvulla. Teknologiapolitiikalla oli muutoksessa tärkeä rooli, vaikkakin kehitys oli valtaosin yritys- ja osaamisvetoista (Ylä-Anttila – Lemola, 2003). Talouden integroituminen ja avautuminen kansainväliselle kilpailulle vauhditti siirtymistä osaamisvetoiseen kasvun vaiheeseen, sillä uudet markkinat hyödyttivät eniten juuri innovaatiointensiivisiä aloja. Tuottavuus ja pääoman käytön tehokkuus lisääntyivät tuntuvasti.

Nykyisen innovaatiopolitiikan juuret ovat kuitenkin jo 1970- ja 1980-luvuilla, jolloin päätökset lisätä talouden tiede- ja teknologiapanostuksia tehtiin²⁶. Tuolloin – ja osin jo 1960-luvulla – luotiin tutkimuspolitiikan perusrakenteet ja käynnistettiin ensimmäiset tavoitetutkimusohjelmat. Päämääränä oli nostaa Suomen teollisuuden teknologista tasoa ja vähentää riippuvuutta raaka-ainevetoisesta tuotannosta ja viennistä. Viennin rakenteen yksipuolisuus koettiin pulmaksi – talouden ajautuminen ajoittain syviin tasapaino-ongelmiin johtui paljolti juuri raaka-ainevaltaisen vientiteollisuuden voimakkaista suhdannevaihteluista.

Vielä 1970-luvun lopussa Suomen t&k-panos suhteessa bruttokansantuotteeseen oli yksi teollisuusmaiden alhaisimpia. 1980-luku olikin sitten systemaattisen ja tavoitteellisen teknologiapolitiikan vuosikymmen. Sen keskeiseksi toteuttajaksi perustettiin Teknologian kehittämiskeskus (Tekes) 1983. Alueellisia tiedepuistoja ja teknologiakeskuksia perustettiin tukemaan tutkimustiedon leviämistä ja alueellisesti tuotetun tiedon hyödyntämistä. T&k-menot kasvoivat reaalisesti noin 10 prosentin vuosivauhtia, mikä oli OECD-maiden nopeimpia.

Teknologiapolitiikan keskeiseksi toimintamuodoksi vakiintuivat teknologiaohjelmat, joiden avulla pyrittiin strategisen innovaatiopolitiikan harjoittamiseen ja siten pienen maan niukkojen resurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen. Tämän linjanvedon mukaisesti tieto- ja viestintäteknologiaan panostettiin runsaasti useissa teknologiaohjelmissa, joita oli käynnistetty jo ennen Tekesin perustamistakin. Nokian ja sen ympärille syn-

²⁶ Tiede- ja teknologiapolitiikan taustoista ja kehityksestä, ks. tarkemmin Lemola (2002), Georghiou et al. (2003) sekä Ylä-Anttila – Lemola (2003).

tyneen tieto- ja viestintäklusterin huikea menestys oli merkki onnistuneista politiikkavalinnoista, vaikka politiikalla olikin luonnollisesti vain osansa menestykseen (Rouvinen – Ylä-Anttila, 2003).

1990-lukua voidaan innovaatio- tai tiede- ja teknologiapolitiikassa kutsua kansallisen innovaatiojärjestelmän vuosikymmeneksi. Innovaatiotoiminta alettiin nähdä entistä selvemmin eri toimijoiden – yritysten, tutkimuslaitosten, innovaatiotoiminnan rahoittajien sekä muiden politiikantekijöiden – keskinäisenä vuorovaikutuksena ja yhteistoiminnan tuloksena.

Teknologia- ja elinkeinopoliittiset linjaukset ja innovaatiopolitiikka-ajattelun muutokset heijastuvat epäilemättä myös biotekniikkasektoriin. Selkeästi ne näkyvät ainakin kahdessa asiassa.

Ensinnäkin, kun tieto- ja viestintäsektorin (ICT) menestykseen oli politiikalla voitu vaikuttaa, tuli luontevaksi ajatella, että sama voitaisiin toistaa jollain toisellakin lupaavalla kasvualalla, kuten biotekniikassa. ICT-sektorin yritysten – lähinnä Nokian – omat tutkimuspanokset kasvoivat voimakkaasti 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa (Ali-Yrkkö – Hermans, 2004). Suomi onkin tutkimustoiminnassa maailman eniten tieto- ja viestintäsektoriin erikoistunut maa. Julkiset panostukset olivat erityisen tärkeitä 1980-luvulla ja 1990-luvun laman aikana. Vuosikymmenen loppuun mennessä alan tutkimustoiminta oli muuttunut voimakkaasti yritysversoiseksi, vaikka ICT:n osuus julkisesta tutkimusrahoituksesta on edelleen merkittävä. Julkiset panostukset ICT-sektorille olivat saaneet aikaan merkittävän lisäyksen yksityisessä panostuksessa: ICT näytti olevan esimerkki onnistuneesta strategisesta innovaatiopolitiikasta, jolle oli perusteltua etsiä jatkoa uudelta potentiaaliselta alalta, biotekniikasta.

Toiseksi, alueellisten osaamiskeskittymien perustaminen on vaikuttanut merkittävästi biotekniikka-alan kasvuun ja alan yritysten sijoittumiseen. Noin puolet alan yrityksistä sijaitsee tiede- ja teknologiapuistoissa eri puolilla maata, keskittymiä on viidellä alueella (ks. Luukkosen, Tahvanainen ja Hermans tässä kirjassa). Bioteollisuuden ja -tutkimuksen kannalta tilanne on pulmallinen: riittävän kriittisen massan löytäminen on vaikeaa. Lisäksi on osoittautunut, että yhteistoiminta eri biokeskittymien välillä on vähäistä (Kafatos et al., 2002)

Biotekniikan ja ICT-sektorin erot innovaatiojärjestelmän toiminnan ja teknologiapolitiikan kannalta ovat merkittäviä, kuten Luukkosen ja Palmbergin artikkelissa osoitetaan. Biotekniikka ei Suomessa liity kovinkaan vahvasti olemassa oleviin vahvoihin aloihin – alalla ei ole voimakasta teollistajaa tai isoja veturiyrityksiä. Suomen biotekniikka-ala on painottunut – samoin kuin useimmissa muissakin maissa – biolääketie-

teeseen. Lääketeollisuuden merkitys Suomen teollisessa rakenteessa on kuitenkin ollut verraten pieni moniin muihin samankaltaisiin maihin verrattuna. Suuriin perinteisiin prosessiteollisuuden aloihin, kuten metsä- ja kemianteollisuuteen, liittyvää bioteollisuutta ja -tutkimusta on taas verraten vähän.

Biolääketieteeseen liittyvä tutkimus ja teollinen toiminta – tai biotekniikka yleensä – on valittu lähes kaikissa kehittyneissä maissa elinkeino- ja teknologiapolitiikan painopisteeksi. Kilpailu alalla on siis kovaa ja vaadittavat panostukset suuria. Niinpä innovaatiopolitiikkaan ja biotekniikan julkiseen rahoitukseen liittyvät riskit ovat suuria.

Suomen biotekniikka-ala on toistaiseksi varsin pieni. Vuonna 2001 koko biotekniikkasektorin arvonlisäys oli reilut 500 miljoonaa euroa. Luvussa on mukana arvio suurten monialayritysten biotekniikkaan perustuvasta tuotannosta. Pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten yhteenlaskettu arvonlisäys oli vajaat 100 miljoonaa euroa vuonna 2001.

Taulukko 1. Bioteollisuus Suomen yrityssectässä vuonna 2001

	Milj. euroa			Osuus (%) yrityssectorista	
	Bio- teollisuuden pk-yritykset	Koko bioteollisuus* (ml. moni- alayritykset)	Koko yrityssectori	Pk-yritykset	Koko bioteollisuus* (ml. moni- alayritykset)
Yritysten lukumäärä	110	130	225000	0.05 %	0.06 %
Liikevaihto	200	1400	272000	0.1 %	0.5 %
Jalostusarvo	90	500	88000	0.1 %	0.6 %
Työllisyys	2000	14000	1319000	0.2 %	1.1 %
Vienti	120	600	54000	0.2 %	1.1 %
Yritysten t&k-menot	160	300	3300	5 %	9 %

Taulukko perustuu vuoden 2001 tietoihin ja bioteollisuuden arvioihin (ETLA, Tilastokeskus)

* Monialayritysten liikevaihto ja vienti on esitetty arviona biotekniikkatuotannon osalta ja työllisyys kokonaisuudessaan.
Liikevaihto, jalostusarvo, vienti ja t&k-menot perustuvat yritysten ilmoitukseen biotekniikkaan liittyvästä toiminnasta.

Bioteollisuuden tilannetta kuvaa hyvin se, että alan pk-yritysten tutkimus- ja tuotekehitysmenot ovat tuntuvasti (noin 40 %) suuremmat kuin niiden tuottama jalostusarvo. Tutkimuspanoksella on siis toistaiseksi saatu aikaan hyvin vähän tuotantoa. Pk-yritysten tutkimuspanos

on suurelta osin julkisesti rahoitettua. Kun koko julkinen tutkimusrahoitus biotekniikalle 1990-luvun alusta alkaen on kaikkiaan ollut vajaat 400 miljoonaa euroa (ks. Luukkonen, Tahvanainen ja Hermans tässä kirjassa), on keskimääräinen rahoitus pk-yritystä kohden on ollut 3-4 miljoonaa euroa. Vaikka julkinen rahoitus ei kansainvälisesti vertaillen ole ollut suuri, se on ollut suhteessa kansantalouden kokoon ja toimivien yritysten lukumäärään hyvin merkittävä.

3 Biotekniikka-alan kasvunäkymät

3.1 Taloudellinen integraatio ja alueiden kilpailuedut²⁷

Biotekniikkateollisuutta ei voi erottaa omaksi kokonaisuudekseen irrallaan kansainvälisestä talouskehitykseen vaikuttavista megatrendeistä. Hermans (2003b) tarkastelee taloudellisen integraation vaikutuksia tuotantotoiminnan alueelliseen sijoittumiseen kansainvälisen kaupan kirjallisuuteen luettavassa ns. uuden talousmaantieteen kehikossa.

Tutkimuksen pääajatuksena on verrata maiden sisäisten aluerakenteiden ja kansainvälisten aluerakenteiden välisiä eroja. Maiden sisällä taloudellisen integraation voidaan olettaa olleen syvempää kuin kansainvälisesti. Maiden sisällä on ollut vuosikymmenten ajan vapaakauppa ja yleensä selkeä kulttuurinen yhtenäisyys alueiden välillä, mitä voidaan pitää vahvana taloudellisen integraation muotona. Sen sijaan maiden välillä on erilaisia kaupan esteitä, jotka liittyvät varsinaisten tullien tai kiintiöiden lisäksi myös kulttuurieroihin ja maantieteelliseen sijaintiin. Kuitenkin viime vuosina taloudellinen integraatio on syventynyt Euroopassa ja globaalisti.

Mikäli eri maiden välinen taloudellinen integraatio saa samanlaisia muotoja kuin maiden sisäisellä taloudellisella integraatiolla on ollut, niin tarkastelemalla maiden sisäisiä aluerakenteita voidaan ennakoida ja arvioida kansainvälisen talouden kehityssuuntia.

Päätuloksenaan Hermans (2003b) esittää, että innovaatiotoimintaan suunnatut panostukset ovat liittyneet maiden sisäiseen aluekehitykseen. Tämän mukaisesti taloudellinen toimeliaisuus on keskittynyt sellaisille alueille, joiden innovaatiointensiivisyys on muita alueita suurempi. Sen sijaan kansainvälisessä tarkastelussa tällaista johtopäätöstä ei voitu tehdä.

²⁷ Ks. tarkemmin Hermans (2003b).

Tulosten perusteella voidaan ennakoida, että taloudellinen arvonluonti tulee keskittymään kansainvälisellä tasolla niille alueille, joissa panostetaan intensiivisesti innovaatiotoimintaan. Tällainen skenaario tuo mukanaan haasteita myös maantieteellisesti Euroopan reunalla sijaitsevalle Suomelle.

Yleisluontoisen uuden talousmaantieteen kehikon avulla tarkasteltuna intensiivisen innovaatiotoiminnan ylläpitäminen on keskeinen tapa mahdollistaa suorien sijoitusten suuntautuminen alueelle ja toimipaikkojen pysyminen alueella. Kuitenkin politiikkasuositusten syventämiseksi on syytä tarkastella myös Heckscherin, Ohlinin ja Samuelsonin (HOS) ns. suhteellisen edun periaatteeseen perustuvaa teoreettista viitekehystä. Sen mukaan vapaakauppa johtaa alueiden erikoistumiseen ja siihen, että ne valmistavat hyödykkeitä, joiden tuottamiseen tarvittavia resursseja (osaaminen, pääoma, luonnonvarat) alueella on suhteellisen paljon. Myös Nelson (1990) korostaa luonnonvarojen ja osaamispääoman mukanaan tuoman suhteellisen edun merkitystä kansallisen innovaatiojärjestelmän toimimiseksi. Kansainvälisellä tasolla suhteellisen edun periaatteen hyödyntäminen lisää teorian mukaan kaikkien vapaakaupassa mukana olevien alueiden hyvinvointia.

3.2 Lääketeollisuuden markkinarakenne Suomessa ja Yhdysvalloissa²⁸

Lääketeollisuus on yksi keskeisimmistä aloista, jotka ovat jo tähän mennessä pystyneet hyödyntämään bioteknisiä sovelluksia tuotekehityksensä. Näin ollen lääketeollisuuden markkinarakenteen tarkastelu on tärkeätä, jotta kyetään hahmottamaan ”pelikenttä”, jossa suuri osa suomalaisistakin biotekniikkayrityksistä toimii.

Hermans ja Linnosmaa (2003) vertaavat lääketeollisuuden hintakustannus-marginaaleja Suomessa ja Yhdysvalloissa vuosina 1975-1999. Tutkimus perustuu samaan teoreettiseen viitekehukseen kuin Linnosmaa, Hermans ja Hallinen (2004). Malliin on lisätty tutkimus- ja kehitystoiminnan kustannusten vaikutukset.

Sekä Suomessa että Yhdysvalloissa lääkekehitystä on säännelty julkisen sektorin toimesta voimakkaasti lääkkeiden hyväksymismenettelyn kautta. Lisäksi Suomen lääkemarkkinoilla on ollut huomattavaa hintasääntelyä tarkasteluajankohtana, mutta Yhdysvalloissa hinnanasetanta on ollut va-

²⁸ Ks. tarkemmin Hermans – Linnosmaa (2003).

paata (Rinta, 2001). Valtaosa kummankin maan lääketeollisuuden tuotteista on päätyntä tarkastelujaksolla tyydyttämään kotimaan kysyntää. Kotimarkkinavaltaisuuden ja hintasäätelyerojen voisi kuvitella johtavan siihen, että suomalaisen lääketeollisuuden hinta-kustannusmarginaalit jäävät Yhdysvaltoja alemmalle tasolle. Toisin sanoen voidaan olettaa, että suomalaisilla yrityksillä on vähemmän hinnanasetantavoimaa kuin yhdysvaltalaisilla yrityksillä.

Hermansin ja Linnosmaan (2003) keskeinen tulos on, että lääketeollisuuden keskimääräisissä hinta-kustannusmarginaaleissa ei ole eroja Suomen ja Yhdysvaltain välillä tarkastelujaksolla. Tulos on yllättävä maiden välisten hintasäätelyerojen vuoksi. Yhtäältä tämä saattaa johtua kummankin maan lääkemarkkinoiden kaksijakoisuudesta. Patenttisuojatut ja merkkituotteistetut lääkkeet voidaan hinnoitella Yhdysvalloissa monopoliperiaatteen mukaisesti korkealle hintatasolle. Suomessa sen sijaan patenttisuojatut tuotteet ovat olleet hintasäätelyn kohteina. Toisaalta patenttisuojan raukeamisen jälkeen Yhdysvalloissa on suuret geneeristen lääkkeiden markkinat ja erittäin kova kilpailu, joka painaa hintatasoa alaspäin. Suomessa sen sijaan geneerinen kilpailu ei ole ollut yhtä kovaa suhteellisen pienen markkinapotentiaalin ja kotimaisten tuottajien geneeristen lääkkeiden merkkituotteistamisen vuoksi.

Viime aikoina Suomessa käyttöön otettu lääkkeiden geneerinen substitutio muuttaa kilpailuasetelmaa geneeristen lääkkeiden markkinoilla. Tarkastelujaksolla erot maiden markkinarakenteissa ja markkinoiden jakautumisessa patenttisuojattujen ja geneeristen tuotteiden välille saattavat johtaa siihen, että maiden lääketeollisuuden keskimääräiset hinta-kustannusmarginaalit ovat olleet yhtä suuria.

On myös mahdollista, että suomalainen hintasäätelyjärjestelmä ei ole toiminut toivotulla tavalla, vaan lääkeyhtiöt ovat kyenneet neuvottelemaan omille lääkkeilleen suhteellisen korkean hintatason. Markkinarakenteen ja säätelyjärjestelmän tehokkuuden tarkempi analyysi on tarpeen, jotta syyt lääketeollisuuden markkinavoiman samankaltaisuuteen voidaan selvittää.

Lääketeollisuuden historiallisella kehityksellä, sen kilpailutilanteella ja hinnoittelukäytännöillä on suuri merkitys biotekniikkateollisuudelle. Huomattavien lääkekehityskustannusten ja -riskien vuoksi suuret lääketehaat ovat alkaneet ulkoistaa tutkimus- ja kehitystoimintojensa alkuvaihetta biotekniikkayrityksille.

3.3 Lääkealan bioteollisuuden rahoitus Suomessa²⁹

Lääketeollisuudessa tuotekehitysajat ovat hyvin pitkiä. Innovaatiosta tuotteen markkinoille saattamiseen voi kulua jopa 10-15 vuotta. Tuotekehityskaari on huomattavasti pidempi kuin useimmilla muilla teollisuudenaloilla. Esimerkiksi ohjelmistoteollisuudessa innovaatio on kaupan hyllyllä keskimäärin 2 vuodessa. Tämä tuo lääkekehitykseen huomattavia riskejä kehitystyön rahoittajalle. Tosin lääkkeen mahdollinen onnistuminen nykyisin globaaleilla markkinoilla tuo mukanaan myös suuria tuotto-odotuksia. Kuitenkin vain pienestä osasta kehitysprojekteja tulee kaupallisia menestystarinoita.

Lääkekehitystyötä säännellään teollisuusmaissa voimakkaasti. Lääkkeiden tulee käydä läpi eläimillä suoritettavat esikliiniset ja kliiniset ihmisiin kohdistuvat kokeet, jotka kestävät tavallisesti useita vuosia. Kokeissa tutkitaan lääkemolekyylin sopivuus ihmisille ja sen haluttu vaikuttavuus tietyn sairauden tai oireen parantumiseen. Lääkkeen vaikutusalueesta riippuen testattavia ihmisiä saattaa olla mukana satoja ja jopa tuhansia. Erityisesti kolmannen vaiheen kliiniset kokeet maksavat huomattavia summia.

Lääkkeiden kansainvälinen markkinointi on erittäin kallista, eikä lääkkeen läpimurto ole suurtenkaan markkinointiponnistelujen jälkeen varmaa. Monesti uusia lääkkeitä markkinoidaan lääkäreille, jotka päättävät reseptien kirjoittamisesta. Toisaalta nykyisin myös reseptilääkkeiden mainontaa on suunnattu kasvavassa määrin myös suoraan lääkkeiden kuluttajille.

Epävarman mutta kalliin tuotekehitys- ja markkinointiprosessin seurauksena esimerkiksi kehitys- ja sijoitusyhtiö 3i arvioi, että yhden lääkkeen kaupallinen menestys lääkemarkkinoilla maksaa tuotekehitys- ja markkinointikustannuksina noin 500-800 miljoonaa dollaria.

Kaikkiaan lääkealaan kuuluvien pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten toimintaan on suunnattu ulkoista rahoitusta noin 225 miljoonaa euroa (Hermans, 2004a). Jo tämän perusteella on helppo päätellä, että suomalaiset yritykset eivät pyri viemään lääkkeitä itse globaaleille markkinoille, vaan tekevät sen yhteistyössä suurempien kumppaneiden, kuten kansainvälisten lääketehaiden kanssa.

Koska kansainvälisten lääkealan suuryritysten innovaatiotoiminta ei kykene tuottamaan riittävästi uusia kaupallisia menestystuotteita, suuret

²⁹ Ks. tarkemmin Hermans (2004a).

lääkeyritykset ovat päätyneet ulkoistamaan tutkimustoimintojaan ja riskējään pienille biotekniikkayrityksille. Suuret lääkeyritykset voivat saattaa markkinoille pienten biotekniikkayritysten lupaavimmat innovaatiot. Käytännössä suuret yritykset voivat ostaa lisenssejä, kaikki oikeudet tai osan kehitystyötä tehneestä yrityksestä tai koko yrityksen osakekannan.

Pitkällä olevien ja lupaavimpien projektien siirtyminen toisille lääkeyrityksille näkyy Hermansin (2004a ja 2003a) mukaan suomalaisten lääkealan biotekniikkayritysten omistusrakenteissa siten, että jo liikevaihtoa synnyttäneillä pitkäikäisimmillä yrityksillä on erilainen omistusrakenne kuin nuoremmilla. Vanhempien yritysten omistajina ovat pääosin toiset yritykset. Nuorempien yritysten omistus sen sijaan jakaantuu melko tasaisesti liiketoiminnassa aktiivisesti mukana olevien yksityishenkilöiden, Sitran ja yksityisten pääomasijoitusyhtiöiden kesken.

3.4 Biotekniikkayritysten aineeton varallisuus ja kasvu-odotukset³⁰

Yrityksen arvonmääritys perustuu yrityksen tulevaisuuden tuotto-odotuksiin. Biotekniikka-alalla historiallinen tilinpäätösaineisto ei mahdollista odotusten arviointia aiemmin toteutuneista liikevaihto- ja kannattavuusluvusta. Ulkopuolisella sijoittajalla tulee olla sijoitushetkellä käytössään mittareita, joiden perusteella tulevaisuuden tuotto-odotuksia voidaan arvioida yrityksen nykytilan avulla. Ilman tällaisia mittareita sijoituskohteen ilmoittamat tuotto-odotukset voivat olla vääristyneitä.

Tietämyksen johtamiseen (knowledge management) liittyvän kirjallisuuden mukaan yrityksen hallussa oleva arvoa synnyttävä aineeton varallisuus ja osaamispääoma kuvaavat yrityksen arvonluontimahdollisuuksia ja tulevaisuuden tuotto-odotuksia. Hermans ja Kauranen (2003) tarkastelevat, miten suomalaisten pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten myynnin kasvuodotuksia voidaan perustella yritysten aineetomalla varallisuudella.

Tutkimuksessa yritysten aineetonta varallisuutta pyritään kvantifioimaan ja määrittelemään tietämyksen johtamiseen liittyvästä yrityksen osaamispääoman ja arvonluonnin mallinnuksesta käsin. Mallin avulla kyetään selittämään noin 70 prosenttia biotekniikkayritysten odotetusta myynnistä vuonna 2006. Tämä viittaa siihen, että yritysten kasvuodotukset suurelta osin perustuvat niiden arvoa synnyttävään aineettomaan

³⁰ Ks. tarkemmin Hermans – Kauranen (2003).

varallisuuteen. Tulos tarjoaa lisäksi pohjan sellaisten taloudellisten ennusteiden laatimiselle, jotka perustuvat käytetyssä aineistossa yritysten ilmoittamiin kasvuodotuksiin.

3.5 Bioteollisuuden kasvuvaikutukset Suomen kansantaloudessa lähivuosina³¹

Hermans (2004b) muodostaa kansantaloudellisen kasvuennusteen, jossa yritysten ilmoittamille myynnin kasvuennusteille muodostetaan todennäköisyysjakauma (tasajakauma) yritysten nykyisen liikevaihdon ja odotetun liikevaihdon välille. Lisäksi malliin lisätään konkurssiriski. Toimialoitettiin panos-tuotos-menetelmään perustuvassa mallinnuksessa hyödynnetään yritysten ilmoittamia myynti- ja ostomääriä eri toimialoille.

Ennustemallin mukaan biotekniikkasektori ja sen lähialat kykenevät tuottamaan 850-1200 miljoonan euron arvonlisäyksen 90 %:n todennäköisyydellä vuonna 2006. Vuonna 2001 koko biotekniikkasektorin arvonlisäys oli noin 520 miljoonaa euroa, joten vuotuinen kasvu olisi 10-15 prosentin luokkaa. Tästä huolimatta arvonlisäys jää suhteellisen pieneksi, koska biotekniikkayritykset käyttävät huomattavasti varojaan palvelujen ja hyödykkeiden ostoihin oman yrityksen ulkopuolelta. Ennustemallin mukaan biotekniikkasektorin arvonlisäys lisää noin 0.05-0.10 prosenttiyksikköä BKT:n vuosittaista kasvua.

4 Johtopäätökset

4.1 Yritysstrategiat ja elinkeinopolitiikka

Tässä luvussa johdetaan bioalan kasvunäkymistä ja niihin liittyvistä viidestä erillistutkimuksesta johtopäätöksiä yritysstrategioihin ja elinkeinopolitiikkaan.

1. **Markkinarakenne ja alueellinen keskittyminen:** Kriittisen massan saavuttamiseksi pienet yritykset pyrkivät keskittämään toimintojaan toisten saman alan yritysten läheisyyteen. Tulevaisuudessa on odotettavissa yritysten toimintojen keskittymistä innovaatiointensiivisille alueille myös maiden rajojen yli.

³¹ Ks. tarkemmin Hermans (2004b).

Implikaatio 1: Jos Suomi haluaa pysyä osaamiseen eikä esimerkiksi palkkakustannusetiibin perustavana taloutena, tämä edellyttää, että tulevaisuudessa turvataan riittävä innovaatiointensiivisyys ja kriittinen massa biotekniikan osaamisaloilla.

2. **Lääketeollisuuden hinta-kustannus-rakenne** on samanlainen hintasäännellyssä pienessä taloudessa ja hintasääntelemättömässä suuressa taloudessa. Kannattavuuden turvaamiseksi lääketeollisuuden yritykset ulkoistavat tutkimus- ja kehitystoimintojaan niihin liittyvien huomattavien riskien vuoksi.

Implikaatio 2: Lähitulevaisuudessa myös lääkealalla on mahdollista toimia kannattavasti pienyrityksenä. Yrittäjyys voi perustua tutkimuspalvelujen tarjoamiseen tai alkuvaiheen lääkekehitykseen. Yrityksen strategia voi olla dynaaminen siten, että se etenee tutkimuspalveluista omaan tuotekehitykseen. Tämä on tärkeätä riittävän kassavirran turvaamiseksi heti yrityksen toiminnan alusta lähtien.

3. **Lääkekehitykseen osallistuvien biotekniikkayritysten rahoituslähteet ja liiketoimintastrategiat:** Liiketoiminnassa mukana olevat yksityishenkilöt, yksityiset pääomasijoitusyhtiöt sekä julkinen sektori ovat olleet nuorten yritysten merkittävimpiä rahoittajia. Nuorten yritysten kasvuodotukset kohdistuvat pitkälle tulevaisuuteen. Toisten yritysten omistamat vanhemmat biotekniikkayritykset ovat jo kyenneet tuottamaan liikevaihtoa, mikä viittaa lääketeollisuuden uuteen strategiaan t&k-toimintojen alkuvaiheen ulkoistajana.

Implikaatio 3: Lääkealan biotekniikkayritysten oman pääoman ehtoinen rahoitus perustuu toiminnan alkuvaiheessa siihen, että sijoittaja näkee ulospääsymahdollisuuden myöhemmässä vaiheessa. Kansainvälisten rahoitusmarkkinoiden nykytilanteessa ulospääsy on mahdollista lähinnä yritysostojen tai muiden yritysjärjestelyjen kautta. Yritys on houkutteleva ostokohde ja samalla sen arvo kasvaa, kun yritys on alkanut tuottaa huomattavaa liikevaihtoa tai kun sen lääkekehitys on edennyt riittävän pitkälle.

4. **Suomalaisten pienten ja keskisuurten biotekniikkayritysten aineeton varallisuus ja kasvupotentiaali:** Kun yrityksen osaamis-pääoma (inhimillinen pääoma, rakenteellinen pääoma ja suhdepää-oma) on tasapainoisesti hallittu, yrityksen nykyarvo on suhteellisen suuri. Tällöin mahdollinen sijoittaja tai yrityksen ostaja kykenee tekemään strategisesti perustellun arvion yrityksen tulevaisuuden tuotto-odotuksista ja nykyarvosta. Rahoituksen myötä avataan tie yrityksen innovaatioiden kaupalliselle hyödyntämiselle markkinoille asti.

Implikaatio 4: Biotekniikkayrityksen aineeton varallisuus ja tietämyksen johtaminen on tärkeä mittari yrityksen tulevaisuuden tuotto-odotuksista ja siten yrityksen nykyarvosta. Näin ollen liiketoimintaosaamisen integroiminen alusta lähtien osaksi biotekniikkayritysten yhteistyöverkostoissa tapahtuvaa teknologista kehitystyötä auttaa arvioimaan sitä, perustuuko yrityksen liiketoimintastrategia kehitettävän tuotteen markkinapotentiaaliin vai ainoastaan teknologiseen osaamiseen.

5. **Biotekniikkateollisuuden kasvuennuste:** Ennusteessa pienet ja keskisuuret biotekniikkayritykset on eriytetty omaksi toimialakseen. Biotekniikkateollisuuden kasvuvaiikutukset ulottuvat monelle toimialalla, voimakkaimmin kemikaaliteollisuuteen, jonka osana on myös lääketeollisuus.

Implikaatio 5: Julkisen sektorin sijoitukset saatetaan saada vähitellen taakaisin, vaikka osa biotekniikkayritysten projekteista tulee epäonnistumaan.

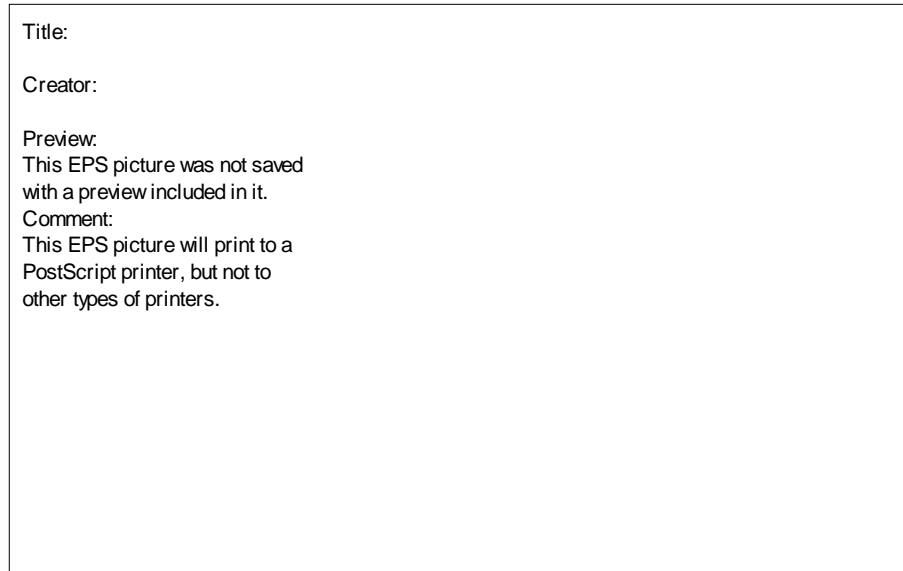
Pieni maa ei voi tehdä kaikkea itse. Innovaatiointensiivisyyden kannalta riittävän kriittisen massan turvaaminen on ensiarvoisen tärkeää, mikäli Suomessa katsotaan olevan arvokasta synnyttää bioteollisuutta. Lääkealan biotekniikkayritysten menestymiseksi on kehitettävä ”palveluista omaan lääkekehitykseen” -liiketoimintakonsepti, joka mahdollistaa kannattavan liiketoiminnan syntymisen lääkealalla. Aineettomien oikeuksien turvaaminen ja liiketoimintaosaamisen mukaan tuominen heti tutkimusprojektien alkuvaiheessa auttaa biotekniikkayrityksiä sekä rahoituksen saamisessa että liiketoiminnan menestyksellisessä käynnistämässä. Biotekniikkayritysten kasvumahdollisuuksia voidaan helpottaa ohjaamalla resursseja niille osaamisalueille, joilla Suomella on suhteellista etua ja joiden sovellusmahdollisuuksilla on myös huomattavaa markkinapotentiaalia tulevaisuudessa.

4.2 Bioteollisuudesta uusi kasvuala?

Teollinen historia osoittaa, että menestyvä liiketoiminta ja uudet kasvualat syntyvät hitaasti ja vain harvoin ilman liittymää aiempaan teolliseen perinteeseen. Suomessa on asetettu suuria toiveita biotekniikkaan uutena tutkimusintensiivisenä kasvualana. Samaan tavoitteeseen pyrkivät lähes kaikki teollisuusmaat, joista monella on alalla jo pitkiäkin perinteitä. Suomessa alan historia on lyhyt. Bioteollisuuden tuotannon määrä jalostusarvolla mitattuna on runsaat 500 miljoonaa euroa. Bioteollisuuden kasvumahdollisuuksien arvioimiseksi, voimme kysyä, milloin nykyiset

vahvat alamme – metsäteollisuus, elektroniikka- ja metalliteollisuus – olivat samassa tilanteessa.

Kuvio 1. Teollisuustuotanto toimialoittain 1948 – 2002, vuoden 2000 hintaan



Metsäteollisuuden tuotannon arvo 2000-luvun alun hintatasossa mitattuna oli puolen miljardin euron luokkaa 1950-luvun alussa ja elektroniikkateollisuuden 1970-luvun puolivälissä. Jos siis bioteollisuus ylittäisi samanlaiseen huimaan kasvuun kuin elektroniikkateollisuus Nokian siivittämänä, se saavuttaisi asemansa teollisuuden ”neljäntenä tukijalkana” noin kolmenkymmenen vuoden kuluttua. Jos bioteollisuuden elinkaari itsenäisenä toimialana olisi metsäteollisuuden kaltainen, aikaa menisi runsaat 50 vuotta. Mikäli bioteollisuuden pitkän aikavälin kasvuvauhti pysyisi vuosien 2001-2006 ennustetussa vaihteluvälissä, kestäisi laskennallisesti 15-30 vuotta saavuttaa metsä- tai elektroniikkateollisuuden tuotannon nykytaso. Tämä edellyttäisi erittäin voimakasta kotimaisen tuotannon kasvua ennustejakson jälkeen.

Bioteollisuudesta erillisenä toimialana ei siis ainakaan vielä vuosikymmenen tähtämellä tule nykyisiin vahvoihin aloihin verrattavaa toimialaa, vaikka kasvu olisi nopeakin. Onkin todennäköistä, että Suomen talouden uusi kasvuveturi perustuu johonkin olemassa olevaan – uuden ja vanhan yhdistelmään. Tässä bioteknologialla voi olla oma merkittävä osansa.

Lähteet

- Ali-Yrkkö, Jyrki & Hermans, Raine (2004). *Nokia - A Giant in the Finnish Innovation System*. In Gerd Scienstock (Ed.) (2004): *Catching Up and Forging Ahead: The Finnish Success Story*. Forthcoming, Edward Elgar Publishing.
- Georghiou, Luke – Smith, Keith – Toivanen, Otto – Ylä-Anttila, Pekka (2003), *Evaluation of the Finnish Innovation Support System*. Ministry of Trade and Industry. Publications 5/2003. Helsinki
- Hermans, Raine (2004b): *Projected Growth Effects of a New Emerging Industry: The Case of the Biotechnology Sector in Finland*. ETLA Discussion Papers No. 894, 22 pages.
- Hermans, Raine (2004a): *Finance of Small Bio-pharmaceutical Industry in Finland - Descriptive Analysis*. ETLA Discussion Papers No. 888, 22 pages.
- Hermans, Raine (2003b): *New Economic Geography of Market Potential – Innovation Intensity and Labor Structure in EU Regions*. ETLA Discussion Papers No. 883, 25 pages.
- Hermans, Raine – Linnosmaa, Ismo (2003): *Price Markups and R&D Inputs: The Pharmaceutical Industry in Finland and the USA*. ETLA Discussion Papers No. 877, 18 pages.
- Hermans, Raine (2003a): *Lääkealan biotekniikkayritysten rahoitusrakenteet ja liiketoiminnan ominaispiirteet*. *Farmaseuttinen aikakauskirja Dosis*, vol. 19, nro 3, sivut 133-145. Suomen Farmasialiitto/Proviisoriliitto, Helsinki.
- Hermans, Raine – Kauranen, Ilkka (2003): *Intellectual Capital and Anticipated Future Sales in Small and Medium-sized Biotechnology Companies*. ETLA Discussion Papers No. 856, 30 pages.
- Kafatos, F.C & Beyreuther, K. & Chua, N. & Mach, B. & Owen, D. & Steitz, J. (2002), *Biotechnology in Finland – Impact of Public Funding and Strategies for the Future – Evaluation Report*, Publications of the Academy of Finland 11/02.
- Lemola, Tarmo (2002), *Convergence of National Science and Technology Policies: the Case of Finland*. *Research Policy*, 31, 1481-1490.
- [Linnosmaa, Ismo – Hermans, Raine – Hallinen, Taru \(2004\) Price-Cost Margin in the Pharmaceutical Industry: Empirical Evidence from Finland](#). *The European Journal of Health Economics*, forthcoming.
- Nelson, R. R. (1990): *A Retrospective*. In Nelson, R. R. (ed.) (1990): *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press, New York.
- Rinta, S. (2001), *Pharmaceutical Pricing and Reimbursement in Finland*. *The European Journal of Health Economics*, No. 2, pages 128-135.
- Rosenberg, N. (1998): *Uncertainty and Technological Change*. In Neef, D. – Siesfeld, D. A. – Cefola, J. (eds.) (1998): *The Economic Impact of Knowledge*. Butterworth – Heinemann, Boston.

Rouvinen, Petri & Ylä-Anttila, Pekka (2003), Little Finland's Transformation to a Wireless Giant, in Dutta – Lanvin – Paua (eds), The Global Information Technology Report – Towards an Equitable Information Society. Oxford University Press with World Economic Forum. New York & Oxford.

Ylä-Anttila, Pekka – Lemola, Tarmo (2003), Transformation of Innovation system in a Small Country – the Case of Finland. Paper presented in the First Globelics Conference, Rio de Janeiro, November 2-6, 2003

Liite. ”Bioteknologia osana kansallista innovaatiojärjestelmää” -hankkeessa tähän asti tuotetut julkaisut

- Hermans, Raine (2003): Lääkealan biotekniikkayritysten rahoitusrakenteet ja liiketoiminnan ominaispiirteet. *Farmaseuttinen aikakauskirja Dosis*, vol. 19, nro 3, sivut 133-145. Suomen Farmasialiitto/Proviisoriliitto, Helsinki.
- Hermans, Raine (2003): New Economic Geography of Market Potential – Innovation Intensity and Labor Structure in EU Regions. *ETLA Discussion Papers* No. 883, 25 pages.
- Hermans, Raine (2003): Biotekniikkateollisuus Suomessa. *Subdanne* 2003/1, sivut 108-113, ETLA, Helsinki.
- Hermans, Raine (2004): Projected Growth Effects of a New Emerging Industry: The Case of the Biotechnology Sector in Finland. *ETLA Discussion Papers* No. 894, 22 pages.
- Hermans, Raine (2004): Finance of Small Bio-pharmaceutical Industry in Finland – Descriptive Analysis. *ETLA Discussion Papers* No. 888, 22 pages.
- Hermans, Raine – Kauranen, Ilkka (2003): Intellectual Capital and Anticipated Future Sales in Small and Medium-sized Biotechnology Companies. *ETLA Discussion Papers* No. 856, 30 pages.
- Hermans, Raine – Linnosmaa, Ismo (2003): Price Markups and R&D Inputs: The Pharmaceutical Industry in Finland and the USA. *ETLA Discussion Papers* No. 877, 18 pages.
- Hermans, Raine – Luukkonen, Terttu (2002): Findings of the ETLA Survey on Finnish Biotechnology Firms. *ETLA Discussion Papers* No. 819, 30 pages.
- Hermans, Raine – Tahvanainen, Antti-Jussi (2002): Ownership and Financial Structure of Biotechnology SMEs: Evidence from Finland. *ETLA Discussion Papers* No. 835, 41 pages.
- Linnosmaa, Ismo – Hermans, Raine – Kauhanen, Taru (2002): Price-Cost Margin in the Pharmaceutical Industry: Empirical Evidence from Finland. *ETLA Discussion Papers* No. 818, 20 pages.
- Linnosmaa, Ismo – Hermans, Raine – Hallinen, Taru (2004) Price-Cost Margin in the Pharmaceutical Industry: Empirical Evidence from Finland. *The European Journal of Health Economics*, forthcoming in Vol. 2/2004.

- Luukkonen, Terttu – Hermans, Raine (2002): Finnish Biotechnology Industry in a Dynamic Stage. *The Finnish Economy and Society*. ETLA – EVA, Helsinki, 72-79.
- Luukkonen, Terttu (2003): Biotekniikkayritysten globaalit markkinat (The Global Markets of Biotechnology Firms), *Subdanne*, no. 1, 114-117.
- Luukkonen, Terttu (2003): Variability in Forms of Organisation in Biotechnology Firms, *ETLA, Discussion Papers*, No. 872, Helsinki, 26 pages.
- Palmberg, Christopher – Luukkonen, Terttu (2004): The different dynamics of the biotechnology and ICT sectors in Finland, teoksessa: Carayannis, Elias G., Campbell, David F.J. & Liyanage, Shanta (eds.), *Knowledge Creation, Diffusion and Use in Innovative Networks & Clusters: A Comparative Systems Approach Across the U.S., Europe and Asia*, Technology, Innovation and Knowledge Management Book Series, Greenwood Publishing Group, USA (forthcoming).
- Tahvanainen, Antti (2003): The Capital Structure of Finnish Biotechnology SMEs – An Empirical Analysis. *ETLA, Discussion Papers* No. 864, Helsinki, 62 pages.

Biotechnology in Finland: The Promotion of Knowledge-Based Business

Terttu Luukkonen

English Summary

The scientific breakthroughs that laid the foundation for the development of the modern biotechnology were made in the 1970s. These innovations led to the first commercial applications – such as the cases of human growth hormones and insulin – already in the 1980s. Interest in the biotech sector awoke in Finland in the 1980s and the first public programs supporting research in this field got under way in the mid-80s or shortly thereafter.³²

The possibilities offered by the new field of biotechnology have spawned great expectations over the years. Biotechnology has even been expected to become one of the main pillars of the Finnish economy. When expectations have not been realized as quickly as desired, some have begun to question the use of public funds to support research in this field.³³

Internationally speaking, the commercialization of research findings in the field of biotechnology occurs mostly in big companies in the pharmaceutical sector, but commercial applications are also developed by small, research-oriented start-ups. Similar trends have been witnessed in Finland, even though the role of large enterprises in the commercialization of biotechnology has been rather modest (see Luukkonen and Palmberg in this book). Except for a few commercial successes in the United States, the small companies in this field are typi-

³² Tekes initiated a technology program aimed at utilizing gene technology in 1984. The Ministry of Education and the Academy of Finland began to support research in this field in 1988.

³³ See e.g. Helsingin Sanomat, 27 January 2004.

cally still experiencing difficulties as they struggle to carve out a niche for themselves and the financing requirements in this field are still high. Owing to the long product development cycles and high risk of failure, it is not easy to turn biotechnology inventions into commercial applications. In any case, it requires plenty of know-how and financial resources.

Financiers of companies in the biotechnology sector need both the ability and desire to take risks. In Finland the commercialization of biotechnology innovations has for a rather long time depended on public financing. The public sector has financed the basic and applied research as well as product development. The public venture fund Sitra has been responsible for initial funding of start-ups. Private venture capitalists are rather young in our country, and they did not emerge until the rise of the IT sector after the mid-1990s. The financing for the biotechnology sector has depended closely on the cyclical situation in the IT sector. The newness and vulnerability of the capital markets is one of the stumbling blocks for development of the biotech sector.

There has been no wave of bankruptcies or exits of the small biotechnology companies as of yet. Large-scale changes in the enterprise sector nevertheless belong to the initial stages of new technologies and this can be expected to occur also in the biotechnology sector. This does not mean, however, failure of the sector, but rather normal development of the “experimental economy” where firms, industries and economies emerge, grow and decline as a result of the experimental creation of a variety of ideas, some of which result in new technologies, inventions and breakthrough innovations while others fail. In order for the natural selection process to take place, a wide range of promising new inventions must be developed.

This book published by ETLA offers new research insights for the discussion on the Finnish biotechnology sector. It is based on research carried out during 2002-2003 at ETLA and Etlatiето Ltd as a part of the ProACT research program funded by the Ministry of Industry and Trade and Tekes (National Technology Agency). The book focuses on the commercialization of new biotechnology inventions and the enterprises developing applications in this field. The book provides an overview of biotechnology enterprises, paying special attention to the firm’s financing and general preconditions for development of the sector. The book summarizes on a general level the main findings of the reports compiled in connection with the research project. A list of these reports is presented in the appendix.

Contents of the book

The first article of the book, **Suomen biotekninen teollisuus – yleiskatsaus** (Finnish Biotechnology Industry – An Overview) (Terttu Luukkonen, Antti-Jussi Tahvanainen and Raine Hermans) depicts the development of the biotechnology sector via the founding of new companies. Most of these start-ups have been founded after the mid-1990s. The growth of the new companies may, however, start to decelerate even though research investments have grown most sharply in the latter half of the 1990s. Despite the fact that during the last ten years relatively large amounts of state aid and loans have been allocated for research and development (almost EUR 400 million), this is still less than what the development of a single drug costs nowadays.

The article provides an overview of the activities of biotechnology companies: their fields of application, geographical location, research and development activities as well as sales, exports and profitability. From the data presented in the article it is evident that the companies currently have relatively low sales revenues and about 40 per cent of the new companies are unprofitable. The companies' growth expectations are nevertheless high and the younger the company, the higher the expectations. The companies are clearly export oriented, since Finland's tiny markets are insufficient to cover the high product development costs. For the time being the biotechnology sector has not witnessed a lot of bankruptcies or other forms of firm exit from this field of business. This can nevertheless be expected to take place if we take into consideration that this is a new field of technology where shake-ups are likely to occur in the initial stages of development.

Suomen teollisuuden seuraava läpimurto? Uuden biotekniikan vertailu tietotekniikka-alaan (The Next Breakthrough in Finnish Industries? Comparison of New Biotechnology with the ICT) (Terttu Luukkonen, Christopher Palmberg) compares the development of the biotechnology sector to information technology. The article applies the concept of the competence bloc developed by the Swedish economist Gunnar Eliasson. The concept covers the critical factors in the commercialization of research findings and development of business activities in knowledge-intensive fields to industrial production and finally on to economic growth. The success of the information technology sector in Finland can be explained by the fact that many of the critical dimensions of the competence bloc have been in place, especially in the 1990s, although some weaknesses and new challenges are becom-

ing evident. These include Finland's heavy dependence on Nokia and the changes brought by the globalization of the company's activities.

The biotechnology sector is in many respects weaker than the information technology sector. The competence bloc is less complete, the products are still in a stage of development and the companies are small. The conclusion is that we will probably have to wait a long time for the same kind of commercial breakthrough in the biotechnology sector as has occurred in the information technology sector. Finland faces significant challenges especially with respect to venture capital investments, exit possibilities for venture capital funding, and large-scale manufacturing by industrialists. The venture capital financing in the biotechnology sector is still not well developed and there are no significant domestic manufacturers (industrialists) in sight. The potential industrialists are abroad, so the greatest financial benefits are likely to go elsewhere. On the other hand, the innovativeness of the biotechnology sector measured by the number of patents does not differ substantially from that of information technology (when the direct impact of Nokia is eliminated). It is important to keep in mind that all of this sector's potential applications cannot even be seen yet. For this reason it is still necessary to support the sector's innovation base.

Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa (Network-based Business in Biotechnology) (Terttu Luukkonen) studies the organizational forms of the biotechnology companies. The article starts from the premise that biotech companies ordinarily operate as part of a network, which can be deemed a form of vertical disintegration: some of the activities of the value chain (stages of production) such as R&D, manufacturing and marketing are divided between subcontractors and cooperative partners. The article draws the conclusion that the companies' organizational form varies depending on the field of biotechnology. Small drug development companies operate in line with the above-mentioned networking company model. On the other hand, companies in other fields (e.g. biomaterials, diagnostics, research and other services) apply mixed types of models, although they nevertheless seek to employ traditional models of a vertically integrated company.

The article addresses the reasons behind the organizational forms, and also outlines the consequences for growth in their business activities. In drug development, firms' revenues are generated to a large extent sales of intellectual property rights to large international pharmaceutical companies that subsequently turn the innovations into products. Small drug development companies following this strategy can establish stable, although not exceptionally expansive business activities. The companies that are not developing drugs often manufacture products

catering to small niche markets. For this reason, it is unlikely that any of these companies will become very large, at least not in the near future.

Mistä on lääkealan biotekniikkayritykset tehty? (What are the Biopharmaceutical Companies Made of?) (Raine Hermans) focuses on Finnish biopharmaceutical companies, examining their financing sources and capital structures. The article assesses the significance of the capital structures from the standpoint of the special features prevailing in this business. A distinguishing feature of this sector is that its young companies are typically owned by persons engaged in the business as well as by private venture capitalists and government institutions. The largest owners of older companies in this sector are other companies. These companies are expected to have considerable sales potential also in the near future (within five years).

The groups obtained from the so-called principal component analysis are depicted by the names “big and beautiful”, “promising subsidiaries”, “doctors in Turku”, “sound business plan”, “Tekes and Sitra collaboration”, and “experts wanted for international collaboration”. They are not separate groups, but clusters of characteristics, and an individual company may have different degrees of particular characteristics. The article notes that the funding obtained from investors mainly consisted of equity and to some extent of subordinated capital loans. In contrast, loans are not very popular in biotechnology companies.

Pienten biotekniikkayritysten rahoituslähteet (The Funding Sources of Small Biotechnology Companies) (Antti-Jussi Tahvanainen and Raine Hermans) investigates the capital structures of biotech companies, but its focus is on small and medium-sized enterprises, not all the enterprises in this sector as a whole. Biotechnology companies differ from SMEs as a whole owing to their high indebtedness. Only 25 per cent of their capital comes from loans, while the corresponding figure for SMEs as a whole is over 50 per cent. Because the sales revenues of biotechnology SMEs are low, the companies have to resort to external financing. Almost half of their equity financing comes from subordinated capital loans.

The most significant source of capital loans is Tekes, which began to grant loans on subordinated capital terms in 1997 (see Luukkonen, Tahvanainen and Hermans in this book). Another significant source of these loans is Sitra. Capital loans are popular in the biotechnology sector because as part of the firm’s equity in the balance sheet they compensate for the weakening of solvency caused by losses. They can technically prevent a firm from going bankrupt even though they are by nature liability-based financial instruments. Because loan financing is not an attractive alternative for loss-making firms owing to the risk

of bankruptcy, the capital loans granted by Tekes do not erode the shareholders' stake in the company but still strengthen the balance sheet of the target company.

Biotekniikka-ala ja Suomen teollinen tulevaisuus (Biotechnology and Finland's Industrial Future) (Raine Hermans and Pekka Ylä-Anttila) investigates the biotechnology sector from the standpoint of innovation policy and discusses the growth prospects of the Finnish biotechnology sector. In 2001 the value added by the entire biotechnology sector was slightly over EUR 500 million. Its annual growth is projected to be about 10-18 per cent, which can be regarded as relatively rapid, but not a particularly extraordinary rate of growth.

When the biotechnology sector's value added of EUR 500 million is compared to that of the forest industry or the electronics industry, the forest industry was on that level in real terms in the early 1950s while the electronics industry had reached the corresponding level by the mid-1970s. If the biotechnology industry achieves the same growth rate as that of the electronics industry fuelled by Nokia, it will take about 30 years for its value added to be on par with that of the electronics industry, but it will take about 50 years if its growth follows the pace of the forest industry. Taking into account the projected growth rate of the biotechnology sector of 10-18 per cent (in 2001-2006) and extrapolating it into the future, it would take from 15-30 years till the sector's value added reaches the level of the electronics or the forest industry today. In any case, it will take a long time before biotechnology becomes the "fourth pillar" of the economy.

Conclusions

The articles of this book show that the Finnish biotechnology sector has a solid know-how base. Many new companies have been founded in the biotechnology sector in recent years. Some of these companies already boast clear business activities, but there are also many with projects in various stages of development where commercialization will still take years. Public investment in the sector earmarked particularly for research and development is high on an annual basis if it is compared to the annual value added generated by the sector. These research and development funds are nevertheless investments in the future. Even in the best case it may take decades rather than years before the sector becomes one of the main pillars of the economy like electronics or the forest industry. A precondition for this development, however, is the ability to finance the development of innovations and to attract sufficient capital investments to the sector. Another im-

portant precondition is that companies that are able to take biotechnology products to the mass production stage emerge in Finland. As Hermans and Ylä-Anttila assert at the end of their article, it is likely that the role of biotechnology as an engine of growth will be based on a combination of old and new. Whether it will be based on bioinformatics or on the know-how of the forest industry or the food industry may not be known for years or decades to come.