

# ETLA

**ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS**

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

## Keskusteluaiheita – Discussion papers

No. 1130

Raine Hermans – Martti Kulvik – Antti-Jussi Tahvanainen

### BIOTEKNIIKAN ENNAKOINTI



Tämä julkaisu pohjautuu 31.10.2007 Opetusministeriölle annettuun loppuraporttiin

**HERMANS, Raine – KULVIK, Martti – TAHVANAINEN, Antti-Jussi, BIOTEKNIIKAN ENNAKOINTI.** ETLA, The Research Institute of the Finnish Economy, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, 2008, 23 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847; No. 1130).

**TIIVISTELMÄ:** Biotekniikan ennakointi -projektin tavoitteena on ollut selvittää bioteknologian muuntumista kaupalliseksi tuotannoksi sekä esittää sen pohjalta suosituksia kehittää koulutusjärjestelmää kaupallisen tuotannon edistämiseksi vuoteen 2020 asti.

Liiketoimintaosaamisen pikaiseksi lisäämiseksi bioalalla koulutusponnistelut tulisi kohdentaa työuran aikaiseen täydennyskoulutukseen, joka toteutettaisiin kolmella osa-alueella:

1. Liiketoimintaosaajia tulisi saada biotekniikan kaupallistamisprosesseihin mukaan muilta toimialoilta ”Science for managers”- täydennyskoulutuksella.
2. Huippututkijoita tulisi rohkaista oppimaan liiketoiminnan periaatteita ja kielenkäyttöä lyhytaikaisella ”Business for scientist” -täydennyskoulutuksella.
3. Biotekniikka-alan koulutuksen saaneille tulisi järjestää mahdollisuus kouluttautua uransa aikana muuntokoulutuksella liiketoimintaosaajiksi, ”biotekniikka-ekonomeiksi”.

Varsinaisesta biotekniikkakoulutuksesta esille nousi erityisesti bioinformatiikka-alan koulutus, jota voidaan soveltaa monella eri sovellusalalla. Esimerkiksi lääkekehitysalalla maamme ainutlaatuiset potilastietokannat ja -aineistot tulisi saattaa yhtenäiseen muotoon, jotta niitä ylipäänsä voitaisiin hyödyntää terveydenhuollon sovellusaloilla, kuten lääkekehityksessä ja diagnostiikassa.

Metsäalalla havaittiin perinteisen puunjalostuksen sivuvirtojen olevan merkittävin uutta arvonlisäystä synnyttävä sovellusalue metsäalan koko arvoketjussa. Tosin sellu- ja paperiteollisuuden liepeillä näyttää edelleen oleva voimakas halu tehostaa jalostusprosesseja, missä voitaisiin hyödyntää myös bioteknologioita. Kuitenkin metsäalan kohdalla erityisesti energiasovellusten tutkimus ja koulutus näyttää olevan tulevaisuuden ala. Lisäksi muilla teollisen biotekniikan aloilla on tarvetta jatkossa kehittää tutkimusta ja koulutusta.

Bioteknologian perustutkintokoulutukseen sisältyy jo nykyisellään liiketoiminnan periaatteita ja kielenkäyttöä opettavia opintokokonaisuuksia; tätä toimintaa tulisi jatkaa ja mahdollisuuksien mukaan laajentaa.

Akateemisen ”perustutkimuksen” ja kaupallistamiseen tähtäävän ”soveltavan tutkimuksen” luonne ja kannustimet ovat selkeästi erilaiset, vaikka biotekniikka-alan perustutkimus näyttää olevan monelta osin käyttötarkoituksiltaan lähtöisiä. Akateemisen tutkimuksen pääkannustimena ovat tieteelliset oivallukset ja tieteellinen julkaisu-toiminta, ja käytännön sovellukset voivat olla hyvinkin kaukana tulevaisuudessa. Yhteiskuntamme haasteeksi muodostuu määrätietoisen ja fokusoidun kaupallistamiseen tähtäävän innovaatio-toiminnan tukeminen ja samanaikainen korkeatasoisen ja geneerisen akateemisen tutkimuksen turvaaminen ennakkoluulottoman tuotavana ilman pakottamista yksittäisen sovellusalan ”muottiin”. Yliopistojen ja teollisuuden välissä toimivien teknologiansiirto-organisaatioiden toiminta muodostuu tämän kannalta ratkaisevaksi.

**Avainsanat:** bioinformatiikka, erikoistuminen, koulutus, liiketoimintaosaaminen, metsäala, energia, potilastietokannat

# 1. Biotekniikan ennakointi (ETLA 2007)

## 1.1 Yhteenveto

Biotekniikan ennakointi -projektin tavoitteena on ollut selvittää bioteknologian muuntumista kaupalliseksi tuotannoksi sekä esittää sen pohjalta suosituksia kaupallisen tuotannon edistämiseksi vuoteen 2020 asti.

Tuloksena syntyneet selvitykset kattavat kuusi laajempaa aihealuetta:

1. **Analyysi kansainvälisen bioteollisuuden laajuudesta ja rakenteesta**  
Hermans, Löffler ja Stern 2008
  2. **Analyysi teknologiansiirron menestystekijöistä amerikkalaisten huippuyliopistojen teknologiansiirtotoimistoissa**  
Tahvanainen ja Hermans 2008
  3. **Analyysi ja johtopäätökset siitä, missä määrin ulkomaisten esimerkkien mukaisia kaupallistamistapoja voidaan soveltaa Suomen innovaatiojärjestelmässä sillä tavoin, että Suomen biotekniikka-alan vahvuudet voidaan hyödyntää kansainvälisillä markkinoilla**  
Hermans ja Kulvik 2006; Hermans, Kulvik ja Löffler 2008; *Hermans, Kamien, Kulvik ja Tahvanainen 2008*
  4. **Kuvaus suomalaisen biotekniikkasektorin alueellisesta jakautumisesta, alueiden erikoistumisesta sekä näiden taloudellisesta perusteltavuudesta**  
Tahvanainen ja Hermans 2008
  5. **Analyysi bioalan potentiaalista metsäsektorin kilpailukyvyn uudistajana**  
Hermans, Kulvik ja Nikinmaa 2007
  6. **Keskustelu bioalan koulutuksen kehittämistarpeista suomalaisen bioteollisuuden tulevaisuudennäkymien toteuttamisessa**  
Hermans, Kulvik ja Tahvanainen 2008 (tämä loppuraportti)
1. Tutkimuksen ensimmäisessä osiossa analysoitiin biotekniikkayrityksissä tapahtuvan tuotekehityksen tasoa ja tuotannon määrä. Selvityksessä tukeuduttiin Suomen, Pohjois-Amerikan ja merkittävien Euroopan maiden biotekniikka-alojen rakennevertailuun ja siitä johdettuihin näkemyksiin. Osatyön tulokset suhteutetaan suomalaiseen näkökulmaan tämän raportin kappaleessa 2.1. Alkuperäistyö julkaistaan The National Academiesin Yhdysvaltain eri toimialojen innovaatiopolitiikkaa luotaavassa kirjassa (Hermans, Löffler ja Stern 2008).
  2. Ennakointihankkeen toisen, laajan kokonaisuuden tavoitteena oli kuvailla ja analysoida pohjoisamerikkalaisissa huippuyliopistoissa toimivien teknologiansiirtotoimistojen (TTO = Technology Transfer Office) arvonluontidynamiikkaa osana laajempaa teknologiansiirtoprosessia. Tutkimuksessa haastateltiin johtajia Stanford Universityn, Harvard Universityn, UC Berkeleyyn, UC San Diegon, MITn, University of Massachusettsin sekä Northwestern Universityn teknologiansiirtotoimistoissa. Tarkemmin pyrittiin ymmärtämään, miten inhimillistä pääomaa, sisäisiä rakenteita ja ulkoisia suhteita johdetaan dynaamisesti yhdessä jotta saadaan tuotettua TTOiden tavoittelemaa lisäarvoa. Tämän raportin kappaleessa 2.2 esitetään keskeiset löydökset, soveltaen niitä suomalaiseen ympäristöön. Työ tullaan julkaisemaan kokonaisuudessaan Etlan DP-sarjassa keväällä 2008 (Tahvanainen ja Hermans 2008a).

3. Kolmannessa päätutkimusaiheessa tarkasteltiin kohderyhmittäin suosituksia kaupallistamisen edistämiseksi tavalla, jossa Suomen bioteknisen osaamisperustan pisimmällä olevat alat voisivat hyödyntää kansainvälistä markkinapotentiaalia. Työssä todettiin, että teknologian kehityshankkeita tulisi nykyistä selkeämmin ohjata palvelemaan markkinoilla esiintyviä tarpeita. Myös julkisen sektorin teknologiaohjelmien pitäisi ensisijaisesti tähdätä tuotteiden tai prosessien kehittämiseen ilman, että ennalta sitoudutaan vain tietynlaisten teknologioiden käyttöön. Todetaan myös, että julkinen sektori voi lyhyellä aikavälillä vahvistaa niiden aloittelevien teollisten klusterien osia, jotka ovat avainasemassa pitkän aikavälin taloudellisen kasvun edistämisessä. Tuen muoto on kuitenkin harkittava tarkkaan, jotta tuki ei pääse vääristämään yhtiöiden liiketoimintastrategiaa. Osion lopputulokset on julkaistu ja tullaan julkaisemaan kirjoissa (Hermans ja Kulvik 2006a, Hermans ja Kulvik 2006b; Hermans, Kulvik ja Löffler 2008; Hermans, Kamien, Kulvik ja Tahvanainen 2008).
4. Neljäntenä aiheena pohdittiin löytyykö alueellisesti suhteellisen hajautuneelle biotekniikkateollisuuden maantieteelliselle jakautumiselle taloustieteellisesti perusteltua selitystä. Tähän tarkoitukseen oli keskeistä kuvailla yrityksiä ja niiden ominaisuuksia erityyppisillä alueilla. Analyysissä tunnistettiin 9 eri yritystyyppiä. Työ tullaan julkaisemaan kokonaisuudessaan Etlan DP-sarjassa keväällä 2008 (Tahvanainen ja Hermans 2008b).
5. Viidentenä erillisenä aiheena tarkasteltiin bioteknologian potentiaalia Suomen metsäteollisuuden kilpailukyvyn uudistajana. Aihe nousi vahvasti esiin Ennakointihankkeen jo alettua, koska havaitsimme selkeitä signaaleja metsäsektorin, taloutemme keskeisen tukijalan lähestyvistä kriisistä. Erityisesti vuoden 2007 aikana nämä uhkavat ovat myös alkaneet konkreettisesti realisoitua. Selvityksessä arvioidaan bioteknologisten sovellusten voivan tulevaisuudessa vahvistaa Suomen metsäsektorin kilpailukykyä tehostamalla puuntuotantoa ja teollisuuden tuotantoprosesseja sekä mahdollistamalla uusien tuotteiden kehittäminen. Yhteistutkimuksen tulokset on julkaistu kirjana (Hermans, Kulvik ja Nikinmaa (toim.) 2008).
6. Viimeisessä päätutkimuskokonaisuudessa keskustellaan alan koulutuksellisesta tarpeesta vuoteen 2020 aiemmissa kohdissa luotuja tulevaisuuden kehitysnäkemyksiä silmällä pitäen. Osaamisperustan kehitysehdotukset rakennetaan tukemaan luotuja osaamisperustaan perustuvia kilpailustrategiasuosituksia. Johtopäätöksenä todetaan, että koulutukseen suunnattuja resursseja olisi perusteltua kohdentaa vahvasti myös liiketoimintaosaamista tukevaan täydennyskoulutukseen sekä niille aloille jotka ovat suhteellisen edun kannalta relevantteja ja siten kilpailustrategian mukaisia.

Tarkempien tieteellisten kirjallisuusviitteiden osalta viittaamme edellä mainittuihin vastaaviin erillisjulkaisuihin.

Tähän tutkimusprojektiin kuuluvat osiot on toteutettu osana useista lähteistä rahoitettavia laajempia hankkeita. Opetusministeriön hallinnoiman ESR-rahoituksen lisäksi muita rahoittajia ovat olleet Instrumentariumin Tiedesäätiö, Jenni ja Antti Wihurin Rahasto, Kauppa- ja teollisuusministeriö, Kellogg School of Management (Northwestern University), Liikesivistysrahasto, National Academies (USA), Suomen akatemia, Tekes ja Suomen Kulttuurirahasto.

## 1.2 Tulevaisuuden tilat

Suomi on pieni avoin talous. Pienen avoimen talouden menestystekijät perustuvat elinkeinojen erikoistumiseen hyödyntäen globaalistikin tarkasteltuna ainutlaatuisia ja maassa suhteellisen runsaana esiintyviä voimavaroja – tuotannontekijöitä ja infrastruktuuria. Nämä voimavarat voivat perustua luonnonoloihin tai kulttuurisiin – ihmisen aikaansaamiin – rakenteisiin ja tekijöihin. Jälkimmäisestä voidaan pitää esimerkkinä Suomen vaalimaa peruskoulutuksen korkeaa tasoa ja tasa-arvoisuutta, joka on toiminut pohjana Suomen inhimillisen pääoman laaja-alaiselle kehittämiselle: uusin PISA-tutkimus (OECD 2007) vahvistaa mielikuvaa Suomen peruskoulutuksen ominaislaatuisuudesta, ja esimerkiksi kansainvälisesti vertailtuna runsas ja korkeatasoinen tieteellinen toiminta viittaa osaltaan siihen, että inhimillisen pääoman jatkokoulutuksessa on onnistuttu.

Seuraavassa eritellään muutamia potentiaalisia bioteknologioita hyödyntäviä menestysklustereita, jotka perustuvat ainutlaatuisiin voimavaroihimme, kotimarkkinoidemme ainutlaatuisuuteen sekä teolliseen perustaamme. Samalla kuvaamme lyhyesti näiden klustereiden mahdollisia tulevaisuudentiloja.

### I. Terveydenhuollon sovellusten kehittyminen nykyisestä vuoteen 2020

Suomessa on erityisesti julkisen terveydenhuollon kautta kerätty kansainvälisesti ainutlaatuisiksi arvioituja potilastietokantoja ja geenipankkeja, joiden kaupallista hyödyntämistä kansantaloudellisesti merkittävässä mittakaavassa ollaan vasta suunnittelemassa. Menestyksekkäälle hyödyntämiselle on selkeät edellytykset: Suomessa on vaativa markkinalaboratorio – useita korkeatasoisia klinisiä yksiköitä, jotka kykenevät asiantuntevaan ja vaativaan palautteeseen-, sekä terveydenhuollon yksimaksajajärjestelmä joka luo mahdollisuuden huomioida kehityshankkeissa ja niiden tukemisessa kansallisesti tärkeät yhteiskunnalliset ulottuvuudet. Suomea voidaan pitää näiltä osin innovaatioihin ajavana koelaboratoriona.

Väestöaineiston käyttöä säätelee erityisesti neljä lakia (101/2001 ”kudoslaki”, 488/1999 ”tutkimuslaki”, 523/1999 ”henkilötietolaki” ja 621/1999 ”julkisuuslaki”). Mikäli Suomen geenija potilastietojen luovutuksen yhteydessä tehdyillä sopimuksilla ja laintulkinnoin rajoitetaan tietojen luovuttamista ja hyödyntämistä, aineiston eri osien jatkojalostus tapahtuu siitä lähtien Suomalaisessa ohjauksessa. Tällöin suuret ulkomaiset, terveydenhuolto-ovelluksia kehittävät yritykset voisivat toimia yhteistyössä suomalaisten yritysten kanssa ja jopa sijoittaa tutkimustoimintojaan Suomeen. Ulkomaisen teollisuuden sijoittumiseen liittyvän osaamiskeskuksen syntyminen Suomeen on vuonna 2020 lisännyt myös pääomasijoittajien kiinnostusta Suomen biotekniikkasektoria kohtaan.

Biotekniikkayritysten johtajien mukaan bioalan liiketoimintaosaamisen on havaittu olevan riittämätöntä (Hussi, Hermans, Kulvik ja Tahvanainen, 2006). Kun biotekniikkayritysten johtoon ja hallitustoimintaan on saatu kansainvälistä liiketoimintakokemusta omaavia henkilöitä muilta aloilta ja kun osa bioalan osaajista on saanut täydentävän liiketoimintakoulutuksen, on mahdollista uskoa alan strategisen ajattelun kehittyneen kansainvälisiä vaatimuksia vastaavalle tasolle.

Yhteistoiminta muiden kansainvälisten kasvualojen kanssa, kuten tietoliikenne ja -tekniikka, sekä täydennyskoulutus mahdollistavat sen, että vuonna 2020 biotekniikkayritysten toiminta perustuu vahvasti kysyntälähtöisiin kaupallistamisstrategioihin. Jos yritys pyrkii itse loppu-

tuotteiden kehittäjäksi, se hyödyntää learn-and-let-go -strategiaa, jonka mukaan yritys tekee kehitystyötä sen vaiheen loppuun, josta sillä jo on aiempaa kokemusta. Seuraavan vaiheen se tekee yhteistyössä toisen organisaation kanssa, jolla on puolestaan tästä kehitysvaiheesta vahva kokemus; yhteistyöyhtiö voi olla esimerkiksi ulkomainen lääkejätti. Tämän jälkeen yritys lisensoi tai myy tuotekehitysaihionsa ja käyttää tulot muiden tuotekehitysaihioidensa viemiseen yhä pidemmälle.

Kun yrityksen strategia perustuu aidosti rakenteelliseen osaamiseen, on helpompi saada myös ulkopuolista rahoitusta paremmilla ehdoilla. Yritys voi lisäksi ensi vaiheessa kehittää sellaisen sovellusalan tuotteita, joissa tuotekehitysajat ovat suhteellisen lyhyitä ja siirtyä hyödyntämään osaamaansa teknologiaa toisilla korkeamman riskin ja tuotto-odotusten sovellusaloilla learn-and-let-go -strategian mukaisesti. Tiettyyn tuotekehitysvaiheeseen erikoistuminen saattaa olla myös strategisesti mielekäs vaihtoehto, joka varmistaa aikaisen vaiheen tuotot liiketoiminnasta.

Sosiaali- ja terveysministeriön asettama Biopankkityöryhmä on käsitellyt biopankkiin liittävää aihepiiriä laajasti 5.10.2007 luovutetussa selvityksessään Biopankit, yhteinen etu (STM 2007).

## **II. Funktionaaliset elintarvikkeet ja terveyden edistäminen vuonna 2020**

Funktionaalisten elintarvikkeiden klusterissa voidaan soveltaa samansuuntaista ideaa kuin terveydenhuollon klusterissa. Terveydenhuollon maksajan intressinä on terveydenhuoltokustannusten vähentäminen. Siinä missä terveydenhuollon sovellusten tavoitteeksi voidaan asettaa terveydenhuollon kustannusten hallinta pitkällä aikavälillä entistä tehokkaampien hoitojen myötä, niin samaan tapaan funktionaalisten elintarvikkeiden tavoitteeksi voidaan asettaa terveydenhuollon kustannusten vähentyminen ennaltaehkäisevien positiivisten terveysvaikutusten myötä (Hermans ja Kulvik 2006b).

Kuten terveydenhuoltoalan klusterissakin, Suomen ainutlaatuista väestöaineistoa hyödynnetään myös terveysvaikutteisten elintarvikkeiden tutkimuksessa. Lisäksi hyödynnetään Suomen runsasta peltopinta-alaa, koska erityisesti Etelä-Suomessa maatalouden tukijärjestelmä on todennäköisesti muuttunut olennaisesti vuoteen 2020 mennessä. Edelliseen liittyy läheisesti Suomen kolmas voimavara: maataloustuotannon läpikäymä merkittävä rakennemuutos – maataloustoimialamme on jo aiemmin osoittanut huomattavaa elinvoimaa ja muutoskykyä. Neljäntenä potentiaalisena voimavarana voidaan pitää arktista ulottuvuutta: puhtaus sekä joidenkin luonnonvaraisten tuotteiden poikkeuksellisen korkeat ravinnearvot. Puhtaat ja jalostetut maataloustuotteet tarjoavat kansantaloudellisesti mielekkään mahdollisuuden maatalouden säilymiseksi viljavimmilla maillamme eikä ainoastaan vaikeimmin viljeltävillä, mutta voimakkaimmin tuetuilla pohjoisilla alueilla. Viides voimavara on Suomen vahva [mikrobisovellusten] biotekninen osaaminen sekä tutkimuksessa että elintarviketeollisuudessa. (Hermans ja Kulvik 2006b)

Suomalaisilla tuotteilla on selkeästi puhtaan ruoan leima, mikä asettaa korkean vaatimustason uusille tuotteille. Terveydenhuollon maksajan intressinä on puolestaan edistää väestön terveyttä, mikä tuottaa yhdensuuntaiset intressit ja osittain myös kriteerit terveydenhuollon sovellusten kehitystyön kanssa.

Suomessa toimii jo nyt monikansallisten elintarvikeyritysten osia. Mikäli Suomen väestötieto- ja voitaisiin hyödyntää myös terveystietojen elintarvikkeiden kehittämisen yhteydessä mutta väestötietojen jatkojalostaminen saadaan lainsäädännöllisesti sidottua merkittäviltä osin Suomeen, niin elintarvikesovelluksia kehittävät yritykset voisivat toimia yhteistyössä suomalaisten yritysten kanssa suomalaisessa osaamiskeskuksesta vuonna 2020.

Vaikka sääntelyjärjestelmät ja tuotteiden loppumarkkinointi poikkeavat esimerkiksi lääkekehityksen järjestelyistä, yritysten ansaintalogiikka voi perustua samankaltaiseen strategiaan kuin yllä esitelty terveydenhuollon sovelluksiin liittyvien yritysten strategia. Lähialueiden markkinalaboratoriossa koetellut tuotteet voidaan viedä kansainvälisten yhteistyökumppaneiden kanssa maailmanlaajuisille markkinoille. Kansainvälisen strategian tulee sisältää mahdollisuuden nopeaan irtipääsyyn sellaisista jakelusopimuksista, joiden mukaisia asetettuja myyntitavoitteita ei saavuteta.

### **III. Energiasovellukset vuonna 2020**

Suomessa on runsaasti peltopinta-alaa ja metsäalaa. Puuvarannot ovat henkeä kohti laskettuna Euroopan suurimmat. Ilmastonmuutoksia silmällä pitäen Suomessa on myös poikkeuksellisen suuret vesivarannot. Lisäksi Suomen arktiset olosuhteet vaativat kehitettäviltä polttoaineilta erityisiä ominaisuuksia. Loppukäyttäjät ovat hyvin riippuvaisia polttoaineiden toiminnasta kaikissa olosuhteissa ja Suomi toimii uusien energiasovellusten käyttöönottomarkkinana. Vuonna 2020 on jo useita kansainvälisille markkinoille vietyjä energiasovelluksia, joista on saatu kehitystyön kannalta kriittinen palaute suomalaisilta vaativien olosuhteiden markkinoilta. (Hermans ja Kulvik 2006b)

Biotekniikkayritysten toiminta perustuu selkeästi viestittyyneen ja toimeenpantavaan strategiaan. Vertikaalinen yhteistyö arvoketjun alkupäässä maataloustuottajien kanssa on keskeisellä sijalla mahdollisimman suuren energiasaannon varmistamiseksi. Yhteistyö kotimaisen jakelijan kanssa mahdollistaa kotimaisen koemarkkina-alueen hyväksikäyttämisen mahdollisimman nopeasti. (Hermans ja Kulvik 2006b)

Suomen öljynjalostusteollisuudella ei ole kansainväliseen teollisuuteen verrattavia kytkentöjä öljyvarantoihin. Tämä tarjoaa osaltaan mahdollisuuksia sekä myös paineita kilpailevien energiamuotojen kehittämiseksi. Lisäksi metsäteollisuuden sivutuotteet tarjoavat osittain jo nyt runsaasti mahdollisuuksia energiasovelluksille. Näyttääkin siltä, että suurin osa bioteknologi- oita hyödyntävistä ja kehittävästä metsäalan yrityksistä näkee juuri energiasovellusten kehittämisessä suurimman arvonlisäpotentiaalin pitkällä aikavälillä (Hermans, Kulvik ja Nikinmaa 2007). Metsäsektorin koulutuksen suuntaamista teollisuuden ennakoimaan suuntaan lieneekin syytä vahvistaa, jotta vuonna 2020 Suomella on riittävästi osaamisresursseja käytössään energiasovellusten ja niihin liittyvien koneiden ja laitteiden kehittämiseksi ja kaupallistamiseksi kansainvälisille markkinoille.

### **IV. Bioinformatiikka-alan kehitys**

Väestötietojen hyödyntäminen edellyttää suomalaisen bioinformatiikkatutkimuksen ja -teollisuuden aktiivista kehittämistä. Suomen teollinen rakenne tarjoaa tähän mahdollisuuksia sekä osaavan työvoiman että tieto- ja viestintäalan kaupallisen menestyksen myötä syntyneen

liiketoimintaosaamisen muodossa. Bioinformatiikkaan liittyvien kaupallisten sovellusten syntyminen saattaa toimia siltana tieto- ja viestintäalan liiketoimintaosaajien ja sijoittajien kiinnostumiseen ja uskaltautumiseen bioteollisuuden pariin. (Hermans ja Kulvik 2006b)

Tulee myös muistaa, että bioinformatiikan keinoin tehtävä geneettinen tutkimus on sovellettavissa myös kasvien perimän analysointiin (Hermans, Kulvik ja Nikinmaa 2007). Tämän vuoksi bioinformatiikkaan liittyvää koulutusta ja tutkimusta voidaan pitää yhtenä avaintekijänä, joka vahvistaa Suomessa jo olevaa tietoliikenteen ja -tekniikan osaamis pohjaa. Bioinformatiikka toimii myös yhdistävänä tekijänä Suomen vahvan tietoliikenne- ja tekniikka-alojen klusterin sekä biotekniikka-alan välillä. Tämä mahdollistaa osaltaan sen, että useita bioalan innovaatioita on kaupallistettu menestyksellisesti muilta aloilta saadun liiketoimintaosaamisen myötä vuoteen 2020 mennessä.



## 2. Tutkimustulokset aihealueittain

### 2.1 Globaalin bioteollisuuden laajuus ja rakenne

Hermans, Löffler ja Stern (2008) vertailevat eri maissa sijaitsevan bioteollisuuden tutkimusintensiivisyyttä, liikevaihtoa ja patenttijakaumia. Vaikka yhä useammassa maassa on biotekniikka-alan yritystoimintaa, toiminta näyttää klusteroituvan maiden sisällä. Bioteollisuus on vahvasti sidoksissa korkeakoulututkimukseen ja pysyy sen tähden maantieteellisesti klusteroituneena alana. Alueellisesta klusteroitumisesta voidaan johtaa useita implikaatioita.

1. Globalisaation vaikutukset biotekniikka-alalla näyttävät poikkeavan jonkin verran perinteisistä teollisuusaloista. Perinteisillä aloilla on pyrkimys siirtää tuotantoketjun osia halvan kustannustason maihin, kun sen sijaan biotekniikka-alalla syntyy globaalisti uusia korkean teknologian klustereita jotka pyrkivät kuromaan kiinni erityisesti Yhdysvaltain etumatkaa esimerkiksi lääketehtäyksessä ja diagnostiikassa sekä myös agrobiotekniikan alalla. Tällöin kilpailaan suoraan Yhdysvaltain alueellisten klusterien toimijoiden kanssa.

2. On tärkeää erottaa toisistaan bioteollisuuden eri sovellusalat, kuten terveydenhuollon sovellukset, maatalous ja teolliset sovellukset. Vaikka useasti keskustellaan pääasiassa terveydenhuollon sovelluksista, globalisaatio ja toiminnan jakaantuminen ympäri maailmaa näyttävät tapahtuvan voimakkaimmin teollisen biotekniikan alalla. Tässä EU:n ja Japanin asema korostuu sovellusten teollisten innovaatioiden kehittäjinä. Agrobiotekniikan tutkimuksen keskittyminen Yhdysvaltoihin saattaa puolestaan kieltä enemmän Euroopassa vallitsevasta poliittisesta vastustuksesta kuin Yhdysvaltain keskittymiseduista.

Vahva klusteriympäristö näyttää olevan merkittäväällä sijalla hyvinvointialalla, kun taas maatalouden sovelluksissa keskittymisedut eivät tutkimus- ja kehitystoiminnan maantieteellisen sijainnin kannalta näytä olevan yhtä keskeisiä. Teollisten sovellusalojen määrän kasvu saattaa johtaa yksittäisten alueellisten klusterien määrän lisääntymiseen. Tämän mukaan pienikin alue voisi menestyä erikoistumalla oman teollisen tukijalkansa sovellusalueeseen.

3. Tarkastelun kansainvälisen aineiston mukaan Yhdysvalloilla on vahva – jopa hallitseva – asema bioteknologioiden kaupallistajana. Uuden talousmaantieteen viitekehityksen mukaisesti Yhdysvaltain etumatka on korostunut siitä huolimatta, että ympäri maailmaa on syntynyt pieniä biotekniikkayrityksiä. Itse asiassa Yhdysvalloilla näyttää olevan mahdollisuus luoda maailmanlaajuinen biotekniikka-alan keskittymä erityisesti hyvinvointi- ja maatalousaloilla niihin liittyvien suurten tuotekehityskustannusten turvin.

Näyttää mahdolliselta, että perinteisistä teollisuusaloista poiketen globaalisti kasvava aktiivisuus bioalalla voi muodostua Yhdysvaltain osaamista täydentäväksi sen sijaan, että se pyrkisi suoraan korvaamaan Yhdysvaltain investointeja, työllisyyttä ja innovaatioita. Poliittiset päättäjät voivat mahdollistaa tällaisen kehityksen rohkaisemalla ja tukemalla kansainvälistä kaupallista ja tutkimusyhteistyötä sekä vuorovaikutteista opiskelijoiden ja tutkijoiden vaihtoa ja pääoman kansainvälistä liikkuvuutta. Suomen tulisi löytää erityisvahvuutensa kansainvälisessä toimintakentässä ja täydentää globaalien suuryritysten osaamista. Näin ollen meidän ei tule kopioida suoraan Yhdysvaltain toimintamalleja vaan hyödyntää omia erityispiirteitämme.

4. Analyysimme korostaa bioteollisuuden pientä kokoa sen työllistämisaikutuksilla mitattuna. Kun perinteiset toimialat liitetään yleensä huomattaviin työllisyysvaikutuksiin yksittäisillä

alueilla, niin bioteollisuuden työllisyysvaikutukset näyttävät verraten vaatimattomilta huolimatta keskimääräistä korkeammasta palkkatasosta. Biotekniikka-alan kehittämisen poliittisia vaikuttimia perustellaan usein kuitenkin juuri positiivisilla työllisyysvaikutuksilla.

Näyttääkin siltä, että mikäli bioteollisuuden työllistämintensiivisyys pysyy aiemmalla tasolla, se tuskin tulee suuresti vaikuttamaan työllisyysrakenteisiin ja työpaikkojen määrän kasvuun missään päin maailmaa. Kuitenkin bioalan kehitys tuo parhaimmillaan mukanaan terveyteen ja hyvinvointiin liittyviä etuja, uudistaa perinteisiä toimialoja ja myötävaikuttaa osaltaan positiivisesti taloudelliseen kasvuun suuren arvonlisäyksen vuoksi.

Suomen osalta bioalan innovaatioilla saattaa myös olla huomattaviakin epäsuoria työllistämisaikutuksia, mikäli se kykenee tarjoamaan perinteiselle teollisuudelle uusia ratkaisuja kansainvälisen kilpailuedun säilyttämiseksi vahvasti työllistävän perinteisen teollisuutemme osalta.

## 2.2 Teknologiansiirtotoimistojen arvonluontilogiikka pohjoisamerikkalaisissa huippuyliopistoissa

### 2.2.1 Tavoitteet

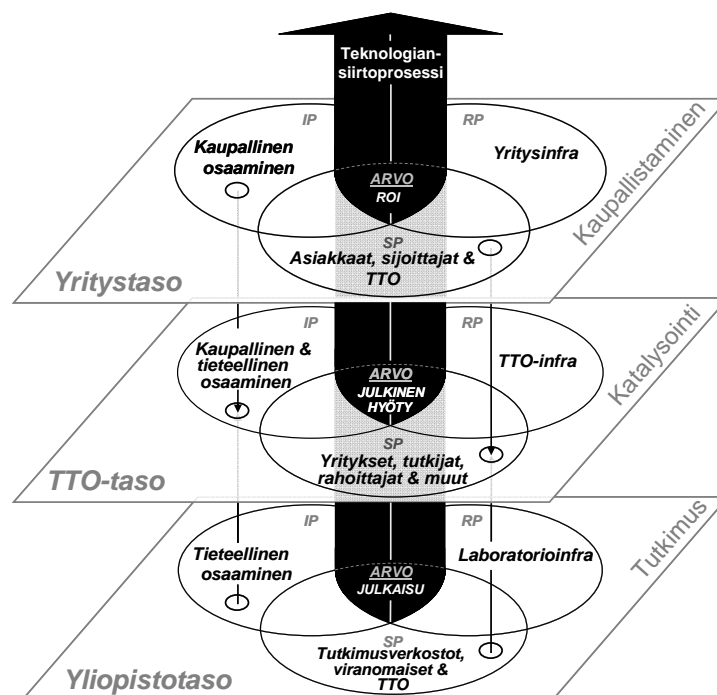
Tutkimuksen tavoitteena oli kuvailla ja analysoida pohjoisamerikkalaisissa huippuyliopistoissa toimivien teknologiansiirtotoimistojen (TTO = Technology Transfer Office) arvonluontia osana teknologiansiirtoprosessia. Tutkimuksessa haastateltiin johtajia Stanford Universityn, Harvard Universityn, UC Berkeleyyn, UC San Diegon, MITn, University of Massachusettsin sekä Northwestern Universityn teknologiansiirtotoimistoissa.

Tarkemmin pyrittiin ymmärtämään, miten inhimillistä pääomaa, sisäisiä rakenteita ja ulkoisia suhteita johdetaan dynaamisesti tuottamaan lisäarvoa. Tässä yhteenvedossa esitellään TTO:n rooli kokonaisprosessissa ja sen tuottama lisäarvo. Lisäksi esitetään keskeiset löydökset, joita voi soveltaa myös suomalaisessa mallissa.

### 2.2.2 TTO:n tuottama lisäarvo

Kuva 1 havainnoi TTO:n roolia ja sen tuottamaa lisäarvoa teknologiansiirtoprosessissa yliopistolaboratoriosta yrityksiin.

Kuva 1: TTO katalysaattorina tutkimuksen ja kaupallistamisen välissä



Toisin kuin yleisesti saatetaan ajatella, lisenssitulot ja muu tulovirta eivät olleet yhdessäkään toimistossa tärkeimpien menestysmittareiden joukossa. Tämä johtuu osittain siitä, että kyseiset mittarit eivät mittaa menestystä edes epäsuorasti ulkoisten tekijöiden vaikuttaessa vahvasti avainlukuihin. Tällaisia ovat mm. yliopistokohtaiset erot valtiollisessa tutkimus-rahoituksessa

sekä yliopistojen fokuoaituminen eri tieteenaloille. Onnistumisen todennäköisyys puolestaan on kiinni tieteenalasta, jolle teknologia perustuu. Toisena ulkoisena, TTO:n toiminnasta riippumattomana tekijänä on teknologiakehityksen vahva sattumanvaraisuus, joka johtuu tutkimukseen perustuvan kehityksen yleisestä epävarmuudesta. Jos teknologian menestyksellinen kehittäminen yliopistossa tai yrityksessä on sattumanvaraista, ei sen kaupallinen menestyskään voi olla mielekäs mittari TTO:n toimintaa mitattaessa, koska TTO ei ole vastuussa itse teknologian kehittämisestä.

Sen sijaan toimistoissa painotettiin vahvasti yhteiskunnallista näkökulmaa. Tärkeimpänä pidettiin teknologian saamista yhteiskunnan käyttöön, jopa vaikkei se olisi yliopiston kannalta aina taloudellisesti optimaalisin vaihtoehto. Teknologian lisensoinnin positiiviset vaikutukset työpaikkojen lisääntymiseen, alueellisen ja kansallisen talouden vahvistamiseen, verotuloihin ja ihmiskunnan vitsauksien kukistamiseen ovat päätöksentekokriteereinä etusijalla. Paikallisen aluetalouden tukeminen korostuu tavoitteena etenkin julkisissa yliopistoissa, joiden kytkös lähiympäristöön alueellisesta verotuksesta saadun rahoituksen kautta on ilmeinen. Taas toisissa yliopistoissa, jotka sijaitsevat taloudellisen toiminnan vilkkaissa keskuksissa (esim. Piilaaksossa), kytkös alueellisen talouden palveluun on pikemminkin implisiittinen; potentiaalliset asiakkaat yksinkertaisesti vain sijaitsevat lähiympäristössä.

Yhtenä esimerkkinä yllä lueteltujen tavoitteiden mukaisesta toiminnasta on se, että lisensoijia myönnetään usein mieluummin nuorille vastaperustetuille teknologiayrityksille, joiden uskotaan kehittävän ko. teknologiaa aggressiivisesti kohti markkinoita, kuin suuryrityksille, joiden luullaan käyttävän lisenssiä esim. patenttiaidan rakentamiseen puhtaasti strategisessa mielessä – jälkimmäisessä tapauksessa patentti jäisi todennäköisesti hyödyntämättä. Näin saatetaan toimia myös vaikka suuryritys tarjoaisi lisensoijista huomattavasti enemmän. Toisena hyvänä esimerkkinä voidaan pitää sitä, että teknologioita saatetaan ääritapauksissa lisensoida jopa ilmaiseksi, mikäli teknologian kaupalliset markkinat eivät ole yrityksille houkuttelevia. Tästä hyvinä esimerkkeinä toimivat erittäin harvinaisten sairauksien parantamiseen tarkoitettut teknologiat, joille yksikään yritys ei kaupallisten markkinoiden olemattomasta koosta johtuen suostu kehittämään ratkaisuja. Eräs tutkimuksessa mukana ollut yksityinen yliopisto jopa maksoi kehittäjälle, jotta tämä kehittäisi terapeuteknologian prototyyppitasolle, joka sitten voitiin lahjoittaa ko. harvinaista sairautta vastaan taistelevalle yhdistykselle. Molemmissa esimerkeissä oli kysymyksessä yksityinen yliopisto. Vahvana taustavaikuttajana toiminnan päätöksenteon ohjauksessa toimii myös Bayh-Dole -asetus vuodelta 1980, joka kehottaa pohjoisamerikkalaisia yliopistoja suosimaan pieniä ja paikallisia yrityksiä teknologiansiirrossa.

Itse teknologiansiirtoprosessissa toimistojen suurin lisäarvo piilee niiden katalysoivassa roolissa akateemisen ja kaupallisen maailmojen välissä, mitkä ovat perinteisesti olleet vaikeasti yhteen sovittavissa. Suurimpana kynnyksenä on akateemisen maailman teknologia- ja tutkimuslähtöisyyden yhteensopimattomuus kaupallisen maailman asiakastarvelähtöisyyden kanssa: usein keksintö ei vastaa markkinatarvetta. Tutkija myös perinteisesti haluaa julkaista keksintönsä saatuttaakseen mainetta omalla sarallaan, akateemisen maailman pelisääntöjen mukaisesti, kun yhtiöt taasen ovat kiinnostuneita nimenomaan vahvasti suojatusta teknologiasta.

Tässä asetelmassa teknologiansiirtotoimisto toimii mediaattorina, tai kuten haastatteluissa kuvaavasti todettiin, eräänlaisena ”match making”-organisaationa näiden kahden maailman välillä. Toimistoissa oleva erittäin vahva ja poikkitieteellinen osaaminen pystyy keskustelemaan tasa-arvoisesti ja sujuvasti kummankin maailman kanssa. Osaaminen varmistaa kummankin osapuolen kunnioituksen TTO:ta kohtaan ja mahdollistaa estottoman kommunikaation osapuolten kanssa.

Toimisto tulkkaa teknologia- ja tiedepainotteisen viestin keksijältä teollisuudelle, painottaen kyseisen teknologian potentiaalia kysynnän tyydyttäjänä. Tähän tarkoitukseen yksittäisessä henkilössä yhdistyvä poikkitieteellinen, tieteellistä substanssi- ja liiketaloudellista asiantuntijuutta yhdistävä osaaminen on keskeistä. Vastaavasti tiivis kanssakäyminen yritysten kanssa auttaa toimistoa myös välittämään viestiä toiseen suuntaan tutkijalle, vaikuttaen siten teknologian kehityksen suuntaan jo varhaisessa vaiheessa.

Pystyäkseen toimimaan tällaisena välittäjänä tulee toimistolla olla hyvä sisäinen infrastruktuuri ja laaja ulkopuolisten toimijoiden verkosto. Verkostoon tulee kuulua mm. tutkijat yliopistossa, yliopiston muut teknologiansiirtoon vaikuttavat yksiköt kuten hallinto, eri alojen yritykset ja teollisuusyhdistykset, yrittäjäliitot ja -yhdistykset, yrittäjäyyskoulutuskeskukset ja rahoittajat. Saattamalla näitä komplementaarisia toimijoita yhteen toimistot edistävät yhteistyötä, joka taas edistää teknologiansiirtoprosessia. Tätä voidaan kutsua verkoston johtamiseksi: johdetaan pääsääntöisesti toimiston ulkopuolisia toimijoita kaikilla teknologiansiirtoprosessin osa-alueilla ja prosessin kaikissa vaiheissa.

Toimistot vaikuttavat myös paikallisen akateemisen maailman asenteisiin ja valmiuksiin toimia lähempänä kaupallista rajapintaa tarjoamalla tutkijoille asiaan liittyvää koulutusta. Seuraava lista tiivistää toimistojen tuottamat arvoa lisäävät palvelut ja aktiviteetit:

- Yliopistotutkijoiden koulutus kaupallistamiseen ja keksintöjen oikeudelliseen suojaamiseen liittyvissä asioissa
- Yliopistotutkijoiden asenteen laajentaminen puhtaasti tiedelähtöisistä kysymyksistä tuoteratkaisuja painottaviin kysymyksiin luennoimalla ja erilaisia tapahtumia järjestelmällä, joissa teollisuuden ja rahoitusmaailman edustajia tuodaan valaisemaan asiaa
- Yliopistotutkijoiden ”asiakaslähtöinen” palvelu, joka tarkoittaa erityisesti tutkijoiden neuvontaa ja heidän kaupallistamiseen liittyvien ongelmien ratkaisemista alttiisti. Tutkijoiden luottamuksen ylläpito toimiston toimivuuteen ja tämän kykyyn ajaa tutkijoiden asiaa jouhevasti ja tehokkaasti on keskeinen menestystekijä teknologiansiirtoprosessin kestävään ylläpitoon. Palveluja voivat olla esim. sijoittajille ja yrittäjille suunnattujen teknologiaesittelyjen laadinnassa avustaminen. Ääritapauksissa TTO saattaa aktiivisesti auttaa kaikissa yliopiston teknologiaan perustuvan uuden yrityksen perustamiseen liittyvissä asioissa kuten johdon rekrytoinnissa, lupahakemuksissa, rahoituksen varmistamisessa jne. Tämä on kuitenkin harvinaisempaa.
- ”Prior art”-analyysin tuottaminen
- Patenti-, tekijänoikeus- ja tavaramerkkisuojan laajuuden suunnittelu ja toteuttaminen
- Lisenssisopimusten ehtojen toteutumisen seuranta ja jatkotoimenpiteistä huolehtiminen
- Materiaalisiirtoihin liittyvien omistusoikeudellisten ja käyttöoikeudellisten asioiden hoito ja ratkaiseminen
- Lisensointiehtojen neuvottelu lisenssinottajan kanssa
- Keksintöjen kaupallisen potentiaalin arviointi
- Keksintöjen markkinointi
- Teollisuuden palautteen välittäminen tutkijoille
- Myös yliopiston muiden osastojen kuten esim. hankinta-, ATK- tai tutkimussopimusosastojen patenti-, tekijänoikeus- ja tavaramerkkiasioiden hoitaminen
- Toimii portaalina, jonka kautta yritykset voivat kustannustehokkaasti ja keskitetysti etsiä toimintaansa sopivia teknologioita. Näin yritysten ei tarvitse kahlata satunnaisesti läpi yliopistojen laboratorioita ja yksittäisiä tutkijoita etsiessään tarvitsemaansa teknologiaa.

- Eri toimijoiden kuten yrittäjien, rahoittajien, tutkijoiden ja erinäisten tukiyhdistysten kuten yrittäjakeskusten yhteen saattaminen TTON oman verkoston avulla. Teknologiansiirtoprosessin edistämisen lisäksi tämä toiminta saattaa tuottaa muutakin arvoa kuten konsultointiprojekteja tutkijoille, rekrytointimahdollisuuksia ja hallituspaikkoja tutkijoille.

### 2.2.3 Implikaatiot Suomessa tapahtuvaan teknologiansiirtotoimintaan

Osa TTO-toiminnasta on suoraan riippuvaista USAssa toimivien toimistojen alueellisista, uniikeista ympäristöistä ja niiden ekosysteemeistä. Arviomme mukaan osia toiminnasta on kuitenkin sovellettavissa myös muihin konteksteihin:

- TTON tulee ymmärtää roolinsa kahden toisiaan miltei hylkivän maailman, tieteellisen ja kaupallisen, välissä, joilla kummallakin on täysin poikkeavat päämäärät, resurssit, verkostot ja osaamisohjat. TTON tulee aktiivisesti tulkata viestejä näiden maailmojen välillä kumpaankin suuntaan ja pyrkiä paikkaamaan puuttuvat verkostokytkökset näiden välillä. TTO voi joko
  - lähentää maailmoja kouluttamalla osapuolia toistensa käytännöissä ja tarpeissa sekä auttamalla luomaan suoria yhteyksiä henkilötasolla näiden välille, tai
  - tyytyä välittäjäksi maailmojen välillä, jolloin prosessi kulkee aina TTON kautta.
- Tähän tarkoitukseen keskeisin voimavara on poikkitieteellinen ja –taidollinen osaamisohja, joka täytyy manifestoitua jokaisessa yksittäisessä virkailijassa. Jos tieteellinen ja kaupallinen tietämys ja kokemus eivät yhdy yksilössä, ei tulkkaus ole edelleenkään mahdollista ongelman siirtyessä ainoastaan TTON ulkopuolelta sen sisäpuolelle. Suurena haasteena onkin rekrytoida kaupallisella puolella hyvin kokeneita tieteellisen koulutuksen saaneita yksilöitä teknologiansiirtotoimiston palkkalistoille.
- TTON tulee rakentaa vahva ja monitahoinen verkosto komplementaarista osaamista ympärilleen. Ihannelilanteessa kaikki teknologiansiirtoprosessiin merkittävästi osallistuvat instanssit lupaviranomaisia, yrittäjakeskuksia, aluekehityskeskuksia myöten kuuluvat kiinteästi TTON verkostoon ja tukevat yksittäisen teknologian siirtymistä yliopistosta markkinoille sen eri vaiheissa. TTON pitää pystyä nojautumaan tällaisten instanssien tarjoamaan komplementaariseen palvelutarjontaan. Jotta prosessia pystyttäisiin ohjaamaan tehokkaasti, tulee verkoston solmujen koostua henkilötasoisista yhteyksistä sen sijaan, että prosessi etenisi paperia liikuttamalla tuntemattomalta henkilöltä toiselle. TTON tehtävänä on johtaa tai ainakin vaikuttaa yksittäisten henkilöiden toimintaan eri instansseissa kohti yhteistä päämäärää.
- Teknologiansiirron tarkoituksena on palvella yhteiskunnan hyvää. Lyhytaikaisen voiton maksimointi on usein tätä tavoitetta vastaan. TTON päätökset, jotka määrittelevät lisenssiehdot ja valitsevat lisenssinottajan, ovat keskeisimmässä asemassa suuntaa valittaessa.
- Yliopistojen tavoite ei ole tuottaa voittoa. Ulkopuolisen rahoituksen järjestelmällinen hankinta tulee rakentaa muita kanavia pitkin. Teknologiansiirto ei ole tähän tarkoitettu mekanismi.

## 2.3 Bioteknologian kestävä kehittäminen - uusia näkemyksiä Suomen bioalaan

Bioteollisuuden ennakkointihankkeen osaprojektissa ”Bioteknologian kestävä kehittäminen” analysoitiin Suomen bioteollisuuden ominaispiirteitä ja hahmotettiin alan kestävä kehittäminen strategiaa. Työssä todettiin, että teknologian kehityshankkeita tulisi nykyistä selkeämmin ohjata palvelemaan markkinoilla esiintyviä tarpeita. Myös julkisen sektorin teknologiaohjelmien pitäisi ensisijaisesti tähdätä tuotteiden tai prosessien kehittämiseen ilman, että ennalta sitoudutaan vain tietynlaisten teknologioiden käyttöön. Näin voitaisiin nykyistä paremmin varmistaa, että teknologisesti edistykselliset projektit saavuttavat taloudellisen potentiaalinsa. Julkinen sektori voi lyhyellä aikavälillä vahvistaa niiden aloittelevien teollisten klusterien osia, jotka ovat avainasemassa pitkän aikavälin taloudellisen kasvun edistämisessä.

### 2.3.1 Markkinalähtöisyys teknologian kehityshankkeiden lähtökohdaksi

Raine Hermansin ja Martti Kulvikin toimittama kirja **“Sustainable Biotechnology Development – New Insights into Finland”** (ETLA B 217) julkistettiin helmikuussa 2006. Kirjassa korostetaan, ettei bioteknologian kehittäminen ole itseisarvo. Esimerkiksi energiasovelluksiin tähtäävä teknologiaohjelma voisi tukea sekä bioteknologiaan perustuvaa tutkimus- ja kehitystoimintaa että tavanomaisten fysikaalisten ja kemiallisten teknologioiden kehittämistä.

Nykyisessä kehitysvaiheessa bioteollisuuden ”teknologiaohjelmat” tulisi selkeästi suunnata erillisiin sovellusaloihin sen sijaan, että fokusoidutaan yksittäisten teknologioiden tai teknologiaryppäiden kehittämiseen. Tämä ohjaisi teknologiayrityksiä keskittymään asiakkaidensa tarpeisiin jo tuotekehitysprojektien alkuvaiheissa.

Bioteknologian kaupallista arvoa tulisi verrata vaihtoehtoisten tai jo käytössä olevien teknologioiden arvoon. Uuden teknologian kehitystyötä tulee tukea vain, jos se tarjoaa selviä etuja olemassa oleviin teknologioihin verrattuna. Kunkin sovellusalueen ja yrityksen saama julkinen tuki voi olla voimakasta, mutta sen pitäisi jäädä väliaikaiseksi, kirjassa suositellaan.

Julkisella sektorilla voi olla hyvinkin tärkeä rooli, kun bioteollisuutta valmistellaan kohtamaan kansainvälisen kilpailun haasteet ja sitä ohjataan hyödyntämään muiden teollisuusalojen tarjoamat yhteistyömahdollisuudet. Julkisen sektorin tulisi erityisesti vahvistaa niitä hankkeita, jotka ovat samansuuntaisia sen pitkän aikavälin kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa, tai joissa selkeästi hyödynnetään yksittäisen alueen riittävän runsaita ja erikoistuneita voimavaroja.

### 2.3.2 Tulosten soveltaminen

Seuraavassa esitellään osahankkeen pohjalta kuusi keskeistä suositusta julkisesti keskusteltavaksi.

#### *1. Bioteknologia muiden teknologioiden rinnalle teknologiaohjelmissa*

Julkisen sektorin teknologiaohjelmat tulisi järjestää siten että ne tähtäävät ensisijaisesti tietyn sovellusalan teollisten tuotteiden tai prosessien kehittämiseen, ilman sitoutumista yhdenlaisen teknologioiden käyttöön. Tämä ohjaa teknologian kehitysprojekteja tarkastelemaan suoraan markkinoiden tarpeita, ja varmistaa samalla osaltaan että teknologisesti edistykselliset projektit saavuttavat taloudellisen potentiaalinsa.



Biotekniikan kehittämistä tulisi verrata muihin nykyisin käytössä oleviin teknologioihin tietyn sovelluksen hyödyntämisessä tai valmistuksessa. Esimerkiksi energiasovelluksiin tähtäävä teknologiaohjelma voisi tukea tutkimus- ja kehitystoimintaa joka perustuu, ei ainoastaan bioteknologiaan, vaan myös tavanomaisten fysikaalisten, kemiallisten tai modernien biologisten teknologioiden kehittämiseen. Jos ja vain jos uusi teknologia tarjoaa selviä etuja olemassa oleviin teknologioihin verrattuna, uuden teknologian kehitystyötä tulee tukea voimakkaasti mutta väliaikaisesti.

## ***2. Bioinformatiikkatutkimuksen ja -teollisuuden toiminta-mahdollisuuksien edistäminen***

Bioinformatiikkaa hyödynnetään vahvasti lähes kaikilla biotekniikan sovellusalueilla. Suomen teollinen rakenne tarjoaa mahdollisuuksia sekä osaavan työvoiman että tieto- ja viestintäalan kaupallisen menestyksen myötä syntyneen liiketoimintaosaamisen muodossa. Bioinformatiikkaan liittyvien kaupallisten sovellusten syntyminen saattaisi toimia siltana tieto- ja viestintäalan liiketoimintaosaajien ja pääomasijoittajien kiinnostumiseen ja uskaltautumiseen biotekniikan pariin.

## ***3. Julkinen sektori edistämässä kestävästä kehityksestä tukevia ohjelmia***

Biotekniikkayritysten tutkimus- ja kehitysprojektit tähtäävät yrityksen omistajien varallisuuden kasvattamiseen. Kestävä kehitys, joka keskittyy pitkän aikavälin vaikutuksiin, ei kuitenkaan välttämättä tarjoa kannustimia yritysjohdolle. Julkinen sektori voisi pyrkiä ohjaamaan yritysten tutkimus- ja kehitystoimintaa haluamaansa suuntaan, joka on linjassa kestävästä kehityksen tavoitteiden kanssa. Yhteiskunta voisi määrittellä, paljonko se on valmis maksamaan kestävästä kehityksestä, jolloin biotekniikkayritykset puolestaan voisivat verrata julkisten tavoitteiden vaihtoehtoiskustannuksia yksityisen pääomarahoitukselehtoisesti.

## ***4. Julkinen sektori aloittavien yritysten tukijana: toiminta yrityksen asiakkaana***

Julkinen sektori voi toimia vaativana asiakkaana joka vaatii rahoilleen suoraa vastinetta taloudellisesti mielekkäissä ja omien tavoitteidensa mukaisissa hankkeissa. Tämä ohjaa yritystä miettimään asiakkaan saavuttamia hyötyjä, ja auttaa yhtiötä kehittämään mm. kustannus-hyöty-mittareita tuotteen hinnoittelun perustaksi. Julkisen sektorin omaksuma asiakkuusrooli saattaisi olla olennainen kannustin myös liiketoimintaosaamisen ja -kokemuksen synnyttämiseksi alkavaan biotekniikkayritykseen.

## ***5. Julkinen sektori aloittavien yritysten rahoittajana: toiminta pääomasijoittajana***

Kypsemmässä vaiheessa olevalle biotekniikkayritykselle julkisen sektorin instituutio käyttää markkinaehtoisia rahoitusinstrumentteja toimien pääomasijoittajan tavoin. Pääomasijoittajan rahoitusehtojen tulisi olla vertailukelpoisia yksityisen pääomasijoittajan tarjoamiin ehtoihin, jotta voitaisiin välttää vakavia häiriöitä rahoitusmarkkinoilla (Hermans, Kamien, Kulvik ja Tahvanainen 2008). Ellei projekti etene asetetun aikataulun mukaisesti, julkisen sektorin pääomasijoittaja asettaa sanktion: projekti lopetetaan, realisoidaan muilla tavoin tai omistusta siirretään rahoittajan ilmoittamalle taholle siten, että tällainen verovaroin rahoitettu tuotekehitysprojekti tuottaa positiivisia ulkoisvaikutuksia muille kaupallistajille.

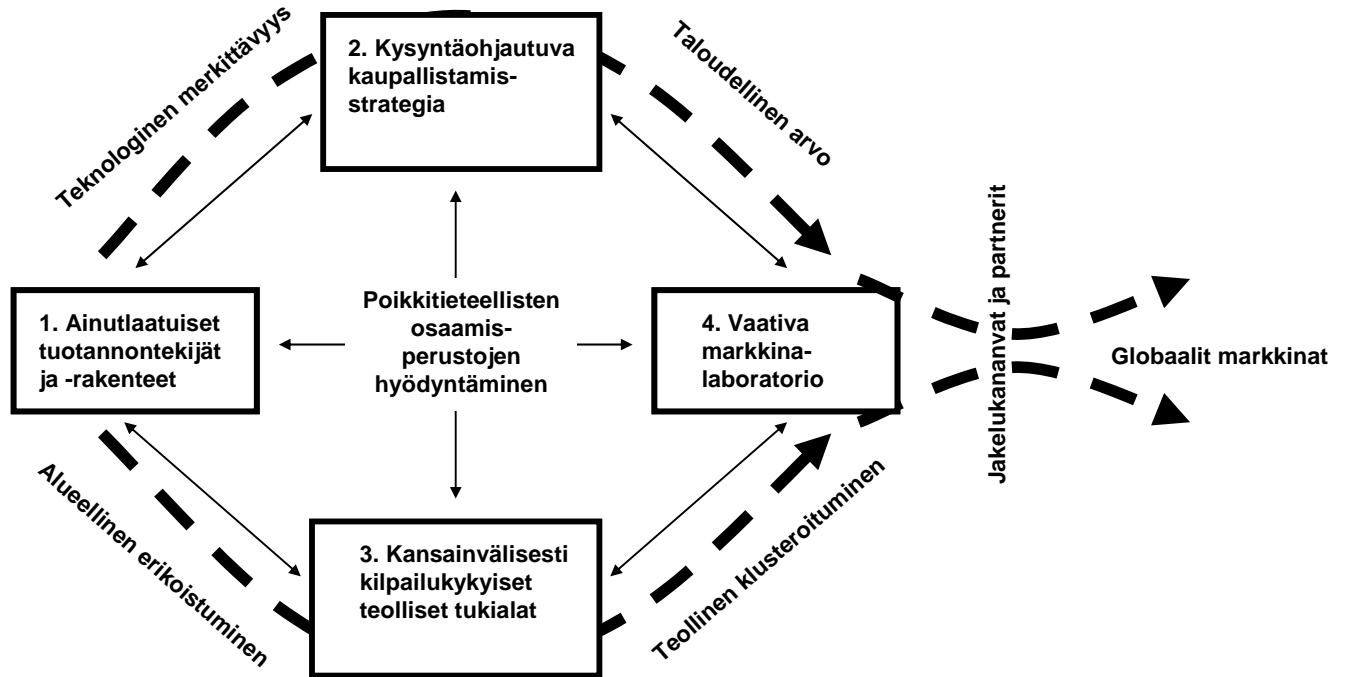
## ***6. Kilpailukykyisten klustereiden voimistaminen***

Biotekniikka-alan kehitystä voimistaisi sellaisten klustereiden identifiointi ja tukeminen, jotka hyödyntävät alueellisesti kriittistä massaa sekä kansallisesti suhteellisen runsaita mutta globaalisti suhteellisen harvinaisia voimavarojamme. Tällaisten klustereiden tulee rakentua (kuva 2):

1. Kansainvälisesti ainutlaatuisiin tuotannontekijöihin ja infrastruktuuriin
2. Kysyntäohjautuvaan kaupallistamisstrategiaan
3. Kansainvälisesti kilpailukykyiseen teolliseen tukialaan
4. ”Vaativaan markkinalaboratorioon”



Julkinen sektori voi vahvistaa lyhyellä aikavälillä sellaisia aloittelevien teollisten klusterien osia, jotka ovat avainasemassa taloudellisen kasvun edistämässä pitkällä aikavälillä.



Kuva 2: Klusterien rakentuminen alueellisen kansainvälisen kaupan näkökulmasta.

Kirjassa identifioimme neljä esimerkkiklusteria. Nämä eivät kuitenkaan muodosta tyhjentävää selvitystä Suomen bioteollisuuden mahdollisista sovellusalueista, ja niiden toimintamahdollisuudet riippuvat olennaisesti esimerkiksi lainsäädännön kehittymisestä. Esimerkkiklusterimme ovat:

1. Suomen ainutlaatuisiin potilastietokantoihin perustuva lääkekehitys ja diagnostiikka, joka tähtää terveydenhuollon kustannusten pienentämiseen,
2. Tampereen alueelliseen osaamiskeskittymään perustuva biomateriaalien kehitys,
3. Terveysvaikutteisten elintarvikkeiden kehitys, joka tähtää ennaltaehkäisevästi terveydenhuollon kustannusten pienentämiseen ja joka hyödyntää maatalouden sovelluksia sekä metsätalouden ja -teollisuuden sivutuotteita,
4. Energiasovellusten klusteri, joka hyödyntää runsaita metsävarojamme sekä nojaa joustavaan maataloustuotantoon ja joka tähtää fossiilisten polttoaineiden taloudellisesti mielekkääseen korvaamiseen.

Edellä esitetyt klusterit voidaan myös nähdä ehdotuksena julkisin varoin tuetuista ohjelmista. Nykyisessä kehitysvaiheessaan bioteollisuuden ”teknologiaohjelmat” tulisi selkeästi suunnata erillisiin sovellusaloihin yksittäisten teknologioiden tai teknologiaryppäiden tukemisen sijaan. Tämä ohjaisi teknologiayrityksiä keskittymään asiakkaidensa tarpeisiin jo tuotekehitysprojektien alkuvaiheissa.

### 2.3.3 Yhteenveto

Bioteknologioiden kehittämisessä ei sinällään ole yritystoiminnan kannalta itseisarvoa. Bioteknologioiden kaupallista arvoa tulisi pikemminkin verrata vaihtoehtoisten teknologioiden

tuottamaan arvoon. Tämän mukaisesti bioteknologia voisi tulla osaksi teknologiavaihtoehtoja yrityksille, jotka toimivat perinteisillä toimialoilla.

Kirjassa kuvatut työvälineet ja ennustemenetelmät muodostavat perustuksen jatkokeskustelulle ja suunnittelulle. Näitä työvälineitä voitaisiin käyttää myös muilla korkean teknologian aloilla, jotka ovat kaupallistamisen alkuvaiheissa. Näin kyettäisiin hyödyntämään Suomen bioteollisuuden kehittymisestä saatuja arvokkaita kokemuksia proaktiivisesti muilla syntyvillä korkean teknologian aloilla.

## 2.4 Suomen biotekniikkateollisuuden agglomeraatio- ja erikoistumisjakauksen taloustieteellinen analyysi

Tutkimus pyrki selvittämään löytyykö biotekniikkateollisuuden maantieteellisesti suhteellisen hajautuneelle jakautumiselle taloustieteellisesti perusteltua selitystä. Tähän tarkoitukseen oli keskeistä kuvailla yrityksiä ja niiden ominaisuuksia erityyppisillä alueilla. Analyysissä tunnistettiin 9 eri yritystyyppiä. Vertaamalla yritysten ominaisuuksia näiden sijaintialueen ominaisuuksiin saatiin kolme keskeistä tulosta:

1. Suomen periferiassa sijaitsevien yritysten tulisi selkeästi keskittyä biotekniikkateollisuuden niille sektoreille, joilla alueellinen tutkimus yliopistoissa on vahvaa. Toisin kuin yritykset, jotka sijaitsevat isoissa, monitieteellisissä keskuksissa, periferiat nauttivat alhaisemmista kustannuksista työvoiman sekä tilojen suhteen. Erikoistumalla yritykset voivat helpommin jakaa resurssejaan yhteistyön muodossa ja täydentää siten tietämystään, jolloin yksittäisen teknologian kehitys tehostuu ja nopeutuu. Yritysten keskinäinen yhteistyö on siis alueen menestyksen kannalta tärkeää. Mikäli yritykset periferiassa eivät erikoistu, hajautetaan resursseja eikä yhteistyöstä ole tehostavaa hyötyä. Kehityksestä tulee tehotonta eikä periferia-alueen pieni kysyntä riitä kannattamaan substanssiltaan hyvin heterogeenistä toimintaa.
2. Sijainti agglomeroituneessa, monitieteellisessä keskittymässä on monesta syystä mielekästä. Ensinnäkin alueen suuri kysyntä kantaa monenlaista toimintaa. Jokainen alueella toimiva yritys lisää lisäksi paikallista kysyntää entisestään. Syntyy myönteinen kierre, jossa kysyntä kasvattaa yrityskantaa, joka puolestaan kasvattaa kysyntää. Monitieteellinen ympäristö edistää myös innovaatiotoimintaa mahdollistaessaan poikkitieteellistä yhteistyötä. Tällaiset keskuksat toimivatkin innovaatiomooottoreina, kun taas erikoistuneiden periferioiden rooli on ideaalitapauksessa tehokas teknologiakehitys. Mitä tiheämmäksi toiminta kehittyy keskuksissa, sitä kalliimmaksi toiminta tulee tilojen ja palkkojen suhteen. Tästä syystä toiminnan siirto omalle alalle erikoistuneeseen periferiaan saattaa olla yksittäisen yrityksen kohdalla perusteltua.
3. Aineiston perusteella julkisen vallan panostukset biotekniikkateollisuuteen eivät ole noudattaneet selvää erikoistumisstrategiaa. Panostuksia on jaettu varsinaiseen toimintaan katsomatta joka puolelle Suomea. Tämä tarkoittaa sitä, että panostuksia on virrannut myös sellaiseen toimintaan, joka ei taloustieteen perusteella olisi mielekästä tietyillä alueilla. Tämän löydöksen valossa kritiikki, joka kiteytyy popularisoidussa ilmaisussa ”alueiden tekohengitys”, näyttäisi olevan oikeutettua.

## 2.5 Bioteknologia Suomen metsäklusterin kilpailukyvyyn uudistajana

Bioteollisuuden ennakointihankkeen osaprojektissa ”Bioteknologiasta Suomen metsäklusterin kilpailuetu” on tarkasteltu Suomen metsäsektorin bioteknologisen tutkimuksen nykytilaa ja tulevaisuuden näkymiä. Selvityksessä arvioidaan bioteknologisten sovellusten voivan tulevaisuudessa vahvistaa Suomen metsäsektorin kilpailukykyä tehostamalla puuntuotantoa ja teollisuuden tuotantoprosesseja sekä mahdollistamalla uusien tuotteiden kehittäminen.

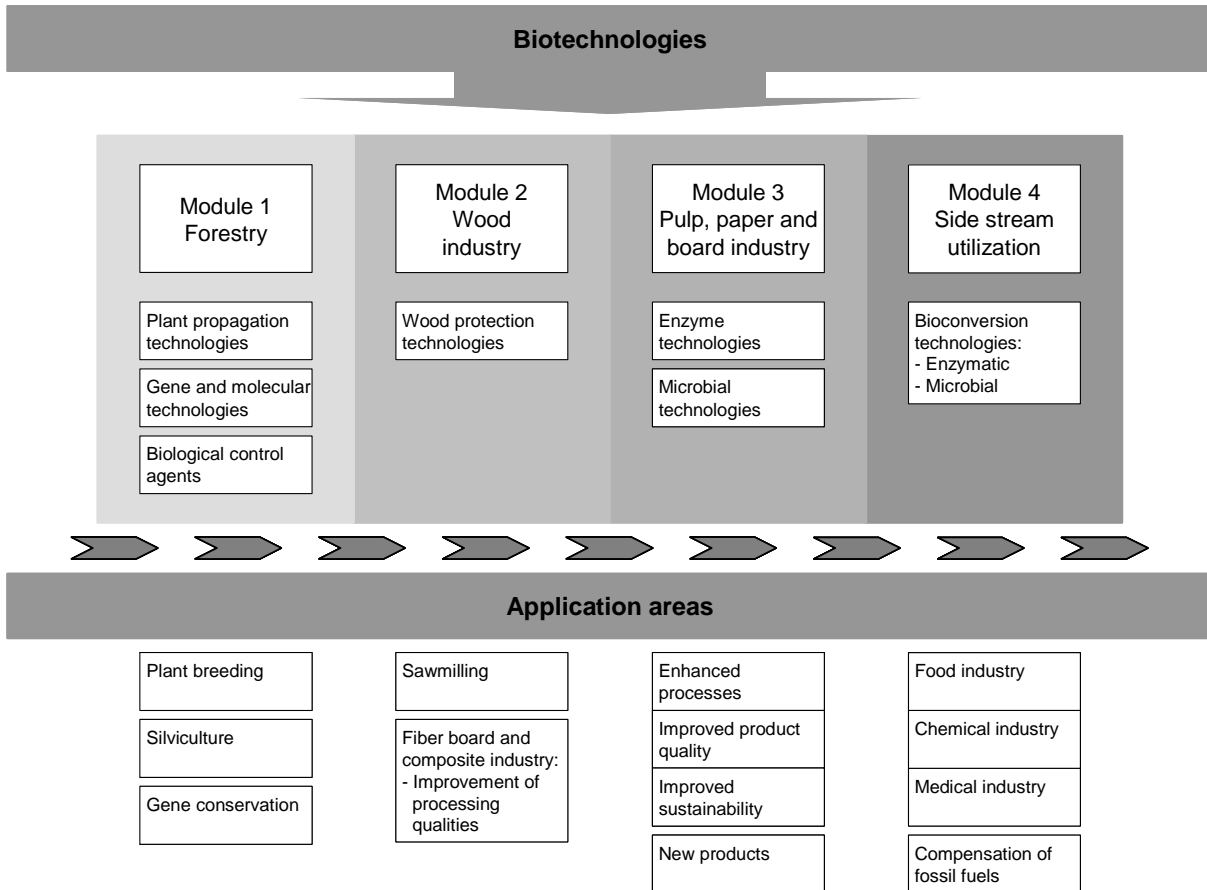
Työ tehtiin yhteistyössä KCL Science and Consulting ja Savcor Indufor Oy:n kanssa. Tutkimushankkeen tulokset julkaistiin maaliskuussa 2007 Raine Hermansin, Martti Kulvikin ja Hanna Nikinmaan toimittamassa kirjassa **Biotechnology as a Competitive Edge for the Finnish Forest Cluster** (ETLA B 227).

Metsätalouteen liittyvä tutkimus kärsii resurssipulasta ja vähäisestä yhteistyöstä yrityssektorin kanssa. Pitkät perustutkimushankkeet ovat usein soveltavan tutkimuksen ja yritysten tutkimus- ja kehitysinvestointien näkökulmasta liian aikaa vieviä. Akateemisten tutkimushankkeiden ja yritysten välillä on vain harvoja aktiivisia kytkentöjä.

Useita uusia, pääosin julkisin varoin kehitettyjä jalostus-, taimituotanto- ja puunsuojeluteknologioita on olemassa, mutta pääosin ne eivät ole vielä riittävän kustannustehokkaita laajamittaiseen soveltamiseen (kuva 3). Metsäteollisuudella ei ole suurta kiinnostusta investoida puuntuotannon tutkimukseen ja kehitykseen, vaikka yhteistyö nykyisten globaalisti toimivien yritysten kanssa näyttää ainoalta mahdollisuudelta kaupallistaa metsätalouteen liittyvää bioteknologiaa, kirjassa arvioidaan.

Julkaistujen tulosten mukaan massa- ja paperiteollisuus hyödyntää biotekniikan tutkimusta ja tuotekehitystä kaikkein aktiivisimmin. Yritykset ovat rahoittajina ja yhteistyökumppaneina kiinteästi mukana tutkimushankkeissa. Tämä heijastuu myös tutkimuksen suuntautumiseen; tulokset ovat hyödynnettävissä ja läheisesti kytköksissä teollisiin sovelluksiin. Bioteknologisia sovelluksia on jo runsaasti käytössä metsäteollisuudessa, esimerkiksi entsyymejä käytetään vähentämään paperikoneiden ajettavuusongelmia (kuva 3).

Teollisissa prosesseissa syntyvien sivuvirtojen hyödyntämistä pitivät tärkeänä sekä akateemiset tutkijat että teollisuuden edustajat. Siihen liittyvän tutkimuksen arvioitiin kasvavan nopeasti. Tutkimusta varten haastatelluista yritysjohtajista 38 prosenttia piti sivuvirtojen hyödyntämistä yhtenä keskeisimmistä tulevaisuuden liiketoimintamahdollisuuksista.



Kuva 3: Bioteknologiat metsäalan arvoketjussa.

Tutkimuksessa arvioidaan, että Suomen metsäklusterilla on taloudellisia voimavaroja rahoittaa minkä tahansa prosessien tehokkuutta kasvattavan tai kokonaan uusilla sovellusaloilla muita taloudellisia hyötyjä tarjoavan teknologian kaupallistamista. Metsäklusteri on bioteknologian näkökulmasta poikkeuksellisen lupaava ala verrattuna moniin muihin korkean teknologian aloihin, jolla ei ole vastaavaa taloudellista selkärankaa.

### 3. Bioalan koulutuksen kehittämistarpeet suomalaisen bioteollisuuden tulevaisuudennäkymien valossa

Tutkimusprojektissamme analysoimme 89 biotekniikka-alan yritysjohtajan haastatteluaineistoa, jossa johtajia pyydettiin ennakoimaan bioteollisuuden tulevaisuuden kehittymistä. Ennakointitulosten perusteella teknologinen tietämys Suomessa on huipputasoa, mutta liiketoimintaosaamista puuttuu. Aineiston perusteella poikkitieteellinen maisterikoulutus saattaa tuottaa yritystoiminnan kannalta riittämätöntä osaamista sekä teknisen tietämyksen että liiketoimintaosaamisen kannalta.

Luonnontieteellisen peruskoulutuksen aikana tarjottavan liiketoimintakoulutuksen tulisi olla luonteeltaan orientoivaa. Orientoivalla koulutuksella on tärkeä tehtävä koko tutkimusalan toimintakulttuurin ja asenteiden muodostumisen kannalta. Siinä tulisi painottaa voimakkaammin yritys-, rahoitus- sekä juridisen alan ulkoisten asiantuntijoiden järjestelmällistä hyödyntämistä koulutusresursseina. Asenteiden ja valmiuksien muokkauksessa varhainen orientoituminen on keskeistä.

Biotekniikan perustutkintokoulutukseen sisältyy nykyiselläänkin liiketoiminnan periaatteita ja kielenkäyttöä opettavia opintokokonaisuuksia. Kursseja on sekä pakollisina että valinnaisina (esim. HY: Biotekniikka I -Perustutkimuksesta sovelluksiin ja BioBusiness sekä Principles of Business; Tampereen Yliopiston Institute for Medical Technology: BioBusiness I ja II). Lisäksi myös Helsingin Kauppakorkeakoulu on tarjonnut Management of Technology -sarjassaan bioteknologian-alan luentoja. Toimintaa tulisi jatkaa ja mahdollisuuksien mukaan myös laajentaa.

#### 3.1 Biotekniikka-alan liiketoimintaosaamista täydennyskoulutuksella

Liiketoimintaosaamisen pikaiseksi lisäämiseksi bioalalla koulutusponnistelut tulisi kohdentaa työuran aikaiseen täydennyskoulutukseen, joka toteutettaisiin kolmella osa-alueella:

1. Liiketoimintaosaajia tulisi saada biotekniikan kaupallistamisprosesseihin mukaan muilta toimialoilta ”Science for managers”- täydennyskoulutuksella.
2. Huippututkijoita tulisi rohkaista oppimaan liiketoiminnan periaatteita ja kielenkäyttöä lyhytaikaisella ”Business for scientist” -täydennyskoulutuksella.
3. Biotekniikka-alan koulutuksen saaneille tulisi järjestää mahdollisuus kouluttautua uransa aikana muuntokoulutuksella liiketoimintaosaajiksi, ”biotekniikka-ekonomeiksi”.

1. Mikäli biotekniikkayrityksellä on toimitusjohtajana tutkija, yksityiset pääomasijoittajat vaihtavat yleensä toimitusjohtajan liiketoimintaosaajaksi. Jotta muilta liiketoiminta-aloilta voitaisiin saada Suomessakin liiketoimintaosaajia bioteollisuuden johtajiksi, ”Science for managers” -tyyppinen koulutus mahdollistaisi riittävän kielenymmärtämisen ja toimialojen rajat ylittävän liiketoimintaosaamisen siirtymisen.

2. Tohtorikoulutetuille bioalan tutkijoille tarjotaan ”business for scientists” -kursseja esim. suuren innovaatioyliopiston osana, jolloin tutkijat kykenevät kommunikoidaan teollisuuden kanssa ja ymmärtämään niiden tarpeita. Tämän esikuvana voisi mainita Kellogg School of Managementin tarjoama koulutus koko Northwesternin yliopiston luonnontieteen ja teknisen alan professoreille.

Tällainen toimintatapa helpottuu pääkaupunkiseudun innovaatioyliopiston myötä. Erityishaasteeksi jäävät innovaatioyliopiston ulkopuolelle jäävät keskeiset bioteknologia-alan koulutus- ja tutkimusyksiköt, erityisesti Helsingissä, Pirkanmaalla (Tampere), Varsinais-Suomessa (Turku), Pohjois-Savossa (Kuopio) ja Pohjois-Pohjanmaalla (Oulu). Alueellisessa erikoistumisessa tulisikin huomioida yhteistyömahdollisuudet liiketaloudellisessa kurssituksessa. Jokaisella alueella ei välttämättä tarvita omaa Business for scientists -koulutusta, vaan liiketaloustieteellisessä koulutuksessa tulisi synnyttää riittävä kriittinen massa jollekin alueelle ja hyödyntää tätä osaamista koko maan verkostossa. Koulutuksessa voitaisiin hyödyntää kansainvälisiä liiketaloustieteen huippuasiantuntijoita.

3. Vaikka huippututkijoita tulee rohkaista jatkamaan tutkimusuraansa, osalle luonnontieteellisen peruskoulutuksen saaneista tulee tarjota mahdollisuus siirtyä liikkeenjohtajiksi. Tällöin vaativan talous- ja hallintokoulutuksen joustavuutta tulisi lisätä ja panostaa liiketaloudelliseen edellä kuvattua laaja-alaisempaan muunto- tai täydennyskoulutukseen. Esimerkiksi filosofian maisteri tai lääketieteen lisensiaatti voisi täydennyskoulutuksella saavuttaa työuransa aikana liiketalouteen liittyvän ylemmän korkeakoulututkinnon kahdessa vuodessa.

### 3.2 Bioteknologisten sovellusalojen koulutus ja tutkimus: bioinformatiikkaa, perinteisten alojen uusiutumista ja alueellista erikoistumista

Varsinaisesta biotekniikkakoulutuksesta esille nousi erityisesti bioinformatiikka-alan koulutus, jota voidaan soveltaa monella eri sovellusalalla. Esimerkiksi lääkekehitysalalla maamme ainutlaatuiset potilastietokannat ja -aineistot tulisi saattaa yhtenäiseen muotoon, jotta niitä ylipäänsä voitaisiin hyödyntää terveydenhuollon sovellusaloilla, kuten lääkekehityksessä ja diagnostiikassa.

Myös perinteisiin sovellusaloihin, kuten metsäteollisuuteen liittyvän biotekniikka-alan tutkimus ja koulutus on ensiarvoisen tärkeitä jo hyvinkin lyhyellä aikavälillä. Tällä hetkellä erityisesti sellu- ja paperiteollisuus ovat kasvotusten kansainvälisen toimintaympäristön monenlaisien haasteiden ja innovaatiopaineiden kanssa. Tällöin esimerkiksi erilaisiin energiasovelluksiin kohdistuva tutkimustoiminta on avainasemassa. Analyysimme tuloksena erityisesti biomassan hyödyntäminen energiasovelluksina nähtiin hyvin lupaavana tutkimus- ja liiketoiminta-alana.

Alueellisesta osaamiskeskittymästä selkeimpänä esimerkkinä tuli esille biomateriaalisovellusten tutkimus Tampereen alueella Pirkanmaalla. Alueellisen erikoistumisen myötä muutkin kuin keskusalueet voivat luoda tutkimustoimintansa perustaksi riittävän kriittisen massan. Periaatteessa tämänkaltainen erikoistuminen olisi kansainvälisen kilpailukyvyn varmistamiseksi suositeltavaa erityisesti muilla kuin maantieteellisillä keskusalueilla Eteläisimmässä Suomessa.

### 3.3 Muu koulutus

Metsäalalla havaittiin perinteisen puunjalostuksen sivuvirtojen olevan merkittävin uutta arvonlisäystä synnyttävä sovellusalue metsäalan koko arvoketjussa. Tosin sellu- ja paperiteollisuuden liepeillä näyttää oleva edelleen voimakas halu tehostaa jalostusprosesseja, missä voitaisiin hyödyntää myös bioteknologioita. Toisaalta metsäalan kohdalla erityisesti energiasovellusten tutkimus ja koulutus näyttää olevan tulevaisuuden ala. Lisäksi muilla teollisen biotekniikan aloilla on tarvetta jatkossa kehittää tutkimusta ja koulutusta.

### 3.4 Tutkimustoiminnan kannustimet ja innovaatioiden syntyminen

Akateemisen ”perustutkimuksen” ja kaupallistamiseen tähtäävän ”soveltavan tutkimuksen” luonne ja kannustimet ovat selkeästi erilaiset, vaikka biotekniikka-alan perustutkimus näyttää olevan monelta osin käyttötarkoituksiltaan läheistä. Akateemisen tutkimuksen pääkannustimena ovat tieteelliset oivallukset ja tieteellinen julkaisutoiminta, ja käytännön sovellukset voivat olla hyvinkin kaukana tulevaisuudessa. On monia esimerkkejä siitä, ettei etukäteen voida tietää, mitä käytännön innovaatioita perustutkimuksen oivalluksista lopulta kehittyy. Kaupallistamiseen tähtäävässä tutkimuksessa ohjaavana kannustimena ovat konkreettiset sovellukset, jotka toteutuvat lähes yksinomaan kaupallisen toiminnan kautta aktiivisen aineettomien oikeuksien johtamisen avulla.

Erilaisten kannustimien takia akateemista tutkimusta ei voida ohjata samoin periaattein ja perustein kuin kaupallistamiseen tähtäävää tutkimusta. Yhteiskuntamme haasteeksi muodostuu määrätietoisen ja fokusoidun kaupallistamiseen tähtäävän innovaatiotoiminnan tukeminen ja samanaikaisesti korkeatasoisen ja geneerisen akateemisen tutkimuksen turvaaminen ennakkoluulottomana tuottavana ilman, että akateeminen tutkimus pakotetaan yksittäisen sovellusalan ”muottiin”. Yliopistojen ja teollisuuden välissä toimivien teknologiansiirto-organisaatioiden toiminta muodostuu tämän kannalta ratkaisevaksi.

## 4. Projektissa tuotettu kirjallisuus

Hermans, Raine – Kamien, Morton – Kulvik, Martti – Tahvanainen, Antti-Jussi (2008): Government Ownership and Strategies of the Infant Biopharmaceutical Business. In: Hermans, Raine – Kamien, Morton - Kulvik, Martti – Löffler, Alicia (eds.) (2008): *Competitive Advantage of a Small Knowledge Economy. Biotechnology Innovations Reducing Health Care Costs*, Kellogg School of Management and Etna B-series; *in press*.

Hermans, Raine – Kulvik, Martti (eds.) (2006). Sustainable Biotechnology Development – New Insights into Finland, ETLA series B 217.

Hermans, Raine – Kulvik, Martti – Löffler, Alicia (2008): Sustainable Technology Development of the Bio-Pharmaceutical Industry in a Small Open Economy – Utilizing Unique and Regionally Abundant Resources on the Way to Global Markets. In: Hermans, Raine – Kamien, Morton - Kulvik, Martti – Löffler, Alicia (eds.) (2008): *Competitive Advantage of a Small Knowledge Economy. Biotechnology Innovations Reducing Health Care Costs*, Kellogg School of Management and Etna B-series; *in press*.

Hermans, Raine – Kulvik, Martti – Nikinmaa, Hanna (eds.) (2007): Biotechnology as a Competitive Edge for the Finnish Forest Cluster. ETLA series B 227.

Hermans, Raine – Löffler, Alicia – Stern, Scott (2008): The Globalization of Biotechnology: Science-Driven Clusters in a “Flat” World”. The Research Series of National Academies, USA; *in press*.

Tahvanainen, Antti-Jussi – Hermans, Raine (2008a): Intellectual Capital of Highly Ranked Technology Transfer Offices. *To be published in Etna Discussion Papers, June 2008*.

Tahvanainen, Antti-Jussi – Hermans, Raine (2008b): Agglomeration and Specialization Patterns of Finnish Biotechnology –On the Search for an Economic Rationale of a Dispersed Industry Structure. *To be published in Etna Discussion Papers, June 2008*.

Kirjallisuusviitteet:

Hermans, Raine - Kulvik, Martti (2006a): Sustainable Biotechnology Development and International Trade. In: Hermans, Raine – Kulvik, Martti (eds.) (2006): *Sustainable Biotechnology Development –New Insights Into Finland*, Etna B-series 217, Taloustieto, Helsinki 2006.

Hermans, Raine - Kulvik, Martti (2006b): Initiatives on a Sustainable Development Strategy for Finnish Biotechnology. In: Hermans, Raine – Kulvik, Martti (eds.) (2006): *Sustainable Biotechnology Development –New Insights Into Finland*, Etna B-series 217, Taloustieto, Helsinki 2006.

Hermans, Raine – Kulvik, Martti – Löffler, Alicia (2008): Sustainable Technology Development of the Bio-Pharmaceutical Industry in a Small Open Economy – Utilizing Unique and Regionally Abundant Resources on the Way to Global Markets. In: Hermans, Raine – Kamien, Morton - Kulvik, Martti – Löffler, Alicia (eds.) (2008): *Competitive Advantage of a Small Knowledge Economy. Biotechnology Innovations Reducing Health Care Costs*, Kellogg School of Management and Etna B-series; *in press*.



- Hermans, Raine – Kulvik, Martti – Nikinmaa, Hanna (eds.) (2007): *Biotechnology as a Competitive Edge for the Finnish Forest Cluster*. ETLA series B 227.
- Hermans, Raine – Löffler, Alicia – Stern, Scott (2008): *The Globalization of Biotechnology: Science-Driven Clusters in a “Flat” World*. The Research Series of National Academies, USA; *in press*.
- Hussi, Tomi – Hermans, Raine – Kulvik, Martti – Tahvanainen, Antti (2006): *How do You See the Future Prospects of the Finnish Biotechnology Industry? –Interviewing 89 Business Leaders*. In: Hermans, Raine – Kulvik, Martti (eds.) (2006): *Sustainable Biotechnology Development –New Insights Into Finland*, ETLA B-series 217, Taloustieto, Helsinki 2006.
- OECD (2007): *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow’s World*, Volumes 1 and 2, OECD 2007.
- STM (2007): *Biopankit, yhteinen etu -ihmisperäisten näyttekokoelmien hyödyntämistä*. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen selvityksiä 2007:52.
- Tahvanainen, Antti-Jussi – Hermans, Raine (2008a): *Intellectual Capital of Highly Ranked Technology Transfer Offices*. ETLA Discussion Papers; *to be published II/IV 2008*.
- Tahvanainen, Antti-Jussi – Hermans, Raine (2008b): *Agglomeration and Specialization Patterns of Finnish Biotechnology –On the Search for an Economic Rationale of a Dispersed Industry Structure*. ETLA Discussion Papers; *to be published II/IV 2008*.

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

---

Puh./Tel. (09) 609 900  
Int. 358-9-609 900  
<http://www.etla.fi>

Telefax (09) 601753  
Int. 358-9-601 753

**KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847**

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

- No 1098 RITA ASPLUND – OUSSAMA BEN-ABDELKARIM – ALI SKALLI, An Equity Perspective on Access to, Enrolment in and Finance of Tertiary Education. 09.08.2007. 48 p.
- No 1099 TERTTU LUUKKONEN, Understanding the Strategies of Venture Capital investors in Helping their Portfolio Firms to Become International. 17.08.2007. 24 p.
- No 1100 SARIANNA M. LUNDAN, The Home Country Effects of Internationalisation. 21.08.2007. 43 p.
- No 1101 TUOMO NIKULAINEN, Identifying Nanotechnological Linkages in the Finnish Economy. An Explorative Study. 25.09.2007. 31 p.
- No 1102 HELI KOSKI, Do Technology Diffusion Theories Explain the OSS Business Model Adoption Patterns? 29.10.2007. 26 p.
- No 1103 JUKKA JALAVA – PIRKKO AULIN-AHMAVAARA – AKU ALANEN, Intangible Capital in the Finnish Business Sector, 1975-2005. 29.10.2007. 25 p.
- No 1104 BÖCKERMAN, Petri – JOHANSSON, Edvard – HELAKORPI, Satu – UUTELA, Antti, Economic Inequality and Health: Looking Beyond Aggregate Indicators. 05.11.2007. 21 p.
- No 1105 MIKA MALIRANTA – RITA ASPLUND, Training and Hiring Strategies to Improve Firm Performance. 08.11.2007. 45 p.
- No 1106 ESTEBAN FERNÁNDEZ VÁZQUEZ – BART LOS, A Maximum Entropy Approach to the Identification of Productive Technology Spillovers. 08.11.2007. 21 p.
- No 1107 SAMI NAPARI, Is There a Motherhood Wage Penalty in The Finnish Private Sector? 20.11.2007. 46 p.
- No 1108 ANTTI LÖNNQVIST, Intellectual Capital and Productivity: Identification and Measurement of the Relationship at Company-Level. 20.11.2007. 20 p.
- No 1109 MIKA MALIRANTA – PETRI ROUVINEN, Aineettomat investoinnit Suomen yrityksissä vuonna 2004: kokeilu yritysaineistoilla. 20.11.2007. 16 s.
- No 1110 ANNU KOTIRANTA – ANNE KOVALAINEN – PETRI ROUVINEN, Naisjohtoiset yritykset muita kannattavampia? 20.11.2007. 23 s.
- No 1111 MIKA MALIRANTA – SATU NURMI – HANNA VIRTANEN, It Takes Three to Tango in Employment: Matching Vocational Education Organisations, Students and Companies in Labour Markets. 07.12.2007. 36 p.
- No 1112 EDVARD JOHANSSON – PETRI BÖCKERMAN – ANTTI UUTELA, Alcohol Consumption and Sickness Absence: Evidence from Panel Data. 10.12.2007. 10 p.

- No 1113 MIKA WIDGRÉN – KARI ALHO – MARKKU KOTILAINEN – NUUTTI NIKULA – VILLE KAITILA, Avautuva talous ja aluekehitys – suhteellinen etu ja kasautumisvoimat tuotannon sijoittumisen ohjaajina Suomessa. 12.12.2007. 79 s.
- No 1114 MIKA MALIRANTA – SATU NURMI, Does Foreign Presence Stimulate Creative Destruction in Local Markets? 17.12.2007. 15 p.
- No 1115 VILLE KAITILA – KARI E.O. ALHO – NUUTTI NIKULA, Growth Prospects of Emerging Market Economies in Europe – How Fast will They Catch up with the Old West? 31.12.2007. 46 p.
- No 1116 MIKA MALIRANTA – PIERRE MOHNEN – PETRI ROUVINEN, Is Inter-firm Labor Mobility a Channel of Knowledge Spillovers? Evidence from a Linked Employer-Employee Panel.02.01.2008. 26 p.
- No 1117 PIA NYKÄNEN, Sukupuolen vaikutus nuorten toimihenkilöiden urakehitykseen. 07.01.2008. 84 s.
- No 1118 MIKA PAJARINEN – PETRI ROUVINEN, Verkostoitumisen yhteys yritysten kannattavuuteen ja kasvuun: Empiirisiä havaintoja. 14.01.2008. 14 s.
- No 1119 JYRKI ALI-YRKKÖ – OLLI MARTIKAINEN, Ohjelmistoalan nykytila Suomessa. 21.01.2008. 19 s.
- No 1120 SAMI NAPARI, Sukupuolten ammatillinen segregatio Suomen yksityisellä sektorilla vuosina 1995-2004. 22.01.2008. 30 s.
- No 1121 DEREK C. JONES – PANU KALMI – TAKAO KATO – MIKKO MÄKINEN, The Effects of Human Resource Management Practices on Firm Productivity – Preliminary Evidence from Finland. 28.01.2008. 29 p.
- No 1122 KARI E.O. ALHO (Ed.), Tax/benefit Systems and Growth Potential of the EU. 31.01.2008. 89 p.
- No 1123 VILLE KAITILA – ANNI NEVALAINEN – MIKA MALIRANTA – REIJO MANKINEN, Tuottavuuden mittaaminen – Suomi kansainvälisessä vertailussa. 27.02.2008. 39 s.
- No 1124 KARI E.O. ALHO, Trade with the West and Russia – A Long-term Perspective on Finnish Economic Growth, Fluctuations and Policies. 22.02.2008. 28 p.
- No 1125 OLAVI RANTALA, Sosiaalietuuksien rahoituksen alueelliset kuluttajahintavaikutukset. 03.03.2008. 25 s.
- No 1126 PASI HUOVINEN – PETRI ROUVINEN, Does Mass Media Fuel, and Easy Credit Facilitate, Impulse Buys? 10.03.2008. 15 p.
- No 1127 JUKKA LASSILA – TARMO VALKONEN, Applying The Swedish Pension Brake. 01.04.2008. 16 p.
- No 1128 KARI E.O. ALHO, Regulation of Energy Prices in Russia. 25.03.2008. 20 p.
- No 1129 ARI HYYTINEN – PETRI ROUVINEN, The Labour Market Consequences of Self-Employment Spells: European Evidence. 25.03.2008. 25 p.
- No 1130 RAINE HERMANS – MARTTI KULVIK – ANTTI-JUSSI TAHVANAINEN, Biotekniikan ennakointi. 26.03.2008. 23 s.

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

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