

Selvitys molekyyllääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimuslaitoksen perustamistarpeesta ja toteuttamisvaihtoehdoista

Opetusministeriön julkaisuja 2005:46

Kimmo Halme

Selvitys molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimus- laitoksen perustamistarpeesta ja toteuttamisvaihtoehdoista

Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2005:46

Kimmo Halme



OPETUSMINISTERIÖ

Undervisningsministeriet

MINISTRY OF EDUCATION

Ministère de l'Éducation

Opetusministeriö / Undervisningsministeriet

Koulutus- ja tiedepolitiikan osasto / Utbildnings- och forskningspolitiska avdelningen

PL / PB 29

00023 Valtioneuvosto / Statsrådet

<http://www.minedu.fi/julkaisut/index.html>

Yliopistopaino / Universitetstryckeriet, 2005

ISBN 952-485-067-2 (nid./htf)

ISBN 952-485-068-0 (PDF)

ISSN 1458-8102

Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä/

Undervisningsministeriets arbetsgruppspromemorior och utredningar 2005:46

Kuvailulehti

Julkaisija
Opetusministeriö

Julkaisun päivämäärä
19.12.2005

Tekijät (toimielimestä: toimielimen nimi, puheenjohtaja, sihteeri) Selvitysmies: Kimmo Halme	Julkaisun laji Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä		
	Toimeksiantaja Opetusministeriö		
	Toimielimen asettamispvm 28.1.2005	Dnro 65/043/2004	
Julkaisun nimi (myös ruotsinkielinen) Selvitys molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimus-laitoksen perustamistarpeesta ja toteuttamisvaihtoehdoista (Utredning av behovet att grunda en forskningscentral för molekylär medicin, genetik och epidemiologi och av alternativa genomföranden)			
Julkaisun osat Muistio + liite			
Tiivistelmä <p>Opetusministeriö kutsui selvityshenkilöksi Kimmo Halmeen Advansis Oy:sta. Selvityshenkilön tehtävänä oli kartoittaa molekyyli-lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimuksen nykyiset toimijat ja rahoituspohjan sekä selvittää eri tahojen kiinnostus resurssien yhdistämiseen ja vahvistamiseen. Selvityshenkilön tuli ottaa kanta siihen, tulisiko perustaa uusi itsenäinen tutkimuslaitos ja/vai vahvistaa tutkimuksen kansainvälistymistä muilla keinoilla ottaen huomioon biotekniikan tutkimusvoimavarojen säilymisen ennallaan tai kokonaisrahoituksen kasvu eri vaihtoehdoilla. Mikäli selvityshenkilö päätyisi kannattamaan uutta tutkimuslaitosta, tuli hänen tehdä ehdotus sen toiminta-ajatuksista, hallinnollis-juridisesta asemasta, rahoituksesta ja rahoituspohjasta sekä kansainvälisistä yhteistyöjärjestelyistä (erityisesti EMBL ja muut Pohjoismaat).</p> <p>Selvitysmies ehdottaa että:</p> <ul style="list-style-type: none">- Opetusministeriö aloittaa molekyyli lääketieteen kansainvälisen tutkimuskeskuksen käynnistämiseen johtavat valmistelut.- Valmisteluun tulee kytkeä myös sosiaali- ja terveysministeriö, kauppa- ja teollisuusministeriö, Suomen Akatemia, Tekes, Sitra, keskeiset tutkimuslaitokset ja kiinnostuksensa ilmaisseet säätiöt sekä suomalainen bioteollisuus.- Opetusministeriön, sosiaali- ja terveysministeriön sekä kauppa- ja teollisuusministeriön ja näiden alaisten tutkimuslaitosten ja yliopistojen tulosneuvotteluissa otetaan huomioon tutkimuskeskuksen perustamisesta aiheutuvat kustannukset. Tutkimuskeskuksen toiminta tulee edellyttämään ministeriöiden varautumista 5–7 miljoonan euron vuotuisiin kustannuksiin. Tämän lisäksi tulee perustamiseen liittyviä kustannuksia.- Soveltuvien organisointimalli tutkimuskeskukselle on tähtimäinen rakenne, jossa keskuksen ydin sijoittuisi Turun tai Helsingin yliopiston yhteyteen. Näistä ensisijaisena vaihtoehtona selvitysmies pitää Turku.- Kaikkien biokeskusten ja tutkimuslaitosten tutkimusryhmät valittaisiin keskuksen tutkimusohjelmiin avoimen kilpailun kautta. Keskuksen toimintaan tulisi tiiviisti integroida myös muiden kansallisten, tätä tutkimusaluetta tukevien yksiköiden toiminta (kuten Suomen Genomikeskus, NMR -keskus,).- Tutkimuskeskuksen perustamista koskeva linjapäätös tulee tehdä vielä vuoden 2005 aikana ja tutkimuskeskuksen ensimmäinen vaihe tulee käynnistää vuoden 2006 aikana.- Tutkimuskeskuksen perustamista koskevien jatkovalmistelujen rinnalla on tarpeen määrätietoisesti jatkaa suomalaisten väestöaineistojen hyödyntämistä koskevan lainsäädännön selkeyttämistä sekä hyödyntämistä koskevien yhteisten periaatteiden ja toimintamallien kehittämistä kauppa- ja teollisuusministeriön ja sosiaali- ja terveysministeriön yhteistoimin.			
Avainsanat Biotekniikka, Molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimuskeskus, EMBL, biotekniikan rahoitusohjelma, biokeskukset, biotekniikan tutkimustulosten tuotteistaminen ja kaupallistaminen			
Muut tiedot			
Sarjan nimi ja numero Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2005:46	ISSN 1458-8102	ISBN 952-485-067-2 (nid.) 952-485-068-0 (PDF)	
Kokonaissivumäärä 67	Kieli suomi	Hinta	Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja Yliopistopaino	Kustantaja Opetusministeriö		

Presentationsblad

Utgivare
Undervisningsministeriet

Utgivningsdatum
19.12.2005

Författare (uppgifter om organets namn, ordförande, sekreterare) Utredare Kimmo Halme	Typ av publication Undervisningsministeriets arbetsgruppspromemorior och utredningar	
	Uppdragsgivare Undervisningsministeriet	
	Datum för tillsättande av organet 28.1.2005	Dnr 65/043/2004
Publikation (även den finska titeln) Utredning av behovet att grunda en forskningscentral för molekylär medicin, genetik och epidemiologi och av alternativa genomföranden (Selvitys molekylilääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimuslaitoksen perustamistarpeesta ja toteuttamismahdoista)		
Publikationens delar promemoria samt bilaga		
Sammandrag <p>Undervisningsministeriet kallade Kimmo Halme från Advansis Oy till utredare. Utredaren skulle kartlägga de nuvarande aktörerna och finansieringsbasen i den molekylärmedicinska, -genetiska och -epidemiologiska forskningen och utreda intresset hos olika instanser att slå ihop och stärka resurserna. Utredaren skulle ta ställning till om man bör grunda ett nytt självständigt forskningsinstitut och /eller om internationaliseringen av forskningen ska stärkas genom andra åtgärder med beaktande av att forskningsmedlen för bioteknik är oförändrade eller att totalfinansieringen ökar genom olika alternativ. Om utredaren gick in för att understöda ett nytt forskningsinstitut, skulle han lägga fram ett förslag till verksamhetsidé, förvaltnings-juridisk ställning, finansiering och finansieringsbas för institutet samt till internationella samarbetsarrangemang (i synnerhet med EMBL och de andra nordiska länderna).</p> <p>Utredarens förslag:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Undervisningsministeriet vidtar förberedelser som leder till att en molekylärmedicinsk internationell forskningscentral sätts i gång. - Också social- och hälsovårdsministeriet, handels- och industriministeriet, Finlands Akademi, Tekes, Sitra, de viktigaste forskningsinstituten och stiftelser som visat intresse samt bioindustrin i Finland bör vara inkopplade i förberedelserna. - Kostnaderna för att inrätta forskningscentralen beaktas i resultatförhandlingarna som undervisningsministeriet, social- och hälsovårdsministeriet och handels- och industriministeriet för med forskningsinstituten under dem och med universiteten. Forskningscentralens verksamhet innebär sannolikt att ministerierna måste förbereda sig på årliga kostnader på 5–7 miljoner euro. Till detta kommer kostnader i samband med grundandet. - Den mest lämpade organisationsmodellen för forskningscentralen är en stjärnlik struktur, där centralens kärna finns i anslutning till Åbo eller Helsingfors universitet. Av dessa två anser utredaren Åbo vara det främsta alternativet. - Till centralens forskningsprogram väljs forskningsgrupper från alla biocenter och forskningsinstitut genom öppen konkurrens. Centralens verksamhet bör också vara nära integrerad med andra nationella enheter som stöder detta forskningsområde (såsom Finlands genomcentral, NMR-centralen). - Ett linjebeslut om grundandet av forskningscentralen bör fattas redan under 2005 och forskningscentralens första fas sätts i gång under 2006. - Vid sidan av den fortsatta planeringen av forskningscentralen måste undervisningsministeriet tillsammans med handels- och industriministeriet och social- och hälsovårdsministeriet målmedvetet fortsätta att utveckla en tydligare lagstiftning om utnyttjandet av finskt befolkningsmaterial samt övergripande principer och verksamhetsmodeller som gäller utnyttjandet. 		
Nyckelord Bioteknik, Forskningscentralen för molekylär medicin, genetik och epidemiologi, EMBL, finansieringsprogram för bioteknik, biocenter, produktifiering och kommersiell exploatering av biotekniska forskningsrön		
Övriga uppgifter		
Seriens namn och nummer Undervisningsministeriets arbetsgruppspromemorior och utredningar 2005:46		ISSN 1458-8102
		ISBN 952-485-067-2 (htf) 952-485-068-0 (PDF)
Sidoantal 67	Språk finska	Pris
		Sekretessgrad offentlig
Distribution Universitetstrycket		Förlag Undervisningsministeriet

Sisältö

Alkusanat	7
1 Selvityksen tausta ja tavoite	8
1.1 Tausta	8
1.2 Työryhmän asettaminen	9
1.3 Selvityshenkilön asettaminen	10
2 Selvityksen toteuttaminen	11
3 Tiede- ja teknologiapolitiikan linjaukset	14
3.1 Kansainvälinen viitekehys	14
3.2 Valtioneuvoston tutkimusrahoitusta koskevat päätökset ja linjaukset	15
3.3 Valtion tiede- ja teknologianeuvoston linjaukset	16
3.4 Opetusministeriö	18
3.5 Suomen Akatemia	19
3.6 Teknologian kehittämiskeskus Tekes	22
3.7 Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra	23
4 Molekyylilääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimus Suomessa	24
4.1 Yleistä	24
4.2 Yliopistojen biokeskukset	26
4.3 Sektoritutkimuslaitokset	30
4.4 Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminta	33
5 Suomalaiset potilas- ja väestöaineistot	35
5.1 Aineistojen merkitys	35
5.2 Suomalaiset väestöaineistot	35
5.3 Aineistojen käytettävyys	37
6 Edellytykset tutkimuskeskuksen perustamiselle	40
6.1 Tarve ja mahdollisuus tutkimuskeskuksen perustamiselle	40
6.2 European Molecular Biology Laboratory EMBL	42
6.3 Kehitys Pohjoismaissa	43
6.4 Vaihtoehtoiset kansainvälistymiskanavat	44

7	<u>Eri toteutusvaihtoehtojen tarkastelua</u>	47
7.1	Lähtökohdat ja läpikäyvät periaatteet	47
7.2	Tutkimuksellinen suuntaus ja tehtävä	47
7.3	Toimintamallit ja organisointi	48
7.4	Hallinnollinen ja juridinen muoto	50
7.5	Kansainvälisen huippututkimuksen erityisvaatimukset	52
7.6	Kansainvälinen yhteistyö	53
7.7	Sijaintikysymykset	54
7.8	Rahoitus ja rahoitusmallit	56
7.9	Väestöaineistot ja niihin liittyvät periaatteet	57
7.10	Yhteistyö ja eri tahojen sitoutuminen hankkeeseen	58
7.11	Kaupallistamismekanismit	59
8	<u>Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks</u>	61
8.1	Johtopäätökset	61
8.2	Toimenpidesuosituks	62
	<u>Lähteet</u>	63
	<u>Liite 1. Selvityksessä kuultuja tahoja</u>	65

Alkusanat

Kansainvälisen tutkimuskeskuksen perustaminen Suomeen on kunnianhimoinen tavoite niin suomalaiselle tutkimukselle kuin tiede- ja tutkimushallinnollekin. Useamman vuosikymmenen jatkuneet määrätietoiset panostukset suomalaiseen koulutukseen, tutkimukseen ja innovaatiojärjestelmän kehittämiseen ovat tuoneet hyviä tuloksia ja mainettakin. Tuoreimmissa kansallisissa linjauksissa pyrkimys on yhä korkeammalle, hyödyntämällä täysimääräisesti olemassa olevia vahvuuksia ja uusia, avautuvia mahdollisuuksia.

Biotekniikan tutkimus on ollut Suomen erityisen panostuksen kohde jo 1980 -luvulta saakka. Alan perustutkimukseen on kohdennettu poikkeuksellisen paljon voimavaroja. Näkemykset ja uskomukset tehtyjen investointien palautumista eri muodoissa takaisin yhteiskuntaan ovat vaihdelleet. Tämä on tiede- ja teknologiapolitiikkamme yksi peruskysymyksistä. Käsillä oleva selvitys pohtii uuden tutkimuskeskuksen perustamistarvetta tästäkin näkökulmasta.

Toimeksianto on tehty kolmessa kuukaudessa. Tämä on asettanut useita rajoituksia. Kaikkia asianosaisia ei ole voitu haastatella, kaikkia tärkeitäkään asioita ei ole voitu selvittää niiden ansaitsemalla perusteellisuudella, eikä kaikkia esitettyjä faktoja ole pystytty tarkistamaan. Varsinaisen tutkimuksellisen sisällön osalta on tukeuduttu vahvasti alan asiantuntijoiden tuottamaan aineistoon ja tietoon.

Mahdollisen tutkimuskeskuksen perustaminen tai sen valmistelu on prosessi, joka täsmentyy ja hakee muotojaan edetessään, eikä sitä voida etukäteen täysin suunnitella tai päättää. Monet valmistelujen täsmentyessä esiin nousevat yksityiskohdat ovat sellaisia, jotka saattavat vielä olennaisesti vaikuttaa kokonaisuuden mielekkyyteen tai sen lopulliseen muotoon ja suuntaan. Uskon kuitenkin, että luovuttamani selvityksen perussanoma on oikea ja toivon, että se vastaa riittävällä laajuudella ja tarkkuudella toimeksiannossa asetettuihin kysymyksiin.

Haluan osoittaa opetusministeriölle lämpimät kiitokset saamastani erittäin mielenkiintoisesta ja tärkeästä selvitystyöstä. Erityiset kiitokset osoitan kaikille niille henkilöille, jotka ovat avuliaasti toimittaneet aineistoa, järjestäneet tapaamisia ja jakaneet kokemuksiaan ja näkemyksiään selvitystyön kuluessa. Suhtautuminen selvitykseen on ollut poikkeuksetta innostunutta ja kannustavaa.

Kunnioitavasti

Kimmo Halme

Helsinki, 6.5.2005

1 Selvityksen tausta ja tavoite

1.1 Tausta

Suomalaisilla molekyylibiologian tutkijoilla ja tutkimusryhmillä on ollut runsaasti yhteyksiä ja yhteistyötä European Molecular Biology Laboratoryn (EMBL) kanssa, jonka jäseneksi Suomi liittyi vuonna 1984. Ajatuksia kansainvälisen tutkimusyhteistyön edelleen vahvistamiseksi on sittemmin noussut esiin niin EMBL:n kuin Pohjoismaidenkin suuntaan.

Kesällä 2001 EMBL:n hallintoneuvoston pohjoismaisten jäsenten keskuudessa syntyi ajatus EMBL:n pohjoismaisesta tutkimusasemasta, perustuen pohjoismaisen tutkimuksen erityisvahvuuksiin. Aloite on mainittu myös EMBL:n strategia-asiakirjassa vuosille 2006–2015.¹ Hanketta lähdettiin kehittämään kumppanuusajattelun kautta, ja Suomen Akatemian kutsusta asian tiimoilta järjestettiin pohjoismaisten delegaattien kokous keväällä 2002. Sen pohjalta tehtiin alustava esitys molekyyli-epidemiologian tutkimuslaitoksesta, josta käytiin keskusteluja EMBL:n johdon kanssa.

Melko pian ilmeni, ettei yhdelläkään pohjoismaalla ollut halua perustaa uutta pohjoismaista tutkimuslaitosta omalla rahoituksellaan tai osallistua jossain toisessa Pohjoismaassa toimivan laitoksen rahoittamiseen. EMBL:n pääjohtaja professori Fotis Kafatoksen aloitteesta ryhdyttiin valmistelemaan vaihtoehtoista mallia, joka perustuisi pohjoismaisten molekyyli-lääketieteen tutkimuslaitosten tai -yksiköiden verkostoon. Tämän jälkeen valmistelut ovat jatkuneet erillisinä ja vaihtelevasti eri maissa.

Suomessa järjestettiin biotekniikan julkisen tutkimusrahoituksen vaikutusten kansainvälinen arviointi vuosina 2001–2002.² Asiantuntijaryhmän puheenjohtajana toimi EMBL:n pääjohtaja, professori Fotis Kafatos. Arviointiryhmä kävi yksityiskohtaisesti läpi Suomessa tehtävän bioteknologisen tutkimuksen niin yliopistoissa kuin tutkimuslaitoksissakin. Arvioinnin yleissanoma biotutkimuksesta oli hyvin positiivinen, mutta myös kehittämissuhteita tehtiin runsaasti. Uusien tutkimuslaitosten perustamista ei kuitenkaan esitetty, sen sijaan tuli vahvistaa nykyisiä yksiköitä ja tarvittaessa laajentaa niiden toimintaa, jotta saadaan aikaiseksi riittävä kriittinen massa.

Opetusministeriön asettama työryhmä laati keväällä 2003 ehdotuksen vuoden 2002 kansainvälisen arvioinnin suositusten toimeenpanosta sekä muista arvioinnin edellyttämistä jatkotoimista. Työryhmä ehdotti, että opetusministeriö asettaisi vuoden 2005 alussa keskei-

¹ Strategic Forward Look 2006-2015. European Molecular Biology Laboratory.

² Biotechnology in Finland, Impact of Public Research Funding and Strategies for the Future. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 11/02.

sistä alan toimijoista koostuvan työryhmän, jonka tehtäväksi annetaan selvittää biotekniikan julkisen rahoituksen kansainvälisen arvioinnin suositusten ja jatkotoimenpiteiden toteutuminen sekä laatia vuosia 2007–2009 koskeva biotekniikan tutkimuksen kehittämissuunnitelma. Tiede- ja teknologianeuvoston tiedejaosto esitti myöhemmin, että työryhmä käsittelee samassa yhteydessä myös Suomen Akatemian asiantuntijaryhmän tekemän aloitteen kansainvälisen molekyyli lääketieteen keskuksen perustamisesta Suomeen.

Merkittävä avaus tehtiin keväällä 2003, kun Helsingin yliopisto valmistautui esittämään kansainvälisen molekyyli lääketieteen perustamista yliopiston Meilahden kampuksen Biomedicum-yhteyteen. Opetusministeri totesi, että kansallisena ja kansainvälisenä tiedepoliittisen kysymyksenä hanke kuuluisi pikemminkin Suomen Akatemian kuin yksin Helsingin yliopiston selvitettäväksi ja opetusministeriö pyysi Akatemiaa laatimaan asiasta selvityksen.

Joulukuussa 2003 Suomen Akatemian silloinen pääjohtaja Reijo Vihko jätti opetusministeri Tuula Haataiselle esiselvityksen kansainvälisen molekyyli lääketieteen keskuksen perustamisesta Suomeen.³ Keskuksen oli tarkoitus rakentaa tiivis yhteistyö European Molecular Biology Laboratoryn, EMBL:n kanssa. Hanke sai odotettua kannatusta myös EMBL:n suunnasta. Aloite esiteltiin helmikuussa 2004 tiede- ja teknologianeuvoston tiedejaostolle, joka ei ottanut siihen kantaa. Opetusministeriö ilmoitti esittelevänsä oman kantansa jaostolle, kun strategiset linjaukset Suomen tutkimusjärjestelmän kansainvälistämisestä ja rakenteiden arvioinnista ovat valmistuneet. Lisäksi opetusministeriö halusi selvittää, miten alkuperäinen pohjoismaista keskusta koskeva aloite etenee.

Valtion tiede- ja teknologianeuvoston johtaman julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteiden arvioinnin yhtenä osana tarkasteltiin yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen tutkimusrakenteita. Tähän tehtävään kutsuttu opetusministeriön selvitysmies Jorma Rantanen totesi raportissaan, että Suomeen tulisi perustaa kansainvälisiä huippututkimusinstituutioita.⁴ Siinä yhteydessä esimerkkinä mainittiin Suomen Akatemian esittämä EMBL -aloite.

Edellä mainitun perusteella opetusministeriö laati molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamisesta ja siihen liittyvistä kysymyksistä ja näkökulmista kokoavan muistion⁵, johon pyydettiin kirjalliset kommentit 5.11.2004 mennessä kaikilta yliopistoilta joilla on biokeskuksia sekä kansanterveyslaitokselta. Saadut palautteet on huomioitu selvityksen neljännessä luvussa, jossa käsitellään molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimusta Suomessa.

1.2 Työryhmän asettaminen

Opetusministeriö asetti 28.1.2005 työryhmän, jonka tehtävänä on:

- 1) kartoittaa biotekniikan ja erityisesti molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimuksen nykyiset toimijat, rahoituspohja ja näiden alojen kehittämistarpeet ml tarve uuden itsenäisen molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustaminen,

³ Aloite molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamiseksi Suomeen yhteistyössä European Molecular Biology Laboratoryn (EMBL) kanssa. Suomen Akatemia, 2003.

⁴ Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen tutkimuksen rakenneselvitys. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2004:36

⁵ Ehdotus kansainvälisen molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamisesta Suomeen - Ehdotus asian jatkovalmistelusta. Opetusministeriön muistio KTPO/TP/SK 29.10.2004.

- 2) tehdä suositukset tarvittavista kehittämistoimenpiteistä niin, että biotekniikan ml molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimuksen korkea taso säilyisi, tutkimustulosten hyödyntämisessä edistyttäisiin ja että suomalaiset tutkimusympäristöt houkuttelisivat korkeatasoisia ulkomaisia tutkijoita aiempaa enemmän,
- 3) arvioida vuoden 2002 biotekniikan julkisen rahoituksen vaikutusten arvioinnin suositusten ja jatkotoimenpiteiden toteutumista ja
- 4) laatia esitys biotekniikan tutkimuksen kehittämissuunnitelmaksi vuosille 2007–2009.

Työryhmän puheenjohtajaksi opetusministeriö kutsui ylijohtaja Arvo Jäppisen opetusministeriöstä ja jäseniksi teollisuusneuvos Paula Nyberghin kauppa- ja teollisuusministeriöstä, pääsihteeri Irma Salovuoren sosiaali- ja terveystieteiden ministeriöstä, pääjohtaja Raimo Väyrysen Suomen Akatemiasta, professori Ralf Pettersonin Karoliinisesta instituutista, teknologiajohtaja Raimo Pakkasen Tekesistä, johtaja Pauli Marttilan Sitrasta, ylitarkastaja Marja Ruohonen-Lehdon Suomen ympäristökeskuksesta, osastopäällikkö Saara Hassisen Suomen Bioteollisuudesta, professori Olli Silvennoisen Tampereen yliopistosta ja professori Taina Pihlajaniemen Oulun yliopistosta biokeskusten edustajina sekä johtaja Markku Mattilan ja johtaja Sakari Karjalaisen opetusministeriöstä. Työryhmän sihteerinä toimivat johtaja Riitta Mustonen Suomen Akatemiasta ja opetusneuvos Marja Pulkkinen opetusministeriöstä.

1.3 Selvityshenkilön asettaminen

Työryhmän valmistelutyön tueksi opetusministeriö kutsui selvityshenkilöksi Kimmo Halmeen Advansis Oy:sta. Selvityshenkilön tehtävänä oli työryhmän ensimmäisen tehtävän tukemiseksi *kartoittaa molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimuksen nykyiset toimijat ja rahoitus pohjan sekä selvittää eri tahojen kiinnostuksen resursien yhdistämiseen ja vahvistamiseen*. Selvityshenkilön tuli ottaa kanta siihen, tulisiko perustaa uusi itsenäinen tutkimuslaitos ja/vai vahvistaa tutkimuksen kansainvälistymistä muilla keinoilla ottaen huomioon biotekniikan tutkimusvoimavarojen säilymisen ennallaan tai kokonaisrahoituksen kasvu eri vaihtoehdoilla. Mikäli selvityshenkilö päätyisi kannattamaan uutta tutkimuslaitosta, tuli hänen tehdä ehdotus sen toiminta-ajatuksista, hallinnollis-juridisesta asemasta, rahoituksesta ja rahoitus pohjasta sekä kansainvälisistä yhteistyöjärjestelyistä (erityisesti EMBL ja muut Pohjoismaat). Selvityshenkilön tuli saada työnsä valmiiksi 30.4. mennessä.

Työryhmä antaa 27.5. mennessä väliraportin, joka sisältää selvityshenkilön raportin ja työryhmän ehdotukset sen pohjalta. Työryhmän määräaika päättyy 31. lokakuuta 2005.

2 Selvityksen toteuttaminen

Selvityksen tekeminen on rakentunut tiede- ja teknologiahallinnon avaintoimijoiden haastatteluista (ministeriöt, rahoittajat), kirjallisen aineiston kokoamisesta ja analysoinnista, varsinaisten toimijoiden (yliopistot, biokeskukset, tutkimuslaitokset, yritykset) kanssa käydyistä keskusteluista sekä täydentävistä ja syventävistä asiantuntijatapaamisista, muiden muassa European Molecular Biology Laboratory EMBL:n ja Ruotsin Vetenskapsrådetin johdon kanssa.

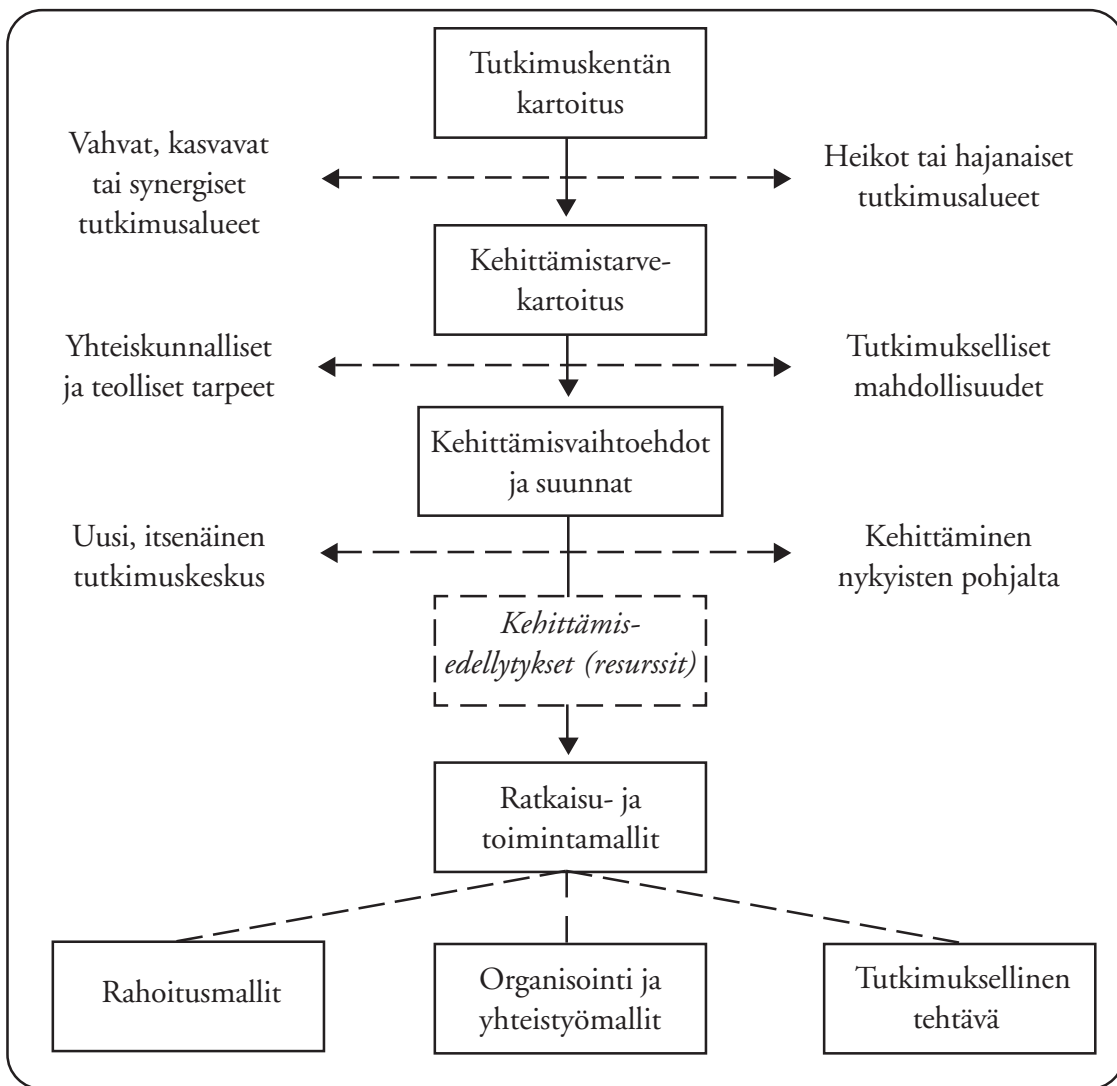
Kirjallista aineistoa biotekniikan ja bioteollisuuden kehityksestä on saatavilla runsaasti. Tästä vain osa kohdistuu erityisesti molekyyli lääketieteen tutkimukseen. Lisäksi on ollut käytettävissä jonkin verran eri tahojen taustamuistioita, valmisteluasiakirjoja ja muuta julkaisematonta aineistoa.

Selvityksen rinnalla, ja sen tueksi, opetusministeriö ja Suomen Akatemia lähettivät kyselyn biokeskuksille, yliopistoille, valtion tutkimuslaitoksille sekä rahoituksen osalta ministeriöille, Suomen Akatemialle ja Tekesille. Kyselyn tarkoituksena oli päivittää aiempien arviointien yhteydessä kerätyt biotekniikan tutkimustoiminnan volyyymiä, suuntaa ja rahoitusta koskevat tiedot. Kysely palvelee ensisijassa opetusministeriön asettaman ns. biotekniikkatyöryhmän omia jatkopohdintoja, mutta perustietojensa osalta vastauksia on hyödynnetty myös tässä selvitystyössä.

Selvityksessä on pyritty kiinnittämään huomioita eri näkemysten ja vaihtoehtojen kokoamiseen, pikemminkin kuin teknisten tai tieteellisen yksityiskohtien syvälliseen analysointiin. Tarkoituksena on tavallaan ollut täydentää aiempia selvityksiä ja osoittaa mahdollisia etenemissuuntia sekä pohtia niiden mielekkyyttä.

Selvitystyö on laadittu opetusministeriölle ja sen asettamalle työryhmälle tausta-aineistoksi. Selvityshenkilö on osallistunut kevään 2005 aikana pidettyihin työryhmän kokouksiin, joissa on keskusteltu selvitystyön aikana esiin nousseista havainnoista. Selvitystyö on kuitenkin laadittu täysin itsenäisesti ja siinä olevat näkemykset ovat puhtaasti selvityshenkilön omia. Selvityksestä tullaan järjestämään kuulemistilaisuus opetusministeriössä 23.5.2005, jossa saatu palaute otetaan huomioon selvityksen lopullisessa versiossa.

Selvitystyön etenemistä on havainnollistettu kuviossa 1.



Kuvio 1. Selvityksen eri näkökulmat ja etenemisen logiikka

Edellä kuvatun perusteella selvitystehtävä kiteytyi seuraavien kysymysten muotoon:

- 1) Ketkä/mitkä ovat biotekniikan ja erityisesti molekyyli lääketieteen, -genetiikan ja epidemiologian tutkimuksen keskeiset toimijat (tuottajat ja hyödyntäjät) Suomessa?
- 2) Kuinka paljon Suomessa on kaikkiaan alan tutkimusta? Mikä on tutkimustoiminnan fokus, luonne ja taso? Missä suomalainen tutkimus on kansainvälisesti kilpailukykyistä tai ainutlaatuisia ja mikä on tuon edun merkitys?
- 3) Mitkä ovat alan näkymät? Mikä on tutkimustoiminnan yhteiskunnallinen tarve ja merkitys ja kuinka se tulee kehittymään? Ovatko kaupallisen tai muun hyödyntämisen edellytykset olemassa? Onko tutkimuksella jatkuvuutta ja kehitysedellytyksiä?
- 4) Mikä erityisalue kasvaa tai on hyvin lupaava? Millaisia synergioita erityisalojen kesken on? Millaisin reunaehdoin positiivinen kehitys voi tapahtua? Ovatko tarpeet tai lupaukset konkretisoitavissa?

- 5) Millaisella rahoituspohjalla tutkimus / toimijat ovat? Mikä on perusrahoituksen osuus ja mistä tulee ulkoinen rahoitus? Mitkä ovat näiden alojen/yksiköiden kehittämistarpeet/haasteet?
- 6) Millaisena mahdollisuutena (tieteellisesti ml. jatkokoulutus, hyödyntämismielessä ml. näkyvyys, rahoituksellisesti, jne.) nähdään uusi, itsenäinen tutkimuskeskus? Millaisia muita tai välillisiä vaikutuksia päätöksellä olisi? Mitkä ovat seuraukset tai vaihtoehdot, jos tutkimuskeskusta ei perusteta?
- 7) Millaisia eri toteuttamisvaihtoehtoja tutkimuskeskuksen perustamiselle on löydettävissä ja millaisia etuja/haittoja eri vaihtoehdoilla on?
- 8) Millaisiin ratkaisuihin tai panostuksiin eri toimijat ovat valmiita sitoutumaan? Millä edellytyksillä aineistot, laitteistot ja infra ovat yhteisesti käytettävissä?
- 9) Millaisia etuja, rasitteita, mahdollisuuksia tai uhkia toisi tutkimuslaitoksen perustaminen yhteistyössä EMBL:n kanssa? Mikä on silloin luonteva (tieteellinen, organisatorinen) työnjako pohjoismaiden kesken ja EMBL:n kesken? Mitä EMBL edellyttää laitokselta?
- 10) Mitä aito kansainvälisyys yhteistyön ohella edellyttää mm. laitoksen päätösvallan, rahoituksen ja suuntauksen kannalta?
- 11) Mitä kehittämistoimia ko. mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttäisi? Tieteellisesti / tutkimuksellisesti? Hallinnollisesti tai organisatorisesti? Rahoituksellisesti? Yhteistyön tai resurssien yhdistämisen kannalta?
- 12) Millaisia suoria tai välillisiä hyötyjä ratkaisusta on odotettavissa ja kuinka ne palautuvat Suomeen? Millaisia riskejä eri toteutusvaihtoehtoihin liittyy?

3 Tiede- ja teknologiapolitiikan linjaukset

3.1 Kansainvälinen viitekehys

Bioteekniikan kehitys on ollut OECD:n erityishuomion kohteena jo pitkään. Se on mm. ollut yksi OECD:n Mega Science Forumin yleisteemoista. OECD:n työssä huomiota on kiinnitetty laajoihin ja vaativiin biotekniikan erityiskysymyksiin ja niitä koskeviin periaatelinjauksiin, kuten bioturvallisuuteen, biodiversiteettiin tai eettisiin, juridisiin ja kaupallisiin periaatteisiin geneettisesti muunneltujen organismien hyödyntämisessä. Käytännön asiantuntijatyö on organisoitunut suurelta osin OECD Committee for Science and Technology Policyn alla toimivan Working Party on Biotechnologyn puitteissa.

Tammikuussa 2004 pidetyssä OECD ministerikokouksessa käsiteltiin bioteknologian merkitystä kestäväen taloudellisen kehityksen tekijänä. Kokouksen yksi keskeisistä esityksistä oli kansallisten julkisten ja yksityisten bioteknologian edistämistoimien yhdistäminen ja suunnattaminen riittävän suurien ja korkeatasoisten tutkimuksen keskittymien rakentamiseen ja niiden keskinäiseen verkottamiseen.⁶

Kansainvälisten tutkimusinfrastruktuurien kehittämiseen on kiinnitetty lisääntyvästi huomiota myös Euroopan Unionin tasolla. Vuonna 2002 EU:n jäsenmaiden kesken perustettiin Euroopan yhteisiä tutkimusinfrastruktuurikysymyksiä käsittelevä strategiafoorumi, European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). ESFRI:n tarkoituksena on hahmotella Euroopan tutkimusinfrastruktuurien tilanne ja pitkän aikavälin kehittämistarpeet ja -suunnat. Konkreettisenä tavoitteena on laatia eurooppalainen suunnitelma (road map) tutkimusinfrastruktuureille seuraaviksi 10–20 vuodeksi. ESFRI:n työ keskittyy sekä olemassa olevien infrastruktuurien tehokkaaseen hyödyntämiseen, kehittämiseen että uusien infrastruktuurien suunnitteluun ja rakentamiseen. Strategiafoorumin yksi alaryhmistä kattaa bio- ja lääketieteen infrastruktuurihankkeet.

ESFRI:n strategiatyön eräs konkreettinen tulos on se, että EU:n tutkimuksen seitsemännen puiteohjelman myötä unioni tulee rahoittamaan kasvavassa määrin myös tutkimuslaitteita ja muuta tutkimusinfrastruktuuria. Aloite on käynnistänyt laajan valmistelutyön erilaisten tutkimusinfrastruktuurien määrittelyistä, niiden suunnittelusta sekä tukemisesta ja kehittämisestä.

⁶ Biotechnology for Sustainable Growth and Development. Meeting of the OECD Committee for Scientific and Technological Policy at the Ministerial level 29–30 January 2004.

3.2 Valtioneuvoston tutkimusrahoitusta koskevat päätökset ja linjaukset

Tutkimusjärjestelmän kansainvälistyminen ja pyrkimys yhä suurempiin tutkimuskokonaisuuksiin on nostettu vahvasti esiin valtioneuvostolle tehdyissä selvityksissä ja valtioneuvoston omissa linjauksissa.

Huhtikuussa 2005 valtioneuvosto teki tutkimusjärjestelmän rakenteiden uudistamista koskevan periaatepäätöksen, jonka muodostamaan viitekehukseen työryhmän selvitettävänä olevat kysymykset koko biotekniikkasektorin kehittämisestä ja kansainvälistämisestä asemoituvat. Molekyylilääketieteen tutkimuskeskuksen perutamisessa on niinikään kyse tiederahoituksen kannalta merkittävästä priorisointipäätöksestä, jota on siksi tarkasteltava suhteessa tiede- ja teknologiapolitiikan yleisiin linjauksiin sekä suhteessa kansallisiin ja myös kansainvälisiin bioteknologiastrategioihin.

Seuraavassa laatikossa on periaatepäätöksen tutkimusjärjestelmää koskevat keskeiset linjaukset.

Laatikko 1. Keskeiset järjestelmätason linjaukset valtioneuvoston periaatepäätöksessä julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteiden kehittämisestä.

1. Julkista tutkimusjärjestelmää kehitetään toiminnallisena kokonaisuutena nykyiseltä pohjalta tutkimus- ja kehittämistoiminnan laadun ja relevanssin jatkuvaksi parantamiseksi. Kehittämistoimet suunnataan toimintojen priorisoinnin, tutkimusorganisaatioiden kansainvälisen ja kansallisen profiloitumisen sekä ennakoituihin tukeutuvan valikoivan päätöksenteon vahvistamiseen. Keskeisenä haasteena on kansainväliseen huippuun yltävän t&k -toiminnan kehittäminen aloilla, jotka ovat kansantalouden, yhteiskunnan muun kehityksen ja kansalaisten hyvinvoinnin kannalta kaikkein tärkeimpiä. Kehittämistoimien toteutuksesta vastaavat aina ne organisaatiot, joihin kehittämistarpeet kohdistuvat. Globaalikehitys, eurooppalaisen tutkimusalueen ERA:n muotoutuminen sekä Itämeren piirin yhteistyön tiivistyminen vaativat kaikilla tasoilla erityishuomion kiinnittämistä kansainväliseen tiede- ja teknologiayhteistyöhön.
2. Julkiset tutkimusrahoittajat kehittävät keskinäistä yhteistoimintaansa ja yhteistyötä yksityisten ja ulkomaisten rahoittajien kanssa huipputason osaamiskeskittymien vahvistamiseksi ja lisäämiseksi. On tärkeää, että tutkimusorganisaatioiden perusrahoitus ja kilpailtu rahoitus täydentävät toisiaan tasapainoisesti. Korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja yritysten yhteisiä hankkeita lisätään ja infrastruktuuri- ja muuta yhteistyötä tiivistetään tutkimusjärjestelmän toiminnan kehittämiseksi sekä tutkimuslähtöisen sosiaalisen ja teknologisen innovaatiotoiminnan edistämiseksi.
3. Koulutuksen, tutkimuksen ja innovaatiotoiminnan kansainvälistyminen on koko tutkimusjärjestelmän keskeinen kehittämistavoite. Kansainvälistä tiedottamista suomalaisen tieteen ja teknologian tarjoamista yhteistyömahdollisuuksista parannetaan ja edistetään Suomessa tapahtuvaa kansainvälistymistä myös lainsäädäntötoimin. Tutkimusjärjestelmän kaikkien toimijoiden mahdollisuuksia, kykyä ja mekanismeja vastaanottaa ulkomaisia tutkijoita ja muita erityisasiantuntijoita parannetaan. Opetusministeriö huolehtii yhdessä muiden ministeriöiden kanssa tämän päätöksen edellyttämien henkisten resurssien sekä tutkijanurien kehittämisestä.

Valtioneuvoston periaatepäätöksessä 7.4.2005 annettiin valtion tiede- ja teknologianeuvoston johdolla laadittavaksi 30.6.2006 mennessä kansallinen strategia kansainvälisesti kilpailukykyisten tieteen ja teknologian osaamiskeskittymien ja huippuyksiköiden synnyttämiseksi ja vahvistamiseksi.

3.3 Valtion tiede- ja teknologianeuvoston linjaukset

Valtion tiede- ja teknologianeuvoston katsauksissa on linjattu julkisen tutkimusrahoituksen suunta ja tärkeimmät periaatteet kullakin kolmivuotiskaudella. *Viimeisimmässä katsauksessa nostetaan erityisesti esiin tutkimusjärjestelmän kansainvälistyminen, julkisten tutkimusrakenteiden kehittäminen ja tutkimustoiminnan keskittäminen suurempiin kokonaisuuksiin.*⁷ Kansainvälistymisen erityishaasteet nousevat kahdesta suunnasta: yhtäältä suomalaisen innovaatiojärjestelmän tulee kyetä kilpailemaan osaavista tutkijoista ja tutkimus- ja kehittämistoiminnasta muiden maiden rinnalla ja toisaalta suomalaisella tutkimuksella ja tutkijoilla tulee olla edellytykset osallistua ja hyödyntää laajenevia tutkimusmarkkinoita. Pyrkimys kansainvälistymisen vahvistamiseen näkyy valtioneuvoston tutkimusrahoitusta koskevissa päätöksissä ja ministeriöiden linjauksissa.

Marraskuussa 2004 valtion tiede- ja teknologianeuvosto julkisti *erilliskannanottona strategian Suomen tieteen ja teknologian kansainvälistämisestä.*⁸ Strategian tavoitteena on:

- tukea Suomen omaa kehitystä ja kilpailukykyä sekä vastuunkantoa yhteisten ongelmien ratkaisemisessa
- tukea talouden ja ympäristön kestävä kehitystä sekä edistää työllisyyttä, hyvinvointia, sosiaalista koheesiota ja kulttuurista monimuotoisuutta
- vahvistaa Suomen innovaatiojärjestelmän integroitumista kansainväliseen tieteeseen, teknologian kehittämiseen ja innovaatiotoimintaan
- yhdistää tasapainoisesti globaali, eurooppalainen ja kansallinen näkökulma tutkimustoiminnassa ja innovaatiojärjestelmän kehittämisessä
- edistää kansainvälistymistä omassa maassa sekä osallistumista kansainvälisen tutkimusyhteistyön eri muotoihin: viralliseen ja vapaamuotoiseen, monenkeskiseen ja kahdenväliseen
- lisätä korkean osaamisen työpaikkoja ja tutkimustoimintaa Suomessa.

Kansainvälisten tutkimuslaitosten ja tutkimusinfrastruktuurien merkityksestä strategia toteaa seuraavaa:

Tiede ja tutkimus ovat aina olleet kansainvälisiä, mutta kansainvälisyys on viime vuosina entisestään lisääntynyt ja monipuolistunut. Euroopassa tähän ovat vaikuttaneet EU:n tutkimuksen puiteohjelmat sekä muut eurooppalaisen tutkimusalueen luomiseen tähtäävät toimet. Myös eri maiden kansalliset rahoittajat ovat tehneet yhteisiä aloitteita ja toteuttaneet yhteisiä ohjelmia. Näin on tullut mahdolliseksi tutkia aikaisemmin yhden maan taikka toimijan resurssien ulottumattomissa olleita kysymyksiä. Investointien ja teknologisen kehityksen myötä suurten kansainvälisten tutkimuslaitosten (esim. CERN, EMBL, ESO) ja infrastruktuurien (esim. tietoverkot ja -pankit) rooli tutkimuksen edellytysten ja laadun edistäjinä on merkittävästi kasvanut.

⁷ Osaaminen, Innovaatiot ja Kansainvälistyminen. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 2003.

⁸ Suomen tieteen ja teknologian kansainvälistäminen. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 12.11.2004.

Valtion tiede- ja teknologianeuvosto on käytännössä ainoa tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikan asiantuntijaelin, jossa kansallisella tasolla käsitellään ja otetaan laaja-pohjaisesti kantaa kansainvälisiin tutkimusinfrastruktuureihin liittyviin kysymyksiin. *Samaisessa erillis-kannanotossaan marraskuussa 2004 valtion tiede- ja teknologianeuvosto esittikin käsittely- ja valmisteluperiaatteet ja -prosessin kansainvälisille tutkimusinfrastruktuurihankkeille.*⁹ Neuvoston linjauksen mukaisesti, kun harkitaan Suomen osallistumista suureen kansainväliseen infrastruktuuriin tai suuren infrastruktuurin muodostamista Suomeen, tulee ottaa huomioon soveltuvin osin seuraavat näkökohdat:

1) *Tieteellinen merkitys*

Hankkeen tieteellinen laatu kansainväliseen tasoon verrattuna sekä hankkeen tieteellinen kiinnostavuus. Nostaisiko se merkittävällä tavalla ao. alan tutkimuksen tasoa Suomessa? Onko siihen osallistuminen välttämätöntä kansainvälisesti korkeatasoisen tutkimuksen suorittamiseksi? Onko sen käytölle vaihtoehtoisia ratkaisuja? Onko Suomessa riittävästi alan tutkijakuntaa, joka pystyy täysitehoisesti hyödyntämään sen tarjoamia mahdollisuuksia? Mikä on alan tutkijankoulutuksen tila ja minkälaisia vaikutuksia ko. infraan osallistumisella on tutkijankoulutukseen Suomessa? Tukeeko infran käyttö tai perustaminen Suomen tutkimuspoliittisia tavoitteita? Edistääkö se alan tutkimuksen synergiaa Suomessa? Edistääkö se muiden tieteenalojen kehitystä?

2) *Teknologinen merkitys*

Hankkeen teknologinen laatu. Liittyykö ko. infran kehittämiseen tai käyttöön merkittävää teknologista kehittämistyötä? Onko Suomella oikeus osallistua tähän kehittämistyöhön ja hyötyä teknologian siirrosta? Toimiiko Suomessa yhteistyö alan tutkimuksen ja teknologian kehityksen välillä? Mitä muuta teollista toimintaa ko. infra mahdollistaa?

3) *Hyöty teollisuudelle*

Onko ko. infraa käytävällä tutkimuksella teollisia sovelluksia? Onko ko. infran tarvitsema teknologia sellaista, että teollisuus voi saada merkittäviä tilauksia ja käyttää teknologiaa myös muussa tuotannossaan? Voiko suomalainen teollisuus osallistua täysimääräisesti infran käyttöön esim. tietoturvasäännösten ja sopimusten estämättä? Mikä on tämän alan suomalaisen teollisuuden volyymi ja kansainvälinen kilpailupotentiaali? Edistääkö teollisuuden osallistuminen tieto- ja osaamisintensiivistä tuotantoa tai palveluja?

4) *Yhteiskunnallinen hyöty*

Auttaako ko. infran käyttö yhteiskunnallisten ongelmien ratkaisemisessa tai hyvinvoinnin ja sosiaalisten innovaatioiden kehittämisessä? Voidaanko sen avulla edistää koulutusta ja osaamista tai kansalaisten tieteellistä sivistystä? Voiko se edistää työllisyyttä?

5) *Kansainvälisyys*

Onko kansainvälinen yhteistyö välttämätöntä ao. tutkimuksen harjoittamiselle? Mikä on suomalaisten alan tutkijoiden kansainvälinen asema ja arvostus? Parantaisiko ko. infra merkittävällä tavalla suomalaisten asemaa tai mahdollisuuksia osallistua alan kansainväliseen huippututkimukseen tai lisäisikö se Suomen näkyvyyttä? Mihin muihin kansainvälisiin yhteistyökuvioihin ko. infra liittyy?

⁹ Suuret kansainväliset tieteelliset infrastruktuurit. Kansallisen käsittelyn periaatteet ja toimintatavat. Liite 1. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 12.11.2004.

6) *Aineistojen saatavuus*

Onko Suomessa saatavana ko. tutkimuksessa tarvittavia aineistoja? Parantaisiko hankkeeseen osallistuminen muiden tahojen käytössä olevien aineistojen saatavuutta? Tuottaako se merkittäviä uusia aineistoja? Millaisia ovat aineistojen käyttöoikeudet?

7) *Kustannukset ja niiden budjetointi*

Mitkä olisivat infran ja sen käytön kokonaiskustannukset ja Suomen osuus? Onko toiminta kustannustehokasta? Kuinka paljon Suomen osallistumiskustannukset olisivat ko. alan tutkimuksen nykyisistä kustannuksista ja koko tieteen budjetista Suomessa? Kuinka paljon kustannuksista palautuisi Suomeen? Onko toiminnasta odotettavissa spin-off-vaikutuksia? Miten kustannukset budjetoidaan? Voidaanko osa kustannuksista hoitaa nykyisiä voimavaroja uudelleen kohdentamalla?

3.4 Opetusministeriö

Opetusministeriön vastuulla on suomalaisen koulutuksen, tieteen ja tutkimuksen kehittäminen. Tehtäväkenttä pitää sisällään myös tutkimuksen infrastruktuurien kehittämisen ja tutkimustoiminnan kansainvälistämisen. Koulutus- ja tiedepolitiikan keskeiset suunnat kirjataan hallituksen vahvistamaan viisivuotiseen koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelmaan, josta paraikaa on käynnissä vuosien 2003–2008 suunnitelman toimeenpano.¹⁰ Kansainvälistymisen osalta suunnitelmassa todetaan mm. seuraavasti *'Tutkimusjärjestelmää kehitetään vahvistamalla kansainvälisiä, kansallisia ja alueellisia yhteistyöverkostoja. Tavoitteena on järjestelmän eri osien tasapaino ja eri toimijoiden aktiivinen vuorovaikutus sekä korkeakoulujen tuottaman tiedon ja osaamisen tehokas hyödyntäminen.'* Vastaavasti tutkimusrahoituksen osalta todetaan mm. *'...Panostetaan lupaaviin ja Suomelle tärkeisiin tutkimusaloihin sekä turvataan uusien tutkimusalojen käynnistyminen. Tuetaan erityisesti huippuyksikköjen kehittymistä ja kansainvälistymistä.* Koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelmassa ei ole suoraan otettu esiin kansainvälisen tutkimuskeskuksen perustamista.

Opetusministeriö on ollut myös suomalaisen biotekniikan koulutuksen ja tutkimuksen määrätietoinen kehittäjä. Biotekniikan ja molekyylibiologian tutkimus valittiin 1980-luvun puolivälissä yhdeksi tutkimustoiminnan kehittämisen painoalaksi. Päätöksen taustalla oli useita alan tutkimuksen tilasta laadittuja selvityksiä, joissa esitettiin toimenpiteitä biotekniikan tutkimuksen ja tutkijankoulutuksen kehittämiseksi.¹¹ Näiden ehdotusten toteuttamiseksi ja niiden rahoittamiseksi opetusministeriön asettama Biotekniikan rahoitustyöryhmä (1987) laati yksityiskohtaisen biotekniikan rahoitusohjelman, jossa määriteltiin miten rahoitusta tulisi suunnata biotekniikan ja molekyylibiologian tutkimusta harjoittavien yksiköiden kesken ja miten rahoituksen tulisi jakautua eri rahoittajatahojen kesken.¹²

Biotekniikan rahoitustyöryhmän linjaukset muodostivat perustan opetusministeriön määrätietoiselle 'kehittämishjelmalle', jossa biotekniikan kehittämistoimia ja rahoitusta pohditaan rahoituskausittain. Biotekniikan rahoitusohjelman *ensimmäinen vaihe* ajoittui vuosille 1988–92, jolloin perustettiin biotekniikan tutkimuksen keskuksia neljälle yliopistopaikkakunnalle; Helsingin, Oulun, Kuopion ja Turun yliopistojen yhteyteen. Myöhemmässä

¹⁰ Koulutus ja tutkimus. Kehittämissuunnitelma 2003–2008. Opetusministeriön julkaisu 2004:6

¹¹ Mm. Sitran Solut –projektin loppuraportti v. 1986 ja Suomen Akatemian laatima biotekniikan ja molekyylibiologian kehittämishjelmalla v. 1987.

¹² Biotekniikan tutkimuksen julkisen rahoituksen kansainvälisen arvioinnin jatkotoimenpiteet ja suositusten toimeenpano. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2003:1

vaiheessa rahoitusohjelmaan otettiin myös Tampereen yliopiston yhteydessä toimiva biokeskus. Ohjelmassa oli opetusministeriön lisäksi mukana myös kauppa- ja teollisuusministeriö, maa- ja metsätalousministeriö sekä sosiaali- ja terveysministeriö. Rahoitusohjelman *toinen vaihe* jatkoi aiempia linjauksia vuoden 1997 loppuun.

Biotekniikan rahoitusohjelman *kolmas vaihe* käynnistyi vuonna 1998 ja se pohjautui vuonna 1996 tehdyn molekyylibiologian ja biotekniikan kansainvälisen arvioinnin osoittamiin suuntiin ja suosituksiin. Yliopistojen biotekniikan erityisrahoituksen taso säilytettiin vuoden 1996 tasolla ja samalla vahvistettiin mm. keskusten verkostoitumista ja tutkimusinfrastruktuureja. Ohjelman *neljäs vaihe* ajoittui vuosille 2001–2003. Sen taustalla oli opetusministeriön asettama Biotekniikka 2000 -työryhmä, joka esitti biotekniikan erityisrahoituksen jatkamista vuoden 2003 loppuun. Uusina kehittämiskohteina nostettiin kantasolututkimus, DNA-mikrosirututkimus sekä proteomiikka ja proteiinien mikroanalyttiset menetelmät.

Biotekniikka 2000 -työryhmä oli esittänyt myös suomalaisen biotekniikan tutkimuksen kansainvälistä arviointia, mikä käynnistettiin vuonna 2002 ministeriöiden, Suomen Akatemian, Tekesin ja Sitran yhteistyönä. Arviointi kattoi biotekniikan tutkimuksen julkisen rahoituksen ja tuloksellisuuden ja pohti myös laajemmin alan vaikutuksia innovaatiojärjestelmään. Kuusihenkisen kansainvälisen asiantuntijaryhmän puheenjohtajaksi kutsuttiin European Molecular Biology Laboratory EMBL:n pääjohtaja professori Fotis Kafatos. Biotekniikan kansainvälinen arviointi oli sanomaltaan varsin positiivinen niin rahoituksen vaikuttavuuden kuin ohjelmien toiminnallisuuden ja yhteistyön kannalta. Kiitosta sai osakseen myös Suomen pitkäjänteinen panostus biotekniikan tutkimuksen kehittämiseen.

Joulukuussa 2002, hyvissä ajoin ennen ohjelman neljännen vaiheen päättymistä, opetusministeriö asetti työryhmän laatimaan ehdotuksen biotekniikan julkisen rahoituksen vaikutusten kansainvälisessä arvioinnissa esitettyjen suositusten toimeenpanosta ja jatkotoimenpiteistä. Seurantaryhmä esitti biokeskusten rahoituksen kasvattamista siten, että vuosina 2004–2006 keskusten vuotuinen perusrahoitus olisi yhteensä 16,6 miljoonaa euroa. *Vaikka työryhmä suosittelikin biokeskusten kansainvälistymisen vahvistamista, uusia tutkimuskeskuksia ei suositeltu perustettavaksi.* Raportissaan työryhmä totesi asiasta seuraavasti:

Työryhmä ei suosittele uusien itsenäisten tutkimusinstituuttien perustamista. Työryhmä katsoo, että käytettävissä olevia rajallisia resursseja ei pidä hajottaa, vaan nykyisiä yksiköitä pitää vahvistaa ja tarvittaessa laajentaa tieteellisen kehityksen edellyttämällä tavalla. Voimavarat tulee keskittää sellaisille aloille, joilla on korkeatasoista osaamista ja joilla voidaan saada kokoon riittävä kriittinen massa.¹³

Opetusministeriön helmikuussa 2005 asettama biotekniikan työryhmä pohtii ja valmistelee nyt käytännössä biotekniikkarahoituksen kuudetta vaihetta.

3.5 Suomen Akatemia

Biotekniikan tutkimus on ollut Suomen Akatemian erityisen huomion ja panostuksen kohteena 1980 -luvulta asti vähintäänkin samoin kuin opetusministeriöllä. Alkuvaiheessa Suomen Akatemian tuki painottui tutkijankoulutukseen, mutta myöhemmin myös tutkimusohjelmiin, huippuyksiköihin ja tutkimusinfrastruktuureihin.

¹³ Biotekniikan tutkimuksen julkisen rahoituksen kansainvälisen arvioinnin jatkotoimenpiteet ja suositusten toimeenpano. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2003:1

Vuonna 1996 opetusministeriö antoi Suomen Akatemialle tehtäväksi käynnistää molekyylibiologian ja biotekniikan tieteenala-arvioinnin. Arvioinnin tarkoituksena oli selvittää, onko erityisrahoitus tuottanut haluttuja tuloksia ja vaikutuksia ja tulisiko rahoitusta jatkaa vuoden 1996 jälkeen. Alalle oli vuosien 1988–1996 aikana ohjattu 300 miljoonaa markkaa (n. 50 miljoonaa euroa) erityisrahoitusta, jonka tavoitteena oli nostaa biotekniikka kansalliseksi vahvuusalueeksi. Mittava kansainvälinen arviointi (yhteensä 22 arvioitsijaa, kohteena 180 tutkimusryhmää) päätyi varsin suotuisaan yleisarvioon. Molekyylibiologian ja biotekniikan tutkimuksen tulevaisuusnäkyymiä pidettiin lupaavina ja useita suomalaisia tutkimusryhmiä jopa erinomaisina.¹⁴

Vuoden 1996 tieteenala-arvioinnin jälkeen Suomen Akatemian panostuksia biotekniikan tutkimukseen on tarkasteltu eri tutkimusohjelmien loppuarviointien yhteydessä ja opetusministeriön biotyöryhmien työn osana. Laajempi tarkastelu Akatemian biotekniikan tutkimuksen panostuksista ja vaikuttavuudesta tehtiin vuoden 2002 biotekniikan julkisten panostusten kansainvälisen arvioinnin yhteydessä. Arvioinnin yhteydessä kerättyjen tietojen perusteella vuonna 2001 Suomen Akatemia rahoitti biotekniikan tutkimusta yhteensä 39,2 miljoonalla eurolla. Rahoituksesta kohdistui hieman alle puolet (48,8 %) biokeskuksille.¹⁵ Akatemian koko tutkimusbudjetista (184 miljoonaa euroa vuonna 2001) biotekniikan tutkimus vastasi runsasta viidennestä (21 %). Lähes puolet rahoituksesta jaettiin tutkimushankkeiden kautta. Rahoitus jakautui eri instrumentteihin seuraavasti (miljoonaa euroa / osuus Suomen Akatemian biotekniikan rahoituksesta 2001):

- Akatemian tutkimusohjelmat (suunnattu)	4,5	(11 %)
- Tutkimushankkeet (suuntaamaton)	16,9	(43 %)
- Tutkimusvirat	4,4	(11 %)
- Tutkijakoulut	5,0	(13 %)
- Kansainvälinen tutkijainvaihto	0,9	(2 %)
- Huippuyksiköt	6,6	(17 %)
- Kansainväliset jäsenmaksut	0,8	(2 %)

Suomen Akatemian budjetoitu tutkimus- ja kehittämisrahoitus vuodelle 2005 on yhteensä 223,5 miljoonaa euroa. *Arvioiden mukaan biotekniikkaan kohdentuu tästä edelleen noin kaksikymmentä prosenttia.*

Akatemian kansainvälisen toiminnan strategiassa tavoitteena on *suomalaisten tutkimusympäristöjen houkuttelevuuden ja kilpailukyvyn, yhden tai useamman kansainvälisesti merkittävän infrastruktuurin saaminen Suomeen, tutkijankoulutuksen kansainvälistyminen ja tutkijoiden entistä paremmat valmiudet kansainväliseen toimintaan.*¹⁶ Eräs keskeisistä Akatemian instrumenteista tutkimusympäristöjen kehittämiseen on kansallinen huippuyksikköohjelma, joka toteutetaan yhdessä Tekesin kanssa. Ohjelmassa rahoitetaan tällä hetkellä yhteensä 42 huippuyksikköä, joiden toimintakaudet ovat osittain päällekkäisiä. Huippuyksiköistä biotekniikkaan ja molekyylibiologian tutkimukseen liittyviä ovat ainakin seuraavat:

¹⁴ Tieteenalojen arviointi Suomessa - Kehittämisen vai vakuuttamisen väline. Suomen Akatemian julkaisu 6/01

¹⁵ Biotechnology in Finland. Impact of Public Research Funding and Strategies for the Future. Evaluation Report. Academy of Finland 11/02.

¹⁶ Suomen Akatemian kansainvälisen toiminnan strategia. Suomen Akatemian julkaisu 6/02.

Kaudella 2003–2005:

- Syöpäbiologian tutkimusohjelma Helsingin yliopistossa,
- Rakenteellisen virologian ohjelma Helsingin yliopistossa,
- Molekylaarisen neurobiologian tutkimusohjelma Helsingin yliopistossa,
- Kasvien molekylaarisen biologian ja metsien bioteknologian tutkimusohjelma Helsingin yliopistossa,
- Bioenergeetiikan tutkimusryhmä Helsingin yliopistossa,
- Geneettisten tautien huippuyksikkö Kansanterveyslaitoksen ja Helsingin yliopiston yhteisenä,
- Solureseptorien tutkimusohjelma Turun yliopistossa,
- Molekyylibiologian ja patologian kollageenitutkimusohjelma Oulun yliopistossa,
- VTT Industrial Biology -tutkimusohjelma VTT:llä, sekä
- Biocentrum Helsingin, Biocenter Oulun, BioCity Turun toimintojen kehittämisohjelmat

Kaudella 2005–2007:

- Miehen lisääntymisenerveyden tutkimusohjelma Turun yliopistossa,
- Mitokondrioiden biogeneesin ja mitokondriotautien tutkimusyksikkö Tampereen yliopistossa,
- Mikrobiaalisten resurssien tutkimusohjelma Helsingin yliopistolla,
- Kehitysbiologian tutkimusohjelma Helsingin yliopistossa,
- Populaatiogeneettisten analyysien yksikkö Oulun yliopistossa, sekä
- Verisuonitautien ja diabeteksen tutkimusyksikkö Kuopion yliopistossa.

Kansallisen huippuyksikköohjelman rinnalla on käynnissä myös yhteispohjoismainen molekyyliäketieteen huippuyksikköohjelma vuosille 2004–2009. Sen vuosittainen kokonaisrahoitus on noin 1,2 miljoonaa euroa. Ohjelmassa rahoitetaan kolmea molekyyliäketieteen tutkimusyksikköä, joista yhtä koordinoi suomalainen ja kahdessa muussakin on mukana suomalaisia tutkimusryhmiä.

Suomen Akatemian akatemiaprofessorit valitaan kansainvälisen tieteellisen arvioinnin perusteella ja akatemiaprofessuurien voidaan katsoa edustavan tutkimuksen korkeinta tasoa. Akatemiaprofessuurien määrä on kuitenkin rajallinen, minkä vuoksi ne eivät anna kattavaa kuvaa tutkimustoiminnan suomalaisesta huippututkimuksesta. Suomen Akatemian biotekniikkaan liittyvät akatemiaprofessuurit (2002–2004) ovat:

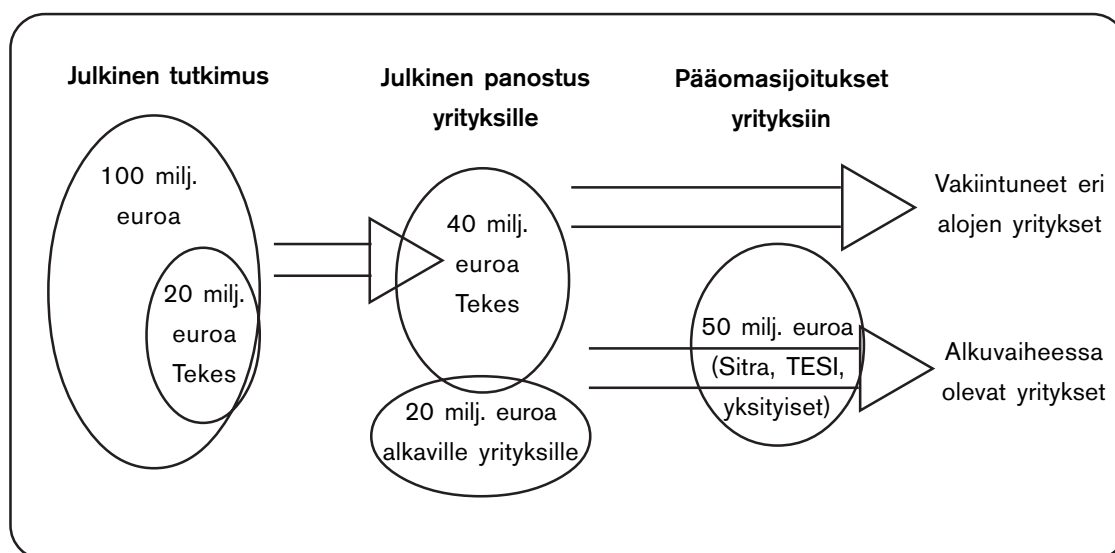
- Aaltonen, Lauri, Helsingin yliopisto
- Alitalo, Kari, Helsingin yliopisto
- Aro, Eva-Mari, Turun yliopisto
- Bamford, Dennis, Helsingin yliopisto
- Jalkanen, Sirpa, Turun yliopisto
- Kallioniemi, Olli-Pekka, VTT
- Peltonen-Palotie, Leena, Helsingin yliopisto & Kansanterveyslaitos
- Sistonen, Lea, Åbo Akademi
- Sivonen, Kaarina, Helsingin yliopisto
- Thesleff, Irma, Helsingin yliopisto
- Ylä-Herttua, Seppo, Kuopion yliopisto

3.6 Teknologian kehittämiskeskus Tekes

Tekesin strategian mukaisena tehtävänä on edistää teollisuuden ja palveluelinkeinojen kilpailukykyä teknologian keinoin. Sen toiminnan tulee monipuolistaa tuotantorakenteita ja kasvattaa tuotantoa ja vientiä sekä luoda perustaa työllisyydelle ja yhteiskunnan hyvinvoinnille. Kaupallisen hyödyntämisen ja kansantalouden kasvun näkökulmasta panostukset suomalaiseen biotekniikan tutkimukseen ovatkin erityisen haastavia. Merkittävien kansantaloudellisten vaikutusten realisoituminen biotekniikkasektorilta voi kestää vielä pitkään.

Kasvuvaikutuksia arvioitaessa biotekniikkaa verrataan usein muihin teollisuuden sektoreihin kuten metsäteollisuuteen, sähkö- ja elektroniikkateollisuuteen tai metalli- ja konepajateollisuuteen. *Niihin rinnastettuna biotekniikan kehitys vaatii vielä 15–30 vuotta tuottaakseen vastaavat kansantaloudelliset kasvuvaikutukset.*¹⁷ Jos sen sijaan tarkastellaan biotekniikkaa *teknologiana*, jota hyödynnetään useilla eri teollisuuden sektoreilla, kuva on toisenlainen. Terveystieteiden kansantaloudellinen ja yhteiskunnallinen merkitys on erittäin suuri, lääketieteellisyys on globaalia liiketoimintaa ja biotekniset sovellukset metsäteollisuuteenkin avaavat mielenkiintoisia mahdollisuuksia.

Kaiken kaikkiaan Suomen suhteelliset tutkimus- ja kehittämispanostukset biotekniikkaan ovat olleet vähintään OECD -maiden hyvää keskitasoa.¹⁸ Suomea (9,0% kaikista julkisista tutkimus- ja kehittämispanostuksista kohdistuu biotekniikkaan) enemmän biotekniikan tutkimukseen panostavat ainoastaan Uusi-Seelanti (14,6%), Kanada (10,6%) ja Tanska (10,4%). Suomessa tehtävän tutkimustoiminnan volyyymi on kansainvälisessä mittakaavassa tästäkin huolimatta marginaalista. Lisäksi julkiset panostukset ovat suuntautuneet vahvasti biotekniikan koulutuksen ja perustutkimuksen vahvistamiseen, vain kohtuullisessa määrin soveltavan tutkimuksen tai sovellusten kehittämiseen ja melko vaatimattomasti liiketoiminnan kehittämiseen ja kasvuedellytysten tukemiseen. Biotekniikkaan suuntautuneiden bruttokansantuotteen suhteutettujen pääomasijoitusten vertailussa Suomi asettuu selvästi OECD -maiden keskitason alapuolelle.¹⁹



Kuvio 2. Biotekniikan tutkimus- ja kehityspanokset (Lähde: Tekes)

¹⁷ Hermans, Raine, Ylä-Anttila, Pekka. Biotekniikka-ala ja Suomen teollinen tulevaisuus. Kirjassa Biotekniikka. Tietoon perustuvaa liiketoimintaa, ETLA B 207

¹⁸ OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2003.

¹⁹ OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2003

Tekesin bioteknologiaan kohdentunut rahoitus vuonna 2003 oli 61 miljoonaa euroa, josta julkisen tutkimusrahoituksen osuus oli 20 miljoonaa euroa ja yritysrahoituksen osuus 41 miljoonaa euroa. Tämä vastasi 16 % Tekesin koko rahoitusvolyyymistä. Rahoituksesta kohdentui kokonaisuudessaan 54 % teknologiaohjelmien kautta (68 % julkisesta tutkimusrahoituksesta ja 52 % yritysrahoituksesta). Alan luonteesta johtuen Tekes on sallinut biotekniikan hankkeille hieman tavallista suuremmat riskit. Tekesin biotekniikkaan suuntatuista hankkeista lääketieteen sovellukset edustavat arviolta noin 60 % ja molekyylibiologian osuus on noin 20 % rahoitusvolyyymistä.

Pitkäjänteinen biotekniikan edistäminen ja vahvistaminen Suomessa on ollut myös Tekesin tavoitteena. Tekesin bioteknologiapanostuksia koskevat sisältölinjaukset on esitetty Tekesin 9.3.2005 julkistamassa strategiassa, jossa bioteknologia on valittu yhdeksi painopistealueeksi. Tekesin bioteknologiaan suuntautuneita panostuksia tai ohjelmia ole arvioitu omalla kokonaisuutenaan, ainoastaan ohjelmat erillisinä ohjelma-arvioiteina ja kokonaisuus osana kansallisia biotekniikan arviointeja.

3.7 Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra

Sitra toi pääomasijoitustoiminnan suomalaiseen innovaatiojärjestelmään 1990-luvun alussa. Sen yksi merkittävistä sijoitusaloista oli jo alun alkaen biotekniikka ja suomalaiset biotekniikkayritykset. 1990-luvun puolivälissä Sitran pääomasijoitustoiminnasta syntyi erillinen, itsenäinen bioalan pääomasijoitusyhtiö BioFund Oy. *Kaikkiaan Sitran arvioidaan tehneen pääomasijoituksia erilaisiin biotekniikkaa kehittäviin ja hyödyntäviin yrityksiin noin sadalla miljoonalla eurolla.*

Vuonna 2003 Sitra aloitti strategiansa uudistamisen ja Sitran irtautuminen biotekniikkasijoituksistaan oli näkyvästi esillä julkisuudessa. Pääomasijoitukset ohjautuvat Sitrassa tuotto-odotusten mukaisesti kuten muutkin markkinaehtoiset sijoitukset, eikä niillä tässä mielessä ole erityistä yhteiskunnallista tehtävää. Sitrassa on laskettu, että sen nykyisen biotekniikan pääomasijoitussalkun hoitaminen vaatisi jatkorahoitusta lähivuosina ainakin 50 miljoonan euroa lisää ja se on päättänyt luopua noin puolista biotekniikkasijoituksistaan. Sitra aikoo tulevaisuudessa hakea sijoituskohteeseen esimerkiksi terveydenhuollon teknologiaan erikoistuneita yrityksiä ja suuntaa rahoitustaan pois varsinaisesta lääkekehityksestä.

Kaiken kaikkiaan pääomasijoitusmarkkinoilla biotekniikasta uskottiin nousevan Suomen talouden uusi veturi vielä vuosituhannen vaihteeseen asti, jolloin pääomasijoituksia bioyrityksiin tehtiin runsaasti. Pörssikurssien heikkeneminen alkoi keväällä 2000, jonka myötä uudet pääomasijoitukset biotekniikkayrityksiin vähenivät nopeasti ja odotukset biotekniikkaan tehtyihin panostuksiin heikkenivät. Usko alan kehitykseen on sittemmin vahvistunut ja vuonna 2004 biotekniikka (Life Sciences) oli Suomessa jälleen suurin pääomasijoitusten kohdesektori, *johon tehtiin uusia sijoituksia 57 miljoonan euron edestä.*²⁰

²⁰ Suomen pääomasijoitusyhdistys. Pääomasijoitusten ennakkotiedot vuodelta 2004. FVCA 2005.

4 Molekyylilääketieteen, -genetiikan ja -epidemiologian tutkimus Suomessa

4.1 Yleistä

Kattavaa ja luotettavaa vertailutietoa biotekniikan tutkimuksen volyymista ja kehityksestä Suomessa tai muissa maissa ei vielä ole saatavilla, sillä biotekniikan tutkimus- ja kehittämistoimintaa koskevia tilastoja on vasta ryhdytty keräämään. Suomessa biotekniikan tutkimus- ja kehittämistoiminnan tilastotietoja on kerätty tilastokeskuksen toimesta vuodesta 2003 osana OECD:n biotekniikan tilastoaineistojen kehittämistä.

Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2003 Suomessa käytettiin biotekniikan tutkimus- ja kehittämistoimintaan *kaikkiaan 186 miljoonaa euroa*. Se vastaa hieman alle neljää prosenttia (3,7 %) kaikista tutkimus- ja kehittämistoiminnan menoista. Sekä korkeakoulusektorilla (84,0 miljoonaa euroa) että yrityksissä (84,9 miljoonaa euroa) tehtiin alan tutkimuksesta runsas 45 prosenttia, tutkimuslaitosten osuuden (16,6 miljoonaa euroa) ollessa hieman alle yhdeksän prosenttia kokonaisuudesta.²¹

Tutkimusalana biotieteisiin on panostettu voimavaroja muun muassa kohdentamalla erityisrahoitusta yliopistoille ja niiden biokeskuksille. 1990-luvun puolivälissä tehdyn biotekniikka-arvioinnin jälkeen Suomen Akatemia suuntasi erityisrahoitusta myös useisiin biotieteiden tutkimusohjelmiin.²² Biotieteiden tutkimuksen kehitys onkin ollut nopeaa ja tutkimuksen taso on edelleen vahvistunut. Selvitystä kansainvälisen molekyylilääketieteen tutkimuskeskuksen perustamiseksi voidaan siksi tarkastella myös jatkona biotekniikan kehittämiseen kohdistuneille erityispanostuksille.

Toimeksiannossa määritelty aloite koskee ensisijaisesti molekyylilääketiedettä, joka määritelmästä riippuen pitää sisällään molekyyligenetiikan ja molekyyliepidemiologian tutkimuksen. Näiden alojen on katsottu olevan suomalaisen tutkimuksen erityisiä vahvuuksia. Muiden muassa Suomen Akatemian Tieteen tila ja taso -selvityksessä molekyylibiologian viittauskertoimet ovat kaikista bio- ja ympäristötieteen aloista selvästi korkeimmat. Vuosina 1998–2002 molekyylibiologian ja perinnöllisyystieteen suhteellisen julkaisu-

²¹ Tutkimus- ja kehittämistoiminta 2003. Tilastokeskus 2004:4.

²² Muiden muassa Geenitutkimuksen ohjelma, Molekyyliepidemiologia ja molekyylievoluution tutkimusohjelma, Rakennebiologian tutkimusohjelma ja Solubiologian tutkimusohjelma.

aktiivisuus oli kansainvälistä huippua, vain Ruotsi on korkeammalla tasolla. Kansainvälisestä julkaisuutoiminnasta todetaan mm. seuraavasti:

'Molekyylibiologian, biokemian ja biologian tutkijat ovat kilpailleet kansainvälisillä julkaisufoorumeilla pitkään. Kehitys näyttää molekyylibiologian ja genetiikan alalla erityisen nopealta 1990 -luvun alkupuolella, mutta tasaantuu vuosikymmenen lopulla. Vuosikymmenen alun nopea kehitys johtui molekyyligenetiikan metodien kehittymisestä, jolloin tautigeenien selvittäminen nopeutui. Suomalaiset tutkijat osasivat käyttää hyväkseen muun muassa suomalaisen tautiperimän ja toisaalta suomalaisen kliinisen genetiikan mahdollisuuksia kansainvälisen kärjen saavuttamiseen. Vaikka kehitys ei enää olekaan yhtä nopeaa, niin nykyinenkin kehitysvauhti pitää Suomen suhteellisesti yhtenä alan kärkimaista.'²³

Molekyylilääketieteeseen katsotaan kuuluvan myös osa kliinisestä lääketieteestä, erityisesti tutkimus, joka tähtää molekyyli- ja solutason mekanismien ymmärtämiseen (esim. sairauksien molekylaarisen taustan ja patogeneesin selvittämiseksi, genomi- ja proteomiikan soveltamisen tautien patogeneesin, hoidon ja diagnostiikan tutkimiseksi sekä uusien täsmähoitojen kehittämiseksi).

On vaikea ja ehkä epätarkoituksenmukaistakin tiukasti rajata, mikä osa eri yliopistojen, biokeskusten ja sektoritutkimuslaitosten tutkimustoiminnasta selkeästi kuuluu toimeksiannossa määriteltyyn molekyylilääketieteeseen, molekyyligenetiikkaan tai molekyyliepidemiologiaan. Tulkintani on, että toimeksiannon tavoitteena oli määritellä mitkä osa-alueet selvityksessä pitää ainakin kattaa harkittaessa tutkimuskeskuksen perustamisedellytyksiä pikemminkin kuin rajata mitkä osa-alueet jäävät selvityksen ulkopuolelle. Tätä tulkintaa tukevat myös ne kannanotot, joissa moderni molekyylibiologian ja -lääketieteen tutkimus kuvataan vahvasti monitieteiseksi kokonaisuudeksi, jossa myös 'ei bioteknisten' tieteiden, teknologioiden ja osaamisen merkitys on huomattava. *Selkeyden vuoksi jatkossa käytetään termiä molekyylilääketiede kattamaan kaikkia edellä kuvattuja tieteenaloja, rajapintoja ja sovellusaloja.*

Lähtökohtaisesti molekyylilääketiede on lääketieteellistä tutkimusta, jossa hyödynnetään biotieteellistä osaamista ja sovelletaan biotekniikkaa. Biotutkimuksen yleisenä trendinä on bio- ja lääketieteen tutkimuksen vahva konvergoituminen. Se on maailmanlaajuinen kehitys, jossa on useita eri ulottuvuuksia. Eri havaintojen perusteella biotekniikan tutkimuksessa painopiste on muutenkin siirtynyt geneerisen tiedon tuottamisesta ongelma- tai tavoitelähtöisen tutkimuksen suuntaan. Samalla tutkimuksen tekeminen edellyttää aiempaa enemmän moniosaamista ja monitieteisyyttä. Kysymys on mm. fysiikan, kemian ja uusien teknologioiden hyödyntämisestä. Tämä näkyy mm. systeemibiologian vahvistumisena. Siksi tutkimustoiminnan suuntaamisessa ja kehittämisessä ei voida pitäytyä vain siihen, mitä biotekniikan tutkimuksella on aiemmin tarkoitettu tai ymmärretty.

Bioteknisen tutkimuksen kansainvälistymistä ja osittain myös sen laatua kuvastaa menestyminen EU:n tutkimuksen puiteohjelmien hauissa. EU:n kuudennessa puiteohjelmassa biotekniikkaa rahoitetaan pääasiassa ensimmäisellä prioriteettialueella (Life Sciences, Genomics and Biotechnology for Health), mutta jossain määrin myös eri temaattisilla alueilla. Alustavien tietojen mukaan kuudennen puiteohjelman kolmella ensimmäisellä hakukierroksella oli rahoitukseen esitetty yhteensä 70 sellaista hanketta, joissa on mukana suomalaisia tutkijoita. Kaikkiaan rahoitusta on esitetty yhteensä 351 hankkeelle; näin joka viidennessä

²³ Suomen tieteen tila ja taso. Katsaus tutkimustoimintaan ja tutkimuksen vaikutuksiin 2000 -luvun alussa. Suomen Akatemian julkaisuja 9/03

rahoitettavaksi esitetyssä hankkeessa on suomalaisia tutkimusryhmiä. Rahoitusneuvottelut ovat kuitenkin vielä kesken, joten tarkkaa lukumäärää rahoitettavien hankkeiden määrästä ja rahoituksen suuruudesta ei voida sanoa. Joka tapauksessa suomalaisia tutkimusryhmiä sisältävät hankkeet näyttäisivät menestyneen kolmen ensimmäisen hakukierroksen aikana keskimääräistä paremmin, koska näiden hankkeiden onnistumisprosentti on noin 32 %, kun vastaava onnistumisaste muiden hankkeiden osalta on noin 25 %.²⁴

4.2 Yliopistojen biokeskukset

Yliopistojen yhteyteen perustettujen biokeskusten ajatuksena on ollut koota sateenvarjoorganisaationsa alle useita laboratorioita, tutkimusryhmiä ja eri alojen asiantuntijoita työskentelemään yhteisen päämäärän hyväksi. Vaikka biokeskuksilla on keskeinen asema suomalaisten yliopistojen biotekniikan tutkimuksessa, niin *yliopistoissa ja varsinkin yliopistokampuksilla tehdään biotieteellistä tutkimusta laajemmin kuin mitä yksinomaan biokeskuksia tarkastelemalla ilmenee*. Lisäksi biotekniikan osaamista ja varsinkin sitä tukevaa muuta osaamista ja tutkimusta on laajemmalti kuin biokeskuksissa ja niitä isännöivissä yliopistoissa. Näin on esimerkiksi Jyväskylän yliopistossa ja Teknillisessä korkeakoulussa, joilla ei ole biokeskuksia.

Biokeskukset ovat myös keskenään erilaisia, niin kooltaan, tieteelliseltä suunnaltaan ja orientaatioiltaan kuin organisointi- ja toimintatavoiltaan. Niiden yhteisenä pyrkimyksenä on ollut biokeskusten profiilien ja keskinäisen työnjaon selkiyttäminen sekä yhteistyön tiivistäminen toisiaan täydentävänä verkostona. Alla lyhyt kuvaus kustakin biokeskuksesta.

Helsingin yliopisto – Biocentrum Helsinki ja Biotekniikan instituutti

Helsingin yliopistossa toimii opetusministeriön erityisrahoituksella kaksi biokeskusta: Biotekniikan instituutti, joka on Viikin kampuksella toimiva Helsingin yliopiston konsistorin alainen erillinen laitos sekä Biocentrum Helsinki, joka on 26:sta tutkimusryhmästä ja noin viidestäsadasta tutkijasta koostuva sateenvarjo-organisaatio. Biotekniikan instituutti on perustettu vuonna 1989 ja siellä työskentelee noin 300 ihmistä 29:ssä tutkimusryhmässä, jotka on valittu – kuten vuonna 1994 muodostetun Biocentrum Helsinginkin ryhmät – avoimen haun ja arvioinnin kautta.

Biocentrum Helsingin tutkimusryhmät jakautuvat Viikin ja Meilahden kesken. Noin puolet Biocentrum Helsingin ryhmistä toimii Meilahden kampuksella (Biomedicum Helsinki -rakennuksessa tai Haartman-instituutissa) ja puolet Viikin kampuksella. Yhdessä nämä kaksi biokeskusta muodostavat laaja-alaisen biotekniikan tutkimuksen keskuksen, jossa vahvuuksia ovat solu- ja molekyylibiologia, syöpäbiologia, molekylaarinen neurobiologia, kehitysbiologia, ihmisen molekyyli-genetiikka, rakennebiologia ja biofysiikka sekä kasvien molekyylibiologia ja biotekniikka. Biokeskukset ovat yhdessä perustaneet ja ylläpitävät lähes kaikkia Helsingin yliopiston modernin biotekniikan tutkimuksen tarvitsemia keskitettyjen palvelujen yksiköitä. Korkean tieteellisen tason osoituksena on myös se, että Biocentrum Helsingin ryhmistä oli vuonna 2004 Suomen Akatemian huippuyksikköohjelmaan valittuna 8 ryhmää tai yksikköä; Biotekniikan instituutissa näistä toimii 5 yksikköä.

Helsingin yliopiston yhteydessä toimii myös erillislaitokseksi organisoitu Suomen genomikeskus, joka on kansallinen monitekijäisten tautien geenitutkimuksen asiantuntijalaitos. Laitokseen johtokuntaan kuuluu myös muiden yliopistojen edustajia.

²⁴ Suomen Akatemia, Terveysten tutkimuksen yksikkö, 10.5.2005

Keskuksen tehtävänä on tutkimushankkeiden suunnittelu ja toteutus, ihmisperimän genotyyppitys tutkimustarkoituksiin sekä näihin liittyvät tulkintatehtävät. Genomikeskuksella on myös tutkijankoulutusta.

Helsingin yliopisto ja EMBL ovat solmineet yhteistyösopimuksen, joka luo perustan yhteiselle tohtorikoulutusohjelmalle. Sopimuksen mukaan Helsingin yliopiston EMBL-ohjelmiin valitut jatko-opiskelijat suorittavat pääosan opinnoistaan EMBL:ssä ja sen rahoittamina, mutta väittelevät Helsingin yliopistolla ja sen tiedekunnissa.

Kuopion yliopisto – A.I. Virtanen -instituutti

Kuopion yliopiston A.I. Virtanen -instituutti on perustettu vuonna 1989 sateenvarjo-organisaatioksi yliopiston biotekniikan ja neurotieteiden tutkimushankkeille. Erillisenä yliopiston tutkimusinstituuttina se on toiminut vuodesta 1995 alkaen. A.I. Virtanen -instituutissa toimii 13 tutkimusryhmää organisoituneena kolmelle laitokselle (neurobiologian laitos, bioteknologian ja molekulaarisen lääketieteen laitos sekä biolääketieteellisen NMR:n laitos). Henkilöstöä instituutissa on yhteensä noin 200 ja se sijaitsee yliopistokampuksen Bioteknia I ja II -rakennuksissa.

A.I. Virtanen -instituutti on yksi Euroopan johtavista molekyyllilääketieteen keskuksista erityisesti geeniterapian alueella, jossa tutkimus painottuu sydän- ja verisuonisairauksien sekä vaikeiden aivokasvainten geenihoidon kehittämiseen. Instituutissa kehitetään geeninsiirtovektoreita ja testataan olemassa olevien virusvektoreiden soveltuvuutta eri syöpätyyppeihin. Instituutti on saavuttanut merkittäviä tuloksia molekyyllilääketieteessä myös tuottamalla *in vitro*- ja *in vivo*- tautimalleja neurodegeneratiivisiin sairauksiin (aivohalvaus, Alzheimerin tauti, epilepsia, Parkinsonin tauti) ja kansantauteihin (esim. diabetes) sekä selvittämällä em. sairauksien molekulaarisia mekanismeja ja mahdollisuuksia lääkinnälliseen interventioon.

A.I. Virtanen -instituutissa toimii Suomen Akatemian Verisuonitautien ja tyyppi 2 diabeteksen tutkimuksen huippuyksikkö sekä pohjoismainen 'Neurodegeneration' huippu-tutkimusyksikkö. Instituutin yhteyteen on syntynyt myös molekyyllilääketieteeseen perustuvia yrityksiä (Ark Therapeutics Ltd, Jurllab ja Cerebricon). A. I. Virtanen -instituutti on merkittävä toimija muutoinkin terveyteen, ympäristöön ja hyvinvointiin profiloituneessa Kuopion yliopistossa. Instituutissa tehty tutkimus edustaa määrällisesti noin 40 % koko yliopiston biotekniikkaan suuntautuneesta tutkimuksesta.

Oulun yliopisto – Biocenter Oulu

Biotekniikka on yksi Oulun yliopiston kolmesta tutkimuksen painoalasta. Yliopiston biotekniikan strategiaa toteuttaa vuonna 1986 perustettu biokeskus Biocenter Oulu (BCO). Sen tavoitteena on kuulua johtavien bioteknologian ja modernin biotieteen tutkimuskeskusten joukkoon Pohjoismaissa sekä merkittävien joukkoon Euroopassa.

BCO:n strategiset linjaukset ovat:

- 1) kansainvälisesti korkeatasoisen tutkimuksen edistäminen,
- 2) tiedekuntarajat ylittävä yhteistyö, jossa tutkimusryhmät ovat kolmesta eri tiedekunnasta (luonnontieteellinen, lääketieteellinen ja tekninen) ja yliopistollisesta sairaalasta,
- 3) infrastruktuurin rakentaminen,
- 4) tehokas ja laadukas tutkijakoulutus ja tohtorintutkinnon jälkeisen tutkijanuran edistäminen,
- 5) kansainvälisyyden korostuminen kaikessa toiminnassa, ja
- 6) toiminnan säännöllinen arviointi.

Biocenter Oulun tutkimukselliset vahvuudet ovat sidekudostutkimus, sydän- ja verisuonitutkimus, molekylaarinen entsymologia sekä funktionaalinen genomiikka ja molekyyllilääketiede. Keskuksessa toimiva kollageenitutkimuksen yksikkö on yksi Suomen Akatemian huippuyksiköistä. Biocenter Oulun tutkimusprojektien valinta kullekin nelivuotiskaudelle perustuu avoimeen hakuun ja parhaimpien projektien valintaan ulkopuolisen arvioinnin perusteella. Arviointeja on toteutettu viisi kertaa vuosina 1989–2003. Biocenter Oulussa on 20 tutkimusryhmää ja henkilöstöä yhteensä noin 300. Näistä ulkomaisten osuus on noin 15 %.

Vuonna 2004 valmistuneessa lääketieteen kampusalueen päärakennuksessa sijaitsee osa BCO:n toiminnasta, Oulun yliopistollisen sairaalan Kliininen tutkimusyksikkö sekä erät tiedekunnan yksiköt. Toiminnan keskeisen osan muodostaa vaativien ja kalliiden tutkimuslaitteistojen yhteiskäyttöön perustuva ydinpalveluiden verkko, joka tukee Biocenter Oulun tutkimusryhmien toimintaa ja on myös Oulun yliopiston muiden tutkijoiden käytössä. Tutkimuksen tuotteistamisessa BCO toimii tiiviissä yhteistyössä Oulun seudun kasvusopimusta toteuttavan Bioforumin kanssa. Keskeiset kehityshankkeet ovat bioteknologian ja informaatioteknologian yhdistävä BioIT -hanke sekä yrityksille bioprosessiosaamista tarjoavassa BioWorld -hanke. Biocenter Oulu tekee tiivistä yhteistyötä Kuopion yliopiston A. I. Virtanen -instituutin kanssa.

Tampereen yliopisto – Lääketieteen teknologian instituutti IMT

Lääketieteellisen teknologian instituutti (IMT), on vuonna 1995 perustettu Tampereen yliopiston erillislaitos, jonka johtokunnassa ovat edustettuina keskeiset yhteistyötahot yliopistosta, sairaalasta ja yrityksistä. Hallintomalli mahdollistaa joustavan toiminnan, josta esimerkkinä maamme ensimmäinen bioinformatiikan professuuri ja poikkitieteellinen FM/DI koulutusohjelma Tampereen Teknillisen yliopiston kanssa. Lääketieteen teknologian instituutissa toimii 15 tutkimusryhmää (henkilöstöä on yhteensä noin 160 ja neljännes tutkijoista on ulkomaalaisia). IMT:n tutkimuksen painopisteitä ovat syövän ja mitokondriosairauksien genetiikka ja biologia, immunologia, solubiologia, bioteknologia ja bioinformatiikka.

IMT sijaitsee nopeasti kehittyvällä FinnMedi kampuksella fyysisessä yhteydessä Tampereen yliopistollisen sairaalan, solu- ja kudosteknologiakeskus Regeaan, lääketieteellisen tiedekunnan ja TTY yksiköihin. Kampuksella sijaitsee bioteknologian yrityksiä, sekä tutkimuspalveluja ja liiketoimintakehitystä koordinoiva FinnMedi tutkimus Oy. Toimintaympäristö ja yhteistyöhön pohjautuva toimintastrategia luovat perustan Tampereen bioteknologiakeskuksen toiminnalle, jossa toimii kolme Suomen Akatemian huippuyksikköä. Tunnusomaisia piirteitä keskukselle ovat poikkitieteellisyys ja lääketieteelliset sovellutukset, ja esimerkkeinä keskeisistä yhteistyötahoista TTY:n ja VTT:n signaaliprosessointi, optotroniikka sekä biomateriaalitekniikka.

Turun yliopisto ja Åbo Akademi – BioCity Turku

BioCity Turku on Turun yliopiston ja Åbo Akademin yhteinen biotieteiden ja molekyyllilääketieteen katto-organisaatio, jonka toimintaan osallistuu myös Kansanterveyslaitoksen Turun osaston, VTT Medical Biotechnology -yksikön ja Turun yliopistollisen keskussairaalan tutkijoita. Tärkeän osan BioCity Turku muodostaa Turun yliopiston ja Åbo Akademin yhteisenä erillislaitoksena toimiva Biotekniikan keskus (BTK), joka tarjoaa pääosan BioCity Turun yhteispalveluista.

BioCity Turun ja BTK:n hallinnosta vastaa yliopistojen yhdessä nimeämä johtokunta. Tämän BioCityn ja BTK:n yhteisen johtokunnan puheenjohtajana toimii BioCity Turun

tieteellinen johtaja. Johtokunnan ja tieteellisen johtajan apuna toimii myös pohjoismaisista huippututkijoista muodostunut tieteellinen neuvottelukunta.

BioCity Turku on valinnut hakemusten ja tieteellisen neuvottelukunnan suorittaman arvioinnin perusteella kuusi tutkimusohjelmaa vuosiksi 2005–2009. Tutkimusohjelmat edustavat BioCity Turun painopistealueita ja ne ovat:

- Reseptorien tutkimusohjelma,
- Systeemibiologian tutkimusohjelma,
- Turun immunologiakeskus,
- Lisääntymis- ja kehityslääketieteen keskus,
- Biomateriaalien tutkimusohjelma ja
- Diagnostiikan tutkimusohjelma.

BioCity Turku koordinoi kahdeksan Turussa toimivan bioalan tutkijakoulun yhteistoimintaa (Bionet Turku). BioCity Turun yhteydessä toimii kolme Suomen Akatemian huippuyksikköä (kaksi paikallista ja yksi verkostomainen) ja neljä akatemiaprofessoria. BioCity Turku toimii läheisessä yhteistyössä Turku Science Parkin ja siellä olevien bioalan yritysten kanssa. Kokonaisuudessaan BioCity Turku muodostaa laajan, 89 tutkimusryhmän ja yli 1 000 tutkijan monitieteellisen tutkimuskokonaisuuden, joka tukee perustutkimuksen lisäksi soveltavaa tutkimusta mm. lääkekehityksen, diagnostiikan ja biomateriaalien alueilla.

Oheiseen taulukkoon on koottu joitakin keskeisiä tunnuslukuja biokeskusten tutkimustoiminnan volyymistä vuonna 2004. Taulukossa ilmoitettuja tunnuslukuja on pidettävä suuntaa-antavina, sillä *biokeskusten toiminnat ja rakenteet eroavat toisistaan eivätkä ilmoitettujen lukujen laskentaperusteet välttämättä ole yhdenmukaisia.*

Taulukko 1. Biokeskusten keskeisiä volyymilukuja vuonna 2004²⁵

	Tutkimusrahoitus (tuhatta euroa)*	Koko henkilöstö	Kansainväliset julkaisut	Väitökset
Biocentrum Helsinki**	21 669	525	243	40
Biotekniikan instituutti**	15 933	390	107	18
A.I.Virtanen -instituutti	7 627	180	74	12
Biocenter Oulu	14 346	288	102	15
IMT Tampere	7 864	147	80	5
BioCity Turku	23 915	857	426	48
<i>Yhteensä</i>	<i>91 354</i>	<i>2 387</i>	<i>1 032</i>	<i>138</i>

* Yksikön perusrahoitus (ml. tutkijakoulut) ja koko ulkoinen rahoitus

** Biotekniikan instituutin ja Biocentrum Helsingin tiedot ovat osittain päällekkäisiä.

Biocentrum Helsinki on sateenvarjo-organisaatio, jossa toimivista tutkimusryhmistä noin kolmannes on Biotekniikan instituutin ryhmiä.

Vuoden 2004 osalta yliopistojen biokeskusten omien ilmoitusten mukaan niiden perusrahoitus oli hieman alle 18 miljoonaa euroa. Kun mukaan lasketaan biotekniikan tutkijakoulujen rahoitus sekä muu biokeskusten suora budjettirahoitus, summa oli runsaat 38 miljoonaa

²⁵ Opetusministeriön kysely biokeskuksille, 2005.

euroa. Kilpailun kautta saatua julkista tutkimusrahoitusta (Suomen Akatemian, Tekesin ja ministeriöiden kautta) biokeskuksille ohjautui lisäksi yhteensä noin 34 miljoonaa euroa ja muuta ulkoista rahoitusta noin 19 miljoonaa euroa. *Kaiken kaikkiaan biokeskusten julkinen rahoitus vuonna 2004 oli yhteensä runsaat 72 miljoonaa euroa ja kokonaisrahoitus noin 91 miljoonaa euroa.* Laskelma on karkea ja suuntaa-antava, mutta suuruusluokaltaan todennäköisesti oikea. Lisäksi on syytä huomata, että biokeskusten rahoitus voi kattaa joiltakin osin myös biokeskuksissa toimivien sektoritutkimuslaitosten toimintaa eikä kysymys ole ainoastaan tutkimusrahoituksesta vaan myös koulutuksesta ja muista toimintamenoista. Toisaalta, se ei myöskään kata kaikkea yliopistoissa ja korkeakouluissa tehtävää biotekniikan tutkimusta, varsinkin jos aihealue rajataan laajasti.

4.3 Sektoritutkimuslaitokset

Suomalaisista sektoritutkimuslaitoksista molekyyli- ja lääketieteellistä tai sitä läheisesti tukevaa tutkimusta tekevät ainakin sosiaali- ja terveysministeriön alaiset Kansanterveyslaitos KTL ja Työterveyslaitos TTL, ympäristöministeriön alainen Suomen ympäristökeskus SYKE, maa- ja metsätalousministeriön alaiset Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Eläinlääkintä- ja elintarviketutkimuslaitos EELA ja Metsäntutkimuslaitos sekä kauppa- ja teollisuusministeriön alainen Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT. Alla lyhyt kuvaus kunkin laitoksen tutkimustoiminnasta.

Kansanterveyslaitos KTL

Kansanterveyslaitoksen tehtävänä on edistää ja suojella suomalaisten terveyttä. Sen keskeiset toiminta-alueet ovat tutkimus- ja asiantuntijatoiminta, kansanterveyden seurantatehtävät, palvelu- ja referenssilaboratoriotehtävät, tieteellinen jatkokoulutus ja täydennyskoulutus sekä viestintä ja valistus. KTL:n tutkimustoiminnan vahvuudet ovat geneettisessä tutkimuksessa, molekyyli- ja lääketieteessä, epidemiologiassa ja ympäristöterveydessä. KTL:n budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 32,8 miljoonaa euroa.²⁶

Työterveyslaitos TTL

Työterveyslaitoksella on käynnissä noin 200 tutkimushanketta. Tieteellinen tutkimustoiminta on Työterveyslaitoksen toiminnan ydin. Tutkimuksen ja kehitystyön avulla tuotetaan uutta tietoa, jonka avulla työoloja voidaan parantaa, työntekijöiden terveyttä ja työkykyä edistää sekä työyhteisöjen toimivuutta ja hyvinvointia kehittää.

Työterveyslaitoksen tutkimustoiminta on monitieteistä ja laaja-alaista ja laitoksen tutkijat osallistuvat aktiivisesti kansainväliseen tieteelliseen tutkimusyhteistyöhön. Valtaosa on soveltavaa tutkimusta, jonka tuloksia voidaan hyödyntää nopeasti suomalaisessa työelämässä. Osa tähtää pidemmän aikavälin tuloksiin etsien muun muassa sairauksien mekanismeja ja selvittäen ilmiöiden teoreettisia taustoja. TTL:n budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 22,8 miljoonaa euroa.

²⁶ Tutkimus- ja kehittämisrahoitus valtion talousarviossa 2005. Tilastokeskus 2005:1

Suomen ympäristökeskus SYKE

Suomen ympäristökeskuksessa tutkitaan ympäristössä tapahtuvia muutoksia ja yhteiskunnan mahdollisuuksia vastata ympäristöongelmien esille nostamiin kysymyksiin. Suurin osa tutkimuksesta tehdään tutkimusohjelmissa. Aihealueet ulottuvat globaaleista ympäristöongelmista alueellisiin ja paikallisiin kysymyksiin.

Tutkimusohjelmissa ympäristöongelmia lähestytään monitieteellisesti yhdistäen luonnontieteellis-tekniseen tutkimukseen yhteiskunnallinen näkökulma. Tutkimusohjelmien hankkeissa tehdään tiivistä yhteistyötä koti- ja ulkomaisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten sekä liike-elämän kanssa. SYKEN budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 19,5 miljoonaa euroa.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT

MTT on maatalous- ja elintarviketutkimusta ja maatalouden ympäristöntutkimusta tekevä laitos. Sillä on kolme ohjelma-aluetta, jotka ovat 1) elintarvikkeet ja markkinat, 2) tuotanto- ja informaatiojärjestelmät sekä 3) maaseutupolitiikka ja -ympäristö. Näissä tutkimusaloja ovat biologia, teknologia ja talous, joissa laitos tekee tieteellistä yhteistyötä koti- ja ulkomaisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa. MTT:n budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 44,7 miljoonaa euroa.

Metsäntutkimuslaitos METLA

Metla edistää tutkimuksen keinoin metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä hoitoa ja käyttöä. Se tuottaa tieteellistä tietoa metsäympäristöstä, metsien eri käyttömuodoista ja metsä- ja puutaloudesta. Metlan tutkimustoiminta on organisoitu ongelmakeskeisiin tutkimusohjelmiin (6) ja tutkimushankkeisiin (n. 150 kpl). Metlan budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 43,7 miljoonaa euroa.

Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos EELA

EELAn tehtävänä on eläintautien tutkimus ja seuranta, eläinten terveyden ja hyvinvoinnin edistäminen, eläimistä saatavien elintarvikkeiden laadun ja turvallisuuden tutkimus sekä näihin liittyvä riskinarviointi ja vertailulaboratoriot toiminta. Tieteellinen tutkimustyö jakaantuu tavoitteellisiin kokonaisuuksiin: eläintautien ehkäisy, elintarvikkeiden turvallisuus ja eläimistä ihmisiin tarttuvien tautien hallinta. Tieteellinen riskinarviointi edesauttaa edellä mainittujen tavoitteiden saavuttamista. EELAn budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 4,7 miljoonaa euroa.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT

VTT:n tutkimustoiminta jakautuu kolmeen pääryhmään: toimeksiantotutkimukseen asiakkaille, yhteistutkimushankkeisiin ja pitkäjänteisiin omarahoitteisiin tutkimushankkeisiin. VTT:llä on kuusi tutkimusyksikköä: Elektroniikka, Tietotekniikka, Tuotteet ja tuotanto, Prosessit, Biotekniikka sekä Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

VTT Biotekniikka kehittää biotieteiden sovelluksia teollisuuden tarpeisiin. Sen ydinosat alueet ovat bioprosessit, elintarvikkeiden funktionalisointi, systeemibiologia, metaboliamuokkaus ja teolliset biomolekyylit. VTT Biotekniikan tutkimusohjelmia ovat VTT Industrial Biotechnology, VTT Biotools, VTT Tailored Technologies for Future Foods sekä

The Food, GI-tract Functionality and Human Health -klusteri. Koko VTT:n budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 207,5 miljoonaa euroa.

Säteilyturvakeskus STUK

Säteilyturvakeskuksen tutkimustoiminnan tavoitteena on säteilyn esiintymistä ja terveyshaittoja koskevan uuden tiedon tuottaminen sekä viranomaisvalvonnan ja valmiustoiminnan tukeminen. Tutkimustoiminta keskittyy säteilysuojeluun ja säteilyn terveyshaittoihin. EU:n säteilysuojelua ja lääketieteellistä säteilyaltistusta koskevat direktiivit suuntaavat osaltaan STUKissa tehtävää tutkimusta. Tutkimusaloja ovat luonnonsäteily, valmius ja ympäristön säteilyvalvonta, säteilyn terveyshaitat ja ionisoimaton säteily. STUK:n budjetoidut kokonaistutkimusmenot vuodelle 2005 ovat 19,5 miljoonaa euroa.

Seuraavaan taulukkoon koostettu joitakin lukuja sektoritutkimuslaitosten biotekniikan tutkimuksesta vuodelta 2004. Taulukossa esitetyt luvut ovat suuntaa-antavia. Joidenkin laitosten tutkimustoiminnassa biotekniikkaa hyödynnetään muiden teknologioiden tavoin ja siksi biotekniikan tutkimuksen erottaminen muusta tutkimustoiminnasta saattaa olla vaikeaa.

Taulukko 2. Sektoritutkimuslaitosten biotekniikan tutkimuksen lukuja²⁷

Tutkimuskeskusten biotutkimus vuonna 2004	Rahoitus (tuhatta euroa)	Henkilöstö	Kansainväliset julkaisut	Väitökset
KTL	8 811	242	73	25
TTL	1 007	46	31	8
SYKE	na	na	na	na
MTT	6 192	76	23	4
METLA	1 371	78	16	4
EELA*	1 900	106	44	2
VTT	19 880	213	111	5
STUK	1 007	12	6	1
<i>Yhteensä</i>	<i>40 168</i>	<i>773</i>	<i>304</i>	<i>49</i>

*EELAn kohdalla henkilöstöluvut kattavat kaikki tutkimuksen alat, ei ainoastaan biotekniikan tutkimuksen.

Yhteensä *sektoritutkimuslaitoksissa tehdään* opetusministeriön saamien kyselyvastausten perusteella biotekniikan tutkimus- ja kehittämistoimintaa runsaan *40 miljoonan euron vuosivolyymillä*. Määrä on yli kaksinkertainen Tilastokeskuksen tietoihin verrattuna (jossa sektoritutkimuslaitosten biotekniikan tutkimus- ja kehittämismenot olivat yhteensä 16,6 miljoonaa euroa vuonna 2003). Erot johtuvat todennäköisesti toisistaan poikkeavista kyselymenetelmistä ja tieteenalamääritelmistä ja kaiken kaikkiaan vaikeasti määriteltävästä teknologiasta.²⁸

²⁷ Opetusministeriön kysely biokeskuksille, 2005.

²⁸ Tilastokeskus käyttää biotekniikan tutkimus- ja kehittämistoimintaa koskevissa kyselyissään OECD:n määrittämiä biotekniikasta, joka saattaa olla suppeampi kuin opetusministeriön kyselyssä. Suurempi ero saattaa kuitenkin tulla siitä, että tilastokeskus kerää t&k -tiedot yksiköittäin, jotka arvioivat biotekniikan osuuden kokonaisuudesta. Opetusministeriön kyselyssä on kuvattu tarkemmin myös tutkimuksen suuntautumista biotekniikan alla ja tutkimustoiminnan tuloksia, henkilöstöä, jne.

4.4 Yritysten tutkimus- ja kehittämistoiminta

1990-luvun julkiset panostukset biotieteisiin ja biotekniikkaan näkyvät myös suomalaisten biotekniikkayritysten määrässä. Suomessa toimivien biotekniikkayritysten lukumäärä lisääntyi voimakkaasti 1990 -luvun loppupuolella muutamasta kymmenestä yli sataan. Vuonna 2001 biotekniikkayrityksiä oli ETLA:n tutkimuksissa yhteensä 119. Lähes puolet niistä oli perustettu vuoden 1996 jälkeen ja valtaosa oli edelleen pieniä, alle kymmenen hengen yrityksiä. Myös yritysten liikevaihto oli verraten vähäistä. Yli 80 prosentilla 1990 -luvulla perustetuista yrityksistä liikevaihto vuonna 2001 oli alle miljoona euroa. Tästäkin huolimatta yli puolet harjoitti vientitoimintaa.²⁹

Vuoden 2001 tietojen perusteella Suomen koko biotekniikkasektorin arvonlisäys oli vain runsaat 500 miljoonaa euroa. Tästä pienten ja keskisuurten yritysten osuus oli alle viidennes. Usein pienten biotekniikkayritysten toiminta painottuu tutkimus- ja kehittämistoimintaan ja liiketoiminnan perustana ovat tulevaisuuden tuotto-odotukset esimerkiksi lisenssituloina. Tämä näkyy esimerkiksi siinä, että pienten ja keskisuurten yritysten tutkimus- ja kehittämisenot ovat keskimäärin suuremmat kuin niiden tuottama jalostusarvo.³⁰ *Lähes kahdeksan kymmenestä biotekniikkayrityksestä panostaa tutkimus- ja kehittämistoimintaan enemmän kuin 10 % kaikista kuluistaan.*³¹ Vuonna 2003 ETLA:n ja Etlatieto Oy:n tietokannassa oli yhteensä 141 Suomessa toimivaa biotekniikkayritystä. Näistä hieman alle 40 % toimi lääkekehityksen ja diagnostiikan alalla. Pienistä ja keskisuurista biotekniikkayrityksistä lähes 60 % ilmoitti toimivansa lääkealalla tai omaavansa asiakassuhteita lääkealalle.³²

Biolääketieteen kaupallistamisessa on erityinen bisneslogiikkansa. Lääkekehityksen tyypillisinä piirteinä ovat kehitysprosessin pitkä aikajänne, kalliit kehitys- ja testauskustannukset ja näiden myötä suuret riskit. Joidenkin arvioiden mukaan *alkuperäislääkkeiden kehittäminen valmiiksi tuotteeksi maksaa 500–800 miljoonaa euroa ja kestää 10–15 vuotta.* Uuden bioteknologian soveltaminen on kuitenkin nopeuttanut kehitysprosesseja ja laskenut kehittämiskustannuksia. Lääkekehityksen vaativuuden ja suurien riskien vuoksi *biotekniikkaa hyödyntävät lääkekehitysyrietykset toimivat verkostomaisesti ja pyrkivät pääsääntöisesti lisensoimaan tuotteidensa oikeudet viimeistään kliinisten kokeiden kolmannessa vaiheessa.*³³

Tekesin tilaaman selvityksen mukaan suomalaisiin biotekniikkayrityksiin liittyy kolme selvästi tunnistettavaa haastetta. Ne ovat 1) kyvyttömyys saada kassavirta alkuun, 2) kasvunäkymän ja -kokemuksen puute sekä 3) nopeaa kasvua jouduttavan rahan puute.³⁴ Samanaikaisesti suomalaiselle lääkealan tutkimus- ja kehittämistoiminnalle nähdään myös merkittäviä kasvumahdollisuuksia, jos yritysten kasvurahoitus saadaan turvattua. Katsauksessa todetaan edelleen, että suomalaiset biotekniikkaan kohdistetut pääomasijoitukset ovat viime vuosina suuntautuneet pitkälti ulkomaille.

²⁹ Luukkonen, Terttu. Biotekniikkayritysten globaalit markkinat. Suhdanne 1/2003.

³⁰ Hermans, Raine ja Ylä-Anttila, Pekka. Biotekniikka-ala ja Suomen teollinen tulevaisuus. Biotekniikka, tietoon perustuvaa liiketoimintaa. ETLA B 207

³¹ Hermans, Raine. Mistä on lääkealan biotekniikkayritykset tehty? Biotekniikka, tietoon perustuvaa liiketoimintaa. ETLA B 207

³² Hermans, Raine ja Kulvik, Martti. Bioteollisuuden kasvupotentiaali. Suhdanne 204.

³³ Luukkonen, Terttu. Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa. Biotekniikka, tietoon perustuvaa liiketoimintaa. ETLA B207

³⁴ Brännback, Malin, Jalkanen, Markku, Kurkela, Kauko ja Soppi, Esa. Pharma Development in Finland today and 2015. Tekes 163/04.

Viime vuosina on myös saatu joitakin varsin kannustavia esimerkkejä kaupallisesta menestyksestä biotekniikassa. Suomalaisen biotekniikkayritysten joukossa on kaksi pörssiyritystä, Biotie Therapies ja osittain suomalainen Ark Therapeutics. Niiden lisäksi Suomessa toimii yksi suurempi lääkeyritys, Orion Pharma, kolme ulkomaiseen omistukseen siirtynyttä lääkeyritystä, LAB International/Focus Inhalation, Schering/Leiras ja Santen/Star sekä useampia monikansallisten lääkeyritysten tytäryhtiötä. Lääketieteellisiä tuotteita valmistavia ja biotekniikkaan läheisesti liittyviä suomalaislähtöisiä pörssiyrityksiä ovat myös BioHit, BionX / Linvatec Biomaterials ja Inion.

5 Suomalaiset potilas- ja väestöaineistot

5.1 Aineistojen merkitys

Tärkeä virstanpylväs biotekniikan tutkimuksen historiassa saavutettiin vuonna 2003, kun ihmisen geenikartan selvittäminen saatiin valmiiksi useiden maiden yhteistyönä. Työ oli eräs konkreettisimmista esimerkeistä globaali-tason tutkimusyhteistyöstä ja hyötyjen jakautumisesta laajalti koko tiedeyhteisölle. Geenikartan selvittäminen on luonut perustan tutkimuksille ihmisten geneettisten ominaisuuksien selvittämiseksi ja näiden tietojen laajamittaiseksi hyödyntämiseksi. Samalla biotekniikan tutkimuksen painopiste on siirtynyt geenien tunnistamisesta yhä enemmän geenien ja muiden tekijöiden vaikutusten analysointiin.

Entistä laajempien analyysien tekeminen tehokkaasti sekä geneettisten ja muiden vaikutusten kokonaisuuden ymmärtäminen on muuttanut biotekniikan tutkimusta. Eri arvioiden perusteella tämä murros on pikemminkin vielä edessä kuin takana. Vasta nyt ollaan pääsemässä lähemmäs todellisia sovelluksia, jolloin tietämykseen tehdyt panostukset alkavat vähitellen tuottaa odotettuja hyötyjä. Tie ei kuitenkaan ole helppo tai nopea.

On selvää, että uusien sovellusten kehittäminen, eri tieteenalojen ja osaamisten integrointi biotekniseen tutkimukseen on muuttanut biotieteiden tutkimusta pysyvästi. Geenikartalla ja geneettisellä tiedolla ei ole merkittävää hyötyä, ellei tunneta miten ne vaikuttavat, kuinka yleisiä ne ovat tai kuinka ikä-, elinolosuhteet tai muut ympäristötekijät vaikuttavat kokonaisuuteen:

Menestyminen tulee vaatimaan translationaalista tutkimusta, jossa tiimityötä tekee laaja joukko matematiikan, tilastotieteiden, bioinformatiikan ja systeemibiologian osaajia ja lopulta ehkä tärkeimpinä 'feneetikoina' toimivat kliinikot.³⁵

5.2 Suomalaiset väestöaineistot

Isoja väestöaineistoja on perinteisesti käytetty sairauksien riskitekijöiden tutkimiseen käyttäen joko valmiiksi koottuja väestökohorttien eteneviä seurantatietoja tai sairauksien syytä selvittävien tapaus-verrokki -tutkimusten aineistoja. Hyvissä aineistoissa tietoja on ainakin

³⁵ Mäkelä, Tomi. Valmistautumista genomilääketieteeseen. Artikkelit Duodecim 2004; 120:2399–404.

a) sairauksista siten, että diagnoosit ovat luotettavia ja standardoituja, b) tutkittavien geneettisestä profiilista, c) tutkittavien suvusta sekä d) elintapa- ja altistustietoja. Kaikissa näissä suhteissa suomalaiset aineistot ovat korkealaatuisia. Lisäksi suomalaisten myönteinen suhtautuminen, terveydenhuoltojärjestelmän hyvä organisointi ja maamme kattavat rekisterit ovat mahdollistaneet useiden arvokkaiden väestöaineistojen keräämisen viime vuosikymmenten aikana. Aineistot tekee kansainvälisesti ainutlaatuisiksi paitsi hyvä edustavuus ja tiedonkeruun standardointi, erityisesti niihin osallistuneiden väestökohorttien pitkä prospektiivinen seuranta.³⁶ Joidenkin arvioiden mukaan Suomella olisi 10–20-vuoden etumatka moniin eurooppalaisiin ja amerikkalaisiin tutkimuksiin.³⁷

Seuraaviin taulukoihin on esimerkinomaisesti koottu joitakin tunnetuimpia kansainvälisesti tunnettuja biopankkibankkeita ja huomattavia suomalaisia kohorttitutkimuksia sekä kuvattu niiden ominaisuuksia (taulukot 3 ja 4).

Taulukko 3. Biopankkihankkeita eri maista.³⁸

Biopankki / Tutkimus	Kohortin koko	Näytteiden määrä	Kohderyhmä
CARTaGENE	50 000 henkilöä ja heidän elossa olevat vanhempansa	0 (tavoite 50000)	Valituilla Quebecin alueilla asuvat 25–74-vuotiaat
Estonian Genome Project	1 000 000 henkilö (tavoite)	Yli 20 000 (tavoite 1 000 000)	Kaikki virolaiset
GenomeEUtwin	600 000 kaksosparia	Yli 30 000	Kaksoset seitsemästä Euroopan maasta ja Australiasta
UK Biobank	500 000 henkilöä	0 (tavoite 500 000)	45–69-vuotiaat valituilla sairaanhoitoalueilla

Taulukko 4. Suomalaisia kohorttitutkimuksia⁴⁰

Tutkimus	Kohortin koko	Näytteiden määrä	Kohderyhmä
Finriski -92, -97 ja -02	24 079 henkilöä	21 015	Väestöotos (Suomi)
Terveys 2000	6 986 henkilöä	7 665	Väestöotos (Suomi)
Pohjois-Suomen kohorttitutkimus	21 710 henkilöä	11 613	Kaikki vuosina 1966 ja 1986 Oulun läänin alueella syntyneet
Setti-tutkimus	29 133 henkilöä	2096	Tupakoivat miehet
Suomalainen kaksoskohortti	18 905 kaksosparia	7 322	Suomalaiset kaksoset

³⁶ Eskola, Juhani. Molekyylibiologiasta ja geenianalyyseistä terveyttä väestölle. Ehdotus Kansanterveyslaitoksen bioteknologiastategiaksi. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 5/2005. Helsinki 2005.

³⁷ mm. Peltonen-Palotie, Leena. Geenitutkimus vasta alussa. Apropos 1/2004.

³⁸ Peltonen-Palotie, Leena. Geenitutkimus vasta alussa. Apropos 1/2004.

⁴⁰ Käpyaho K, Peltonen-Palotie L, Perola M, Piispanen T. Utilisation of Large Finnish Study Cohorts in Genome Research. Tekes (julkaisematon).

5.3 Aineistojen käytettävyys

Suomalaiset väestöaineistot on kerätty pääosin julkisin varoin. Vuosien mittaan tiedon keruusta, näytteiden säilytyksestä ja analysoinnista kertyneet kustannukset ovat kohonneet varsin merkittäviksi. Tietojaan ja näytteitään antaneet vapaaehtoiset ovat osallistuneet aineistojen keruutalkoisiin motivaationaan tutkimustiedon lisääminen ja terveyden edistäminen. Nämä seikat puoltavat vahvasti väestöaineistojen mahdollisimman syvällistä ja monipuolista hyödyntämistä.³⁹

Tekesin teettämässä, suomalaisten väestöaineistojen hyödynnettävyyttä koskevassa selvityksessä⁴⁰ esitettiin seikkoja jotka on tärkeää huomioida aineistojen käyttöönottoa suunniteltaessa. Väestöaineistojen käyttökelpoisuuteen erilaisissa tutkimuksissa vaikuttavat aineistojen keräämisessä käytetyt menetelmät ja niihin liittyvät rajoitukset, jotka hyödyntäjän on tunnettava. Tutkimuskohorttien rakentaminen on myös erittäin työlästä ja edellyttää vuosien sitoutumista ja määrätietoista panostamista niin tutkijaryhmiltä kuin rahoittajilta. Edellä olevista syistä johtuen olemassa olevien "valmiiden" tutkimusaineistojen luovuttaminen kolmansille osapuolille koetaan eettisesti ja juridisesti hankalaksi. Parhaana ratkaisuna nähdäänkin kiinteä yhteistyö aineistojen kerääjäorganisaation ja käyttäjien välillä.

Kerättyjen väestöaineistojen soveltuvuuksissa ja käytettävyyksissä on suuriakin eroja. Osa aineistoista on kerätty selvittämään vain tietyn sairausryhmän vaaratekijöitä ja ne saattavat siksi olla käytettävyydeltään rajallisempia. Osa aineistoista perustuu valikoimattomaan väestötökseen ja ne ovat usein seuranta-ajaltaan lyhyempiä. Vanhempien aineistojen ongelmana on usein tutkittavien antaman suostumuksen puutteellinen soveltuminen sellaiseen geneettiseen tutkimukseen, johon nykyteknologia antaa mahdollisuuden. Samoin tutkittavilta on harvemmin pyydetty suostumus aineistojen vapaaseen hyödyntämiseen (esimerkiksi kaupallisesti) tai tutkimuskohteiden laajentamisesta alkuperäisten kysymysten ulkopuolelle.

Arvioiden mukaan Suomessa on eri tutkimusten yhteydessä kerätty ainakin noin 190 000 epidemiologista väestönäytettä. Taulukossa 5 on lueteltu tunnetuimpia suomalaisia väestöaineistoja ja niiden omistajat. Lista on epidemiologisten aineistojen ohella otettu mukaan myös patologiset aineistot, jotka todennäköisesti soveltuvat hyvin tutkimuskäyttöön. Lista ei kuitenkaan ole kattava.

Taulukossa 5 mainittuja aineistoja voidaan hyödyntää monella eri tavalla sairauksien etiologian ja patogeenin tutkimiseen sekä diagnostiikan ja hoidon kehittämiseen. Erityisesti kaksosaineisto, astmatutkimuksen kohortti ja psykiatristen tutkimusten kohortit sisältävät perhetietoa, joka mahdollistaa sairauksien geneettisten merkkiominaisuuksien tehokkaan identifioinnin. Geneettisten tekijöiden ja elintapatietojen sekä ympäristötekijöiden yhteisvaikutusten selvittämiseen soveltuvat parhaiten valikoimattomat väestöaineistot (FINRISKI, Pohjois-Suomen kohorttitutkimus).

³⁹ Eskola, Juhani. Molekyylibiologiasta ja geenianalyyseistä terveyttä väestölle. Ehdotus Kansanterveyslaitoksen bioteknologiastategiaksi. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 5/2005. Helsinki 2005. Tarkistettut luvut J. Eskola, Kansanterveyslaitos 12.5.2005.

⁴⁰ Käpyaho K, Peltonen-Palotie L, Perola M, Piispanen T. Utilisation of Large Finnish Study Cohorts in Genome Research. Tekes (julkaisematon).

Taulukko 5. Tunnetuimpien suomalaisten väestöaineistojen omistus ja käyttöoikeudet⁴¹

Kohortti	Aineiston omistaja	Koordinaattori	Ilmoitettu suostumus
Setti -tutkimus	KTL	KTL	Tutkimushypoteeseihin liittyvät sairaudet
Kaksoskohortti-tutkimus	HY+ KTL	HY + KTL	Tautispesifinen, useita
FINRISKI	KTL	KTL	Krooniset kansantaudit
Kuolemansyy-aineistot	HY + TaY	TaY	Diagnostinen aineisto
Terveys 2000	KTL	KTL	Terveys
KTL psykiatriset aineistot	KTL	KTL	Vakavat terveydelliset ongelmat
Pohjois-Suomen kohorttitutkimus	OY	OY	Sydän- ja verisuonitautien riskit, metaboliset sairaudet, ADHD
Patologiset aineistot	HUSLAB	HUSLAB	Diagnostinen aineisto
Autoklinikka	KTL	KTL	Vapaaehtoinen osallistuminen
Mini-Suomi	KTL	KTL	Vapaaehtoinen osallistuminen

Aineistoista saataisiin vielä enemmän informaatiota, jos niihin näytteitä luovuttaneiden henkilöiden tietoja voitaisiin yhdistää erilaisiin terveydenhuollon rekisteritietoihin. Lukuisat suomalaiset rekisterit sisältävät arvokasta tietoa sairauksista, hoitomenetelmistä ja ennusteesta. Ennen kuin yhdistämisaikataulu voidaan edetä, on selvitettävä tietosuojan säilyttämiseen liittyvät kysymykset tavalla, joka varmistaa yksilön arkaluonteisten tietojen asianmukaisen salassapidon.

Toinen potentiaalinen ongelma-alue nykyisissä väestöaineistoissa liittyy niiden keräämishistoriaan. Aineistot on kerätty alunperin vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Niiden tietojenkeruu-, tiedonhallinta- ja näytteiden käsittelymenetelmät on mitoitettu täyttämään tutkimustyön standardit. Joillakin osa-alueilla nämä saattavat poiketa lääketieteellisuuden tai bioteknologisen teollisuuden käyttämistä laatuvaatimuksista.⁴²

Aineistojen hyödyntämistä koskeva lainsäädäntö

Suomi on sitoutunut noudattamaan kansainvälisiä lääketieteellistä tutkimusta ja tietosuojaa koskevia säännöksiä. Ne rajoittavat kansallisen lainsäätäjän mahdollisuuksia säädellä ihmisen perimän tutkimusta. *Euroopan neuvoston bioetiikkakonventiossa* on asetettu yleiset puitteet siitä, mihin ja millaisin suostumuksin geenitietoja voidaan käyttää.⁴³ Lääketieteellisen tutkimuksen säätelyn periaatteet on kirjattu *Maailman lääkäriliiton Helsingin julistukseen*.⁴⁴

Kansallisessa lainsäädännössä väestötutkimuksissa kerättyjen näytteiden käyttöä ohjaavat mm. Suomen perustuslaki, henkilötietolaki, laki lääketieteellisestä tutkimuksesta ja laki

⁴¹ Tiedot perustuvat: Käpyaho K, Palotie L, Perola M, Piispanen T. Utilisation of Large Finnish Study Cohorts in Genome Research. Tekes (julkaisematon).

⁴² Eskola, Juhani. Molekyylibiologiasta ja geenianalyseistä terveyttä väestölle. Ehdotus Kansanterveyslaitoksen bioteknologiastategiaksi. Kansanterveyslaitoksen julkaisu B 5/2005. Helsinki 2005.

⁴³ Euroopan neuvoston bioetiikkakonventio, ETS 164 / 1997 sekä mm. Euroopan Unionin hyvää tutkimustapaa koskeva direktiivi 2001/20/EC.

⁴⁴ World Medical Association 1964 ja 2002.

ihmisen elimien ja kudoksien lääketieteellisestä käytöstä. Lisäksi esimerkiksi kansanterveyslaitoksen toimintaa säätelee laki Kansanterveyslaitoksesta, jossa todetaan että laitos voi kerätä tarpeellisia aineistoja, mutta ei saa luovuttaa muodostuvasta henkilökisteristä henkilöihin tunnistettavia tietoja.

Henkilötietolaki koskee lähinnä data-aineiston käyttöä. Tutkimuslaki ja kudoslaki ovat henkilötietolakiin nähden erityislakeja useimmissa soveltamisongelmissa. Tutkimuslaki koskee erityisesti näyteaineiston keräämiseen vapaaehtoisilta koehenkilöiltä liittyviä menettelyitä ja kudoslain lähtökohtana on säädellä terveydenhuollon toimintayksiköissä tapahtuvaa potilaiden diagnostiikkaan ja hoitoon liittyviä näytteiden ja biologisten materiaalien ja siirrettävien elimien ja vastaavien käsittelyyn liittyviä asioita. Lainsäädännön asteittainen tarkentuminen on johtanut siihen, että yksittäisten aineistojen osalta tulkinta niiden käytettävyydestä uusiin tarkoituksiin voi riippua aineiston keräämisajankohdasta.

Potilas- ja väestöaineistojen hyödyntämistä koskevat juridiset ja eettiset rajoitukset ovat monitahoisia ja *aineistojen kaupallinen hyödyntäminen on edelleen juridisesti epäselvää*. On kuitenkin tärkeä huomata, että jos henkilötietoja sisältävää aineistoa ei luovuteta pois sen keränneen organisaation hallinnasta, aineiston luovutukseen liittyy henkilötietolain tai julkisuuslain problematiikkaa ei tältä osin tarvitse ottaa huomioon. Tutkimusaineistojen käyttöä ei kuitenkaan voida tarkastella yksinomaan lainsäädäntökysymyksenä. Viime vuosien lainsäädäntöuudistukset ovat nimenomaan korostaneet yleisiä eettisiä periaatteita ja Suomen perustuslaista lähtevää itsemääräämisoikeuden suojaa.

Potilas- ja väestöaineistojen ohella tutkimuksen kautta syntyvien aineettomien oikeuksien suhteen valtion sektoritutkimuslaitokset ovat, ainakin vielä toistaiseksi, eri asemassa kuin yliopistojen tutkimus. Tämä ei ole este eri tyyppisistä organisaatioista tulevien tutkimusryhmien tai tutkijoiden yhteistyölle, mutta aineettomien oikeuksien suojasta ja hyödyntämisestä on yleensä sovittava hankekohtaisesti etukäteen.

*Suomalaisten väestöaineistojen hyödyntämistä koskevia juridisia, eettisiä, kaupallisia ja käytännön näkökulmia on tarkasteltu perusteellisemmin äskettäin julkaistussa ehdotuksessa Kansanterveyslaitoksen bioteknologiastategiaksi, johon tässäkin esitetyt havainnot suurelta osin perustuvat.*⁴⁵

⁴⁵ Eskola, Juhani. Molekyylibiologiasta ja geenianalyyseistä terveyttä väestölle. Ehdotus Kansanterveyslaitoksen bioteknologiastategiaksi. Kansanterveyslaitoksen julkaisu B 5/2005. Helsinki 2005.

6 Edellytykset tutkimuskeskuksen perustamiselle

6.1 Tarve ja mahdollisuus tutkimuskeskuksen perustamiselle

Kansainvälisen tutkimuskeskuksen perustamisessa on kysymys merkittävästä hankkeesta, jonka kohdalla niin tarve ja perusteet kuin yleensä edellytykset, toimintavaihtoehdot sekä mahdolliset vaikutukset on aiheellista selvittää perusteellisesti. Toimijoita, yksityiskohtia ja vaihtoehtoisia kehityspolkuja on runsaasti. Tässä vaiheessa tärkeintä on ottaa kantaa keskeisiin peruskysymyksiin, jotka lähtevät tutkimuskeskuksen tarpeesta. Tosin tuo *tarve riippuu paljolti siitä, millaiseksi keskus aikanaan muotoutuu, mihin se suuntautuu ja millaisia tuloksia ja vaikutuksia sen uskotaan saavan aikaan*. Kysymys on siis samanaikaisesti erilaisten tarpeiden ja mahdollisuuksien pohdinnasta.

Joka tapauksessa kyseessä on merkittävä strateginen päätös ja tutkimusrahoitusta koskeva suuntausratkaisu, jota on tarkasteltava suhteessa niin tiede-, teknologia- ja innovaatiopoliitiikan linjauksiin kuin aivan käytännön toteutusmahdollisuuksienkin valossa. Kysymys on viimekädessä siitä, *mikä innovaatiojärjestelmässämme vahvistuu, laajenee tai kehittyy ja kuinka merkittävästi, jos keskus päätetään perustaa*.

Valtion tiede- ja teknologianeuvosto on listannut asioita, joita tutkimustoiminnan kansainvälistymisen kautta voidaan saavuttaa.⁴⁶ Tällaisia ovat:

- saada kansainvälinen tutkimustieto nopeasti käyttöön omassa maassa
- yhdistää voimat sellaisessa tutkimuksessa, mihin yksittäisillä mailla ei ole riittäviä aineellisia ja henkisiä resursseja (esim. suurten tutkimusohjelmien toteuttaminen, suurten kansainvälisten infrastruktuurien luominen ja ylläpitäminen)
- hallita ja jakaa riskejä ja kustannuksia
- saavuttaa monenkeskistä hyötyä, joka voi olla tieteellistä, teknologista, taloudellista, sosiaalista, ja/tai kulttuurista sekä ympäristön kannalta kestävää ja monimuotoisuutta säilyttävää
- yhdistää kansallisia, voimavaroiltaan pieniäkin osaamisalueita ja yksiköitä suuremmiksi, kansainvälisesti verkottuneiksi kokonaisuuksiksi
- vähentää tutkimustoiminnan pirstoutuneisuutta ja luoda yhteinen näkemys

⁴⁶ Suomen tieteen ja teknologian kansainvälistäminen. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 12.11.2004.

tutkimusongelmista, lähestymistavoista ja tavoitteista

- parantaa tutkimuksen laatua ja kansainvälistä vertailtavuutta
- edistää tutkimustulosten laaja-alaista hyödyntämistä
- luoda kansainvälisesti vetovoimaisia, luovia tutkimus- ja innovaatioympäristöjä
- parantaa tutkimuksen näkyvyyttä sekä kansainvälistä tunnettuutta ja arvostusta
- parantaa tutkijankoulutuksen laatua ja lisätä koulutuksen määrää
- houkutella maahan uutta osaamista, investointeja ja t&k -intensiivisiä yrityksiä
- edistää tutkimusta ja innovaatioiden luomista suotuisissa ympäristöissä, kuten monitieteisissä ja -kulttuurisissa verkostoissa

Käytännössä selvitettävänä olevan molekyyli lääketieteen kansainvälisen tutkimuskeskuksen tulisi pystyä vahvistamaan kaikkia edellä mainittuja ominaisuuksia suomalaisessa tutkimuksessa.

Suomalaisen biotekniikan tutkimuksen kansainvälistymistarve nostettiin esiin myös vuonna 2002 tehdyssä asiantuntija-arvioinnissa. Vaikka suomalainen biotekniikkasektori on osallistunut varsin aktiivisesti EU:n puiteohjelmiin, niiden tehokkaan hyödyntämisen esteeksi katsottiin suomalaisen tutkimusjärjestelmän ja uuden teollisen sektorin melko rajoittunut kansainvälistyminen. *Arviointipaneeli katsoikin, että kansainvälistyminen on Suomen kansallisen biotekniikkastrategian eräs harvoista systemaattisista heikkouksista, jota pitää huomattavasti parantaa.*

Kansainvälisessä vertailussa suomalaisella biotekniikan tutkimuksella on joitakin aitoja ja merkittäviä kilpailuetuja. Yleinen ilmapiiri Suomessa on tutkimusmyönteinen ja julkiset investoinnit tutkimukseen ovat olleet merkittäviä ja kasvavia. Biotekniikan tutkimustoimintaa on määrätietoisesti vahvistettu ja alan kehittymiseen on kiinnitetty erityistä huomioita. Näin ei ole suinkaan kaikkialla. Panostusten seurauksena Suomessa on joitakin biotekniikan osa-alueita, joissa tutkimus on huomattavan vahvaa ja kansainvälisesti tunnettua. Näin erityisesti molekyyli lääketieteen ja ihmisten genomiikan tutkimuksessa.

Osa suomalaisten vahvuuksista on sellaisia, joita on myös muissa Pohjoismaissa, kuten hyvät rekisterit yhdistettynä pitkäaikaiseen ja perusteelliseen tietojen keruuseen. Lisäksi suomalainen väestöpohja tarjoaa mielenkiintoisen tutkimuskohteen, minkä hyödyntämistä auttaa suomalaisten myönteinen ja pragmaattinen suhtautuminen lääketieteelliseen tutkimukseen osallistumiseen. Suomessa on lisäksi erittäin vahvaa laskenta- ja tietotekniikan osaamista, minkä merkitys kasvaa jatkuvasti biotekniikassa. Suomi on myös hyvin sijoittunut pohjoismaiden ja Baltian muodostamaan vahvasti kehittyvään bioteknisen tutkimuksen verkostoon.

Jos siis Suomi onnistuu täysimääräisesti hyödyntämään kansallisten väestöaineistojensa, tutkimusinfrastruktuurinsa ja kansainvälisen yhteistyön mahdollisuudet, se voi parhaimmillaan tarkoittaa eturivin paikan ottamista maailmanlaajuisessa bioteknologian murroksessa. Samalla täytyy olla kohtuullinen varmuus siitä, että avautuvia mahdollisuuksia pystytään riittävässä määrin hyödyntämään suomalaisessa yhteiskunnassa ja elinkeinoelämässä. Kysymyksessä on myös paljon muutakin kuin tutkimus; lääkekehitys, diagnostiikka ja ennalta ehkäisevä terveydenhuolto sekä varsin laajat palvelut sekä tuotteet näihin liittyen. Tässä emme tietenkään ole yksin. Maailmanlaajuinen murros on asia, joka on huomattu monessa muussakin paikassa ja aloitteita on runsaasti. Biotekniikan tutkimus- ja yritystoiminta kehittyi voimakkaasti niin Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa kuin varsinkin Aasiassa ja Intiassa.

Kysymys ei ole pelkästään tutkimuslaitoksen perustamisen edellytyksistä, vaan myös sen sijoittumisesta suomalaiseen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmään ja toiminnasta sen osana. *Edellytykset tutkimuskeskuksen tarvitsemien osaavien resurssien tuottamiseksi tai saamiseksi Suomeen,*

erittäin korkeatasoisen tutkimustoiminnan ylläpitämiseksi ja tutkimuksen tuotosten ja osaamisen hyödyntämiseksi täytyy olla hyvät, mielellään jo olemassa tai ainakin rakennettavissa kohtuullisessa ajassa.

Vaikka biotekniikan tutkimus on monilta osin Suomessa korkeatasoista, se ei ole ollut kansainvälisesti näkyvää muutamia huippuja lukuun ottamatta. Suomalaiselle tutkimukselle ei todellakaan olisi pahitteeksi saada lisää nimekkäitä tutkijoita lisäämään kansainvälistä kiinnostustamme. Tässä suhteessa EMBL voisi hyvin auttaa hyvien tutkijoiden kansainvälisessä rekrytoinnissa ja toisi myös kansainvälistä näkyvyyttä ja tunnettuutta. Tavoitteena on pidettävä, että kansainvälisen tutkimuskeskuksen perustaminen toisi sellaisia mittakaava-, laatu- ja näkyvyystekijöitä, joita nykyiset keskuksat eivät erikseen pysty tehokkaasti saavuttamaan. Samalla sen tulisi myös rakentaa konkreettinen rajapinta kotimaiselle ja ulkomaiselle tutkimusyhteistyölle.

Useissa keskusteluissa on nostettu esiin näkökulma tai seikka, että suomalaisella biotutkimuksella on jonkinlainen aikaikkuna tai mahdollisuus tutkimukselliseen etumatkaan. Suomessa kansalliset rekisterit ja aineistot ovat jo olemassa, kun monissa maissa on vasta aloitettu rekisterien rakentaminen. Ollakseen pitkällä aikavälillä kestävä, tutkimuskeskuksen toiminnan ytimen tulee ensisijaisesti rakentua korkeatasoiselle tutkimukselle ja sitä tukevaan laajaan osaamiseen. *Olemassa olevat potilas- ja väestöaineistot avaavat mahdollisuuksia kiinnostavaan ja merkittävään tutkimukseen ja ovat kokonaisuudessa tärkeitä, mutta ne eivät itsessään ole riittävät peruste tutkimuskeskuksen perustamiselle.* Tarpeiden ja tavoitteiden on lähdettävä laajemmin yhteiskunnasta ja edellytysten on rakennettava tutkimuksellisten vahvuuksien varaan.

6.2 European Molecular Biology Laboratory EMBL

European Molecular Biology Laboratory EMBL on vuonna 1974 perustettu 17 jäsenvaltion ylläpitämä ja omalla alallaan maailman johtaviin kuuluva tutkimuslaitos, joka tekee molekyylibiologian menetelmiin perustuvaa modernia biotieteellistä tutkimusta Saksassa, Ranskassa, Italiassa ja Isossa-Britanniassa sijaitsevilla laboratorioillaan. EMBL:n eräs keskeisistä tehtävistä on tarjota koulutusta ja palveluita jäsenmaiden tutkijoille. Sen osaamisvahvuudet ovat erityisesti rakennebiologian ja bioinformatiikan alueilla. EMBL:n jäseneksi Suomi liittyi vuonna 1984 ja sen osuus koko jäsenmaksurahoituksesta on noin 1,3 %.

EMBL on tunnettu kansainvälisyydestään, virikkeellisestä ja houkuttelevasta tutkimusympäristöstään, jotka viimekädessä näkyvät tutkimuksen erittäin korkeassa tasossa. Tämä on tietoinen pyrkimys, jota monet rakenteelliset tekijät tukevat. Näistä keskeisiä ovat tutkijoiden rekrytointiin liittyviä: tutkimusvirkojen määräaikaisuus ja tutkijoiden matala ikärakenne. Tutkimusryhmät ovat myös suhteellisen pieniä, kooltaan vain 5–12 henkeä.

EMBL on rakentanut viimeisen neljän vuoden aikana palveluyksikköjä (Core Facilities). Ne ovat toiminnallisia ja hallinnollisia yksiköitä tai tutkimusryhmiä, jotka palvelevat ensisijassa EMBL:n omia tutkimusryhmiä ja toissijaisesti ulkopuolisia tahoja (jäsenmaita, korkeakouluja, yrityksiä). Palveluyksikköjä ovat mm. funktionaalinen genomiikka, proteomiikka, proteiinien puhdistus ja erottelu, mikroskooppinen kuvantaminen sekä tietopalvelut. Niitä yhdistävät useiden ryhmien tarpeiden ohella käytettävät kalliit laitteet ja vaativat menetelmät. Samanaikaisesti toimintojen kapasiteettitarve on kasvanut hyvin nopeasti, kun tutkimuksessa on siirrytty high-throughput vaiheeseen. Palveluyksiköillä on myös omaa tutkimustoimintaa ja menetelmien kehittämistä.

Yksi tärkeä tekijä palveluyksiköiden perustamiselle on ollut laitteiden hankinta. Tässä yritysten yhteistyö on tullut apuun. Esim. proteomiikan yksikössä yksi yritys on lahjoittanut kaikki laitteet. Vastineeksi se voi tuoda henkilökuntaansa tai asiakkaitansa EMBL:een tutus-

tumaan tai erityisesti kouluttautumaan laitteiden käyttöön. Laitteiden esittely ja perehdyttäminen käytännössä ovat hyödyllistä asiakkaille ja toimivat myyjälle tärkeänä referenssinä. Yleisellä tasolla on sovittu, että lahjoittava yritys voi varata neljänneksen yksikön kapasiteetista (neljäksi vuodeksi) mutta käytännössä käyttö on ollut vähäisempää.

Tietotekniikka- ja laskentapalvelut on EMBL:ssä jaettu kahteen kokonaisuuteen. Perustietotekniikka, tietoverkkojen ylläpito ja näihin liittyvät asennukset ja palvelut on ulkoistettu. Sen sijaan omana yksikkönään on sisäinen biolaskenta, joka edellyttää sekä läheistä yhteistyötä tutkimusryhmien kanssa kuin myös jatkuvaa omaa kehittämistä tutkimuksen tarpeisiin. Sen voi katsoa olevan strategista osaamista tulevaisuuden kannalta.

Mikäli Suomeen perustetaan molekyyliääketieteen tutkimuskeskus, sen tulisi rakentua palveluyksikkö -periaatteella, jolloin myös skaalattavuus on helpommin toteutettavissa. Palveluyksiköiden organisointi antaa myös hyvän mahdollisuuden rakentaa käytännöllistä yhteistyötä teollisuuden kanssa varsinaisten tutkimushankkeiden ja kouluttamisen rinnalle.

EMBL on strategisessa linjauksessaan nostanut yhteistyön (partnership scheme) yhdeksi tulevista painopisteistään. Verrattuna nykyisiin neljään omaan laitokseen, erilaisten kansallisten kumppanuuksien edut ovat selkeät.

- Ne ovat joustavampia käynnistää ja lopettaa
- Ne rakentuvat kansallisen osaamisen ja panostuksen päälle, ilman EMBL:n varsinaista panostusta
- Ne antavat EMBL:lle mahdollisuuden levittää osaamistaan auttamalla kansallisia laitoksia ja samalla laajentavat EMBL:n verkostoa luodatta ideoita kansallisesta tutkimuksesta
- Ne eivät vaadi hallintoa, ohjausta tai sääntöjä ja voivat siksi olla myös hyvin innovatiivisia ratkaisuiltaan
- Ne perustuvat todellisen yhteistyön varaan, substanssille eivätkä muodollisille rakenteille ja sopimuksille

EMBL:n yhteistyölaitosten ei kuitenkaan tarvitse kaikilta osin noudattaa samoja toimintatapoja kuin sen omat laitokset.

6.3 Kehitys Pohjoismaissa

Molekyyliääketiede on tutkimusalue, jolla Pohjoismailla on ainutlaatuiset edellytykset, koska niillä on laajat ja luotettavat potilasrekisterit, epidemiologiset rekisterit ja biopankit, yhdenmukainen ja korkeatasoinen sairaanhoito sekä vahva geneettinen ja biolääketieteellinen tutkimusperinne. Molekyyliääketieteen alalla on käynnissä kolme pohjoismaista tutkimuksen huippuyksikköä (NCoE), jotka toimivat verkostomaisesti:

- Nordic Centre of Excellence for Research in Water Imbalance Related Disorders (WIRED). Yksikön koordinaattori Osloon yliopiston Institute of Basic Medical Sciences. Huippuyksikössä on neljä tutkijaryhmää Norjasta, Ruotsista ja Tanskasta.
- Nordic Centre of Excellence in Neurodegeneration. Yksikön koordinaattori on Lundin yliopiston Wallenberg Neuroscience Centre. Yksikössä on mukana kaikkiaan kaksitoista ryhmää Ruotsista, Suomesta, Norjasta ja Tanskasta.
- Nordic Network of Excellence in Disease Genetics (NoNEDG). Verkoston koordinaattori on Helsingin yliopisto (Leena Peltonen-Palotie, Biomedicum). Verkostoon kuuluu kuusi tutkijaryhmää Suomesta, Ruotsista ja Tanskasta.

Aloitteen pohjoismaisesta huippuyksikköohjelmasta tekivät Lääketieteellisen tutkimuksen pohjoismainen yhteistyötoimikunta (NOS-M), Pohjoismaiden ministerineuvosto ja Pohjoismainen tutkijankoulutusakatemia (NorFA). Verkostot saavat vuosina 2004–2009 kukin noin kaksi miljoonaa euroa rahoitusta. Rahoilla pyritään ennen kaikkea edistämään tutkijoiden liikkuvuutta, koulutusta ja pohjoismaisten ryhmien välistä vuorovaikutusta.⁴⁷

Pohjoismaista Suomen ohella ainakin Norjassa, Tanskassa ja Ruotsissa on aika ajoin käyty keskusteluja EMBL -tason molekyylibiologian tutkimuskeskuksen perustamiseksi. Norjassa toimii jo meribiologiaan erikoistunut EMBL SARS -keskus⁴⁸ ja Osloon yliopisto valmistelee toisen yksikön perustamista. Tanskan Danish Cancer Societyllä on myös käynnissä oma EMBL-hanke.

Ruotsissa Vetenskapsrådet on budjetoinut uudelle molekyylibiologian tutkimuskeskukselle 10 miljoonaa kruunua vuodessa, joka on kyllä tarkoitus kaksinkertaistaa. Kysymys on noin kymmenen tutkimusryhmän kokoisesta keskuksista, jonka sijaintipaikka ja tutkimuksellinen fokus valitaan avoimen kilpailun perusteella. Keskus on tarkoitus rahoittaa puoliksi Vetenskapsrådetin rahoituksella ja toisen puolen kattaa emoyliopisto. Lisärahoittajiksi haetaan myös muita tahoja, kuten Swedish Strategic Research Councilia ja yksityisiä rahoittajia. Yliopistoista hankkeelle ovat näyttäneet vihreää valoa ainakin Lundin, Göteborgin ja Uppsalan yliopistot, sekä Karolinska Institutet ja Kungliga Tekniska Högskolan. Keskuksen haku julkistetaan syksyllä ja valintapäätös tehdään loppuvuodesta 2005 tai alkuvuodesta 2006.

Pohjoismaisen yhteistyön edellytysten ja verkoston rakentamisen kannalta olisi kaikkien maiden etu jos kansalliset hankkeet etenevät. Pohjoismaiset EMBL - hankkeet eivät ainakaan Euroopan näkökulmasta ole keskenään kilpailevia. Kysymys on pikemminkin pohjoismaiden näkyvyyden lisääntymisestä ja lisääntyneistä mahdollisuuksista yhteistyöhön. On myös EMBL:n intressissä vahvistaa läsnäoloaan pohjoismaissa ja erityisesti molekyylibiologiaa soveltavassa tutkimuksessa.

Yhtenä toteutusvaihtoehtona on esitetty Pohjoismaissa toimivaa Nordic EMBL -verkostoa, jolla voisi olla yhteispohjoismainen tieteellinen komitea. Sen tehtävänä olisi varmistaa sekä tutkimuksen laaja relevanssi ja luoda yhteinen keskustelufoorumi että vähentää pohjoismaisten tutkimusyksiköiden mahdollista päällekkäisyyttä. Toimintamalli varmasti kiinnostaisi myös Pohjoismaiden ministerineuvostoa ja NordForskia, jotka pyrkivät edistämään yhteispohjoismaisten tutkimusinfrastruktuurien kehittämistä.

6.4 Vaihtoehdot kansainvälistymiskanavat

Kansainvälisen tutkimuskeskuksen perustaminen ei ole ainoa, eikä missään mielessä yleisin tai keskeisin tutkimuksen kansainvälistymistä edistävä kanava. Pikemminkin se edustaa eri vaihtoehtoista kaikkein järkeintä työkalua – laajamittaista investointia kokonaisuuteen, jossa pyritään vastaisuudessa olemaan vahvoja ja rakentamaan pysyviä tehtäviä.

⁴⁷ Pohjoismaisen huippuyksiköt molekyylibiologian tutkimuksessa 2004–2009. Suomen Akatemia (www.aka.fi)

⁴⁸ EMBL:n ja Sars International Centre for Marine Molecular Biology yhteistyö solmittiin kesäkuussa 2003.

Taulukko 6. Tutkimuksen kansainvälistymismekanismien vertailua.

	Esimerkkejä	Rakenteiden pysyvyys	Tutkimuspoliittinen tavoite
<i>Kansainväliset tutkimushankkeet, konferenssit</i>	'normaalia tutkimustoimintaa'	Tilapäinen, projektimuotoinen	Tutkimustoiminta, tutkimushankkeiden edistäminen
<i>EU:n puiteohjelman mekanismit</i>	Verkostot, integroidut projektit, teknologia-alustat	Määräaikainen	Tutkimuksen edellytysten vahvistaminen
<i>Kansainväliset verkostot, tutkijainvaihto, jne.</i>	Cost, Eureka, CIMO, jne.	Jatkuva tai toistuva	Kokemusten vaihto, osaamisen levittäminen
<i>Kansainvälistyminen tutkimus- ja teknologiaohjelmien kautta</i>	Yhteispohjoismaiset ohjelmat (Tekes, Suomen Akatemia)	Kertaluonteinen, keskipitkä aikaväli	Täydentävät intressit tutkimuksessa tai sen hyödyntämisessä
<i>Ylikansalliset tutkimuksen huippuyksiköt ja allianssit</i>	Pohjoismaiset tutkimuksen huippuyksiköt, jatkokoulutusyhteistyö	Määräaikainen, mahdollisesti jatkuva	Resurssien optimointi, täydentävä osaaminen
<i>Osallistuminen kansainvälisiin tutkimusinfrastruktuureihin</i>	ESO, EMBL, CERN, ITER	Pysyväisluonteinen	Mittavien hankkeiden tehokas organisointi
<i>Kansainvälisten tutkimusinfrastruktuurien perustaminen Suomeen</i>		Pysyvä tai lähes pysyvä	Huippuosaamisen laajentaminen ja vakiinnuttaminen, kerrannaisvaikutukset

Eri kansainvälistymiskanavat tai -mekanismit eivät ole toisiaan poissulkevia, päinvastoin. Kansainvälistymisessä tarvitaan useita kanavia ja erilaisia toimenpiteitä. Soveltuvimmat kansainvälistymismekanismit tai kanavat voidaan määritellä ainoastaan tunnistamalla ne tavoitteet, joita kansainvälistymisen avulla pyritään saavuttamaan ja arvioimalla, millä keinoin ja edellytyksin eri mekanismit näitä tavoitteita tukevat.

Käytännössä tutkimuksen kansainvälistymismekanismit ovat hyvinkin päällekkäisiä tavoitteiltaan. Esimerkiksi Tekesin teknologiaohjelmilla on ollut keskenään hyvinkin erilaisia kansainvälistymistavoitteita, -toimintoja ja -vaikutuksia, jotka ovat muotoutuneet sen mukaisesti millaisiin tavoitteisiin itse ohjelmilla on pyritty.⁴⁹

Varsinkin EU:n puiteohjelmien tutkimushankkeissa ja verkostoissa suomalaisilla yliopistoilla ja korkeakouluilla on perinteisesti ollut tärkeä koordinoiva tehtävä yritysten suuntaan. Tutkimuksen rahoittajaorganisaatioiden rinnalla ne ovat toimineet merkittävinä kansallisina linkkeinä kansainvälisiin verkostoihin ja ohjelmiin sekä erityisesti kansainvälisen tutkimusyhteistyön käytännön puitteiden rakentajina ja toteuttajina.

⁴⁹ Teknologiaohjelmien kansainvälistymistä on analysoitu raportissa: Competitiveness Through Internationalisation. Evaluation of means and mechanisms in technology programmes. Tekes 10/2004.

Molekyylilääketieteen tutkimuskeskusta ei kuitenkaan tulisi nähdä pelkästään tutkimuksen tai tutkimusjärjestelmän kansainvälistämisen keinona, vaan myös tutkimuksen kansainvälistymisen ilmentymänä ja seurauksena. Pystyäkseen tekemään entistä korkeatasoisempaa, relevantimpaa ja tehokkaampaa tutkimusta, tarvitaan kansainvälisiä tutkimusinfrastruktuureja. *Kysymys on silloin siitä, tehdäänkö kansainvälisesti haastavaa tutkimusta myös Suomessa.*

7 Eri toteutusvaihtoehtojen tarkastelua

7.1 Lähtökohdat ja läpikäyvät periaatteet

Molekyylilääketieteen tutkimuskeskuksen toteuttamisvaihtoehtoja pohdittaessa on muutamia läpikäyviä periaatteita, jotka tavallaan asettavat reunaehdot vaihtoehtojen tarkastelulle. Ensimmäinen tärkeä periaate on, että *hankkeen tulee vahvistaa suomalaista bioalan tutkimusta ja koota voimia yhteen*, ei imeä resursseja tai hajauttaa olemassa olevaa tutkimustoimintaa.

Toinen tärkeä periaate on, että *julkiselle sektorille ei tulisi perustaa uusia organisaatioita*, ei ainakaan budjettivaroin ylläpidettyjä ja pysyviä rakenteita kuin ainoastaan poikkeuksellisen painavista syistä. Tarkoituksenmukaisempaa lienee etsiä sellaisia kevyempiä organisointivaihtoehtoja, joilla keskuksen perustaminen ja tehokas toiminta on mahdollista määräaikaisena. Vasta osoitettuaan toimivuutensa harkitaan organisoinnin vakinaistamista.

Kolmas läpikäyvä periaate on suunnitelmien *julkisuus, avoimuus ja läpinäkyvyys*. Hankkeen tulee rakentua eri tahoja kokoavaksi ja sitouttavaksi, pikemminkin kuin eksklusiiviseksi. Läpinäkyvyyden ja avoimuuden ei kuitenkaan tarvitse merkitä kompromisseja tai haluttomuutta tehdä vaikeitakin valintoja, päinvastoin.

Neljäs tärkeä periaate on organisoinnin dynaamisuus ja *jatkuva pyrkimys mahdollisimman korkeaan laatuun* tutkimustoiminnassa. Se voi rakentua huolellisen valmistelutyön, avoimen kilpailun ja järjestelmällisen asiantuntija-arvioinnin varaan. Valinnoissa voidaan ottaa tietoisia riskejä ja ehkä pitääkin, sikäli kuin tavoitteet asetetaan kunnianhimoisesti. Siksi on erityisen tärkeää rakentaa sellaiset prosessit, joilla toimintaa arvioidaan säännönmukaisesti, tunnistetaan niin virheet kuin menestyksetkin ja voidaan suunnata tulevaa toimintaa oikeaan suuntaan.

7.2 Tutkimuksellinen suuntaus ja tehtävä

Sikäli jos tutkimuskeskus päätetään perustaa, olennaisin ratkaisu liittyy tutkimuskeskuksen *tutkimustoiminnan pääsuuntien ja tehtävien määrittelyyn*. Tutkimuksellisen suuntauksen määrittely on substanssiin liittyvä vaativa asiantuntijatehtävä, jota ei voida tämän selvityksen puitteissa ratkaista. Joitakin asiaa koskevia näkemyksiä, toimintaperiaatteita ja ajatuksia voidaan kuitenkin nostaa esiin.

Kansainvälisten tutkimuksen huippuryhmien rakentuminen on pitkäaikainen prosessi. Ne ovat yleensä keskeisesti muutamien huippututkijoiden henkilökohtaisen tutkimustyön

perustalle rakennettuja ja siksi myös henkilösidonnoisia. Keskuksen kokonaisuuden, suunnan ja toimintamallin tulee olla niin kiinnostava, että se kykenee kokoamaan riittävästi huippuosaajia kotimaasta ja ulkomailta. Varsinaisen tieteellisen suuntauksen ja toteutuksen yksityiskohtien suunnittelu on viisasta jättää keskuksen johtajalle ja kansainväliselle asiantuntijajanelille. Myös EMBL ja muut Pohjoismaiset keskuksat voivat tarjota kokeneita henkilöitä tällaiseen raatiin.

Profiloituakseen kansainvälisessä tutkimuksen kentässä, tutkimuskeskuksella tulee olla selkeä missio, päämäärä jota se palvelee ja tavoite johon se pyrkii sekä suunnitelmat näiden toteuttamiseksi. *Keskuksen täytyy olla selkeämmin fokuksitunut missionsa toteuttamiseen kuin nykyiset biokeskuksat.* Useiden näkemysten mukaan tutkimuskeskuksen mission pitää perustua vahvasti tiedon soveltamiseen, ei vain tiedon tuottamiseen. Siksi tutkimuksellisen tehtävän tarkentaminen tulee tehdä yhteistyössä tutkimuksen hyödyntäjien kanssa. Euroopassa tutkimus on usein eriytynyt hoidosta ja *Suomen keskus voisi hyvinkin suuntautua voimakkaammin lähemmäs hoitoa, translationaaliseen tutkimukseen.* Samalla se täydentäisi EMBL:n vahvaa molekyylibiologian perustutkimusta. Tämä tarkoittaisi väistämättä myös tutkimussairaalan läheisyyttä.

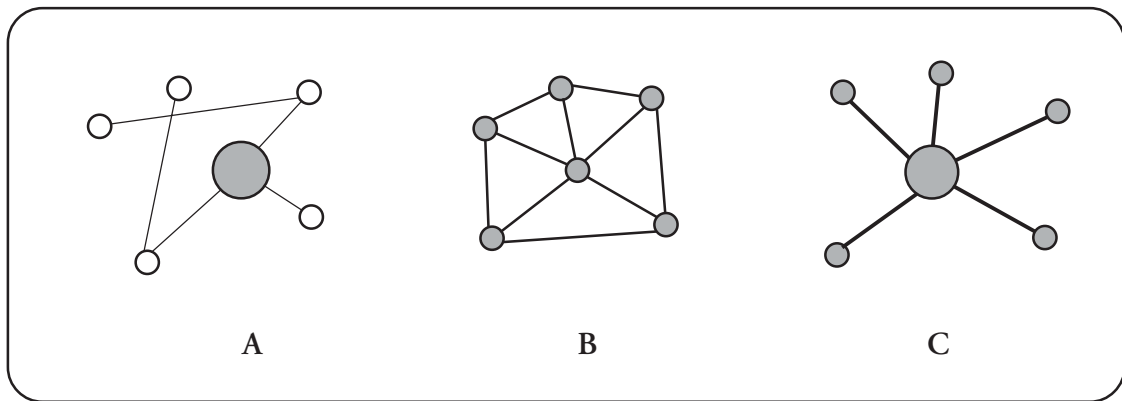
Valitsemisissaan tutkimuksellisissa alueissa tai ohjelmissa keskuksen tulee olla hyvin vahva ja tutkimustoiminnan volyymin riittävän suuri, suurempi kuin nykyisissä biokeskuksissa. Vaikka kaikki keskuksen tutkimusryhmät tai -suunnat eivät alkuun olisikaan kansainvälisesti ainutlaatuisia, täytyy keskuksen 'tutkimusportfoliossa' olla useita kansainvälisiä huippuryhmiä. Keskuksen tutkimuksellisia vahvuuksia on määrätietoisesti ja suunnitelmallisesti rakennettava ja vahvistettava. Tutkimuskokonaisuutta on arvioitava määräjoiin.

Tutkimuksen monitieteisen luonteen vuoksi kaikkien biokeskusten ja tutkimuslaitosten osallistuminen ja panos hankkeeseen on tärkeää, ei pelkästään niiden joiden nykyinen fokus liittyy suuremmin väestöaineistojen hyödyntämiseen. Täydentävä osaaminen voi olla aivan yhtä kriittistä. Keskuksen tutkimuksellisen tehtävän pitäisi siksi olla niin laaja, että se sallii yhtäältä korkeatasoisen perustutkimuksen kuin toisaalta hyvinkin soveltavan (kliinisen) tutkimustyön tekeminen. Myös tutkijankoulutuksen integroiminen keskuksen toimintaan on välttämätöntä.

Jos keskukselle halutaan rakentaa muutama keskeinen tutkimusohjelma tai sateenvarjo suomalaisen tutkimuksen *nykyisten vahvuuksien pohjalta*, luonnollisia ehdotuksia voisivat olla esimerkiksi *syöpäbiologia, suuret suomalaiset kansantaudit* (sydän ja verisuonitaudit, diabetes) ja *metaboliikka*. Täydentäviä ohjelmia tai rakennettavia ohjelmia voisivat olla esimerkiksi *systemibiologia, bioinformatiikka ja biomallinnus*. Riippuen tutkimuskeskuksen fokuksista, Suomesta on todennäköisesti löydettävissä ainakin 6–8 tutkimusryhmää tai niiden osaa, jotka soveltuisivat tutkimuskeskuksen tutkimustoiminnan perustaksi. Tutkimusteemojen tai -kokonaisuuksien määrittely on prosessi joka täsmentyy edetessään.

7.3 Toimintamallit ja organisointi

Kun lähtökohdaksi otetaan, että Suomessa tehdään laadukasta molekyyli lääketieteen tutkimusta ainakin viidellä paikkakunnalla, on tutkimuskeskus mahdollista toteuttaa useammalla toimintamallilla. Vaihtoehtoisina malleina on esitetty yhden, tai mahdollisesti kahden keskuksen malli (A), virtuaalinen, verkostona toimiva tutkimuskeskus (B) ja tähtimäisesti koottu tutkimuskeskus (C). Kaikissa vaihtoehdoissa olisi kansainvälinen yhteistyö rakennettavissa, eikä sen organisoitumista ole tässä kuvattu erikseen.



Kuvio 3. Vaihtoehtoisia toimintamalleja tutkimuskeskukselle

Kaikilla toimintamalleilla on etunsa ja haittansa. Yhden keskuksen (A) toimintamallin etuna on sen organisatorinen selkeys ja selkeä erottuminen muista tutkimusyksiköistä. Sen haittapuolina on pidettävä eristäytymisen mahdollisuutta, resurssipohjan kapeutta ja joustavuuden vähäisyyttä, jos tutkimusta halutaan suunnata uudelleen. Toimintamallin kannalta tässä vaihtoehdossa keskuksen toteuttaminen tulisi todennäköisesti kalleimmaksi ja riskit olisivat suurimmat eri vaihtoehdoista.

Virtuaalinen toimintamalli (B) on joustavin. Se antaa eniten mahdollisuuksia jakaa tehtäviä, vastuita ja yhdistää resursseja. Se olisi todennäköisesti myös taloudellisesti edullisin vaihtoehto eri toimintamalleista. Sillä on kuitenkin selkeitä haittoja. Kokemukset täysin virtuaalisten tutkimuskeskusten menestyksestä eivät ole rohkaisevia, vaikka niitäkin löytyy. Suurena hankaluutena tässä toimintamallissa on monitieteisen tutkimuksen edellyttämän fyysisen läheisyyden rakentaminen – eri tutkimusryhmät ovat väistämättä hajautuneet eri paikkakunnille, eikä luovaa toimintaympäristöä saada helposti toimimaan. Verkostomainen toimintamalli on myös epäselkeä ulkopuolisen, tässä tapauksessa erityisesti ulkomaisen tutkijan tai tutkimusryhmän tunnistaa, lähestyä ja rakentaa yhteistyötä.

Tähtimäinen toimintamalli (C) pyrkii yhdistämään verkoston ja yksittäisen keskuksen edut. Mallin ajatus on, että tutkimuskeskukselle rakennetaan (ainakin) yksi keskusyksikkö, jossa on tutkimuksen palveluyksiköt ja keskeiset tutkimuslaitteistot sekä hallinto. Keskusyksikköön liittyvät joustavasti, esimerkiksi kilpailun kautta, useampia tutkimusryhmiä ja kokonaisiä yksiköitä. Osa liittyvien yksiköiden toiminnasta tapahtuu omilla paikkakunnilla, osa tehdään keskusyksikössä yhdessä. Malli tarjoaa useita etuja joustavuudesta näkyvyyteen olettaen, että toimintamalli saadaan toteutettua riittävän joustavasti, ja että yhteistyö vahvistaa ja täydentää muiden keskusten omaa tutkimustoimintaa.

Keskuksen rakenteen tulisi olla sekoitus useista osaamisista, tekijöistä ja miksei organisaatioistakin. Rakenteiden tulisi sallia riittävä dynamiikka. Myöskään lähtökohtaisesti heikkoa tai hajanaista verkostoa ei kannata rakentaa. Molekyylilääketieteen tutkimuksessa kysymys on enemmän tiiviisti toimivasta järjestelmästä kuin etäällä tehtävästä yhteistyöstä. Siksi kannattaa keskittyä parhaiden tutkimusyksiköiden yhdistämiseen enemmän kuin sijaintien pohtimiseen.

Aivan samoin kuin tutkimuskeskuksen tutkimukselliselle suunnalle, myös toimintamallin soveltuvuudelle ja yhteistyön toimivuudelle tulisi asettaa määräaika. Esimerkiksi viiden vuoden kuluttua väliarviointi, jonka perusteella tehtäviä ja toimintamalleja täsmennetään sekä varsinainen arviointi (koskien jatkorahoitusta) kymmenen vuoden kuluttua.

Sisäinen organisointi

Vahvasti tavoiteorientoinut tutkimusyksikkö tarvitsee puitteet ja resurssit tehtäviensä toteuttamiseksi. Keskukselle tarvitaan johtaja, jolla on riittävästi kokemusta tutkimusorganisaation tai tutkimusryhmien motivoinnista ja johtamisesta sekä tieteellistä uskottavuutta ja kansainvälisiä kontakteja. Näistä lähtökohdista on todennäköistä, että tehtävään soveltuvia ehdokkaita löytyy enemmän ulkomailta kuin Suomesta. *Joidenkin näkemysten mukaan ulkomainen johtaja on perusedellytys*, sillä se viestii vahvasti keskuksen kansainvälisestä luonteesta. Johtajan valinta on hyvin tärkeä, sillä hänen tehtävänsä on myös tunnistaa ja houkutelua nuoria lupauksia.

Tutkimuskeskuksen toimintaa ei voida rakentaa suoraan jonkin nykyisen keskuksen perustalle, sillä tutkimuksen suunta ja toimintatavat tuskin muuttuisivat aidosti kansainväliseksi vain nimeä vaihtamalla. On selvää, että keskus täytyy suunnitella ja koota alusta alkaen tietyn mission toteuttamiseen. *Ajan myötä keskuksen tulisi saavuttaa 250–500 hengen kokoluokka ollakseen kansainvälisesti varteenotettava tutkimuksen keskittymä.* Tätä ei kuitenkaan tarvitse, eikä pystytä, tekemään hetkessä, sillä tutkimusryhmien täyttäminen vie oman aikansa. *Ensimmäisen vuoden aikana voitaneen käynnistää 4–6 ryhmää.* Se alkaa johtajien valinnalla. Muutenkin tarkastelun aikaperspektiivi tulisi olla melko pitkä. Vaikka keskus voisi alkuun toimia pienempänä, sillä täytyy olla *selkeä kasvutavoite* ja siihen tarvittavat edellytykset.

EMBL:llä on kokemusta tutkimuskeskuksen perustamisesta ja siihen liittyvien käytäntöjen rakentamisesta, mitä mielellään tarjotaan myös Suomelle. Heidän kokemustensa ja näyttöjensä perusteella se, mikä viimekädessä houkuttelee lahjakkaita tutkijoita, on luova tutkimusympäristö. Nuorillekin tutkijoille tulee voida antaa riittävästi itsenäisyyttä ja vastuuta, mahdollisuuksia ja vapauksia. Kun tutkimuskeskus pyrkii pysymään huippututkijoita kiinnostavana työpaikkana vuosikymmenestä toiseen, virikkeellinen tutkimuskulttuuri lienee ratkaisevin elementti.

Kun kysymys on kasvavassa määrin yhteistyöstä ja eri näkökulmien ja osaamisten yhdistämisestä, on kovin tärkeää, että eri tutkimusryhmien välille ei muodostu liian suurta fyysistä ja henkistä etäisyyttä. Ihmisten täytyy tavata toisiaan riittävän usein niin työn ja tehtävien puitteissa kuin satunnaisesti ja epämuodollisesti. Hyvässä tutkimusympäristössä ajatusten, kokeilujen ja tutkimuksen sykli on nopea. Toinen tärkeä näkökulma on teorian ja käytännön yhdistäminen. Tutkijoiden täytyy viettää riittävästi aikaa myös laboratorioden, kokeiden ja hyödyntäjien kanssa, jotta tuntuma säilyy ja erilaisia sovellusmahdollisuuksia ja tarpeita voidaan tunnistaa.

7.4 Hallinnollinen ja juridinen muoto

Harkittavan tutkimuskeskuksen hallinnolliset perusvaihtoehdot ovat (yksityinen) säätiö, valtion sektoritutkimuslaitos tai jonkin valtion sektoritutkimuslaitoksen osa, jonkin tai joidenkin yliopistojen yhteinen erillislaitos. Käytännössä keskus voi toimia myös näiden jonkinlaisena yhdistelmänä tai väliaikaisesti vaikka projektipohjalta.

Hallinnollisena muotona yksityinen *säätiö* takaisi tutkimuskeskukselle hyvin suuret toimintavapaudet ja itsenäisyyden. Valtio voisi tukea säätiön toimintaa rahoittamalla valtionavustuksilla säätiön ylläpitämää tutkimuskeskusta. Säätiönä keskus voisi hyvin itsenäisesti päättää mm. henkilöstön palkkauksesta ja työsuhteista tai yhteistyöstä eri organisaatioiden kanssa. Periaatteessa säätiö olisi myös selkeä hallintomalli yksityisen rahoituksen sitomiseksi tutkimuskeskuksen toimintaan.

Tutkimuskeskuksen toiminnan pitkäjänteinen rahoitus säätiönä saattaisi olla hankalaa tai epävarmaa. On epätodennäköistä Suomen oloissa, että säätiön peruspääoma saataisiin kasvatettua niin suureksi, että sen vuotuisilla tuotoilla voitaisiin rahoittaa pääosa tutkimuskeskuksen toimintamenoista ja investoinneista. Valtion avustuspäätökset tehdään käytännössä vuosittain, eikä valtio voi sitoutua tietyn rahoitustason ylläpitämiseen, saati tulevien vuosien investointeihin ilman erityistä lainsäädäntöä. Muiden valtion rahoituskanavien kuin valtionavustusten ohjaaminen tutkimuskeskukselle saattaisi myös olla hankalaa.

Ilman merkittävää muuta rahoitusta kuin valtion vuosittaisia avustuksia (yksityistä panostusta) säätiömalli ei todennäköisesti olisi tutkimuskeskuksen toiminnan ja kehittämisen kannalta kovin soveltuva hallinnollinen muoto. Lisäksi säätiö-pohjalla toimiva tutkimuskeskus olisi todennäköisesti juridisesti samassa asemassa kuin yritykset neuvoteltaessa tutkimustulosten, laitteistojen tai tutkimuksessa käytettävien potilas- ja väestöaineistojen käytöstä yliopistojen ja valtion tutkimuslaitosten kanssa.

Tutkimuskeskuksen tehtävän voidaan katsoa olevan kansallisesti niin tärkeä ja pysyväisluonteinen, että se voisi periaatteessa olla myös itsenäinen *sektoritutkimuslaitos*. Soveltuvana hallinnonalana kysymykseen tulisivat lähinnä sosiaali- ja terveystieteiden tai opetusministeriö. Tutkimuskeskuksen ajateltu toimintakenttä on vahvasti monialainen, mikä tuo haasteita yhden sektoriministeriön ohjauksessa toimivalle keskukselle. Esteitä ei liene myöskään sille, että tutkimuskeskus olisi kahden, tai jopa kolmen ministeriön alaisuudessa (jolloin kolmantena voisi olla kauppa- ja teollisuusministeriö).

Sektoritutkimusmallia tukee se, että keskuksen ajateltu toiminnan luonne on lähellä soveltavaa tutkimusta. Tällaisen ratkaisun toteuttaminen edellyttäisi jonkinlaista uudelleen organisointia ja yhdistämistä nykyisten sektoritutkimuslaitosten molekyyli- ja biotieteiden ja -biologian tutkimuksen osalta. Nykyisten tutkimuslaitosten osalta kynnys tähän voi olla kovin suuri, sikäli kuin kysymys olisi niiden lupaavimpien ryhmien siirtymisestä uudelle keskukselle. Se on lisäksi melko jäykkä ratkaisu tilanteessa, jossa tutkimuskeskus on vasta hakemassa suuntaansa ja toimintamalliansa. Varsinaisena haasteena sektoritutkimusmallin kohdalla lienee se, että kynnys uusien julkisten organisaatioiden perustamiseen budjettivaroin on erittäin korkea. Tarvitavaa sitoutumista näin mittavaan ja pysyvään julkiseen lisäpanostukseen on vaikea saavuttaa.

Keskuksen toiminnan organisointi jonkin nykyisen *sektoritutkimuslaitoksen erillisenä yksikkönä* on myös mahdollista. Kysymykseen tulisivat silloin molekyyli- ja biotieteiden tutkimuksen kannalta vahvimmat laitokset, eli lähinnä Kansanterveyslaitos tai mahdollisesti VTT Biotekniikka. Tämä ratkaisu olisi varmasti helpompi toteuttaa kuin kokonaan uuden valtion sektoritutkimuslaitoksen perustaminen, mutta edellyttäisi silti jossain määrin lisärahoitusta valtion budjetista. Rahoituksen pitäisi tässä vaihtoehdossa lähtökohtaisesti tulla muualta kuin tutkimuskeskusta hallinnoivalta ministeriöltä (sosiaali- ja terveystieteiden tai kauppa- ja teollisuusministeriö) eli käytännössä opetusministeriöltä. Sektoritutkimuslaitoksen yhteyteen perustettu keskus noudattaisi todennäköisesti aivan samoja henkilöstöpolitiikan ehtoja kuin sen emu-organisaatiokin. Se ei myöskään välttämättä olisi joustavin hallinnollinen ratkaisu integroimaan muiden laitosten tai yliopistojen tutkimusryhmiä ja niiden hallintokulttuureja.

Yliopistojen yhteyteen perustettu *erillislaitosmalli* on joustava organisoida ja soveltuu erityisen hyvin monitieteiseen tutkimustyöhön, jossa yhdistyvät perustutkimus ja soveltuva tutkimus. Vastaavia esimerkkejä ja kokemuksia toimintamallin eduista ja haasteista on runsaasti. Perustamiseen tarvittaisiin ainoastaan kyseisten yliopistojen hallituksen päätös. Toimintamalli sallii myös yliopistojen ulkopuolisten henkilöiden valinnan erillislaitoksen hallintoeliimiin. Erillislaitoksena toimivan tutkimuskeskuksen perusrahoitus voitaisiin sisällyttää osittain tai kokonaan yliopistojen toimintamenokehykseen. Rahoitusratkaisun säilyminen vain opetusministeriön alaisuudessa yhtäältä selkeyttää tutkimuskeskusta koskevaa päätöksentekoa

mutta toisaalta voi kaventaa tutkimuskeskuksen ohjausta koulutus- ja tiedepolitiikan näkökulmaan. Erillislaitosmallissa olisi myös mahdollista sopia joustavasti missä laajuudessa yliopistot osallistuisivat tutkimuskeskuksen perustamiseen tai toimintojen rahoittamiseen. Selkeintä olisi, jos keskus toteutettaisiin kansallisena, useiden tai kaikkien yliopistojen jakamana erillislaitoksena, jolloin opetusministeriö voisi osoittaa tutkimuskeskuksen menoihin korvamerkittyä rahoitusta.

Hallinnollisesta mallista riippumatta tutkimuskeskuksella tulisi olla selkeä omistajaohjaus, joka on yksittäisten tutkimuslaitosten ja yliopistojen näkökulmia laajempi. Omistajaohjauksessa tarvitaan vahva strateginen näkemys, joka tukee innovatiivisia lähestymistapoja. Lähtökohtaisesti keskuksen hallinnollisen mallin tulisi antaa joustavat edellytykset luovan ja kilpailukykyisen tutkimustoiminnan organisoinnille pikemminkin kuin asettaa rajoituksia tai ehtoja. Keskuksen tulisi myös olla niin itsenäinen että se voi itse neuvotella yhteistyösopimuksistaan ja toimia niiden mukaisesti.

7.5 Kansainvälisen huippututkimuksen erityisvaatimukset

Jos menestyksellisen tutkimustoiminnan tai kokonaisen tutkimuskeskuksen rakentaminen ja ylläpitäminen on haastavaa, niin kansainvälisen huippututkimuksen ja kansainvälisesti kilpailukykyisen tutkimuskeskuksen on sitä kaksin verroin. Joidenkin näkemysten mukaan voi osoittautua liian suureksi haasteeksi saada Suomeen huomattavasti nykyistä enemmän kansainvälisiä huippututkijoita. Suomi kun ei kuulu tutkimuksen suuriin maihin, vaikka täällä tehdäänkin hyvää tutkimusta ja suhteelliset panostuksemme ovat huomattavia. Tästäkin huolimatta, tai ehkä juuri sen vuoksi, edellytyksiä kansainvälisen huippututkimuksen saamiseksi Suomeen on määrätietoisesti rakennettava, erityisesti niillä aloilla, joilla siihen on parhaat edellytykset. Molekyylilääketiede on ehdottomasti yksi niistä.

Tilannetta voidaan tarkastella pohtimalla mikä saa ulkomaisen huippututkijan kiinnostumaan Suomessa tehtävästä tutkimuksesta ja viimekädessä siirtymään tänne. On selvää, että perusasioita kuten maantieteellistä sijaintia, kulttuuria, jne. emme voi lainkaan muuttaa. Lisäksi on joukko hyvään tutkimukseen liittyviä perusasioita, joiden oletetaan olevan kunnossa, Suomen tapauksessa jopa erinomaisessa kunnossa. Tällaisia ovat alan tutkijankoulutus, yhteistyö yliopistojen kanssa, tutkimustilat ja laitteistot tai yleisemmin tutkimusyksiköiden organisoituminen. Käytännössä kaikki Suomen biokeskukset ja molekyylilääketieteen tutkimusta harjoittavat yksiköt täyttävät nämä perusedellytykset ja ovat lisäksi jo kohtuullisen kansainvälisiä. Esimerkiksi biokeskuksissa yleinen kommunikointikieli on englanti. Tästä lähtötilanteesta riittänee, kun tarkastellaan joitakin sellaisia tekijöitä, jotka tutkimuskeskuksen mahdollisen perustamisen myötä edelleen korostuisivat ja saattaisivat tarvita lisähuomiota.

Ensimmäinen ja tärkein vaatimus on korkeatasoinen, mielenkiintoinen ja lupaava tutkimustoiminta. Tarkoituksena on koota yhteen tutkijoita, joiden ensisijainen motiivi on mahdollisimman hyvän tutkimuksen tekeminen. Tarvitaan sekä kokeneita ja maineikkaitakin tutkijoita kokoamaan ja ohjaamaan tutkimusryhmiä että varsinkin nuoria tai vähän kokeneempia, tutkimustyönsä tuottavimmassa vaiheessa olevia tutkijoita. Nuorempien lupausten rekrytointia helpottaa mahdollisuus työskennellä maineikkaiden tutkijoiden ryhmissä ja ohjauksessa. Nuorten ulkomaisten lupausten rekrytoinnissa yhteistyö EMBL:n kanssa voi osoittautua hyvin tärkeäksi. Erittäin korkeatasoista tutkija-ainesta syntyy myös suomalaisista yliopistoista, joiden tutkijankoulutus on tärkeä kytkeä läheisesti keskuksen toimintaan. Aivan samoin on varmistettava, että lupaavien tutkijoiden kehitysedellytykset ovat kunnossa.

Vahvuutena voidaan pitää sitä, että suomalaiset biokeskukset ja tutkimuslaitokset voivat täydentää tutkimuskeskuksen itse tarjoamia uravaihtoehtoja.

Maineikkaiden tutkijoiden saaminen Suomeen on aina tapauskohtaista ja hyvin haastavaa. Maineikkaat huippututkijat ovat toivottuja kaikissa yliopistoissa ja tutkimuskeskuksissa, ja heillä on mahdollisuus valita, missä tutkimustaan tekevät. Siksi myös vaatimukset ovat korkeat. Tästäkin huolimatta tutkimuskeskuksen menestykselle on hyvin tärkeää, että sinne jo melko aikaisessa vaiheessa saadaan kansainvälisesti arvostettuja ja tunnettuja tutkijoita.

Perustettava tutkimuskeskus tulisi olemaan nykyisiä biokeskuksia kansainvälisempi ja sen tulisi myös näkyä ja vaikuttaa kansainvälisesti. Tutkimuskeskusta ja sen tutkimuksellista profiilia on syytä tuoda näkyvästi esiin varteenotettavana vaihtoehtona ja kiinnostavana yhteistyökumppanina. Tähän on luotava mekanismeja ja yhteistyötä on aktiivisesti haettava. On syytä perusteellisesti pohtia, millaisin järjestelyiin myös EMBL:n suunnassa voitaisiin olla näkyvämmän esillä ja mukana. Kansainvälinen yhteistyö ja tunnettuuden rakentaminen vaatii oman suunnitelmansa ja resurssointinsa.

On joukko varsinaisen tutkimustoiminnan ulkopuolisia asioita, jotka kansainvälisen tutkimuskeskuksen oletetaan ja odotetaan järjestävän vieraileville tutkijoilleen ja heidän perheilleen. Sellaisia ovat:

- maahanmuutto- ja viranomaisasiat, erityisesti EU:n ulkopuolelta tuleville
- palkkausasiat kansainvälisten käytäntöjen mukaisesti, mikä tarkoittaa että myös perhe voi elää kohtuullisesti yhden tutkijan palkalla
- asuntoasiat
- koulutus- ja päivähoitoasiat

Erityisesti asuntolan (guest house) tulisi olla aivan keskuksen läheisyydessä ja sen tulisi olla riittävä suuri, jotta kapasiteettia riittää sekä kasvuun että satunnaisiin vierailuihin. Ei voida olettaa, että vierailevat tutkijat lähtisivät etsimään sopivia vuokra-asuntoja vapailta markkinoilta. Myös kansainvälinen päivähoito ja koulutus ovat hyvin tärkeitä, sillä valtaosa aktiivisesta tutkijajoukosta on perheellisiä tai perustamassa perhettä.

7.6 Kansainvälinen yhteistyö

Lähtökohtaisesti kansainvälisen tutkimuskeskuksen täytyy olla vahvasti ulospäin suuntautunut. Sen tehtävän on läheisesti liityttävä globaalisti relevantteihin aiheisiin, ei vain eurooppalaisiin, pohjoismaisiin tai kansallisiin intresseihin ja tutkimushaasteisiin.

Jo ensimmäisissä ehdotuksissa tutkimuskeskuksen kansainvälinen yhteistyö suunniteltiin etupäässä European Molecular Biology Laboratory EMBL:n suuntaan. Sillä onkin erittäin vahva kansainvälinen asema ja se on tunnettu korkeasta laadustaan ja huippututkijoiden verkostoistaan. Näkyvä ja konkreettinen yhteistyö EMBL:n kanssa toisi tutkimuskeskukselle ja yleisemmin suomessa tehtävälle tutkimustoiminnalle uskottavuutta ja näkyvyyttä. Ulkomaisille tutkijoille se lisäisi Suomen houkuttelevuutta.

Yhteistyö EMBL:n kanssa voi rakentua monella tavalla, eri muodoissa ja eri tasoissa. Tiiveimmillään Suomessa voisi olla EMBL:n yksikkö tai laitos, löyhimmillään se voi tarkoittaa vain joitakin yhteisohjelmia tai tutkijanvaihtoa. Myös EMBL:n vaatimukset integrointimielessä vaihtelevat sen mukaisesti.

Minkä muodon mahdollinen tutkimuskeskus ja sen yhteistyö EMBL:n kanssa ottaakaan, niin siltä EMBL:n puolelta toivotaan:

- Selkeästi kansainvälistä rakennetta ja lähestymistapaa
- Ainakin osan tutkijakunnasta tulee olla rekrytoitu määräaikaaisesti, jotta dynaamisuus säilyy ja mahdollisuuksia aukeaa nuorille tutkijoille
- Ohjausrakennetta joka ei ole puhtaasti top-down, vaan pikemminkin suuntautuu tutkimusryhmien tavoitteiden mukaisesti.

EMBL yhteistyösopimuksia syntyy lähivuosina varmasti useita ja vastaisuudessa vielä enemmänkin. Neuvottelut ovat käynnissä mm. Barcelonan ja Heidelbergin yliopiston kanssa. Myös Ruotsi ja Norja ovat olleet aktiivisia.

Pohjoismaiselle tutkimusyhteistyölle on olemassa erinomaiset edellytykset ja sitä tulisikin ehdottomasti jatkaa ja tiivistää. Tutkimustoiminta pohjoismaissa on pitkälti samalla tavoin orientoitunutta ja organisoitunutta, kielikynnykset ovat matalia ja olemassa olevien kontaktien ja yhteistyöhankkeiden määrä on suuri. Se, mikä nähdään Suomen sisäisesti tarpeellisena tutkimustoiminnan fokusoinnin ja keskittämisen suhteen, pätee aivan samoin Pohjoismaisella tasolla. Parhaimmillaan Pohjoismaat voivat muodostaa tiiviin tutkimuskeskittymän, jossa kansalliset keskuksat ovat selkeästi profiloituneet täydentämään toisiaan. Tähän tavoitteeseen on kuitenkin vielä matkaa.

Jatkosuunnitelmissa olisi hyvä pohtia myös sitä, kuinka hyödynnetään tai verkotutaan muuhunkin kuin EMBL:n tai pohjoismaiseen huippututkimukseen. Yhdysvallat, Kanada, Aasia (mm. Kiina, Japani, Singapore) ja Intia ovat suuria ja voimakkaasti kasvavia bio- ja lääketieteen tutkimuksen ja teollisuuden keskuksia. Lähempää löytyy mielenkiintoisia yhteistyömahdollisuuksia ja aloitteita Baltian maiden verkostosta ja mahdollisesti Venäjän biotutkimuksesta. Näihinkin suuntiin EMBL -statuksen omaava keskus vahvistaisi suomalaisen tutkimuksen houkuttelevuutta yhteistyötahona.

7.7 Sijaintikysymykset

Mahdollisen tutkimuskeskuksen sijoittuminen lienee kaikkein eniten kiinnostusta herättänyt asia, toisihan se merkittävän lisävahvistuksen vastaanottavalle tutkimuskeskittymälle ja sijaintipaikkakunnalle. Näin varsinkin, jos keskuksen koko toiminta sijoittuisi vain yhteen paikkaan. Se on mahdollista, mutta ei todennäköisin toteutusvaihtoehto.

Toinen ääripää on täysin virtuaalinen biokeskusten verkosto, jossa sijaintiongelmaa ei synny, koska toiminnot jakautuisivat eri keskusten kesken. Jonkinlainen kotipaikka tutkimuskeskuksen hallinnolle ja perustoiminnoille kuitenkin tarvitaan, jolloin lähes väistämättä rakentuu yhden, tai mahdollisesti muutaman keskuksen muodostama verkoston ydin ja siihen kytkeytyvät etäämmät tutkimusryhmät – aiemmin kuvattu tähtimäinen organisaatio. Kysymys on silloin lähinnä siitä, millaisin perustein keskuksen kotipaikka, 'pääkonttori' valitaan ja kuinka merkittäväksi keskuksen ydintoiminnot rakennetaan suhteessa muihin yksiköihin. Sijaintipäätökseen vaikuttavia tekijöitä ja eri paikkakuntia on koottu taulukkoon 7.

Taulukko 7. Keskuksen ydintoimintojen sijaintiin vaikuttavien tekijöiden vertailua

	Oulu	Kuopio	Tampere	Turku	Helsinki
Tutkimustoiminnan vahvuus keskuksen ydintoimintojen kannalta (ryhmien määrä, laatu / tunnettuus)	+	+	+	++	+++
Toiminnalliset tilat ja laitteet, jotka soveltuvat keskukselle ja sen kasvattamiselle	+++	+++	+++	+++	+++
Edellytykset asuntolaan, kansainväliseen koulutukseen, jne.	++	++	++	+++	+++
Kansainväliset liikenneyhteydet, alueen tunnettuus ja sen tarjoamat muut mahdollisuudet (kulttuuritarjonta, jne.)	++	+	++	++	+++
Sairaalan ja klinisen tutkimuksen läheisyys	+++	+++	+++	+++	+++
Bio- ja lääketieteellisuuden läheisyys	+	+	+	+++	++
Toimintamalli ja 'kulttuuri', joka tukee soveltavaa missiota ja yritysysteistyötä	+	+	++	+++	+
Jatkokoulutuksen volyymi ja tutkijanuramahdollisuudet	++	++	++	+++	+++

Yllä olevaa vertailevaa taulukkoa tulee pitää vain suuntaa-antavana ja sen on tarkoitus muodostaa yksi lähtökohta mahdollisen keskuksen päätoimipaikan sijaintia pohdittaessa. Erilaisin kriteerein, niiden painotuksin ja tulkinnoin voidaan päästä hyvinkin erilaisiin lopputulemiin sijaintipaikkojen keskinäisestä vahvuuksista. Monet yllä olevan taulukon sijaintitekijöistä ovat lisäksi sellaisia, jotka liittyvät vahvasti yliopiston ja sen sijaintikaupungin kokoon, kuten liikenneyhteydet tai koulutuksen volyymi. Tässä mielessä on selvää, että suuremmilla paikkakunnilla on joitakin luontaisia etuja pohdittaessa keskuksen ydintoimintojen sijaintia.

On perusteltua, että tutkimuskeskuksen ydin tai ydintoiminnot kattavat joitakin koko verkoston kannalta keskeisiä tutkimus- tai palvelukokonaisuuksia, minkä vuoksi yhtenä tärkeänä sijaintikriteerinä on pidettävä itse tutkimustoimintaa; sen volyymia, relevanssia ja laatua suhteessa valittuun fokukseen.

Yleisellä tasolla tarkasteltaessa kaikkien biokeskusten tutkimustoiminta on relevanttia harvittavana olevan molekyyli- ja lääketieteen tutkimuskeskuksen kannalta. Vasta tutkimustoiminnan fokuksen tarkempi määrittäminen tuo esiin suuntauksellisia eroja. *Biokeskusten tutkimustoiminnan laatua ei tässä yhteydessä ole vertailtu.* Keskusten toiminnan arvioinnissa on perusteltua pitäytyä vuoden 2002 kansainvälisen arvioinnin tuloksiin ja havaintoihin, koska tuoreempaa vertailutietoa ei ole saatavilla.⁵⁰ Tutkimustoiminnan volyymin perusteella Helsinki ja Turku ovat biokeskuksista selvästi vahvimmat.

⁵⁰ Biotechnology in Finland. Impact of Public Research Funding and Strategies for the Future. Evaluation Report. Academy of Finland 11/02.

Laitteet, rakennukset ja palvelut ovat kaikissa biokeskuksissa ja tiedepuistoissa minkä tahansa mittarin suhteen erinomaiset ja niitä voidaan tarvittaessa kehittää. Samoin sairaalan ja kliinisen tutkimuksen läheisyys on kaikkien keskusten vahvuus. Sen sijaan soveltavan teollisuuden määrä ja läheisyys sekä toiminta- ja palvelumallit, jotka laajamittaisesti tukevat tätä yhteistyötä, ovat selvästi vahvimmat Turussa.

Tässä yhteydessä yksi vaikeasti arvioitava osuus muodostuu niistä muista suunnitelmista ja valmisteilla olevista hankkeista, jotka mahdollisesti vaikuttavat harkittavan tutkimuskeskuksen toimintaan. Kysymys ei ensisijassa ole rakennushankkeista, vaan suunnitelmista tai edellytyksistä merkittävästi vahvistaa molekyyli lääketieteen tutkimusta tutkimuskeskushankkeen rinnalla. Tällaisia suunnitelmia on ainakin Kuopiossa, Helsingissä ja Turussa.

7.8 Rahoitus ja rahoitusmallit

Eri yhteyksissä tutkimuskeskuksen minimikooksi on arvioitu 200–250 henkeä. Tuohon ei päästäisi heti, vaan vasta muutaman vuoden kuluttua, joten lähtökohdaksi voitaisiin asettaa noin 200 hengen yksikön perustaminen. Ajan myötä keskus tulisi kasvamaan, ikään kuin itsestään, edellyttäen että se olisi niin kansainvälinen ja korkeatasoinen kuin sille on tavoitteeksi asetettu. Silloin lisärahoitusta saataisiin enenevässä määrin kilpailun kautta ja mahdollisesti myös yksityiseltä sektorilta.

Arvioitaessa mahdollisen tutkimuskeskuksen toimintamenoja, yhtenä vertailupohjana voidaan käyttää suomalaisten biokeskusten ilmoittamia rahoituslukuja vuodelta 2004. Lukuihin on laskettu kaikki henkilöt johtajasta tekniseen henkilökuntaan ja koko biokeskuksen rahoitus kaikista lähteistä. Niiden siis pitäisi kattaa niin henkilöstökulut, vuokrat, investoinnit ja muut mahdolliset kulut. Vertailun olettamana on tällöin, että keskuksen henkilöstörakenteen ja kustannusrakenteen oletetaan olevan samankaltainen kuin nykyisillä biokeskuksilla.

Biokeskusten toiminnasta suurin budjettivaroin (mukaan lukien tutkijakoulujen rahoitus, tuloksellisuusrahat, ym) rahoitettiin runsas kolmannes. *Noin 200 hengen yksikön vuotuiset kulut asettuisivat 10–12 miljoonan euron suuruusluokkaan, josta tarvittava perusrahoituksen osuus olisi 4–6 miljoonaa euroa. Todennäköisesti rahoitustarve osoittautuisi vielä 30–40 % suuremmaksi kuin nykyisillä keskuksilla keskimäärin, sillä pyrkimyksenä on ulkomaisten tutkijoiden saaminen Suomeen, jolloin myös keskuksen palkkauksen odotetaan vastaavan eurooppalaista tasoa. Näiden lisäksi tulisi kiinteistöön ja laitteisiin liittyviä perustamis- ja ylläpito-kustannuksia sekä kansainväliseen yhteistyöhön liittyviä kustannuksia ja aineistojen käyttöön liittyviä kustannuksia.*

Kysymyksessä ei kuitenkaan ole pelkästään uusista lisäkustannuksista. Kaikissa eri toimintamalleissa peruslähtökohtana täytyy olla tutkimustoiminnan rakentuminen ainakin osittain nykyisten vahvuuksien varaan ja päälle. Laskelmien lähtökohdaksi tulisi asettaa, että keskuksen toimintaan osallistuu, sopivaksi katsotulla kokoonpanolla, suomalaisia tutkimusryhmiä nykyisten organisaatioidensa puitteissa, ikään kuin uuteen yhteisprojektiin organisoituneena ja sitoutuneena kaksois-status -pohjalta. Keskuksen toimintaan osallistuvat suomalaiset tutkimusryhmät tekisivät osan työstään uudessa keskuksessa ja osan emo-organisaatiossaan. Tällöin kustannussäästöt olisivat huomattavia – nykyisten tutkimusryhmien osalta lisäkustannuksia syntyisi ainoastaan hankkeen organisoinnista ja eri ryhmien yhteistoimintaan tarvittavasta kannustinrahasta. Kannustinraha toimisi kuin mikä tahansa kilpailtu, ulkoinen rahoitus biokeskuksille ja tutkimuslaitoksille. Näiden lisäksi tutkimuskeskus tarvitsisi myös omaa henkilökuntaa ja uusia kansainvälisiä tutkimusryhmiä sekä infrastruktuurin ja muut edellytykset toimintaansa. Rahoitusmalli tukisi myös EMBL:n toivomaa määräraikaisuutta, koska

kotimaiset yhteistyötahot voitaisiin valikoida hanke pohjalta kilpailun kautta. *Realistiseksi tavoitteeksi voidaan asettaa, että noin 200 hengen tutkimuskeskuksen tutkimusryhmistä puolet kootaan kotimaisista osaajista ja toinen puoli haetaan avoimella kansainvälisellä kilpailulla.*

Keskuksen toiminnalle soveltuva tilaa on nykyisin varsin hyvin eri yliopistojen yhteydessä. Perustamiseen liittyviin alkuinvestointeihin lienee mahdollista saada apua myös sijaintikaupungeilta. *Yksityisistä rahoittajatahoista Sigrid Juseliuksen Säätiö, Jane ja Aatos Erkon Säätiö sekä Knut ja Alice Wallenbergin Säätiö ovat jo ilmaisseet kiinnostuksensa ja mahdollisuutensa osallistua tutkimuksen tai harkittavana olevan tutkimuskeskuksen rahoittamiseen.* Eräs malli voisi olla, että yksityistä rahoitusta ohjattaisiin nimenomaan uusien, kansainvälisten tutkimusryhmien perusrahoitukseen. Yksityisten sijoittajien osallistuminen tutkimuskeskuksen rahoittamiseen on katsottava erittäin myönteisenä tahdonilmaisuna, eikä se saisi korvata julkista rahoitusta. Pikemminkin päinvastoin. Tavoitteena tulisi olla tasapaino julkisen ja yksityisen rahoituksen kesken. Siksi jo mahdollisen keskuksen valmistelujen alkuvaiheessa on syytä miettiä, millaisin edellytyksin yksityiset säätiöt ja muut ei-julkiset toimijat voidaan saada mukaan hankkeeseen.

Vaikka keskus saattaisi houkuttaa parhaimpia tutkimusryhmiä suomalaisista biokeskuksista, sen rahoitusmalli ei saisi olla sellainen, että se häittää tai suuntaa väärin nykyisten biokeskusten toimintaa. Käytännössä se tarkoittaa, että *keskuksen perusrahoitus ei saisi johtaa muiden biokeskusten perusrahoituksen vähentämiseen.*

On epätodennäköistä, että perustettavalle tutkimuskeskukselle olisi saatavissa uutta, ylimääräistä rahoitusta valtion budjetista. On kuitenkin mahdollista jossain määrin uudelleen suunnata nykyistä rahoitusta ja aktiivisesti hyödyntää olemassa olevia, kilpailuun perustuvia rahoitusmekanismeja. Tähän liittyen Suomen Akatemialla ja Tekesillä on perusteilla yhteinen Finnish Research Chairs -hanke, jolla ulkomaisia kokeneita tutkijoita voidaan palkata Suomeen. Se voi tarjota yhden mekanismin hyödynnettäväksi tutkimuskeskuksen rahoitusta ja tehtäviä mietittäessä.

7.9 Väestöaineistot ja niihin liittyvät periaatteet

Suomalaiset potilas- ja väestöaineistot, sekä niiden keräämiseen ja hyödyntämiseen liittyvät kansalliset edut ja mahdollisuudet ovat väistämättä tärkeä voimavara, osittain jopa edellytys, mahdollisen tutkimuskeskuksen menestykselliselle toiminnalle. Tiede- ja teknologiapolitiikan linjauksissa on yhtenä kantavana periaatteena ollut kansallisten voimavarojen yhdistäminen ja suuntaaminen tärkeäksi katsottuihin tavoitteisiin. Yksi tällainen voimavara, resurssi ja mahdollisuus rakentuu suomalaisista potilas- ja väestöaineistoista.

Kysymys on lähes yksinomaan julkisin varoin kerätyistä aineistoista ja niiden hyödyntämisestä kansallisten etujen mukaisesti. Siksi *aineistojen hyödyntämisessä, sitä tukevien menettelyjen, pelisääntöjen ja järjestelmien kehittämisessä on oltava yksittäisiä laitoksia tai toiminnan sektoreita laajempi näkemys.* Tämä tuo omat hankaluutensa, mutta ei saa muodostua esteeksi.

Potilas- ja väestöaineistojen hyödyntämisestä käytävässä keskustelussa on useita haasteita. Yhtäältä aineistojen käyttöön liittyvät tekniset ja lainsäädännölliset yksityiskohdat ovat hyvin monimutkaisia ja vaihtelevat eri aineistojen ja niiden käyttötarkoitusten ja käyttäjien mukaan. Samanaikaisesti eri tahojen arviot aineistojen ainutlaatuisuudesta ja odotukset yhteiskunnallisesta ja kaupallisesta arvosta vaihtelevat runsaasti. Yksittäisiä tapauksia suuremmassa mittakaavassa kysymys on vasta mahdollisuudesta, joka voidaan rakentaa yhdistämällä ja organisoimalla suomalaisten aineistojen käyttö- ja hyödyntäminen. Tämä ei välttämättä tarkoita suomalaisen biopankin perustamista.

Ennen kuin voidaan harkita suomalaisten biopankkien perustamista, täytyy aineistojen hyödyntämistä koskevat pelisäännöt ja yhteiskunnalliset tavoitteet olla selvitettyinä. Tätä keskustelua ei ole vielä käyty loppuun. Aineistoja koskevien eettisten, taloudellisten ja muiden yhteisten pelisääntöjen valmistelua ministeriöiden kesken on syytä määrätietoisesti jatkaa. Työ on vaativa ja tulee varmasti viemään oman aikansa.

Jos tavoitteena on perustaa Suomeen kansainvälinen molekyyli lääketieteen tutkimuskeskus, niin sillä on oltava edellytykset menestykselliseen tutkimustoimintaan, tehdä läheistä yhteistyötä muiden tutkimuskeskusten sekä bio- ja lääketieteellisuuden kanssa. Silloin on selvää, että tutkimuskeskuksen tutkijoilla on oltava pääsy myös suomalaisiin potilas- ja väestöaineistoihin sekä selkeät pelisäännöt tutkimuksen laajempaan hyödyntämiseen. Tässä mielessä perustettava tutkimuskeskus tulisi rinnastaa mihin tahansa muuhun suomalaiseen tutkimuskeskukseen.

Suomessa Kansanterveyslaitos on suurin väestöaineistojen kerääjä ja hyödyntäjä. Se on myös ensimmäisenä joutunut ratkaisemaan aineistojen käyttöön liittyviä haasteita ja edennyt pisimmälle valmisteluissaan. Siksi eri ratkaisuja pohdittaessa on syytä huomioida Kansanterveyslaitoksen asiassa tekemä työ, tarpeet ja toimintamallit ja pyrkiä rakentamaan kansallisia ratkaisuja näiden esimerkkien valossa tai päälle.

7.10 Yhteistyö ja eri tahojen sitoutuminen hankkeeseen

Molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamisessa kysymys olisi Suomessa poikkeuksellisen laajasta yhteishankkeesta. Keskuksen on tarkoitus yhdistää yhteisen mission taakse ainakin kolme sektoriministeriötä, kaikki suomalaiset biokeskukset ja yliopistot, useita eri sektoritutkimuslaitoksia sekä yksityisiä ja julkisia tutkimuksen rahoittajia, puhumattakaan kansainvälisestä yhteistyöstä EMBL:n, pohjoismaiden ja muiden tahojen suuntaan. Tutkimuskeskuksen yhteistyön hallinta tulee olemaan haaste sinänsä.

Aito yhteistyö on vastavuoroista. Kaikki osapuolet panostavat siihen osaltaan ja puolestaan saavat jotain vastineeksi. Näin laajassa yhteishankkeessa on tärkeää jo alkuun selvittää, mitä kukin taho voi odottaa hankkeelta ja miten se voi siihen panostaa. Valmistelujen yhtenä tehtävänä on punnita, kuinka hyvin eri tahojen mahdolliset panostukset ja niiden saamat hyödyt ovat tasapainossa ja tukevat yhteistä asiaa. Ilman selkeää tietoa tästä, osapuolia on hyvin vaikea saada sitoutumaan hankkeeseen ja ilman sitoutuneita partnereita hanketta ei voida menestyksellä toteuttaa.

Selvityksen aikana kuullut osapuolet ovat poikkeuksetta suhtautuneet innostuksella, tai ainakin pitkälti positiivisesti tutkimuskeskuksen mahdollisiin etuihin ja ajatukseen mittavasta kansainvälisestä yhteistyöstä. Toisaalta, kukapa ei olisi kiinnostunut, jos tiedossa olisi vain hyötyjä, resursseja ja mahdollisuuksia. *Todellinen kiinnostus ja sitoutuminen mitataan vasta, kun edellytetään kunkin omia panostuksia.* Tässä tarkoitan erityisesti tutkimuslaitoksia ja yliopistoja.

Ministeriöiden osalta ehdottomana edellytyksenä pidän opetusministeriön, sosiaali- ja terveysministeriön sekä kauppa- ja teollisuusministeriön sitoutumista hankkeeseen. Tutkimuksen rahoittajien ja hyödyntäjien osalta tärkeää on Suomen Akatemian ja Tekesin sitoutuminen ja osallistuminen periaatteellisella tasolla hankkeeseen. Sitran kohdalla molekyyli lääketiede ei varsinaisesti kuulu uuden strategian painoaloihin, joten merkittävää osallistumista lienee turha odottaa. Akatemian ja Tekesin rahoituspäätökset tehdään avoimen kilpailun kautta, eikä käytännön sitoutumista suunnitelmalliseen rahoittamiseen tai rahoituksen 'korva-

merkintään' voida edellyttää. Mahdollisista jääviyssistä Tekesin ja Suomen Akatemian osallistuminen millään tavoin tutkimuskeskuksen hallintoon tai ohjaukseen ei varmaankaan ole tarkoituksenmukaista. Sen sijaan on tarpeellista ja tärkeää, että yksityisille rahoittajille ja bio- ja lääketieteellisuuden edustajille annetaan mahdollisuus osallistua tutkimuskeskuksen toiminnan ohjaukseen ja yleisten tavoitteiden asetantaan. Säätiöiden myöntämän rahan käytön kontrolli on tärkeää ja rahoittajille tulee voida raportoida rahan käytöstä ja tuloksista.

Tärkeintä on korkeatasoinen tutkimus ja kriittisenä hankkeen onnistumiselle (ja sitä kautta positiiviselle toteuttamispäätökselle) on pidettävä sitä, että tutkimuskeskusta lähtevät aidosti yhdessä toteuttamaan kaikki biokeskukset verkostona ja sektoritutkimuslaitoksista ainakin Kansanterveyslaitos ja VTT. Muiden tutkimuslaitosten ja yliopistojen sekä ammattikorkeakoulujen panos on erittäin toivottavaa, mutta ei samalla tavoin kriittistä hankkeen toteuttamispäätökselle. Tavoitteena tietenkin tulisi olla yhteistyön laajentaminen ja syventäminen ajan myötä.

Kansainvälinen yhteistyö tulee olemaan keskeistä. Todennäköisesti se tulee kuitenkin löytämään parhaat muotonsa ja suuntansa, kun keskus on tarkemmin hahmottunut, sen profiili ja toimitavat ja tutkimusryhmät ovat selvillä. EMBL:n ja pohjoismaisten rinnakkaisohjelmien yhteistyö on ilman muuta hyvin tärkeää ja tavoiteltavaa, mutta ne tuskin ovat samalla tavoin kriittisiä tutkimuskeskuksen toteuttamisen kannalta kuin kotimaisten toimijoiden yhteensaattamisen.

7.11 Kaupallistamismekanismit

Kaupallistamisen näkökulmasta molekyyli lääketieteen tutkimus on suurelta osin lääketiedettä, jossa kaupallisuus on tiiviisti läsnä. Tutkimusta ja kaupallista hyödyntämistä ei voida täysin erottaa toisistaan, kun kaikki hoitomuodot perustuvat enemmän tai vähemmän kaupallisiin sovelluksiin. Mitä lähempänä soveltavaa tutkimusta toimitaan, sitä tiiviimmin yhteistyötä on tehtävä yritysten ja muiden hyödyntäjien kanssa. Tavoitteena on järjestelmä, jossa yhdistyvät erittäin vahva tutkimusosaaminen ja hyödyntäjien tarpeiden tuntemus.

Biotekniikan kaupallistamisen rakenteet ovat muuttumassa kaikkialla. Varsinkin lääketieteellisuuden arvoketjut ja bisneslogiikka ovat kehittyneet suurten ja pienten yritysten yhteistyön suuntaan ja avaamassa aiempaa enemmän menestysmahdollisuuksia myös pienille yrityksille. Tästäkin huolimatta molekyyli lääketieteen osaamisen ja tulosten kaupallistaminen on suuri haaste.

Tutkimuskeskuksen tulee tähdätä koko innovaatiojärjestelmän vahvistamiseen, ei vain tutkimustoiminnan vahvistamiseen. Peruskysymys lienee, kuinka tämä hanke voisi toteutua niin että se vahvistaisi koko suomalaista bioalaa, tutkimuksesta liiketoimintaan. Suomen biotekniikan tutkimuksesta syntyvien yritysten keskeiset haasteet voidaan tiivistetysti kuvata kolmella heikkoudella: 1) hyödyntävän teollisuuden vähäisyys, 2) siemen- ja alkuvaiheen pääomarahoituksen vähäisyys ja 3) kansainvälisen bioliiketoiminnan erityisosaamisen vähäisyys. Haasteet ovat rakenteellisia eikä niitä korjata nopeasti tai helposti. Samanaikaisesti tulisi pyrkiä saamaan ulkomaisia yrityksiä sijoittumaan Suomeen.

Molekyyli lääketieteen osaamisen teollista tai kaupallista tarvetta tuleekin tarkastella laajemmin kuin ainoastaan Suomen yritysten näkökulmasta. Hankkeella pitää olla merkitystä eurooppalaiselle teollisuudelle ja sen tulee olla näkyvästi esillä. Suuret lääkeyritykset tekevät jatkuvasti valintoja siitä, minne sijoittavat toimintojaan. Siksi tutkimuskeskuksen osaksi tai yhteyteen tarvitaan kaupalliseen yhteistyöhön erikoistuneita osaajia, eräänlainen liaison office, joka aktiivisesti etsii, rakentaa ja avustaa kaupallista yhteistyötä.

Bio- ja lääketieteen tutkimuksen kaupallistamiseen liittyvää osaamista ja palveluja on useissa paikoissa Suomea; teknologiakeskuksissa, pääomarahoittajilla, lisensointitoimistoilla ja kansainvälisestä kaupallistamisesta varsinkin Sitrassa. Sitran pitkäaikaista osaamista tältä alalta tulisikin ehdottomasti hyödyntää tutkimuskeskuksen kaupallistamismekanismeja suunniteltaessa. Arvokasta kaupallistamiseen liittyvää apua, niin kanavana kansainvälisten rahoittajien ja lääkeyritysten suuntaan kuin erityisosaamista biotutkimuksen kaupallistamisesta, on saatavissa EMBL:n kaupallistamisyksiköstä EMBLEMistä.

Ulkomaisten tutkijoiden ja huippuosajien saaminen Suomeen ei ole haaste vain yliopistoille ja niiden tutkimukselle. Se on aivan samoin haaste ja tavoite myös suomalaiselle teollisuudelle. Suomalaisilla biolääkeyrityksillä on selkeä intressi viedä tutkimuskeskushanketta eteenpäin ja sen kautta pyrkiä saamaan kansainvälisiä lääkeyrityksiä tai niiden toimintoja Suomeen.

8 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

8.1 Johtopäätökset

Tämän selvitystyön taustalla ollut *ajatus molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamisesta noudattaa vahvasti kansallisia tiede-, teknologia- ja innovaatiopolitiikan linjauksia*. Kansainvälisen tutkimuskeskuksen perustaminen tukee niin tutkimuksen rahoittajien, tekijöiden kuin soveltajien tavoitteita.

Myös *lähtökohdat tutkimuskeskuksen perustamiselle ovat suotuisat*. Suomella on erinomaiset edellytykset hyödyntää entistä tehokkaammin ja strategisemmin biotekniikan tutkimukseen kohdistettuja panostuksiaan. Kysymys on kerättyjen kansallisten väestöaineistojen ja niihin liittyvän rekisteritiedon entistä laajamittaisemmasta hyödyntämisestä, suomalaisen molekyyli lääketieteen tutkimuksen siirtämisestä kansainvälisen tutkimuksen eturintamaan että kansallisten biotekniikan tutkimukseen suunnattujen panostusten tehokkaammasta suuntaamisesta ja kohdentamisesta. Näiden kolmen toteutuessa myös mahdollisuudet tutkimuspanostusten kaupalliseen hyödyntämiseen paranevat olennaisesti.

Hanke tulisi nähdä ja valmistella suomalaisten toimijoiden yhteishankkeena ja kaikkia osapuolia vahvistavana toimenpiteenä. Silloin myös tutkimuskeskuksen resursointi on suurelta osin järjestettävissä hyödyntämällä olemassa olevia tutkimusinfrastruktuureja ja kokoamalla nykyisiä tutkimusryhmiä uuden tavoitteen toteuttamiseen. Ilman eri tahojen yhteistyötä ja vahvaa sitoutumista keskuksella tuskin olisi kestäviä menestysedellytyksiä.

Olemassa olevien resurssien hyödyntäminen ja suuntaaminen yhteiseen tavoitteeseen 'projektimaisesti' madaltaa olennaisesti keskuksen perustamiseen tarvittavia lisäpanostuksia. Yhteistyö- ja ratkaisumallista riippuen tutkimuskeskuksen toimintamenot voivat vaihdella runsaasti. *Tutkimuskeskuksen vuosittaisten kustannusten laskennallisena arviona voidaan pitää 5–7 miljoonaa euroa*. Osa tästä on mahdollista kattaa yksityisellä rahoituksella. Yksityiset säätiöt ovat osoittaneet poikkeuksellisen suurta kiinnostusta osallistua aiempaa mittavamman kansainvälisen tutkimuskeskuksen resursointiin. Tämä on osoitus vahvasta yhteiskunnallisesta tilauksesta ja uskosta Suomessa tehtävän tutkimustyön tasoon.

Soveltuvimpana organisointimallina tutkimuskeskukselle on pidettävä tähtimäistä rakennetta, jossa keskuksen ydin sijoittuisi Turun tai Helsingin yliopiston yhteyteen. Näistä ensisijaisena vaihtoehtona pidän Turkuä. Kaikkien biokeskusten ja tutkimuslaitosten tutkimusryhmät valittaisiin keskuksen tutkimusohjelmiin avoimen kilpailun kautta. Keskuksen toimintaan tulisi tiiviisti integroida myös muiden kansallisten, tätä tutkimusaluetta tukevien yksiköiden

toiminta (kuten Suomen Genomikeskus, NMR -keskus,...).

Tutkimuskeskuksen hallinnollinen muoto tulisi päättää valmistelun edettyä hieman pidemmälle. *Alkuvaiheessa yliopistojen yhteinen erillislaitos vaikuttaa parhaimmalta hallinnolliselta mallilta tutkimuskeskukselle.* Hallinnollisesti se on joustava ja kevyt organisoida. Myöhemmässä vaiheessa, esimerkiksi väliarvioinnin perusteella, hallinnollista muotoa voidaan muuttaa tai vakinaistaa. Seuraavat elementit tulisi keskuksen hallinnolla joka tapauksessa olla:

- kansainvälinen tieteellinen neuvosto, jossa on vahva pohjoismainen edustus
- keskeisten omistaja-, panostaja- ja hyödyntäjätahojen edustus ohjauksessa
- kansainvälisen kilpailun kautta haettu keskuksen johtaja, jolla on riittävät mahdollisuudet suunnitella organisaation toimintaa ja tieteellistä suuntaa

8.2 Toimenpidesuosituksukset

Tekemäni selvitystyön perusteella *esitän, että opetusministeriö aloittaa molekyyli- ja lääketieteen kansainvälisen tutkimuskeskuksen käynnistämiseen johtavat valmistelut.* Valmistelussa tulee ottaa huomioon myös sosiaali- ja terveysministeriö, kauppa- ja teollisuusministeriö, Suomen Akatemia, Tekes, Sitra, keskeiset tutkimuslaitokset ja kiinnostuksensa ilmaisseet säätiöt sekä suomalainen bioteollisuus.

Valmistelujen tarkoituksena on ensivaiheessa neuvotella ja sopia ministeriöiden, sektoritutkimuslaitosten ja yliopistojen kanssa yhteistyönä toteutettavan tutkimuskeskuksen puitteista, tavoitteista ja eri tahojen sitoutumisesta. Samanaikaisesti neuvotteluja on jatkettava rahoitustarpeen ja rahoituksen täsmentämiseksi.

Valmistelujen seuraavassa vaiheessa on tarpeen

- sopia yhteistyön ja organisoinnin yksityiskohdista
- vahvistaa perustamisaikataulu ja käynnistää keskuksen juridis-hallinnollinen valmistelu, ml. tieteellisen komitean kokoon kutsuminen ja sen myötä keskuksen johtajan valintaprosessin käynnistäminen
- täsmentää keskuksen tutkimuksen ja hallinnon keskeiset periaatteet, ml. toiminnan arvioinnin aikataulut
- jatkaa yhteistyöneuvotteluja Pohjoismaihin ja EMBL:n suuntaan
- järjestää asianmukainen tiedotus

Opetusministeriön, sosiaali- ja terveysministeriön sekä kauppa- ja teollisuusministeriön suuntaan esitän, että näiden alaisten tutkimuslaitosten ja yliopistojen tulosneuvotteluissa huomioidaan mahdolliset aloitteet tutkimuskeskuksen toimintaan panostamiseksi. Tutkimuskeskuksen toiminta tulee edellyttämään ministeriöiden varautumista 5–7 miljoonan euron vuotuisiin kustannuksiin. Tämän lisäksi tulee perustamiseen liittyviä kustannuksia.

Tavoitteena tulisi olla perustamista koskevan linjapäätöksen tekeminen vielä vuoden 2005 aikana ja tarvittaessa tutkimuskeskuksen ensimmäisen vaiheen käynnistäminen vuoden 2006 aikana.

Samalla esitän, että opetusministeriön biotyöryhmä ottaa kantaa tutkimuskeskushankkeeseen biokeskusten seuraavan kauden keskeisenä yhteishankkeena.

Tutkimuskeskuksen perustamista koskevien jatkovalmistelujen rinnalla on tarpeen määrätietoisesti jatkaa suomalaisten *väestöaineistojen hyödyntämistä koskevan lainsäädännön selkeyttämistä* sekä hyödyntämistä koskevien *yhteisten periaatteiden ja toimintamallien kehittämistä* kauppa- ja teollisuusministeriön ja sosiaali- ja terveysministeriön yhteistoimin.

Lähteet

- Aloite molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamiseksi Suomeen yhteistyössä European Molecular Biology Laboratoryn (EMBL) kanssa. Suomen Akatemia, 2003.
- Biotechnology for Sustainable Growth and Development. Meeting of the OECD Committee for Scientific and Technological Policy at the Ministerial level 29–30 January 2004.
- Biotechnology in Finland, Impact of Public Research Funding and Strategies for the Future. Evaluation Report. Publications of the Academy of Finland 11/02.
- Biotekniikan tutkimuksen julkisen rahoituksen kansainvälisen arvioinnin jatkotoimenpiteet ja suositusten toimeenpano. Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2003:1
- Brännback, Malin, Jalkanen, Markku, Kurkela, Kauko ja Soppi, Esa. Pharma Development in Finland today and 2015. Tekes 163/04.
- Competitiveness Through Internationalisation. Evaluation of means and mechanisms in technology programmes. Tekes 10/2004.
- Ehdotus kansainvälisen molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamisesta Suomeen - Asian jatkovalmistelu. Opetusministeriö KTPO/TP/SK 10.11.2004.
- Eskola, Juhani. Molekyylibiologiasta ja geenianalyseistä terveyttä väestölle. Ehdotus Kansanterveyslaitoksen bioteknologiastategiaksi. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 5/2005. Helsinki 2005.
- Hermans, Raine ja Kulvik, Martti. Bioteollisuuden kasvupotentiaali. Suhdanne 204.
- Hermans, Raine ja Ylä-Anttila, Pekka. Biotekniikka-ala ja Suomen teollinen tulevaisuus. Biotekniikka, tietoon perustuvaa liiketoimintaa. ETLA B 207
- Hermans, Raine. Mistä on lääkealan biotekniikkayritykset tehty? Biotekniikka, tietoon perustuvaa liiketoimintaa. ETLA B 207
- Koulutus ja tutkimus. Kehittämissuunnitelma 2003–2008. Opetusministeriön julkaisuja 2004:6.
- Käpyaho K, Palotie L, Perola M, Piispanen T. Utilisation of Large Finnish Study Cohorts in Genome Research. Tekes (julkaisematon).
- Luukkonen, Terttu. Biotekniikkayritysten globaalit markkinat. Suhdanne 1/2003.
- Luukkonen, Terttu. Verkostomainen yritystoiminta biotekniikassa. Biotekniikka, tietoon perustuvaa liiketoimintaa. ETLA B207

Mäkelä, Tomi. Valmistautumista genomilääketieteeseen. Artikkelit Duodecim 2004; 120:2399–404.
OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2003.
Osaaminen, Innovaatiot ja Kansainvälistyminen. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 2003.
Peltonen-Palotie, Leena. Geenitutkimus vasta alussa. Apropos 1/2004.
Refous. The European Perspective. Global Biotechnology Report 2004. Ernst & Young 04/2004.
Strategic Forward Look 2006–2015. European Molecular Biology Laboratory.
Suomen Akatemian kansainvälisen toiminnan strategia. Suomen Akatemian julkaisuja 6/02.
Suomen tieteen ja teknologian kansainvälistäminen. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto
12.11.2004.
Suomen tieteen tila ja taso. Katsaus tutkimustoimintaan ja tutkimuksen vaikutuksiin 2000 -luvun
alussa. Suomen Akatemian julkaisuja 9/03.
Suuret kansainväliset tieteelliset infrastruktuurit. Kansallisen käsittelyn periaatteet ja toimintatavat.
Liite 1. Valtion tiede- ja teknologianeuvosto 12.11.2004.
Tieteenalojen arviointi Suomessa - Kehittämisen vai vakuuttamisen väline. Suomen Akatemian
julkaisuja 6/01
Tutkimus- ja kehittämisrahoitus valtion talousarviossa 2005. Tilastokeskus 2005:1
Tutkimus- ja kehittämistoiminta 2003. Tilastokeskus 2004:4.
Valtioneuvoston periaatepäätös julkisen tutkimusjärjestelmän rakenteiden kehittämisestä, VNK
7.4.2005.
Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen tutkimuksen rakenneselvitys. Opetusministeriön
työryhmämuistioita ja selvityksiä 2004:36

Selvityksessä kuultuja tahoja

Aaltonen, Lauri,	Helsingin yliopisto
Ahvenainen, Juha,	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Benet, Vladimir,	GeneCore (EMBL Genomic Core Facility)
Billig, Håkan,	Vetenskapsrådet (Ruotsi)
Boulin, Christian,	EMBL Scientific Core Facilities
Erkko, Aatos,	Jane ja Aatos Erkon Säätiö
Eskelinen, Sinikka	Biocenter Oulu
Eskola, Juhani,	Kansanterveyslaitos
Eskola, Matti,	Finn-Medi Tutkimus Oy
Franz, Thomas,	EMBL Proteomic Core Facility
Hakumäki, Juhana,	A.I. Virtanen -instituutti, Kansallinen NMR -keskus
Halmekytö, Maria,	Kuopion yliopisto
Hartiala, Kaija,	Turun kaupunki
Hassinen, Saara,	Suomen bioteollisuus
Heino, Jyrki,	BioCity Turku
Heinonen, Esa	Orion Oyj
Heldin, Carl-Henrik,	Ludviginstitut for Cancerforskning, Ruotsi
Hendolin, Minna,	Teknologiakeskus Teknia Oy
Hermans, Raine,	Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
Holthöfer, Harri,	Technomedicum Oy
Hyppönen, Kari,	Turun yliopisto
Jäppinen, Arvo,	Opetusministeriö
Järvinen, Tomi,	Kuopion yliopisto, Mediteknia
Kafatos, Fotis,	EMBL, Heidelberg
Karjalainen, Sakari,	Opetusministeriö
Kekkonen, Timo,	Kauppa- ja teollisuusministeriö
Kivirikko, Kari	Oulun yliopisto
Koistinaho, Jari,	A.I. Virtanen -instituutti
Koivisto, Anne,	Kuopion yliopisto, Mediteknia
Kouvonen, Ilkka,	Sitra
Kulvik, Martti,	Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
Käpyaho, Kirsti,	Technomedicum Oy
Lahesmaa, Riitta,	Turun yliopisto, Kansallinen DNA -mikrosirukeskus
Lahti, Timo,	Tampereen yliopisto
Lajunen, Lauri	Oulun yliopisto

Lehto, Markku,	Sosiaali- ja terveysministeriö
Leppävuori, Erkki K.M.,	Valtion teknillinen tutkimuskeskus
Linna, Markku,	Opetusministeriö
Luukkonen, Terttu,	Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
Mahonen, Anitta	Kuopion yliopisto
Marttila, Pauli,	Sitra
Mustonen, Riitta,	Suomen Akatemia
Mäkelä, Tomi,	Helsingin yliopisto
Möller, Erna,	Knut ja Alice Wallenbergin Säätiö
Mönkkönen, Juha,	Kuopion yliopisto, farmasia
Nerg, Päivi,	Kuopion yliopisto
Niiniluoto, Ilkka,	Helsingin yliopisto
Nybergh, Paula,	Kauppa- ja teollisuusministeriö
Oivukkamäki, Matti,	Kauppa- ja teollisuusministeriö
Omling, Pär,	Vetenskapsrådet, Ruotsi
Orjala, Erkki,	Nokia yhtymä
Pakkanen, Raimo,	Tekes
Pauli, Anneli,	Suomen Akatemia
Pelkonen, Jukka,	Kuopion yliopisto, lääketiede
Peltonen-Palotie, Leena,	Helsingin yliopisto & Kansanterveyslaitos
Penttinen, Jaakko,	Kansanterveyslaitos
Pettersson, Ralf,	Karolinska Institutet
Pihlajamäki, Jussi	Kuopion yliopisto
Pihlajaniemi, Taina,	Biocenter Oulu
Pulkkinen, Marja,	Opetusministeriö
Puska, Pekka,	Kansanterveyslaitos
Rahka, Heli	Asipex Group Oy
Raivio, Kari,	Helsingin yliopisto
Ranki-Pesonen, Marjut,	Orion Pharma
Riihimäki, Hilikka,	Työterveyslaitos
Ruohonen-Lehto, Marja,	Suomen ympäristökeskus
Ruskoaho, Heikki	Oulun yliopisto
Saarma, Mart,	Helsingin yliopisto, Biotekniikan instituutti
Saarnivaara, Veli-Pekka,	Tekes
Salovuori, Irma,	Sosiaali- ja terveysministeriö, geenitekniikan lautakunta
Savander, Magnus,	Sigrid Juseliuksen säätiö
Savola, Juha-Matti,	Oy Juvantia Pharma Ltd
Seppälä, Esko-Olavi,	Valtion tiede- ja teknologianeuvosto
Siitari, Harri,	VTT Biotekniikka
Silvennoinen, Olli,	Tampereen yliopisto, lääketieteen teknologian instituutti
Sjöblom, Magnus	Sitra
Suhonen, Pirkko	Medipolis GMP
Suuronen, Riitta,	Solu- ja kudosteknologiakeskus Regea
Takala, Aino,	Orion Pharma
Tuomainen, Tomi-Pekka,	Kuopion yliopisto, Mediteknia
Uusitupa, Matti,	Kuopion yliopisto
Vainio, Harri,	Työterveyslaitos
Vainio, Seppo	Biocenter Oulu

Varantola, Krista,
Wierenga, Rik
Vihko, Reijo,
Viitanen, Jouko,
Virtanen, Erkki,
Virtanen, Keijo,
Vuorio, Eero,
Väyrynen, Raimo,
Ylä-Anttila, Pekka,

Tampereen yliopisto
Oulun yliopisto
NordForsk
VTT Tuotteet ja tuotanto
Kauppa- ja teollisuusministeriö
Turun yliopisto
Turun yliopisto
Suomen Akatemia
Elinkeinoelämän tutkimuslaitos



OPETUSMINISTERIÖ

Undervisningsministeriet

MINISTRY OF EDUCATION

Ministère de l'Éducation

ISBN 952-485-067-2

ISSN 1458-8102

Julkaisumyynti / Bokförsäljning

Yliopistopaino / Universitetstryckeriet
PL 4 / PB 4 (Vuorikatu 3 / Berggatan 3)
00014 Helsingin Yliopisto / Helsingfors Universitet
puhelin / telefon (09) 7010 2363
faksi / fax (09) 7010 2374
books@yopaino.helsinki.fi
www.yliopistopaino.helsinki.fi