

Aloite molekyyliääketieteen tutkimus-  
keskuksen perustamiseksi Suomeen  
yhteistyössä European Molecular  
Biology Laboratoryn (EMBL) kanssa

Initiative for the Establishment of  
a Molecular Medicine Research  
Centre in Finland in co-operation  
with the European Molecular Biology  
Laboratory (EMBL)



SUOMEN AKATEMIA

FINLANDS AKADEMI • ACADEMY OF FINLAND

Aloite molekyyliääketieteen  
tutkimuskeskuksen perustamiseksi  
Suomeen yhteistyössä European  
Molecular Biology Laboratoryn  
(EMBL) kanssa

Initiative for the Establishment of  
a Molecular Medicine Research  
Centre in Finland in co-operation  
with the European Molecular  
Biology Laboratory (EMBL)

Taitto: PixPoint ky

Xerox Business Services 2003

# **Aloite molekyyliääketieteen tutkimuskeskuksen perustamiseksi Suomeen yhteistyössä European Molecular Biology Laboratoryn (EMBL) kanssa**

Suomen Akatemia esittää huipputason kansainvälisen tutkimuskeskuksen (EMBL-Affiliated Centre) perustamista Suomeen molekyyliääketieteen alalla. Laitoksen tutkimusalueiksi esitetään molekyyli-genetiikkaa ja epidemiologiaa, sairauksien molekulaa-risia mekanismeja sekä translationaalista tutkimusta.

# Perustelut esitykselle

## 1. Taustaa

Euroopan johtava biotieteiden alan tutkimuslaitos European Molecular Biology Laboratory (EMBL) on määritellyt vuosien 2001-2005 tieteellisessä ohjelmassaan<sup>1</sup> molekyyli lääketieteen yhdeksi uudeksi painopiste- ja kehittämiskohteeksi. Tieteellisessä ohjelmassa todetaan, että EMBL:n organisaation sisäiset puitteet eivät ole riittävän vahvoja molekyyli lääketieteellisen tutkimuksen kehittämiseksi eteenpäin. Myös yhteydet eurooppalaiseen lääketieteelliseen yhteisöön (medical community) ovat jääneet heikoiksi. Molekyyli lääketieteellisen osaamisensa parantamiseksi EMBL haluaa aktiivisesti kehittää yhteistyötä ja tiedonvaihtoa huippututkijoiden jäsenmaiden ja niissä sijaitsevien lääketieteellisten instituutioiden kanssa. Paikallisten tutkimusyksiköiden perustaminen voisi olla eräs keino kehittää yhteistyötä. Tällöin jäsenvaltiot perustaisivat, ainakin aluksi omalla rahoituksellaan, tutkimusyksikön joka verkotetaan EMBL:n toimintaan. EMBL on kiinnostunut myös laajentamaan erittäin menestyksestä kansainvälistä PhD -ohjelmaansa molekyyli lääketieteen alueelle.

Eräs eurooppalaisen tutkimusalueen (ERA) kehittämisen avaintekijöistä on kansainvälisesti erittäin korkeatasoisten tutkimusinfrastruktuurien, esimerkiksi tutkimuskeskusten saaminen Eurooppaan.<sup>2</sup> ERAn kehittämisessä keskeistä on myös hajanaisten ja fokuoimattomien tutkimusvoimien ja -intressien yhdistäminen Euroopan tasolla. ERAn yhteydessä on useasti todettu, että Eurooppa on jäänyt jälkeen Yhdysvalloista t&k-toiminnassa. Tämä koskee myös biotieteitä ja bioteknologiaa, joiden ongelmana useat asiantuntijat näkevät erityisesti perustutkimuksen ja siihen kohdistuvien investointien huonomman tason ja kapea-alaisuuden. Eurooppalaisen molekyyli lääketieteen tutkimuskeskuksen perustaminen tukisi samanaikaisesti alan tutkimustoiminnan kehittämistä, EMBL:n toiminnan laajenemista ja eurooppalaisen kilpailukyvyn vahvistamista.

## 2. European Molecular Biology Laboratory EMBL

European Molecular Biology Laboratory (EMBL) perustettiin vuonna 1974 Heidelbergiin. Sen toiminta-ajatuksena on tehdä molekyylibiologista perustutkimusta, tarjota palveluja jäsenvaltioiden tutkijoille, tarjota korkeatasoista koulutusta henkilökuntaansa kuuluville tohtoriopiskelijoille ja tutkijoille sekä kehittää uusia laitteita biologista tutkimusta varten. Yksi EMBL:n toiminnan perusajatuksista on, että vain pieni osa henkilökunnasta on pysyvässä virkasuhteessa, ja useimmat tutkijat lähtevät aikanaan muualle jatkamaan tutkimustyötään.

---

<sup>1</sup> European Molecular Biology Laboratory Scientific Programme 2001-2005

<sup>2</sup> esim. Euroopan yhteisöjen komission tiedoksi anto (2000/612) Making a Reality of the European Research Area: Guidelines for EU research activities (2002-2006) ja European Strategy Forum on Research Infrastructures, ESFRI Report 2003

EMBLllä on Heidelbergin päälaboratorion lisäksi neljä muuta tutkimuskeskusta: Hampurissa Saksassa, Grenoblessa Ranskassa, Hinxtonissa Englannissa ja Monterotondossa, Italiassa. Näissä tutkimuskeskuksissa on tutkijoille tarjolla suuria laitteistoja, kuten esim. synkrotronit Grenoblessa ja Hampurissa, ja laitteistoja biologisten rakenteiden tutkimukseen. Hinxtonissa toimiva European Bioinformatics Institute on keskeinen eurooppalainen infrastruktuuri, jonka geeni- ja proteiinitietopankkeja käytetään maailmanlaajuisesti. Kaikkien näiden tutkimuskeskusten rooli on kansainvälisesti hyvin merkittävä ja niillä on yhteyksiä muihin suuriin tutkimuskeskuksiin, yliopistomaailmaan ja teollisuuteen.

EMBL on ollut merkittävä tekijä molekyylibiologian tutkimuksen kansainvälistämisessä Euroopassa. EMBLllä on suuri funktionaaliseen genomiikkaan keskittyvä tutkimusohjelma ja uusi hanke systeemibiologian alueella. Laitoksella on lisäksi oma tutkijankoulutusohjelmansa, joka toimii yhteistyössä eurooppalaisten yliopistojen kanssa.

EMBL saa rahoituksensa 17 jäsenvaltiolta, joihin kuuluu 16 eurooppalaista valtiota sekä Israel. Suomi rahoittaa EMBL:n budjetista n. 1,3%. Suurimpia rahoittajia ovat Saksa, Ranska, Englanti ja Italia kukin 13-24% rahoitusosuudella. Suomella on kaksi edustajaa EMBL:n Hallintoneuvostossa (EMBL Council). Hallintoneuvoston puheenjohtajana on toiminut vuodesta 2002 lähtien Turun yliopiston kansleri, professori Eero Vuorio.

### **3. Pohjoismainen yhteistyö**

Eri yhteyksissä on todettu, että pohjoismaat muodostavat lähes ainutlaatuisen lähtökohdan eurooppalaisten kansantautien molekyyli- ja lääketieteelliselle tutkimukselle. Pohjoismaiden väestö on määrällisesti riittävän suuri, noin 24 miljoonaa. Väestö jakaantuu maantieteellisesti laajalle alueelle ja sen rakenne on monigeenisten taustojen selvittämiseen riittävän monimuotoinen. Väestörakenteeseen kuuluvat myös asutushistoriallisesti hyvinkin rajatut ja paikallaan pysyneet väestöryhmät, joiden geeniperimä on usein hyvin ainutlaatuinen.

Moniin muihin maihin tai alueisiin verrattuna pohjoismaiden selkeänä vahvuutena ovat myös erittäin monipuoliset ja laadullisesti korkeatasoiset väestöpohjaiset rekisterit sekä potilas- ja näyteaineistot, joiden kokoamiseen sekä päättäjät, tutkijat että väestö ovat suhtautuneet poikkeuksellisen myönteisesti. Myös pohjoismaiden korkealaatuiset terveydenhoitojärjestelmät ovat samankaltaisia ja siten tukevat vertailukelpoista tiedonsaantia ja tutkimustyötä.

Ajatus kansainvälisen molekyyli- ja lääketieteen tutkimuskeskuksen perustamisesta on herännyt pohjoismaissa samanaikaisesti useiden johtavien alan tutkijoiden, tiedeyhteisön ja tiedehallinnon edustajien keskuudessa. EMBL:n pohjoismaiset delegaattit ovat keskustelleet useita kertoja epävirallisesti tutkimuskeskuksen perustamismahdollisuuksista yhteistyössä EMBL:n kanssa. Suomen Akatemia järjesti yhteispohjoismaista aloitetta valmistelleen delegaattien kokouksen Helsingissä 24.5.2002. Delegaattit tapasivat myös 18.11.2002 Hampurissa.

#### 4. Tutkimuskeskuksen perustaminen Suomeen

Kansainvälisen tutkimuslaitoksen perustaminen tukee valtion tiede- ja teknologia-neuvoston katsauksessa (2003)<sup>3</sup> esitettyjä johtopäätöksiä ja suosituksia suomalaisen innovaatiojärjestelmän kansainvälistymisestä ja määrätietoisesta panostamisesta kansainväliseen tiede- ja teknologiayhteistyöhön. Suomen hallituksen iltakoulussa 17.9.2003 hyväksytyssä strategia-asiakirjassa todetaan tiedepolitiikan tavoitteiden toimenpidekohdassa, että vuoteen 2005 mennessä ”valmistellaan periaatteet ja toimintatavat suurten tieteellisten infrastruktuurien rahoittamisesta ja kansainväliin infrastruktuurihankkeisiin osallistumisesta”. Asiakirjassa asetetaan tavoitteeksi myös tutkijanuran entistä parempi houkuttelevuus, kilpailukykyisyys ja tutkijan-koulutuksen laadun kehittäminen.

Suomen Akatemia on kansainvälisen toiminnan strategiassaan (2002)<sup>4</sup> asettanut tavoitteikseen suomalaisten tutkimusympäristöjen houkuttelevuuden ja kilpailukykyisyyden, yhden tai useamman kansainvälisesti merkittävän infrastruktuurin saamisen Suomeen joillakin vahvoista tutkimusaloistamme, tutkijankoulutuksen kansainvälistymisen ja tutkijoiden entistä paremmat valmiudet kansainväliseen toimintaan.

Opetusministeriö on pyytänyt Suomen Akatemiaa selvittämään mahdollisuudet perustaa kansainvälinen molekyylibiologian tutkimuskeskus Suomeen. Keskus toimisi yhteistyössä Euroopan Molekyylibiologian Laboratorion (EMBL) kanssa. Suomen Akatemia kutsui ulkomailla työskentelevistä molekyylibiologian alan huippututkijoista koostuvan asiantuntijaryhmän pohtimaan asiaa sekä valmistelemaan mahdollisen esityksen. Ryhmään kutsuttiin Leena Bruckner-Tuderman (University of Freiburg, Saksa), Albert de la Chapelle (The Ohio State University, Yhdysvallat), Ari Helenius (Swiss Federal Institute of Technology, Sveitsi), Outi Hovatta (Karolinska Institutet, Ruotsi), Erkki Ruoslahti (The Burnham Institute, California, Yhdysvallat), Kai Simons (Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics, Saksa) sekä Karl Tryggvason (Karolinska Institutet, Ruotsi). Ryhmän puheenjohtajana toimi Suomen Akatemiasta pääjohtaja Reijo Vihko sekä asiantuntijoina terveyden tutkimuksen toimikunnan puheenjohtaja Eero Vuorio (EMBL Hallintoneuvosto, puheenjohtaja), yksikön johtaja Arja Kallio (EMBL Hallintoneuvosto, delegaatti) ja tiedeasiainneuvos Lea Ryyänen-Karjalainen. Sihteerinä toimi yksikön johtaja Riitta Mustonen. Asiantuntijaryhmä kokoontui 29.-30.9.2003 ja kuuli myös Suomessa toimivia alan huippuasiantuntijoita erillisessä keskustelutilaisuudessa 30.9.2003. Asiantuntijaryhmä pohti tutkimuskeskuksen tarpeellisuutta ja toimialaa sekä sijaintia, organisaatiota ja resursointia.

Pohjoismaisissa yhteyksissä on pohdittu tutkimuskeskuksen perustamista yhteispohjoismaisena verkostohankkeena. Tällöin kussakin pohjoismaassa toimisi jonkin molekyylibiologian alan tutkimuslaitos, joka olisi osa verkostona toimivaa tutkimuskeskusta. Asiantuntijaryhmän keskusteluissa verkostohankkeen heikkoutena kuitenkin nähtiin toiminnan koordinaation hankaluudet. Pohjoiseurooppalaisen tutkimuksen

<sup>3</sup> Valtion tiede- ja teknologia-neuvosto. Osaaminen, innovaatiot ja kansainvälistyminen. 2003

<sup>4</sup> Suomen Akatemian kansainvälisen toiminnan strategia. Suomen Akatemian julkaisu 6/02

kannalta toimivimpana mallina nähtiin yhdessä maassa toimiva ja hallinnoitu EMBL Affiliated Centre, joka verkottuisi vahvaan yhteistyöhön muiden Pohjoismaiden ja Baltian maiden kanssa. Siksi tämä muistio lähtee pyrkimyksestä perustaa huipputason kansainvälinen molekyyli lääketieteen tutkimuskeskus Suomeen.

Suomea tutkimuskeskuksen isäntämaana tukevat useat seikat: alan tutkijoiden korkean kansainvälisen tason lisäksi Suomi pystyy tarjoamaan EMBL:n tarvitseman innovatiivisen ja monitieteisen tutkimusympäristön, jossa molekyylibiologinen perustutkimus ja lääketieteellinen kliininen tutkimus yhdistyvät vahvasti teknillisiin tieteisiin ja informaatiotieteisiin. Suomessa on alan osaamiskeskittymiä, muun muassa Suomen Genomikeskus, Kansanterveyslaitos, VTT:n soveltavan bioteknologian yksikkö, yliopistojen biotieteelliset yksiköt, VTT:n ja yliopistojen nanotutkimuskeskukset ja kansallinen DNA-mikrosirukeskus. Tutkimuskeskus pystyisi hyödyntämään suomalaisen tutkimus- ja kehitystoiminnan kansainvälistä näkyvyyttä ja arvostusta. Suunniteltavan laitoksen läheisyydessä on oltava myös hyvät tukipalvelut. Pääkaupunkiseutu, ja nimenomaan Meilahden campus-alue, on kansainväliset mitat täyttävä sijaintipaikka. Meilahden alueella on riittävästi kriittistä massaa, korkealaatuista lääketieteellistä ja perusbiologista osaamista ja erinomainen infrastruktuuri. Alueella on myös vahva koulutuskeskittymä ja poikkeuksellisen hyvät mahdollisuudet yhteistyöhön kliinisten tutkimusryhmien kanssa.

Yhteistyö EMBL:n kanssa tukee kansallisesti asetettuja tiedepoliittisia tavoitteita ja sillä on lisäarvoa innovaatiojärjestelmän kansainvälistymiselle. Suomalaisen tutkijankoulutuksen ja tukijanuran kansainvälistymistä voidaan tehostaa EMBL:n tutkijankoulutus- ja tutkijanvaihto-ohjelmien kautta muun muassa koordinoimalla kansalliset ja EMBL:n ohjelmat entistä paremmin toisiinsa. Ohjelmat mahdollistavat myös jo olemassa olevien EMBL:n infrastruktuurien maksimaalisen hyödyntämisen. Lisäksi yhteistyö voi edistää teknologian siirron kehittämistä. EMBL omistaa teknologiansiirtoyhtiön EMBLEM (EMBL Enterprise Management), joka voi toimia inkubaattorina myös Affiliated Centre –tutkimuskeskuksen yhteydessä syntyville start up –yrityksille.



# Suunnitelma tutkimuskeskuksen perustamiseksi

## 1. Toimiala

EMBL Affiliated Center -tutkimuskeskuksen toiminta Suomessa keskittyisi väestössä yleisesti esiintyvien sairauksien perimän sekä elintapojen ja ympäristötekijöiden keskinäisen merkityksen sekä näiden sairauksien syntymekanismien selvittämiseen sekä hoitomahdollisuuksien etsimiseen. Suunnitelma rakentuu kahdelle suomalaisen lääketieteen tutkimuksen vahvimmalle alueelle, humaanigenetiikalle ja syöpäbiologialle. Tavoitteena on, että tutkimuslaitoksen toimiala on riittävän poikkitieteellinen ja synnyttää hyvän alustan tutkimuksen uusille lähestymistavoille. Asiantuntijaryhmä piti tieteellisiä aihealueita riittävän joustavina; suomalaisessa tutkimuksessa nähdään valtavasti potentiaalia, jota kuitenkin tähän mennessä ei kaikilta osin ole osattu riittävästi hyödyntää. Molekyylilääketieteellisen tutkimuksen kehitys on hyvin nopeaa ja tämän vuoksi täytyy jättää tilaa painopisteiden muuttamiselle tarpeen mukaan. Suomalaiset tutkijat edustavat kiistatta tutkimuskeskukselle esitettyjen tieteellisten aihealueiden kansainvälistä kärkeä ja tulevat saamaan tutkimusryhmiinsä ulkomaisia tutkijoita. Alan suomalainen tutkijayhteisö pystyy tarjoamaan vankan osaamis pohjan ja innovatiivisen ja nopeasti reagoivan tutkimus- ja kehitysympäristön. Suunnitelmaa tukee myös se seikka, että suomalainen materiaali- ja nanoteknologinen tutkimus on kansainvälisestikin arvoituna erittäin korkeatasoista.

## 2. Tutkimushenkilöstö

Lähtökohtana voisi olla noin 15 ryhmän keskus, joka tarkoittaisi noin 200 henkilöä. EMBL:ssä ryhmäkoko on suhteellisen pieni; asiantuntijat pitivät 10-15 henkilön ryhmää toimivana ja sopivan kokoisena. Toiminnan käynnistyessä voi ryhmän koko olla pienempi ja kasvaa ajan myötä. Aloittelevia ryhmiä on kuitenkin oltava riittävä määrä, jotta kriittinen massa voidaan saavuttaa. Ryhmien tulisi sisältää ryhmänjohtajan ja avustavan henkilöstön lisäksi tutkijauran eri vaiheissa olevia tutkijoita (väitöskirjatyöntekijät, post doc-tutkijat). Valtaosa tutkijoista olisi EMBL:n mallin mukaisesti määräaikaisia, mikä toisi tuloksellisen kehityksen kannalta tarpeellista vaihtuvuutta tutkimusryhmiin ja -aiheisiin. Vaihtuvuus mahdollistaa myös kansainvälisesti menestyneiden ja hyvin verkostoituneiden tutkijoiden rekrytoinnin suomalaisiin ja pohjoismaisiin yliopistoihin. Tutkimuskeskuksen kehittäminen systemaattisesti sellaiseksi, että se houkuttelee kansainvälisiä huippututkijoita, nähtiin erittäin keskeisenä tekijänä. Keskukseen tutkijoista 2/3 tulee olla ulkomalaisia. Ryhmät voivat toimia myös erinomaisina kotiinpaluupaikkoina ulkomailla huippukoulutuksen saaneille nuorille suomalaisille tutkijoille.

## 3. Rakennuksen pääpiirteet

Asiantuntijaryhmä piti tärkeänä tutkimuskeskuksen sijoittamista ympäristöön, jossa hyvä infrastruktuuri löytyy mahdollisimman pitkälle jo valmiina. Esimerkiksi tutkimuskeskuksen läheisyydessä sijaitseva biokeskus voi tarjota keskuksen tutki-

joiden käyttöön palveluyksikköjen (ns. core facility) palveluita. Muita toiminnan kannalta välttämättömiä infrastruktuureja ovat koe-eläintilat ja virologinen laboratorio. Tilantarpeeksi arvioitiin noin 5.000 m<sup>2</sup> (200 hlöä x 25 m<sup>2</sup> /hlö = 5.000 m<sup>2</sup>). Realistisena lähtökohtana rakentamiskustannuksille pidettiin noin 15 milj.€ . Mikäli päädytään ratkaisuun, jossa koe-eläintilat rakennetaan tämän tutkimuskeskuksen tarpeeseen, nousevat rakentamiskustannukset noin 17 milj.€:oon. Jos tutkimuskeskusta varten ei rakenneta omia tiloja vaan tilat päädytään vuokraamaan, arvioitiin vuokramenoiksi noin 1,25 milj. € vuodessa (vertailulukuina käytettiin Helsingissä Senaattikiinteistön vuokria, noin 250 €/ m<sup>2</sup>/vuosi).

#### **4. Laitteistojen pääpiirteet**

Peruslaitteistojen lisäksi keskus tarvitsee modernin biotutkimuksen infrastruktuurin mm. välineistön kuvantamista ja bioinformatiikkaa varten, ajanmukaiset koe-eläintilat sekä laitteistot geenien ja proteiinien ilmentymisen tutkimiseksi. Laitteistojen kustannuksiksi arvioitiin noin 12 milj. €. Arvioinnin lähtökohtana pidettiin viimeaikaisia kansainvälisiä kokemuksia alan laitosten laitteistojen hankintakustannuksista.

#### **5. Vuotuinen budjetti**

Vuodessa perushenkilöstön palkkaukseen arvioitiin kuluvan noin 4 milj. €. Reagensseihin arvioitiin kuluvan suurin piirtein saman verran (4 milj. €). Arviot perustuvat kansainvälisiin vertailuihin. Jos tilat vuokrataan (1,25 milj. €/vuosi), ovat vuosittaiset kulut täten lähes 10 milj. €. Tämän lisäksi keskus kilpailee kotimaisesta ja kansainvälisestä tutkimusrahoituksesta.

#### **6. Alustava verkottumissuunnitelma**

Asiantuntijaryhmän mielestä tutkimuskeskus tulee verkottaa kansallisten biokeskusten ja yliopistojen kanssa, samoin alan tutkimuslaitokset (Kansanterveyslaitos, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Työterveyslaitos jne) on tärkeää saada mukaan yhteistyöhön alusta pitäen. Tutkimuskeskuksen verkottuminen paitsi biotieteiden niin myös suomalaisen bioinformatiikan, biofysiikan ja nanoteknologian tutkimuksen kanssa vahvistaisi suomalaista tutkimusta ja toisi uusia yhteistyömahdollisuuksia tutkijankoulutukseen. Suomessa toimivaan EMBL Affiliated Centre'iin voitaisiin myös verkottaa muissa Pohjoismaissa toimivia korkeatasoisia molekyyliääkätieteen tutkimuslaitoksia. Jos muut pohjoismaat tai Baltian maat päättävät kehittää vastaavanlaista yhteistyötä EMBL:n kanssa, kokonaiskoordinaatio EMBL:n toimintoihin tapahtuisi parhaiten varustetun uuden keskuksen kautta, mitä todennäköisimmin Suomen tutkimuskeskuksen kautta. Pohjoismaisten tutkimusyksiköiden verkottaminen edistäisi edelleen molekyyliääkätieteen tutkimuksen kansainvälistä kehitystä, pohjoismaisten alan huippuyksiköiden välistä yhteistyötä ja vahvistaisi pohjoismaisen tutkimusalueen kehittymistä. Lupaavia yhteistyömahdollisuuksia nähdään tanskalaisten vahvan syöpäbiologisen tutkimuksen kanssa sekä usealla molekyyliääkätieteen tutkimusalalla ruotsalaisten ja norjalaisten tutkimusryhmien kanssa. Myös Islannissa on vahvaa alan tutkimusta. Asiantuntijaryhmän mukaan myös Baltian maiden verkottamisella on tärkeä osa pohjoiseurooppalaisen

tutkimuksen kehittämisessä. Suomella on hyvät yhteydet Viroon, joka suunnittelee hakeutumista EMBL:n jäseneksi. Virossa tehdään korkeatasoista tutkimusta erityisesti molekyyli-epidemiologian alalla (esim. Viron genomiprojekti).

Asiantuntijaryhmä korosti, että tutkimuskeskuksen myötä saatavalla korkealaatuisella ja monipuolisella tutkimustiedolla ja -osaamisella tulee olemaan suuri merkitys tulevaisuuden terveydenhuollolle kansallisesti ja kansainvälisesti, moderniin biotekniikkaan pohjautuvalle yritystoiminnalle ja teknologiakehittelylle, erityisesti lääke- ja diagnostiikkateollisuuden, mutta myös elintarviketeollisuuden alalla. Erityisesti sairauksien molekyylimekanismien tutkimuksen ja translaatiotutkimuksen tuloksena on odotettavissa jatkuva virta innovaatioihin johtavaa tietoa. Tutkimuskeskuksen sitominen huipputeknologiseen yritysverkostoon mahdollistaisi suomalaisen innovaatiojärjestelmän maksimaalisen hyödyntämisen. Tutkimuskeskus houkuttelisi varmasti ympärilleen myös alan suurten kansainvälisten yritysten tutkimus- ja tuotekehitystoimintaa.

## **7. Ympäristö ja hallinnollinen sijoittuminen**

Tärkeimpinä kriteereinä sijaintipaikkaratkaisussa tulee asiantuntijaryhmän mielestä olla tieteellinen ympäristö ja kriittinen massa. Ryhmän keskusteluissa Turku nähtiin tieteellisesti varteenotettavana vaihtoehtona, mutta Oulu tai Kuopio saattaisivat olla maantieteellisesti syrjäisiä kansainväliselle tutkimuskeskukselle. Helsinki nähtiin tieteellisesti vahvimmin perustelluksi vaihtoehdoksi kansainväliselle tutkimuskeskukselle. Helsingistä löytyy riittävä kriittinen massa ja sopiva tieteellinen ympäristö, korkeatasoista ja monipuolista lääketieteellistä ja muuta perustutkimuksellista osaamista. Asiantuntijaryhmä piti Helsingissä Meilahden campus-alueelle sijoittuvaa tutkimuskeskusta erittäin varteenotettavana vaihtoehtona. Meilahden alueen infrastruktuuri on erinomainen. Helsingin yliopiston tutkimuskeskus Biomedicum sijaitsee välittömässä läheisyydessä, samoin alueella on mahdollisuudet hyviin yhteyksiin klinikan ja kliinisen tutkimuksen tutkimusryhmien kanssa. Translationaaliselle tutkimukselle alue tarjoaa siten oivan lähtökohdan. Meilahden alueella on lisäksi vahva koulutuskeskittymä. Jos tutkimuskeskus haluttaisiin rakentaa jo olemassa olevalle hyvälle pohjalle, Meilahden campusalue nähtiin erinomaisena, kansainväliset mitat täyttävänä valintana. Liikenneyhteydet alueelle ovat erinomaiset.

Asiantuntijaryhmän mukaan avoin keskustelu tutkimuskeskuksen sijaintipaikasta on ehdottoman tärkeää. Aluepoliittiset syyt eivät yksinään voi ratkaista keskuksen sijoitusta vaan sijoituspaikkakysymystä tulee pohtia kokonaisvaltaisesti. Esimerkiksi rakentamiskustannukset ovat kertakustannuksia, joten mahdollista tarjousta Helsingin ulkopuolelta edullisten (ilmaisten) tilojen rakentamisesta ei tulisi asettaa ainoaksi perusteeksi mahdolliselle sijoituspaikalle. Tutkimuskeskuksen ja alueellisten biokeskusten yhteistyö vahvistaisi kansallista tutkimustoimintaa ja loisi vankan tuen tutkimuskeskuksen toiminnalle.

Keskeisiä kysymyksiä asiantuntijaryhmän mielestä ovat myös, kuinka houkuttelevana Suomi nähdään kansainvälisesti ja millä keinoilla ulkomaisia huippututkijoita Suomeen pystytään rekrytoimaan. Suomen kaukainen sijainti ja kulkuyhteydet

saattavat muodostua ongelmaksi. Palvelujen saaminen englannin kielellä, tutkijoiden puolisoiden työpaikat ja lasten koulutusmahdollisuudet tulee myös huomioida. Pääkaupunkiseutua voidaan pitää myös perustelluimpana tutkijoiden puolisoiden ja perheiden näkökulmasta.

# Tämänhetkinen tilanne

Tutkimuskeskuksen toiminnassa tärkeintä on vankka perustutkimuksellinen osaaminen. Biotekniikan rahoitus ei pelkästään koske opetusministeriön valvomaa sektoria. Tutkimuskeskuksessa tehtävän tutkimuksen linkittymisellä biotekniikkahankkeisiin on merkitystä paitsi teknologian kehityksen kannalta niin myös terveyteen liittyvien infrastruktuurien kannalta. Pitkällä aikavälillä perustutkimus tuottaa teollisuudelle hyödynnettäviä tuloksia. Suomessa biotekniikkateollisuudessa on liian paljon pieniä investointeja ja siltä tuntuu puuttuvan uudet ja tuottavat avaukset. Suomessa bioteknologian yritykset ovat klusteroituneet biokeskusten kanssa, mikä sinänsä on hyvä seikka. Mahdollisuuksia ja substanssiosaamista kyllä löytyy, mutta teknologian siirrossa ja liiketoimintaosaamisessa on puutteita.

Tässä aloitteessa perustettavaksi esitetty huipputason kansainvälinen tutkimuskeskus, EMBL Affiliated Centre, tulee toimimaan paitsi globaalina niin myös eurooppalaisena ja pohjoismaisena keskuksena. EMBLllä ei ole toiminnan alkuvaiheessa mahdollisuutta suoraan rahoittaa uuden tutkimuskeskuksen perustamista. Näin ollen keskuksen perustaminen edellyttäisi EMBL:n jäsenmaan suoria investointeja. Perustamiskustannusten suuruus riippuu siitä, rakennetaanko tutkimuskeskusta varten oma rakennus. Rakentamiskustannukset olisivat noin 15 milj. €. Tutkimuskeskuksen peruslaitteistojen kustannukset ovat noin 12 milj. €. Mikäli tilat tutkimuskeskusta varten vuokrataan, ovat vuosittaiset kulut henkilöstö- ja kemikaalimeinoineen kokonaisuudessaan noin 10 milj. €. Tavoitteena on, että vakiinnutettuaan asemansa tutkimuskeskus siirtyy kilpailuun perustuvan valintaprosessin kautta rahoitettavaksi osittain EMBL:n perusbudjetin kautta. Asiantuntijaryhmä totesi, että Suomessa kansainvälisen tutkimuskeskuksen perustamisesta syntyvät haasteet ovat luonteeltaan samanlaisia, jotka liittyvät kansainväliseen yritystoimintaan.

## **Asiantuntijaryhmä**

*Reijo Vihko*

Reijo Vihko, puheenjohtaja

*Leena Bruckner-Tuderman*

Leena Bruckner-Tuderman

*Albert de la Chapelle*

Albert de la Chapelle

*Ari Helenius*

Ari Helenius

*Outi Hovatta*

Outi Hovatta

*Erkki Ruoslahti*

Erkki Ruoslahti

*Kai Simons*

Kai Simons

*Karl Trygvason*

Karl Tryggvason

*Riitta Mustonen*

Riitta Mustonen, sihteeri

## **Muut asiantuntijat**

*Arja Kallio*

Arja Kallio

*Riitta Mustonen*

Riitta Mustonen

*Lea Ryynänen-Karjalainen*

Lea Ryynänen-Karjalainen

*Eero Vuorio*

Eero Vuorio

# **Initiative for the Establishment of a Molecular Medicine Research Centre in Finland in co-operation with the European Molecular Biology Laboratory (EMBL)**

The Academy of Finland proposes the establishment of a top-level international molecular medicine research centre (EMBL Affiliated Centre) in Finland. The proposed fields of research are molecular genetics and epidemiology, molecular disease mechanisms and translational research.

# Basis for the Proposal

## 1. Background

Europe's leading biosciences research institute, the European Molecular Biology Laboratory (EMBL), designated molecular medicine as one of the new focal points and developmental objects for its Scientific Programme<sup>1</sup> 2001-2005. The Scientific Programme recognises that the internal resources of the EMBL organisation were not sufficient to advance the study of molecular medicine. Contact with the European medical community has also been irregular. In order to improve the level of expertise in molecular medicine EMBL wants to actively develop co-operation and information exchange between top researcher nations and their institutes of medical sciences. The establishment of local research facilities is one possible way to develop co-operation. In such a case member states would, at least initially with their own funding, establish research facilities, which would be networked with EMBL operations. EMBL is also interested in expanding its very successful international PhD programme into the field of molecular medicine.

One of the keys to developing the European Research Area (ERA) is the establishment of an exceptionally high-level international research infrastructure, such as by bringing research centres to Europe.<sup>2</sup> Another key factor in developing the ERA is to consolidate widely dispersed and unfocused research resources and interests at the European level. In connection with the ERA it has been frequently found that Europe has fallen behind the United States in R&D development. This also includes biosciences and biotechnology, which are considered by many experts to suffer particularly from a limited, lower level of investment in basic research. The establishment of a European molecular medicine research centre would simultaneously support development of research in the field, expansion of EMBL operations and the strengthening of European competitiveness.

## 2. European Molecular Biology Laboratory (EMBL)

The European Molecular Biology Laboratory (EMBL) was founded in 1974 in Heidelberg, Germany. Its mission is to conduct basic research in molecular biology, provide essential services for scientists in European member states, provide high-level training for students and researchers on its staff, and develop new instrumentation for biological research. One of the main principles in EMBL operations is that only a small fraction of the staff hold permanent posts, with a majority of the researchers eventually leaving to continue their research elsewhere.

In addition to its main laboratory in Heidelberg, EMBL maintains four other research centres (Outstations) in: Hamburg, Germany; Grenoble, France; Hinxton, England;

---

<sup>1</sup> European Molecular Biology Laboratory Scientific Programme 2001-2005

<sup>2</sup> e.g. European Community commission communication: (2000/612): "Making a Reality of the European Research Area: Guidelines for EU research activities (2002-2006) and European Strategy Forum on Research Infrastructures, ESFRI Report 2003"



and Monterotondo, Italy. These research centres offer the researchers access to large instruments, such as synchrotrons in Grenoble and Hamburg, and instruments for the study of biological structures. Hinxton's European Bioinformatics Institute is a central European infrastructure, whose databases of DNA and protein sequences are used the world over. These research centres all play a very significant international role and maintain contacts with other large research centres, academia and industry.

EMBL has been a major player in the internationalisation of molecular biology research in Europe. EMBL has a large-scale functional genomics research programme, and a new initiative in systems biology. EMBL also has its own researcher training programme, which operates in co-operation with European universities.

EMBL receives funding from 17 member states, 16 European countries and Israel. Finland funds approximately 1.3% of the EMBL budget. The largest funders are Germany, France, United Kingdom and Italy, with contributions of 13-24%. Finland has two representatives sitting on the EMBL Council. University of Turku Chancellor, Professor Eero Vuorio has served as Council Chair since 2002.

### **3. Nordic co-operation**

In different contexts it has been found that the Nordic countries comprise an almost totally unique setting for the molecular medicine research of European epidemic diseases. The combined population of the Nordic countries is sufficiently large, with approximately 24 million inhabitants. The population is dispersed over a broad geographical area and its composition is diverse enough to maintain multigenic traits. The population structure also includes population segments with a very limited and stationary history of settlement, whose genetic heritage is often extremely unique.

Compared to many other countries or regions, one of the Nordic countries' greatest strengths is its extremely wide-ranging and high-quality population-based registers, and patient and sample databases, whose compilation has been extremely well-received by decision-makers, researchers and the general population. The high-quality healthcare systems of each Nordic country are also similar to one another, thus allowing for comparative data acquisition and research.

The idea to establish an international molecular medicine research centre has also attracted a great deal of interest among numerous leading researchers in the field, the scientific community and representatives of the scientific administration in the Nordic countries. EMBL's Nordic delegates have engaged in unofficial discussion on several occasions regarding the possibilities of establishing such a research centre in co-operation with the EMBL. The Academy of Finland held a delegate conference in Helsinki on 24 May, 2002 to prepare a joint Nordic countries initiative. The delegates also met in Hamburg on 18 November, 2002.

## 4. Establishment of a research centre in Finland

The establishment of an international research centre is supported by a Science and Technology Policy Council report (2003)<sup>3</sup>, which proposed conclusions and recommendations for internationalisation of the Finnish innovation system and ambitious investment in international science and technology co-operation. On 17 September, 2003, in a strategy document approved at a night session of the Finnish government, it was stated in a section concerning measures to achieve science policy goals, that by 2005 “the principles and operating approaches for the funding of large-scale scientific infrastructures and participation in international scientific infrastructure projects will be laid down”. The document also lists goals for making research careers more attractive, improving competitive ability and developing the quality of researcher training.

In its International Strategy (2002)<sup>4</sup> the Academy of Finland has set the following goals: to improve the attractiveness and competitiveness of Finnish research communities; to bring one or more internationally significant infrastructures to Finland in our stronger areas of research; to internationalise researcher training; and to provide researchers with better resources for working in an international environment.

The Finnish Ministry of Education has requested that the Academy of Finland investigate possibilities concerning the establishment of an international molecular medicine research centre in Finland. The centre would operate in co-operation with the European Molecular Biology Laboratory (EMBL). The Academy of Finland invited Finnish top molecular biology researchers working overseas to participate on a panel of experts, whose mandate was to deliberate over the matter at hand and draft a possible proposal based on their findings. The following experts were invited to participate on the panel: Leena Bruckner-Tuderman (University of Freiburg, Germany); Albert de la Chapelle (Ohio State University, United States); Ari Helenius (Swiss Federal Institute of Technology, Switzerland); Outi Hovatta (Karolinska Institutet, Sweden); Erkki Ruoslahti (Burnham Institute California, United States); Kai Simons (Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics, Germany); and Karl Tryggvason (Karolinska Institutet, Sweden). Reijo Vihko, President of the Academy of Finland, served as panel chairman, assisted by experts, Professor Eero Vuorio, Chairman of the Research Council for Health (EMBL Council Chair); Director Arja Kallio (EMBL Council delegate); and Senior Science Counsel Lea Ryyänen-Karjalainen. Riitta Mustonen, Director of the Health Research Unit served as secretary. The panel of experts convened on 29 and 30 September 2003, also attending presentations made by top experts working in Finland at a separate forum held on 30 September, 2003. The panel of experts considered the need and field of such a research centre as well as its location, organisation and resourcing.

---

<sup>3</sup> Science and Technology Policy Council. “Know-how, innovations and internationalisation”. 2003

<sup>4</sup> Academy of Finland International Strategy. Academy of Finland Publications 6/02

Within a Nordic context, the establishment of the research centre as a joint Nordic countries network project was considered. In such a scheme each Nordic country would maintain its own molecular biology research centre as part of a greater research centre network. The panel of experts felt, however, that a weakness of such a network would be complications in co-ordination. From a Northern European research standpoint, it was agreed that a more functional approach would be a single EMBL Affiliated Centre, operating and administered in one country, which would work in close co-operation with other Nordic countries and the Baltic countries. This is the reason that this memorandum is based on the endeavour to establish a top-level international molecular medicine research centre in Finland.

There are many factors supporting Finland as the host nation of the research centre: the high international level of researchers in the field as well as Finland's ability to offer EMBL the necessary innovative and multidisciplinary research environment, where basic molecular biology research and clinical medicine research can be tightly linked to technical and information sciences. Finland has experts and expert clusters in the field, among them the Finnish Genome Centre, National Public Health Institute, VTT Technical Research Centre of Finland Biotechnology unit, university bioscience departments, VTT and university nano research centres, and the Finnish DNA Microchip Centre. The research centre would be able to advance the international visibility and reputation of Finnish research and development. Excellent support services would also have to be in close proximity to the planned facility. The Helsinki region, or more specifically the Meilahti Campus area, is a location that meets international standards. The Meilahti area has an adequate critical mass, a high-level of medicinal and basic biological expertise, and an outstanding infrastructure. The area also boasts a strong educational cluster and exceptionally good opportunities for engaging in co-operation with clinical research groups.

Co-operation with EMBL supports national science policy goals, which favours the internationalisation of the innovation system. Finnish researcher training and the internationalisation of research careers can be improved through EMBL researcher training and researcher exchange programmes by, for example, co-ordinating national and EMBL programmes with one another more effectively. The programme also makes it possible to maximally utilize already existing EMBL infrastructures. Furthermore, co-operation can promote the development of technology transfer. EMBL is the owner of EMBLEM (EMBL Enterprise Management), a Technology Transfer Company, which can also function as an incubator for start-up enterprises created in connection with the Affiliated Centre.

# **Plan for the Establishment of a Research Centre**

## **1. Field of research**

The EMBL Affiliated Centre research in Finland would focus on disease genotypes commonly occurring in the population; the significance of lifestyles and environmental factors; the investigation of mechanisms that cause these diseases; and the search for potential treatments. The plan is based on two of Finland's strongest areas of medicine research: human genetics and cancer biology. The goal is to ensure that the research centre's field of operations is sufficiently cross-disciplinary and lays a strong foundation for new research approaches. The panel of experts felt that the areas of scientific study were flexible enough, as Finnish research is considered to possess an enormous amount of potential, which has not as yet been sufficiently or fully utilised. Because the development of molecular medicine research is very rapid, there must be room left to meet the needs of changing focal points. Finnish researchers are undeniably in the international vanguard of the areas of scientific study proposed for the research centre, and foreign researchers will join their research teams. The Finnish research community in this field offers a solid base of expertise and a research and development environment that is innovative and fast-responding. The plan is also supported by the fact that Finnish material and nanotechnology research is considered to be of the highest standard, even at the international level.

## **2. Research personnel**

A possible point of departure might be a 15-group centre, which would involve approximately 200 personnel. The group size at EMBL is relatively small; the panel of experts felt that a 10-15-person group would be a proper, functional size. At the outset, groups can be smaller in size, adding members with time. Initiator groups, however, must have a sufficient number of personnel, in order to achieve critical mass. Each group should have, in addition to a group leader and support staff, researchers who are at different stages of their careers (doctoral students, post doc researchers, etc.). A majority of the researchers would, according to the EMBL model, hold fixed-term appointments, which would maintain the necessary turnover in research groups and areas in terms of productive development. The turnover system will also permit universities throughout Finland and Nordic region to recruit successful, internationally well-connected scientists to their faculties. Systematically developing the research centre to make it attractive to top international researchers was considered crucial. The centre will aim to have two-thirds of its researchers of foreign origin. The groups can also serve as ideal repatriation posts for young Finnish researchers returning from high-level training overseas.

## **3. Main facility features**

The panel of experts felt that it was important to locate the research centre in an environment, where a functional infrastructure is as highly developed as possible. For example, locating the research centre near an existing biocentre can offer

centre researchers access to core facility services. Other infrastructures necessary to operations are animal testing facilities and virology laboratories. The space required has been estimated at approximately 5,000 m<sup>2</sup> (200 persons x 25 m<sup>2</sup>/person = 5,000 m<sup>2</sup>). A realistic figure for building costs is set at approximately 15 million euros. If it is decided that an animal testing facility will be required as part of this research centre, building costs will increase to approximately 17 million euros. If, instead of building a greenfield facility, it is decided to locate the research centre in a rental property, the rent payments are expected to be approximately 1.25 million euros per annum (comparative data used: Helsinki Senaattikiinteistö rents: approx. 250 euros/m<sup>2</sup>/annum).

#### **4. Main equipment features**

In addition to basic equipment, the research centre will require strong computational infrastructure, state-of-the-art light and electron microscopes, animal testing equipment and equipment for functional genomics research, such as gene expression profiling, DNA sequencing, SNP detectors and proteomics. Equipment costs have been estimated at approximately 12 million euros. This estimate is based on recent international experiences with equipment acquisition costs for research facilities in the field.

#### **5. Annual budget**

The annual outlay for basic personnel salaries is estimated at approximately 4 million euros. The outlay for reagents is estimated to be approximately the same (4 million euros). These estimates are based on international comparisons. If the facilities are rented (1.25 million euros/annum), annual costs will amount to nearly 10 million euros. In addition to this, the centre will be competing for Finnish and international research funding.

#### **6. Preliminary networking plan**

The panel of experts felt that the research centre should network with Finnish biocentres and universities, and that it is important to get co-operation from research facilities operating in the field (National Public Health Institute, VTT Technical Research Centre of Finland, Finnish Institute of Occupational Health, etc.) from the start. Research centre networking with not only the biosciences, but also Finnish bioinformatics, biophysics and nanotechnology research would reinforce Finnish research and offer new co-operative opportunities for researcher training. An EMBL Affiliated Centre operating in Finland could also network with high-level molecular medicine research centres in other Nordic countries. In case other Nordic or Baltic countries decide to develop similar partnerships with EMBL, overall coordination would naturally reside within the most well-endowed new centre, most likely the Finnish research centre. The networking of Nordic research units would further promote the development of international molecular medicine research and co-operation between Nordic centres of excellence in the field as well as strengthen the development of the Nordic research area. Promising co-operative opportunities are seen with Denmark's strong cancer biology research and several Swedish and

Norwegian research groups working in molecular medicine research. Iceland also boasts a strong background in the field. According to the panel of experts, networking with the Baltic countries is also vital to the development of Northern European research. Finland has excellent connections with Estonia, which is planning to seek EMBL membership. High-level research in, for example, molecular epidemiology (e.g. the Estonian Genome Project) is being conducted in Estonia.

The panel of experts emphasised that the high-level and diverse research information and expertise brought by the research centre would have a significant impact on the future of healthcare at the national and international level, on state-of-the-art biotechnology-based enterprises and technological development, particularly the pharmaceuticals and diagnostics industry as well as on the foodstuffs industry. The results of research in disease-causing molecular mechanisms and translational research in particular are expected to produce a continuous flow of innovation-generating information. The research centre's commitment to a high-technology company network would allow for maximum utilisation of the Finnish innovation system. The research centre would undoubtedly attract the research and development operations of large international corporations.

## **7. Environmental and administrative location**

The panel of experts felt that key criteria in deciding on the location of the centre are a scientific environment and critical mass. In panel discussions Turku was seen as a scientifically worthwhile candidate, whereas Oulu or Kuopio might be geographically remote for an international research centre. Helsinki was considered the strongest candidate for an international research centre. Helsinki has a sufficient critical mass and suitable scientific environment, high-level and multifaceted expertise in medicine and other basic fields of research. The panel of experts felt that the Meilahti campus area in Helsinki was an extremely promising candidate. Infrastructure in the Meilahti area is excellent. The University of Helsinki's Biomedicum research centre is located in immediate proximity, and there is the opportunity to form contacts with clinical research groups in the area. The area offers an outstanding basis for translational research. The Meilahti area also has a strong educational cluster. If the research centre were to be built on an already well-developed foundation, the Meilahti campus area would be considered an excellent choice, meeting international standards. Transportation connections in the area are extremely good.

According to the panel of experts, an open forum on the location of the research centre is absolutely important. Regional policy alone cannot decide the location of the centre – the location must be considered comprehensively. For example, because building costs are nonrecurring, the possibility of building an affordable (free) facility outside of Helsinki should not be the only criterion used in deciding on a location. Co-operation between the research centre and regional biocentres would reinforce national research and lay a solid foundation for research centre operations.

The panel of experts also felt that how attractive Finland is internationally and by what means top foreign researchers would be brought in to Finland were key

questions. Finland's remote location and transportation connections may prove problematic. The availability of services in English, employment for researcher spouses and educational opportunities for children must also be taken into consideration. The Helsinki region can also be seen as a more justified location from the standpoint of researcher spouses and families.

## **Current Situation**

The most important aspect of the research centre's operations is a solid background in basic research. Biotechnology funding does not only comprehend sectors under the aegis of the Ministry of Education. The linking of research conducted by the research centre to biotechnology projects is not only important in terms of technological development, but also health-related infrastructure. In the long run basic research produces useful results for industry. In Finland there are far too many small investments in the biotechnology industry and there seems to be a lack of new, productive breakthroughs. In Finland biotechnology companies are clustered with the biocentres, which, in and of itself, is a good thing. Opportunities and substantial expertise are indeed there for the taking, but there are discrepancies in technology transfer and business expertise.

A top-level international research centre, the EMBL Affiliated Centre presented in this initiative, will function as both a global, European and Nordic centre. During the initial period, it will not be possible for the EMBL to directly provide funding for the establishment of a new research centre. As a result, the foundation of the EMBL Affiliated Centre would require direct investments by the respective EMBL member states. The scale of establishment costs depends on whether the centre will occupy a greenfield facility. In such a case the building costs would amount to approximately 15 million euros. The cost of basic equipment for the research centre would amount to approximately 12 million euros. If the facilities were rented, the annual costs for personnel and chemical outlays would total approximately 10 million euros. An eventual goal would be that, after fully establishing itself and on the basis of a competitive selection process, the research centre would be partially funded through the basic EMBL budget. The panel of experts found that the challenges facing the establishment of an international research centre in Finland are the same as those experienced in international business.



## **Panel of experts**

*Reijo Vihko*  
Reijo Vihko, chairman

*Leena Bruckner-Tuderman*  
Leena Bruckner-Tuderman

*Albert de la Chapelle*  
Albert de la Chapelle

*Ari Helenius*  
Ari Helenius

*Outi Hovatta*  
Outi Hovatta

*Erkki Ruoslahti*  
Erkki Ruoslahti

*Kai Simons*  
Kai Simons

*Karl Tryggvason*  
Karl Tryggvason

*Riitta Mustonen*  
Riitta Mustonen, secretary

## **Assisting experts**

*Arja Kallio*  
Arja Kallio

*Riitta Mustonen*  
Riitta Mustonen

*Lea Ryyänen-Karjalainen*  
Lea Ryyänen-Karjalainen

*Eero Vuorio*  
Eero Vuorio



SUOMEN AKATEMIA  
FINLANDS AKADEMI • ACADEMY OF FINLAND

Vilhonvuorenkatu 6, PL 99, 00501 Helsinki  
Puhelin (09) 774 881 Faksi (09) 7748 8299 [www.aka.fi](http://www.aka.fi) [keskus@aka.fi](mailto:keskus@aka.fi)

Vilhonvuorenkatu 6, P.O.Box 99, FIN-00501 Helsinki, Finland  
Phone +358 9 774 881 Fax +358 9 7748 8299 [www.aka.fi/eng](http://www.aka.fi/eng) [keskus@aka.fi](mailto:keskus@aka.fi)