

Suomen kansallinen  
CERN-strategia  
vuosille 2003-2010  
TYÖRYHMÄN EHDOTUS



Suomen kansallinen  
CERN-strategia  
vuosille 2003-2010  
TYÖRYHMÄN EHDOTUS

## Suomen Akatemia lyhyesti

Suomen Akatemia on tiederahoituksen asiantuntijaorganisaatio. Akatemian tehtävänä on edistää korkeatasoista tieteellistä tutkimusta, laatuun perustuvalla pitkäjänteisellä tutkimusrahoituksella, tieteen ja tiedepolitiikan asiantuntemuksella sekä tieteen ja tutkimustyön aseman vahvistamisella.

Suomen Akatemian kehitystoimien pääpaino on ammattitutkijoiden uramahdollisuuksien monipuolisessa kehittämisessä, korkeatasoisten tutkimusympäristöjen edellytysten luomisessa ja kansainvälisten mahdollisuuksien hyödyntämisessä kaikilla tutkimuksen, tutkimusrahoituksen ja tiedepolitiikan alueilla.

Akatemialla on käytössään useita erilaisia tutkimusrahoitusmuotoja eri tarkoituksiin. Akatemian toiminta kattaa kaikki tieteenalat: arkeologiasta avaruustutkimukseen, solubiologiasta ja psykologiasta elektroniikkaan ja ympäristötutkimukseen.

Suomen Akatemia rahoittaa tutkimusta vuosittain noin 184 miljoonalla eurolla. Se on noin 13 prosenttia Suomen valtion tutkimusrahoituksesta.

Akatemian rahoittamissa tutkimushankkeissa tehdään vuosittain noin 3000 tutkijatyövuotta yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa.

Akatemian rahoittama monipuolinen ja korkeatasoinen perustutkimus tuottaa uutta tietoa ja uusia osaajia. Akatemia kuuluu opetusministeriön hallinnonalaan ja saa rahoituksensa valtion budjettivaroista.

Lisää tietoa Suomen Akatemiasta löytyy verkkosivuilta osoitteesta [www.aka.fi](http://www.aka.fi).

Taitto: PixPoint ky

Kannen kuva: Futureimagebank.com / Reijo Juurinen

ISBN 951-715-422-4 (print)

ISBN 951-715-423-2 (pdf)

ISSN 0358-9153

Painopörssi Oy, Helsinki 2002

# Sisällysluettelo

<b>Esipuhe</b> .....	5
<b>1 Euroopan ydinfysiikan tutkimusjärjestö CERN</b> .....	7
<b>2 Vastuut ja voimavarat Suomen CERN-toiminnassa</b> .....	9
2.1 Suomen jäsenyys CERNissä .....	9
2.2 Fysiikan tutkimuslaitos ja sen toiminta CERNissä .....	9
2.3 Tutkijankoulutus .....	10
2.4 Teollinen hyödyntäminen .....	11
<b>3 Suomen CERN-toiminnan tavoitteet ja kansallinen strategia 2003-2010</b> ..	12
3.1 Perustutkimus .....	12
3.2 Soveltava tutkimus .....	14
3.3 Tutkijankoulutus .....	14
3.4 Teknologian kehittäminen ja teollinen hyödyntäminen .....	15
3.5 Luonnontieteellinen yleissivistys .....	16
<b>4 CERNin henkilökunta</b> .....	18



# Esipuhe

Suomen Akatemia järjesti Suomen CERN-toiminnan kansainvälisen arvioinnin vuonna 2001. Arviointipaneelin raportissa (Publications of the Academy of Finland 3/01) ehdotetaan, että Suomessa laaditaan valtakunnallinen CERN-strategia CERNin tarjoamien tutkimus- ja tutkijankoulutusmahdollisuuksien hyödyntämiseksi.

Suomen Akatemia asetti 11.12.2001 työryhmän, jonka tehtäväksi annettiin laatia ehdotus kansalliseksi CERN-strategiaksi ja sen toteuttamiseksi. Strategian tavoitteena on tehostaa CERN-jäsenyyden hyödyntämistä erityisesti tutkimuksessa ja tutkijankoulutuksessa sekä edistää CERNin ja suomalaisen teollisuuden välistä yhteistyötä. Työryhmän puheenjohtajana toimi professori Riitta Keiski Suomen Akatemian hallituksesta, varapuheenjohtajana neuvotteleva virkamies Mirja Arajärvi opetusministeriöstä ja jäsenenä professori Rauno Julin Jyväskylän yliopistosta, tutkimusjohtaja Anneli Pauli Suomen Akatemiasta, johtaja Petri Peltonen Teknologian kehittämiskeskuksesta ja tietohallintopäällikkö Pekka Sinkkilä liikenne- ja viestintäministeriöstä. Työryhmän pysyvinä asiantuntijoina olivat Suomen CERN-delegaatit, professori Jorma Hattula ja akatemiaprofessori Risto Nieminen sekä professori Dan-Olof Riska Fysiikan tutkimuslaitoksesta ja tiedesihteeri Pentti Pulkkinen Suomen Akatemiasta. Työryhmän sihteerinä toimi hallintopäällikkö Mikko Sainio Fysiikan tutkimuslaitoksesta.

Työryhmän tuli saada työnsä valmiiksi 31.5.2002 mennessä. Työryhmän pyynnöstä määräaikaa jatkettiin 31.10.2002 asti ja työryhmää täydennettiin kutsumalla osastopäällikkö Timo Kekkonen kauppa- ja teollisuusministeriöstä työryhmän jäseneksi. Ensimmäinen kokous pidettiin 25.1.2002 ja viimeinen 23.10.2002. Työryhmä koontui 10 kertaa.

Työryhmä kuuli työskentelynsä aikana DI Olli Vuolaa Cerntech-organisaatiosta, teknologiapäällikkö Reijo Muntheria Teknologian kehittämiskeskuksesta, professori Erkko Autiota Teknillisestä korkeakoulusta, johtaja Jari Liimataista Metso Powdermet Oy:stä, liiketoimintapäällikkö Jouni Vidqvistiä Rejlers Oy:stä, DI Mikko Vuorikoskea Kronodoc Oy:stä, johtaja Rauno Liikamaata Outokumpu Poricopper Oy:stä ja teknologiapäällikkö Marko Hakovirtaa Metso Oy:stä.



# 1 Euroopan ydinfysiikan tutkimusjärjestö CERN

Euroopan ydinfysiikan tutkimusjärjestön CERNin (Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire) tehtävänä on tieteellinen perustutkimus suurenergia- ja subatomaarisen<sup>1</sup> fysiikan aloilla. CERN-laboratorio sijaitsee Genevessä, Sveitsissä. Se rakentaa ja tarjoaa tutkimusryhmien käyttöön tutkimuslaitteita, hiukkaskiihdyttimiä, jotka ovat liian kalliita ja suuria yksittäisen maan ylläpidettäväiksi. CERNissä tutkimustyötä tekevästä tutkijoista valtaosa toimii pysyvästi yliopistoissa tai kansallisissa laboratorioissa eri maissa. CERNillä on nykyisin 20 jäsenmaata. Tutkimustyöhön CERNissä osallistuu yli 6000 tutkijaa, jotka edustavat 500 yliopistoa ja 80 kansallisuutta. Henkilökuntaa CERNissä on 2700, josta hiukkasfysiikan tutkijoita 90, soveltavaa tutkimusta tekeviä fyysikoita ja insinöörejä 960 sekä teknistä ja hallinnollista henkilökuntaa 1650. CERNin vuosibudjetti on noin 1068 MCHF (728 M €) (2002).

CERNin päähanke lähivuosina on LHC-törmäyttimen (Large Hadron Collider) rakennustyö. Hanketta on valmisteltu 1980-luvulta asti, sen rakentamispäätös on tehty vuonna 1994, ja sen arvioitu valmistumisaika tutkimuskäyttöön on vuoden 2007 huhtikuussa. LHC on törmäytin, jossa vastakkaisiin suuntiin kiertävät suuren energian protonisuihkut törmäävät toisiinsa, jolloin suihkujen törmäyspisteessä saavutetaan uusien hiukkasten tuottamiseen suurimmillaan 14 TeV:n energia. Tämä energia on noin 14000-kertainen protonin massaan verrattuna. Kiihdytin on valmistuessaan maailman tehokkain, sillä sen törmäysenergia on noin kymmenkertainen nykyisiin suurimpiin kiihdyttimiin verrattuna.

LHC-kiihdytintä tarvitaan raskaiden alkeishiukkasten, mm. ns. Higgsin hiukkasen, tuottamiseen. Higgsin hiukkasella on olennainen merkitys alkeishiukkasten massojen ymmärtämisessä ja se on ainoa toistaiseksi havaitsematon hiukkanen alkeishiukkasfysiikan ns. standardimallissa. LHC-kiihdyttimellä voidaan törmäyttää myös raskaiden alkuaineiden ytimiä ja siten tuottaa törmäyskohdassa maailman-kaikkeuden alkuhetkiä vastaavia suuria tiheyksiä ja korkeita lämpötiloja.

LHC-kiihdyttimen koeohjelma koostuu neljästä pääkokeesta. Näistä CMS- ja ATLAS-nimiset koeasemat pyrkivät Higgsin hiukkasen havaitsemiseen, ALICE tutkii raskasioneitörmäyksiä ja LHC-b nk. CP-symmetriarikkoa alkeishiukkasreaktioissa.

LHC-projektin lisäksi CERNillä on muita subatomaarisen fysiikan tutkimushankkeita, joiden osuus tulee kuitenkin lähivuosina pienenemään LHC:n vaatiman panostuksen takia<sup>2</sup>. Näitä ovat mm. kiinteän kohtion hiukkasfysiikan tutkimusprojektit COMPASS (nukleonien rakennetutkimus), NA48 (kaonien reaktiot) ja DIRAC (pioniato-

<sup>1</sup> Suurenergiafysiikka tarkoittaa suuren energian alkeishiukkas- ja ydinfysiikkaa. Subatomaarinen fysiikka tarkoittaa yleisemmin alkeishiukkasten ja ydinten fysiikkaa.

<sup>2</sup> CERN Council päätös 21.6.2002.



mien hajoaminen), ydinfysiikan hankkeet ISOLDE (radioaktiiviset ionisuihkut) ja n-TOF (neutronivaikutusalojen mittaus) sekä ATHENA (antivedyn syntetisointi). Näiden lisäksi CERN panostaa myös neutriinosuihkun rakentamiseen (CNGS) yhteistyössä eräiden jäsenvaltioiden kanssa.

CERN pitää yllä myös uusien kiihdynteknologioiden kehittämiseen tähtäävää tutkimus- ja kehitystyötä.

# 2 Vastuut ja voimavarat Suomen CERN-toiminnassa

## 2.1 Suomen jäsenyys CERNissä

Suomalaisten tutkijoiden tieteellinen tutkimusyhteistyö CERNin kanssa alkoi jo vuonna 1964. Kuitenkin vasta CERN-jäsenyys vuonna 1991 mahdollisti suomalaisten tutkijoiden täysimittaisen osallistumisen CERNin tutkimustoimintaan. Jäsenyys teki mahdolliseksi myös teknologisen ja kaupallisen yhteistyön Suomen ja CERNin välillä.

Hallinnollinen vastuu CERN-toiminnasta kuuluu Suomen Akatemialle. Suomella (kuten muillakin jäsenmailla) on kaksi edustajaa CERNin päättävässä elimessä (Council). Nämä edustajat nimittää valtioneuvosto opetusministeriön esityksestä. Suomella on myös kaksi edustajaa Councilin työvaliokunnassa (Committee of Council) sekä finanssikomiteassa (Finance Committee). CERNin toiminnan teollista hyödyntämistä koordinoi Suomen nimeämä teollisuusyhdyshenkilö (Industrial Liaison Officer). CERNin jäsenmaiden budjettiosuudet mitoitetaan kunkin maan bruttokansantuotteen mukaan. Suomen jäsenmaksuosuus on vuonna 2002 8,93 M €, mikä on 1,36 % CERNin jäsenmaksutuloista.

Suomen toiminta CERNin jäsenmaana niveltyy Suomen tiede- ja teknologiapolitiikan keskeisiin tavoitteisiin, joihin kuuluvat kansainvälisen näkyvyyden vahvistaminen, verkostoituminen ja kansainvälisten ohjelmien hyödyntäminen (Valtion tiede- ja teknologianeuvoston innovaatiopoliittinen linjanveto, 23.5.2001). CERN-toiminta on myös tavoitteiltaan yhteensopiva Suomen Akatemian kansainvälisen toiminnan strategian kanssa (Suomen Akatemian julkaisuja 6/02, 7.5.2002). Sen perusajatuksen mukaan tieteen paras edellyttää kansallisten toimintojen ja toimijoiden kansainvälistymistä. Suomen Akatemian kansainvälisen toiminnan strategiaan kuuluvat suomalaisten asiantuntijoiden panoksen vahvistaminen kansainvälisten organisaatioiden toiminnassa, kansainvälisen infrastruktuuripolitiikan edistäminen sekä tutkijankoulutuksen ja tutkijakoulujen kansainvälistyminen. Eurooppalaisella tutkimusalueella (ERA; European Research Area) CERN on hyvä esimerkki yhteisestä eurooppalaisesta suurhankkeesta.

## 2.2 Fysiikan tutkimuslaitos ja sen toiminta CERNissä

Suomalaista tutkimustoimintaa CERNissä koordinoi vuonna 1996 perustettu kolmen yliopiston (Helsingin yliopisto, Teknillinen korkeakoulu ja Jyväskylän yliopisto) yhteisesti hallinnoima Fysiikan tutkimuslaitos<sup>3</sup>. Laitos toimii Helsingin yliopiston yhteydessä. Opetusministeriö osoittaa Helsingin yliopistolle vuosittain rahoitusta HIP:n valtakunnallisia tehtäviä varten. HIP:n toimintaa ohjaa sopimusosapuolena toimivien yliopistojen asettama johtokunta. Toiminnan tieteellistä tasoa valvoo kansainvälinen alan asiantuntijoista muodostettu tieteellinen neuvottelukunta.

<sup>3</sup> Helsinki Institute of Physics, jäljempänä HIP

## Sisällysluettelo

HIP:n toiminta perustuu määräaikaisiin tutkimusprojekteihin. Laitoksella ei ole pysyviä tutkijanvirkoja. Alan pysyvät opetusvirat ovat yliopistoissa, jotka myös myöntävät HIP:ssa tehtävään tutkimustyöhön perustuvat tutkinnot. HIP:ssa tehtävä tutkimus ja tutkijankoulutus edellyttävät näin saumatonta yhteistyötä sen ja yliopistojen välillä.

HIP:n tutkimustoiminta jakaantuu viiteen ohjelmaan, joista neljä (suurenergiafysiikan ohjelma, CMS-ohjelma, ydinaineen ohjelma ja teknologiaohjelma) kohdistuu pääasiallisesti CERN-hankkeisiin. Viidennessä ohjelmassa, teoriaohjelmassa, on kuusi projektia, joista kaksi liittyy läheisesti CERN-toimintaan (hiukkasfysiikan ja ultrarelativististen raskasioneitörmäyksiä tutkimusprojektit). Teknologiaohjelma keskittyy CERNissä tehtävään tekniseen kehitystyöhön ja syntyneen teknologian soveltamiseen Suomessa.

HIP:n henkilökunnasta toimii noin 40 % pääasiallisesti CERNissä, vastaten 36 henkilötyövuotta vuonna 2001. CERNissä työskentelee HIP:n henkilökunnan lisäksi lukuisia suomalaisia, jotka ovat joko suoraan CERNin palveluksessa tai suomalaisten yliopistojen palkkaamia. Näistä CERNin henkilöstöön kuuluu 33 suomalaista (tilanne kesäkuussa 2002) ja yliopistojen ja tutkimuslaitosten palveluksessa on 9 henkilöä. Tämän lisäksi CERNissä on vuosittain lähinnä Suomesta rahoitettuja kesäopiskelijoita ja harjoittelijoita noin 20.

HIP:n tärkeimmät hankkeet CERNissä ovat osallistuminen LHC-kiihdyttimen CMS- ja ALICE-ilmaisimien rakennustyöhön, niihin liittyvä laitekehitystyö sekä havaintoaineiston analyysin edellyttämä laskennallisten menetelmien kehittäminen.

Näiden hankkeiden lisäksi HIP ja sen jäsenyliopistot tekevät ydinfysiikan tutkimusta ISOLDE-laitteistolla ja osallistuvat COMPASS-kokeeseen. HIP osallistuu myös LHC-törmäytintä edeltäneen LEP (Large Electron Positron Collider) -törmäyttimen DELPHI-ilmaisimella kerätyn havaintoaineiston analyysiin. Edelleen HIP osallistuu tutkimus- ja kehityshankkeisiin, joissa tehdään soveltavaa materiaalfysiikan tutkimusta kiihdytinpohjaisen fysiikan tarpeisiin (esim. puolijohdeilmaisimet ja suprajohtavat magneetit).

HIP tekee yhteistyötä Suomen Akatemian nimeämien tutkimuksen huippuyksikköjen kanssa. Teknillisen korkeakoulun kylmälaboratorio on COMPASS-kollaboraation jäsen, ja Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos osallistuu näkyvästi HIP:n ISOLDE-projektiin.

### 2.3 Tutkijankoulutus

Hiukas- ja ydinfysiikan alan jatkokoulutusta koordinoi valtakunnallinen hiukkas- ja ydinfysiikan tutkijakoulu. Sen toimintaan osallistuvat Helsingin yliopisto, Oulun yliopisto, Jyväskylän yliopisto, Turun yliopisto, Åbo Akademi ja HIP. Tutkijakoulun koordinaatiovastuu on Jyväskylän yliopistolla. Tutkijakoulussa on tällä hetkellä yhteensä 62 eri tavoin rahoitettua kokopäiväistä tutkijaopiskelijaa. Opetusministeriön tutkijankoulutuspaikkoja on 13. CERN-toiminnassa on tällä hetkellä mukana 13 jatko-opiskelijaa. Tutkijakoulun luento-opetuksesta vastaavat pääosin yliopistot.

## Sisällysluettelo

Tutkijakoulun yhteydessä järjestetään myös kohdennettuja koulutusjaksoja. Tutkimustyön ohjaajina toimivat suomalaiset varttuneet tutkijat HIP:sta, yliopistoista ja CERNistä.

Viisivuotiskaudella 1997-2001 on kokeelliseen CERN-toimintaan liittyvissä hankkeissa suoritettu yhdeksän (9) tohtorin tutkintoa. Lisäksi Jyväskylän yliopistossa on suoritettu viisi (5) tohtorin tutkintoa ainakin osittain CERN-toimintaan (ISOLDE) liittyen. Lähivuosina suoritetaan vuosittain arviolta neljä (4) CERN-tutkimukseen liittyvää tohtorintutkintoa.

HIP:n ja sen jäsenyliopistojen tutkimusryhmissä toimii myös perustutkinto-opiskelijoita, joiden opinnäytetyöt perustuvat CERN-toimintaan. Kesäharjoittelu CERNissä on tavallisin alku tällaiselle projektille. Viime vuosina HIP on sijoittanut noin 20 kesäopiskelijaa ja harjoittelijaa CERNiin. Osa harjoittelijoista on ammattikorkeakoulujen opiskelijoita. Koulutusta on lyhyiden kurssien ja vierailujen muodossa annettu myös lukioiden fysiikan opettajille ja koululaisryhmille.

### 2.4 Teollinen hyödyntäminen

Suomen ja CERNin välistä tilaushankintaa ja teknologiansiirtoa on koordinoitunut Tekesin Big Science -projektikokonaisuuteen kuuluva Cerntech-projekti, jolla on asiamies CERNissä. Asiamies on toiminut myös teollisuusyhdyshenkilön edustajana ja CERNin finanssikomitean suomalaisjäsenien asiantuntija-avustajana. Cerntech-projektin hallinnollinen sijainti on vaihdellut, viimeisin isäntäorganisaatio on Licentia Oy. Jatkuvaluontoisen toiminnan projektipohjainen rahoitus on osoittautunut ongelmalliseksi, samoin kuin sopivan taustaorganisaation löytäminen. Toiminta on kuitenkin viime aikoina ollut teollisena palautteena mitattuna varsin menestyksellistä ja johtanut mm. merkittäviin suprajohtavan kaapelin toimituksiin. Tilauksen tämänhetkinen määrä ylittää kolmen vuoden jäsenmaksun suuruuden. Palautekerroin (Suomen prosentuaalinen osuus CERNin tilauksista jaettuna jäsenmaksuosuudella) jaksolla 1998-2001 on 0,64 ja sen ennakoidaan lähivuosina nousevan. Vuoden 2002 alkupuoliskolla palautekerroin oli 1,13.

# 3 Suomen CERN-toiminnan tavoitteet ja kansallinen strategia 2003-2010

Suomen kansallisen edun kannalta on oleellista, että CERN-jäsenyyden suomat mahdollisuudet käytetään täysimääräisesti hyväksi sekä tieteen että teollisen hyödyntämisen osalta. Toiminnan tavoitteet voidaan asettaa seuraavasti:

- 1. Näkyvä osallistuminen kansainväliseen yhteistyöhön suurenergiafysiikan ja ydinfysiikan eturintaman perustutkimuksessa.*
- 2. Kiihdytimiin, kiihdytinpohjaiseen fysiikkaan, säteilynlmaisimiin ja tietojenkäsittelyyn liittyvän soveltavan tutkimuksen edistäminen.*
- 3. Korkeatasoinen fysiikan ja uuden teknologian tutkijankoulutus projektipohjaisessa haasteellisessa kansainvälisessä tutkimusympäristössä.*
- 4. Suomalaisten yritysten teknologiaosaamisen edistämisen sekä CERN-hankkeiden kaupallinen hyödyntäminen.*
- 5. CERNin tutkimustoiminnan tulosten ja asiantuntemuksen käyttö luonnontieteellisessä koulutuksessa ja luonnontieteellisen yleissivistyksen edistämisessä.*

## 3.1 Perustutkimus

Fysiikan tutkimuslaitos koordinoi ja ylläpitää tutkimusprojekteja CERNissä. Keskitetty valtakunnallinen vastuu takaa tutkimustoiminnan näkyvyyden (CERN arviointi kohta 2). Tutkimusprojektien edistymistä ja tieteellistä tasoa valvoo Fysiikan tutkimuslaitoksen kansainvälinen tieteellinen neuvottelukunta laitoksen johtokunnan tukena.

Fysiikan tutkimuslaitoksen CERNissä suoritettava kokeellisen subatomaarisen fysiikan tutkimustyö jakautuu kolmeen tutkimusohjelmaan. Näistä CMS ohjelma keskittyy LHC-törmäyttimen CMS ilmaisimen rakennustyöhön. Suurenergiafysiikan ohjelma osallistuu COMPASS kokeeseen, suorittaa DELPHI ilmaisimen havaintoaineiston analyysia ja kehittää ilmaisimia etusuuntaisten protonitörmäysten havaitsemiseen. Ydinaineen ohjelma osallistuu LHC -törmäyttimen ALICE -ilmaisimen rakennustyöhön ja suorittaa ydinfysiikan tutkimustyötä CERNin ISOLDE laitteistolla.

Suurenergiafysiikan tutkimushankkeiden aikajänne on pitkä. Aievaiheesta kokeellisen datan lopulliseen analyysiin voi kestää 15 – 20 vuotta. HIP osallistuu CMS- ja ALICE-kokeiden rakennus- ja valmistelutöihin ja pyrkii varmistamaan suomalaisten tutkijoiden aseman niissä. CERNin keskittäessä voimavarojaan LHC-törmäyttimen ja siihen liittyvien koemasien rakennustyöhön varsinaisia tieteellisiä tuloksia hiukkasfysiikassa syntyy tällä hetkellä vain vähän. Tässä tilanteessa Suomen on aiheellista sekä tutkijankoulutuksen että asiantuntemuksen kehittämisen kannalta

osallistua muihin subatomaarisen fysiikan hankkeisiin CERNissä (esim. COMPASS, ISOLDE) ja mahdollisuuksien mukaan muissa kiihdytinlaboratorioissa (esim. CDF-hanke Fermi-laboratoriossa Yhdysvalloissa).

Suomen kokeellisen suurenergiafysiikan tutkimus ja koulutus tarvitsevat kotimaisen tutkimusinfrastruktuurin, jolla on riittävän suuri kriittinen massa. Tällaisen toiminnan tukikohtana toimii HIP:n ilmaisinelaboratorio, jonka toiminta tulee suunnata yhä enemmän vastaamaan HIP:n tutkimusohjelmien kehitystavoitteita. Kokeellisista ohjelmista vastaavien tulee yhdessä huolehtia ilmaisinelaboratorion toiminnan organisoinnista ja mahdollisen ulkopuolisen rahoituksen hankkimisesta.

CERNin pitkän aikavälin strategia liittyy oleellisesti LHC:n seuraajaksi suunnitellun kansainvälisen suurkiihdyttimen rakennushankkeeseen. OECD:n Global Science Forum:in tekemän selvityksen<sup>4</sup> mukaan seuraava kiihdytinhanke voisi olla maailmanlaajuisena yhteistyönä rakennettava elektroni-positroni -lineaaritörmäytin. On ilmeistä, että CERNillä tulee olemaan merkittävä osuus lineaaritörmäytin suunnittelussa ja rakentamisessa sekä sillä tehtävässä tutkimuksessa laitteen lopullisesta sijoituspaikasta riippumatta. Esillä olevat sijoitusvaihtoehdot ovat tällä hetkellä Yhdysvallat, Saksa (DESY, Hampuri) ja Japani. Saksan DESY -laboratorion sup- rajohtava lineaaritörmäytinhanke (TESLA) on käsitelty Saksan hallituksen tiede- neuvostossa<sup>5</sup> ja se on saanut tieteellisesti ja teknisesti erinomaisen arvosanan. Kiihdytinhanke edellyttää joka tapauksessa kansainvälistä yhteisrahoitusta.

Subatomaarisen fysiikan *perustutkimusta* koskevat työryhmän suositukset ovat seuraavat:

- *HIP:n CERNiin liittyvää perustutkimusta kehitetään monipuolisena, kokeellisen subatomaarisen fysiikan eri osa-alueita kattavana toimintana. Siihen osallistuvat yliopistot vahvistavat kokeellisen fysiikan tutkimuspanostustaan.*
- *Ennen LHC:n tutkimuskäytön alkamista suomalaiset tutkijat osallistuvat mahdollisimman laajasti muihin kokeellisen hiukkasfysiikan tutkimushankkeisiin.*
- *Kokeellisen ja teoreettisen hiukkasfysiikan tutkimuksen yhteistyötä vahvistetaan.*
- *HIP ja sen jäsenyliopistot ylläpitävät yhdessä vahvaa kokeellisen suurenergiafysiikan tutkimusinfrastruktuuria Suomessa (esim. ilmaisinelaboratoriota).*
- *Suomen hiukkasfysiikan tutkimukselle on eduksi, jos LHC:n jälkeen mahdollisesti rakennettava lineaaritörmäytin sijoitetaan Eurooppaan. Suomalaiset kansainvälisen tiedepolitiikan vaikuttajat toimivat tulevan lineaaritörmäytin eurooppalaisen sijoitusvaihtoehdon puolesta.*

<sup>4</sup> Report of the consultative group on high energy physics, OECD, 2002

<sup>5</sup> Deutsche Wissenschaftsrat, 15.07.2002

## Sisällysluettelo

### 3.2 Soveltava tutkimus

Suurimittaisten tieteellisten kokeiden valmisteluun ja toteuttamiseen liittyy huomattavassa määrin soveltavaa tutkimusta ja teknologian kehitystyötä. CERNin koetoiminta sivuaa useiden eri alojen, kuten kiihdytin- ja ilmaisintekniikan, materiaalitieteen ja suurteholaskennan, soveltavaa tutkimusta. Monet tulokset löytävät sovelluksia muilta tutkimuksen aloilta, kuten esimerkiksi lääketieteestä (lääketieteellinen kuvantaminen ja kiihdyttimien terapeuttinen käyttö) ja energiatekniikasta.

LHC:n massiivisen tietojenkäsittelytarpeen vuoksi CERN toimii päävastuun kantajana hajautetun suurteholaskennan edellyttämän grid-teknologian (LHC Computing Grid) kehitystyössä. Grid-laskenta nähdään yleisesti seuraavan sukupolven ratkaisuna monille dataintensiivisille tutkimusaloille (esim. tähtitiede, ympäristötieteet, genomi- ja proteomipohjaiset biotieteet). Se voi tarjota myös huomattavia mahdollisuuksia kaupallisessa käytössä. Grid-laskentaa edistetään tällä hetkellä lukuisissa kansainvälisissä hankkeissa mm. EU:n ja pienemmässä mittakaavassa Pohjoismaiden rahoittamana. Fysiikan tutkimuslaitos on teknologiaohjelmansa kautta mukana grid-laskennan kehitystyössä.

*Soveltavaa tutkimusta* koskevat työryhmän suositukset ovat seuraavat:

- *HIP tiedottaa aktiivisesti CERNin tarjoamistmia mahdollisuuksista soveltavassa tutkimuksessa. Erityisesti painostetaan CERN-toiminnan hyödyntämistä terveys-, bio-, materiaali- ja ympäristötieteissä.*
- *HIP osallistuu näkyvästi ja aktiivisesti grid-laskennan kehittämiseen yhteistyössä CSC-Tieteellinen laskenta Oy:n, yliopistojen, yritysten ja muiden toimijoiden kanssa.*

### 3.3 Tutkijankoulutus

CERN-toimintaan liittyvillä fysiikan aloilla toimii Jyväskylän yliopiston koordinoima valtakunnallinen hiukkas- ja ydinfysiikan tutkijakoulu. HIP on tutkijakoulun sopimusosapuoli. Tutkijakoulutuksen kansainvälistämisen kannalta on tärkeää, että tutkijakoulu verkottuu alan eurooppalaisten tutkijakoulujen kanssa. Yhteistyötä Giessenin yliopiston (Saksa) ja Kööpenhaminan yliopiston (Tanska) kanssa ollaan jo aloittamassa.

CERNin tutkimustoiminnan pääalue on kokeellinen suurenergiafysiikka. Alalle määriteltäviä yliopistollisia opetusvirkoja on Suomessa vain kaksi (Helsingin yliopistossa professorin virka ja yliopistonlehtorin virka). Näin ollen muun varttuneen tutkijakunnan osallistuminen koulutukseen on korostunut. Senioritutkijoiden osallistuminen Suomessa tapahtuvaan tutkijakoulutukseen ja läsnäolo Suomessa on tärkeää riittävän ohjauksen turvaamiseksi ja yhteyksien säilymiseksi opiskelijoihin. Kansainvälisessä vertailussa alan professuurien lukumäärä Suomessa on poikkeuksellisen pieni, esimerkiksi Ruotsiin verrattuna.

## Sisällysluettelo

*Tutkijankoulutusta* koskevat työryhmän suositukset ovat seuraavat:

- *Suomen Akatemia pyrkii kohdistamaan tukea tutkijakoulujen kansainvälistymiselle.*
- *Kokeellisen suurenergiafysiikan ja CERN-toimintaa hyödyntävien tieteenalojen tutkijakoulutusta tulisi tehostaa. HIP vahvistaa yhteistyötään CERN-toiminnassa myös muiden kuin sopimusosapuolina olevien yliopistojen kanssa.*
- *CERNissä toimivan vartuneen tutkijakunnan osallistumista tutkijankoulutukseen edistetään.*

### 3.4 Teknologian kehittäminen ja teollinen hyödyntäminen

CERNissä tehtävä tutkimuslaitteiden kehitys- ja rakennustyö on vaativaa, monipuolista teknologiaa. Haasteellinen, suurimittainen teknologian kehitystyö voi johtaa tieteellisten tulosten lisäksi kaupallisesti hyödynnettäviin innovaatioihin ja yleiseen käyttöön tuleviin hyödykkeisiin. Esimerkkinä tällaisesta innovaatiosta on CERNin tutkijoiden tietokonepohjaiseen kommunikaatioon aikanaan kehittämä World Wide Web, josta on kehittynyt yleinen kommunikaatioväline.

CERNin ohjeellisenä tavoitteena on, että jokainen jäsenmaa saisi tilauksista osuuden, jonka rahallinen arvo vastaa noin kolmannesta jäsenmaksusta. LHC:n rakentamishankkeen tuomat tilaukset ovat ylittämässä tämän tavoitteen Suomen osalta selvästi. Cerntechin asiamiehen toiminta CERNissä on ollut ensiarvoisen tärkeää tilausten saamisessa suomalaisille yrityksille.

Nyky sääntöjen mukaan CERNin tilaukset osoitetaan pääsääntöisesti halvimman, tekniset vaatimukset täyttävän tarjouksen tehneelle jäsenmaan yritykselle, kuitenkin siten, että alhainen palautekerroin helpottaa tilausten saamista. Optimaalinen hankintapolitiikka edellyttäisi kuitenkin myös käyttöön liittyvien kustannusten huomioonottamista kokonaisedullisuuden arvioimiseksi.

CERNin kaltaisen organisaation hankinnoilla on erityistä merkitystä pienten ja keskiuurten yritysten kansainvälistymispyrkimyksissä, referenssihyötynä ja oppimiskenttänä. CERN-hankkeiden piirissä toimivien yritysten lukumäärää tulisi aktiivisesti pyrkiä lisäämään.

CERNissä toimii teknologiansiirto-osasto, joka edistää CERNissä tehtyjen innovaatioiden soveltamista. CERNin oma innovaatioiden kaupallistamistoiminta ("spillover") on vasta käynnistämävaiheessa. Tähän asti spillover-toiminta on jäänyt jäsenmaiden vastuulle.

CERN perustettiin aikanaan puhtaasti tieteen innoittamana eikä immateriaalioikeuksista ole sovittu yksityiskohtaisesti. Kehittyvän tietotekniikan aikana ja mahdollisten uusien jäsenmaiden tullessa mukaan yhteistyöhön on IPR-asioista<sup>6</sup> sovittava entistä tarkemmin.

<sup>6</sup> IPR=Intellectual Property Rights



## Sisällysluettelo

HIP:lla on varsinaisten tieteellisten ohjelmiensa lisäksi nk. teknologiaohjelma (12,3 henkilötyövuotta vuonna 2001). Siinä kehitetään sellaista suurenergiafysiikan tarpeista lähtevää teknologiaa, jolla on mahdollisia kaupallisia ja muita sovelluksia. Teknologiaohjelma on aiemmin kehittänyt mm. laajaa projektinhallintajärjestelmää (TUOVI) ja suuntautuu tällä hetkellä grid-laskennan kehittämiseen.

*Teknologian kehittämistä ja teollista hyödyntämistä* koskevat työryhmän suositukset ovat:

- *CERNin tieteellistä työtä tukevaa teknisen tutkimuksen ja yritysten tuotekehityksen julkista rahoitusta kohdistetaan erityisesti hankkeisiin, jotka avaavat kanavia teknologisesti merkittävään kansainväliseen tutkimukseen ja joissa syntyvällä osaamisella on laaja-alaisia sovellusmahdollisuuksia.*
- *CERN-toiminnan laaja-alainen ja pitkäaikainen teollinen hyödyntäminen edellyttää teknologia- ja elinkeinopolitiikan tavoitteista ohjattua kansallista aktivointitoimintaa. CERNin teollisen hyödyntämisen aktivointi tulee kohdistaa erityisesti pieniin ja keski-suuriin teknologiayrityksiin, jotka pystyvät hyödyntämään CERN-hankkeissa syntyvää osaamista CERN-toimitusten ulkopuolisessa liiketoiminnassaan strategisesti ja pitkävaikutteisesti.*
- *Yrityksille CERN-toimitukset muodostavat yhdessä muiden tieteen suurhankeorganisaatioiden (mm. ITER, ESO, ESRF) kanssa merkittävän teknologian kehittämisen ja liiketoiminnan ympäristön, jonka teollisen hyödyntämisen edistäminen tulisi toteuttaa koordinoitusti. Tästä syystä tieteen suurhankeorganisaatioiden toimitusten teknologiset ja kaupalliset mahdollisuudet tulee selvittää laajasti myös CERN-toiminnan ulkopuolelta ja määritellä tältä pohjalta koko tieteen suurhankekentän teollisen hyödyntämisen kattava toimintamalli sekä rahoitusperiaatteet yhteistyössä teollisuuden, Teke-sin ja Suomen Akatemian kesken. Tekes pyrkii osaltaan turvaamaan Cerntech-toiminnan jatkuvuuden edellyttämän rahoituksen selvitysvaiheen aikana.*
- *Suomen Council-delegaattien ja finanssikomitean jäsenien tulee toimia CERNin hankintapolitiikan muuttamiseksi tarkoituksenmukaisemmaksi ja IPR-asioiden selkeyttämiseksi. Tässä yhteistyö Pohjoismaiden ja muiden pienten maiden kanssa on tärkeää.*

### 3.5 Luonnontieteellinen yleissivistys

CERN tekee työtä kiehtovalla alueella, aineen rakenteen perimmäisten kysymyksiensä parissa. Sen toimintaan kuuluu oleellisena osana yleistajuinen tiedottaminen saavutetuista tuloksista. Tätä kautta voidaan myös innostaa nuoria hakeutumaan luonnontieteiden ja tekniikan pariin. CERN panostaa nykyisin tuntuvasti nk. Outreach-toimintaan. Suomessa toimii koulujen CERN-verkosto, joka palvelee sekä lukioiden modernin fysiikan opetusta että koulujen kansainvälistymistä. Verkoston puitteissa toteutetaan myös koululaisten vierailuja CERNiin. Opettajien jatko- ja täydennyskoulutukseen voidaan myös sisällyttää jakso CERNissä. Yhdessä ESan (European Space Agency) ja ESON (European Southern Observatory) kanssa CERN on pyrkinyt lisäämään koululaisten ja suuren yleisön tietoisuutta tutkimuksesta ja sen tuloksista yhteisillä kampanjoilla, esimerkiksi "Physics on Stage" -kampanjalla.

Internetin ja etäopiskelun mahdollisuuksia tiedonvälityksessä kokeillaan. Kohteena ovat suuri yleisö, koulut ja tutkijayhteisö.

*Luonnontieteellistä yleissivistystä* koskevat työryhmän suositukset ovat:

- *Yleistajuista tiedottamista CERNin tutkimustuloksista ja suomalaisten toiminnasta CERNissä lisätään.*
- *Opetushallitus hyödyntää yhteistyössä HIP:n kanssa CERNin tuottamia aineistoja ja CERN-yhteyksiä fysiikan kouluopetuksen kehittämisessä. HIP:n ja yliopistojen CERNissä toimivat tutkijat opastavat suomalaisia opettaja- ja lukiolaisvierailuja CERNissä yhteistyössä CERNin henkilökunnan kanssa.*

# 4 CERNin henkilökunta

CERNin tarjoamia työpaikkoja voivat hakea kaikki jäsenmaiden kansalaiset. CERNin henkilökuntaan kuuluu tällä hetkellä 33 Suomen kansalaista. He toimivat eri asteisissa tehtävissä. Ylemmissä johtotehtävissä ei ole yhtään suomalaisia ja muutenkin vähän Pohjoismaiden kansalaisia.

*Henkilökuntaa koskevat työryhmän suositukset ovat:*

- *Suomen kansalaisten urankehitystä CERNissä tuetaan aktiivisesti ja kannustetaan päteviä suomalaisia hakemaan CERNin toimia. Tässä toimitaan mahdollisuuksien mukaan yhteistyössä muiden pienten jäsenmaiden kanssa.*
- *Suomalaisia tutkijoita ja asiantuntijoita rohkaistaan hakemaan CERNin Fellow- ja Associate-paikkoja.*

*Suomi on osallistunut menestyksellisesti CERN:issä tehtävään tutkimustyöhön jo 60-luvulta lähtien, vaikka jäsenmaana Suomi on ollut vasta vuodesta 1991 alkaen. Suomen CERN-toiminnan tavoitteet liittyvät perustutkimukseen, soveltavaan tutkimukseen, tutkijankoulutukseen, teknologioiden kehittämiseen ja teolliseen hyödyntämiseen sekä luonnontieteellisen sivistyksen edistämiseen.*

*Tavoitteisiin pääsemiseksi on laadittu ehdotus strategiaksi, joka linjaa CERN:iin liittyvien toimijoiden pyrkimyksiä, ja konkreettisia toimintamalleja ja ehdotuksia. Useimmat käsitellyistä kysymyksistä ovat nousseet esille vuonna 2001 työskennelleen kansainvälisen Suomen CERN-toimintaa arvioineen paneelin raportista.*

ISBN 951-715-422-4 (print)  
ISBN 951-715-423-2 (pdf)  
ISSN 0358-9153

Tilaukset:  
Suomen Akatemia  
PL 99, 00501 Helsinki  
p. 09 7748 8346,  
f. 09 7748 8372  
viestinta@aka.fi  
www.aka.fi