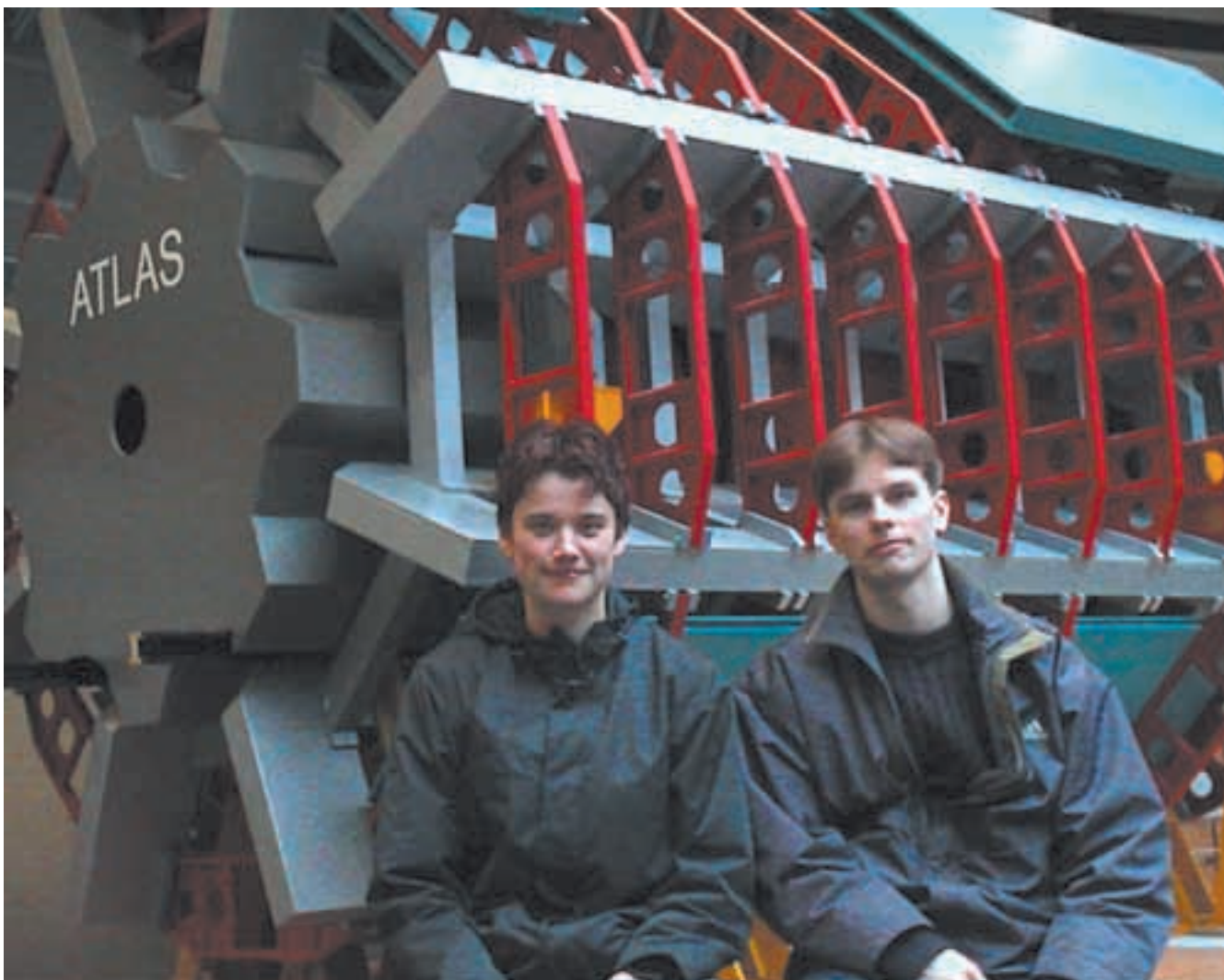


CERN



Lukiolaisten tiedeopiskelu 2003

Fysiikan opiskelua vaihtoehtoisella suoritustavalla



Kirsi Hänninen (vas.) ja Pasi Sarkkinen istumassa ATLAS-koeseman pienoismallin edessä CERNin hallintorakennuksen kahvilassa.

KIRSI HÄNNINEN JA PASI SARKKINEN, OAMK/RAAHE

Oulun seudun ammattikorkeakoulun Raahan tietokonetekniikan ja liiketalouden yksikön insinööriopiskelijat **Kirsi Hänninen** ja **Pasi Sarkkinen** suorittivat modernin fysiikan opintonsa osallistumalla seutukunnan tiedeopetusprojektiin. Projektin huipentuma oli matka hiukkasfysiikan mekaan CERNiin.

Mikä ja missä on CERN?

CERN, Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, maailman suurin hiukkasfysiikan tutkimuslaitos Sveitsin ja Ranskan rajalla on loistava esimerkki kan-

sainvälisestä yhteistoiminnasta. Jäsenvaltioita on kaikkiaan 20, ja työntekijöistä löytyy yli 80 eri kansallisuutta. Suomi on ollut CERNin täysivaltainen jäsenvaltio vuodesta 1991.

Cernissä tehdään puhdasta perustutkimusta kuten selvitetään esimerkiksi, mitä materia on, mistä se tulee ja kuinka se pysyy koossa. Perustutkimuksen ohella sillä on myös tärkeä rooli tulevaisuuden teknologian kehittämisessä. CERN on aina ollut sekä tieteellisesti että teknisesti hyvin edistysellinen. Nykyisistä tiedonsiirtotekniikoista ehkä merkittävin, World Wide Web, kehitettiin alunperin CERNin ja sen yhteistyötahojen väliseen kommunikaatioon.

Tällä hetkellä CERN keskittyy

rakentamaan vuonna 2007 valmistuvaa Large Hadron Collider -hiukaskiihdytintä. Uuden kiihdyttimen avulla uskotaan havaitavan ensimmäisenä maailmassa Higgsin bosoni, alkeishiukkanen, jonka pitäisi selittää massan olemassaolo.

Harvinaisen hiukkasen havaitsemiseen vaaditaan ennennäkemätön määrä sekä kiihdytys- että havainnointitehoa. Näihin haasteisiin CERN vastaa uudella LHC -kiihdyttimellä, joka on noin sata kertaa edeltäjänsä Large Electron Positron Collideria (LEP) tehokkaampi.

Tutkimuslaitoksen palveluksessa työskentelee vakituisesti noin 2500 henkilöä, tutkijoita, insinöörejä ja teknisten alojen erikoisosaajia. Suomalaisia heis-

tä on noin 100 tutkijaa. Heidän lisäksi tarvitaan toki kattava joukko tärkeää rakennuksen toimintaa ylläpitävää henkilökuntaa. Varsinkin talvella, jolloin koikeita ei kalliin sähkön vuoksi suoriteta, havaitsee helposti, miten paljon eri alojen taitajia CERNissä ahkeroi. Fysiikan lisäksi erikoisaloista mainittakoon esimerkiksi tietotekniikka, elektroniikka, sähkö ja mekaniikka, sekä hallinnolliselta puolelta rahoitus-, kirjanpito-, laki- ja henkilöstöhallinto sekä hankintaosasto. CERNin vuotuinen budjetti on noin 700 000€.

Insinöörin tehtäviin CERNissä kuuluu luonnollisesti omalla erikoisosaamisalueella uuden tai entistä paremman teknologian tutkiminen ja kehittäminen,

mutta sen lisäksi myös pr-työtä erilaisissa esittelyissä ja seminaareissa sekä opiskelijoiden ohjausta.

Projektin eteneminen

Etukäteen tutustuimme aihealueisiin kirjojen, verkkomateriaalin ja cd-rompun muodossa. Lisäksi suoritimme fysiikan laboratoriossamme magneettikentän ja elektronin ominaisvarauksen mittauksia.

Paikan päällä CERNissä meitä odottikin tiivis aikataulu luentoineen ja mittauksineen sekä mittausasemiin tutustumisineen. Tutkijoiden ja insinöörien haastattelut sekä erinäiset ryhmätyöt olivat omiaan syventämään tietopakettia. Toki aikaa oli varattu myös Cernin ja ympäristön kansainvälisyyteen (esimerkiksi YK Genevessä) sekä Sveitsin ja osin myös Ranskan upeisiin nähtävyyksiin.

Kotiinpaluu kymmenen päivän reissulta koitti 14.4. Edessä oli vielä ryhmätöiden työstäminen ja niiden julkinen esittäminen sekä meillä amk-opiskelijoilla www.ratol.fi/cern -sivujen viimeistely.

Voisiko tätä hyödyntää enemmänkin?

CERN on tarjonnut parhaille suomalaisopiskelijoille mahdollisuuden tehdä opinnäytetyö-

tään tutkimuslaitoksen leivissä ja monet ovat tätä tilaisuutta myös hyödyntäneet. Työkokemus CERNistä onkin erittäin arvostettua niin tiede- kuin teollisuuspiireissä ja todellinen timanttiviiva CV:ssä.

Ammattikorkeakoulun ja CERNin yhteistyötä olisi varmasti mahdollisuus tiivistää ja kehittää. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla vaikkapa vaihto-opiskelijajärjestelmän rakentaminen akselille OAMK-CERN-lähiyliopisto (Lyon tai Lausanne) tai pelkästään OAMK-CERN, jolloin opiskelu CERNissä toteutuisi käytännön oppimisjaksolla ja työharjoittelulla.

Allekirjoittaneiden tunnelmat CERN:stä ja projektista.

Hyvän opettajan tunneilla oppii paljon, mutta kun asut keskellä maailman suurinta fysiikan tutkimuslaitosta ja teorian tuntien jälkeen näet kaiken saman käytännössä, niin ainakin me allekirjoittaneet olemme oppineet yhdessä viikossa hahmottamaan modernin fysiikan kokonaisuuden paremmin kuin kertaakaan aiemmin.

Samalla se on lisännyt todella paljon paitsi kiinnostusta, myös arvostusta fysiikkaa kohtaan.

Kiitos CERN!
Kiitos OAMK/Raahan yksikkö!



Opintomatkalaiset tutustumassa YK:n suureen istuntosaliin Genevessä.

ATLAS-koeaseman talousjohtaja Markus Nordberg:

“Cernin tärkein resurssi on ihmiset”



Markus Nordberg kertoi luennollaan elävästi tieteellisestä tutkimuksesta CERNissä.

TAUNO RAJANIEMI,
PYHÄJOEN LUKIO

Juttelin ATLAS-kokeen talousjohtajan **Markus Nordbergin** kanssa hänen toimistorakennuksensa aulakahviossa. Taustal-

taan Markus on fyysikko, ja hän tuli CERNiin ensimmäisen kerran jo vuonna 1984 tarkoituksenaan hankkia kansainvälistä projektikokemusta ja samalla tehdä myös taloustieteen väitöskirjansa valmiiksi ennen paluuta Suo-

meen. Toisin kuitenkin kävi, CERNin mielenkiintoiset haasteet veivät mukanaan ja nykyään hän on vastuussa ATLAS-kokeen rahoituksesta.

Huolimatta siitä, että miljardiluokan projektin talousasiat

täyttävät kalenterin, Markukselta löytyy aina aikaa myös CERNissä vieraileville opiskelijoille. Pikaiseksi palaveriksi suunniteltu tapaamisemme venähti parituntiseksi vilkkaaksi keskusteluksi.

Markus sanookin, että nuorten lahjakkaiden opiskelijoiden tapaaminen on erittäin tärkeää, CERNin tärkein resurssi eivät suinkaan ole laitteet ja rakennukset vaan ihmiset. Vaikka vierailullamme tutustumekin ainutlaatuisiin tutkimuslaitteistoihin, tärkeintä meillekin on päästä tapaamaan maailman huippututkijoita. Mikäli tullessamme kuvitelimme huippututkijoiden olevan vaikeasti lähestyttäviä hajamielisiä professoreja, emme olisi voineet enempää erehtyä! Markus osaa todellakin ottaa yleisönsä, hän on eloisa keskustelijana, joka tuntuu olevan kiinnostunut kaikesta, myös keskustelukumppaninsa mielipiteistä.

Koulun tulisi kannustaa aktiivisuuteen ja uteliaisuuteen

Kouluaikoinaan Markus sanoo olleensa vaikeuksissa opettajiensa kanssa, aktiivisuus ja huomion herättäminen oli tuolloin negatiivinen asia. Hän toivookin koululaitoksen antavan nykyään enemmän tilaa oppilaiden aktii-

visuudelle ja innovatiivisuudelle; asioihin on syytä jäädä tulkinallista vapautta, kaikkea oppikirjoissa olevaa ei pidä sokeasti uskoa.

Oppilaidenkin olisi syytä pohdita perimmäisiä kysymyksiä, esimerkiksi mitä massa on tai “Mistä tiedetään, että ...

Voimakkaimpia tornikokemuksia oppilas-Markukselle kouluaikoinaan oli matematiikan opiskelu keskikoulussa ja **Taylorin** Mustat aukot-kirjan herättämä kiinnostus fysiikan ongelmiin lukiossa. Hän oivalsi, ettei fysiikan asioita ymmärrä ellei opiskele matematiikkaa eikä koulun oppikirjoissa olekaan kaikki tieto ja totuus. Kiinnostus tiedekirjallisuuteen onkin säilynyt, Markus suositteli meillekin luettavaa **Enqvistin, Daviesin** tai **Kakun** teoksia.

Jos haluaa vaikuttaa, on avattava suunsa

Suomalaisten nuorten olisi Markuksen mielestä kehityttävä vielä avoimmiksi ja rohkeammiksi kommunikoidaan - kansainvälisissä yhteisöissä ei pärjää eikä saa ajatuksiaan läpi ellei osallistu aktiivisesti keskusteluun. Suomessa on totuttu siihen, että hiljaa nurkassa istuvat tyypit ovat yleensä ne, jotka eniten ymmärtävät asiasta. Hiljaa kuuntelevia suomalaisia pi-

detään kuitenkin Keski-Euroopassa helposti heikkolahjaisina, arvellaan, etteivät he pysty ymmärtämään keskustelua. Suomalaisilla opiskelijoilla ja tutkijoilla on tästä kulttuurierosta huolimatta CERNissä erittäin hyvä maine. Ilmeisesti suomalaisten kansanluonnetta on opittu ymmärtämään. Markukselle usein sanotaankin: “Mistä tuollaisia opiskelijoita tulee, täällä tarvittaisiin niitä lisää!”

Elämme mielenkiintoisia aikoja

CERNin uusi LHC-kiihdytyn valmistuu vuonna 2007, teknologisia ongelmia on luonnollisesti yhä jäljellä, mutta välillä vaikealta näyttänyt rahoitustilanne on nyt kunnossa ja projekti voi edetä aikataulussaan. Tuolloin CERNissä on odotettavissa paljon uutta mielenkiintoista tietoa, esimerkiksi Higgsin hiukkasesta tai supersymmetrisistä hiukkasista – ennustaapa teoria ATLAS-kokeen synnyttävän mini-mustia aukkoja. Hiukkasfysiikoille on tulossa mielenkiintoinen tutkimusvaihe, käsitksemme aineen olemuksesta saattaa hyvinkin vaatia suuria korjauksia. Toivottavasti tutkimuksissa on mukana myös paljon suomalaisia lahjakkaita nuoria tutkijoita.

Vahvistaako uusi jättikiihdytyn teorian?

JOHANNES RÄSÄNEN,
RAAHEN LUKIO

CERNissä rakennetaan maailman suurinta hiukaskiihdytintä, joka käynnistyy vuonna 2007. Kiihdytyn on rakenteeltaan ympyrämuotoinen synkrotroni, joka sijoitetaan noin 100 metriä maan alla olevaan 27 kilometriä pitkään tunneliin. Uudessa kiihdyttimessä protonisuihkut törmäävät vastakkain lähes valonnopeudella. Yksittäisen protonin energia on 7 TeV, mutta suihkujen törmämisestä vapautuva energia vastaa kahden täyden vauhtia kiitävän pendolino-junan nokkakolaria. Törmäyksessä saavutettava energiatiheys vastaa suuruudeltaan sitä, joka vallitsi sekunnin murto-osa alkuräjähdyksen jälkeen. Osa törmäyksessä vapautuvasta energiasta muuttuu aineeksi, jolloin syntyy lukuisia hiukkasia. Standardimallin mukaan tällöin pitäisi löytyä vielä hukassa olevia niin kutsuttuja Higgsin kentän hiukkasia.

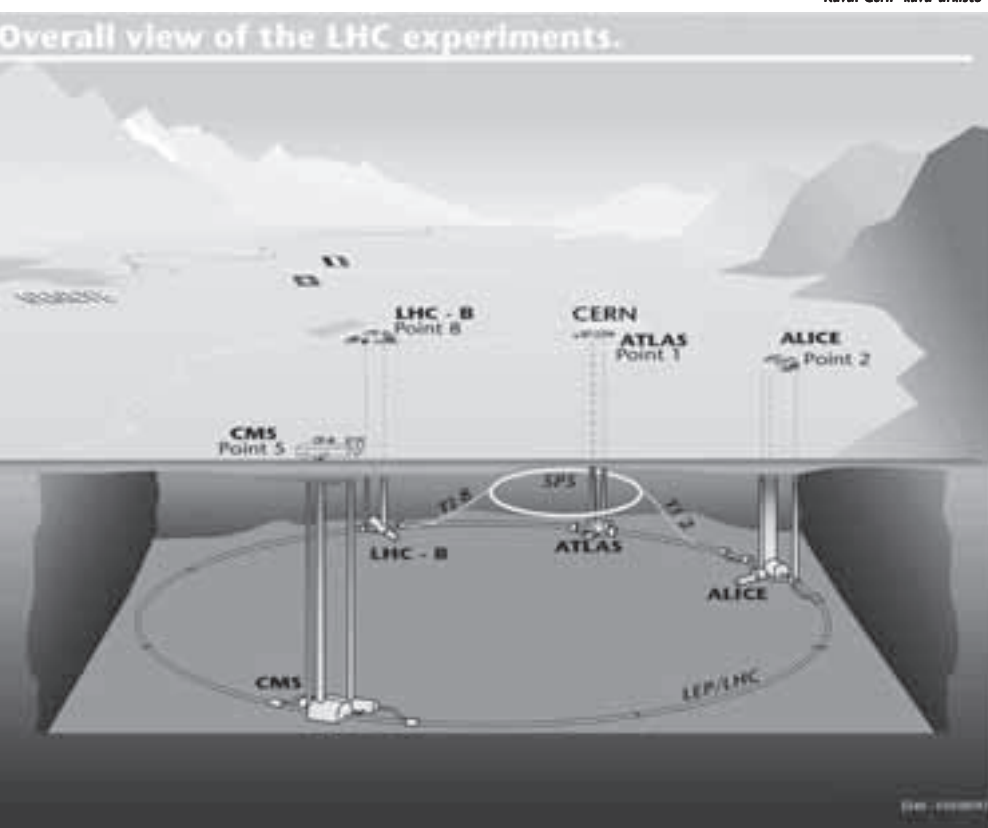
Salaperäinen Higgsin hiukkanen

Mitä on massa? Tiedämme, että massa aiheuttaa painovoimaa, vastustaa nopeuden muutosta, toisin sanoen raskas esine kiihtyy hitaammin. Nykyfysiikan perustavin ja syvällisin teoria on Standardimalli. Se selittää maail-

mankaikkeuden perusvuorovaikutukset ja voimat painovoimaa lukuun ottamatta. Se selittää myös, mistä hiukkasista maailmankaikkeus on rakentunut. Teoria edellyttää niin sanotun Higgsin kentän ja sen kvantin, Higgsin hiukkasen, olemassaoloa. Vuorovaikutuksessa muiden hiukkasten kanssa Higgsin kenttä antaa niille massan. Higgsin hiukkasen energian oletetaan olevan yli sata kertaa suurempi kuin protonin energia. Vanhan LEP-kiihdyttimen energia ei riittänyt tuottamaan Higgsin hiukasta, mutta uuden LHC-jättikiihdyttimen energian pitäisi ainakin periaatteessa riittää helposti. Hiukkasesta saatavat mittaukset antavat viitteitä siitä, mihin suuntaan Standardimallia on edelleen kehitettävä. Jos hiukasta ei löydetä, on fysiikan perusteissa jotain todella pahasti pielessä ja edessä on mullistus fysiikassa.

Näkyvätön pimeä aine ja maailmankaikkeuden kohtalo

Galaksien liikkeistä tähtitieteilijät ovat laskeneet, että galakseissa ja koko maailmankaikkeudessa on ainakin kymmenen kertaa enemmän ainetta, kuin mitä pystymme tarkimmillakaan laitteilla havaitsemaan. Puuttuvaa massaa on alettu nimetä pime-



LHC -tunneli sijaitsee 104 metriä maan alla. Kuvassa näkyy koeasemien sijainti ja kiihdytintunnelit.

äksi aineeksi. Nimi juontuu siitä, että pimeä aine ei vuorovaikuta millään tavalla sähkömagneettisen eikä vahvan vuorovaikutuksen kanssa. Se menee läpi kaikesta aineesta aiheuttamatta minkäänlaista havaittavaa ilmiötä. Ainoa vuorovaikutus, jonka pimeä aine tuntee, on painovoima, joka aiheuttaa gravitaatiota.

Hyvin todennäköisesti pimeä aine ei ole pölyä, kaasua, alkeishiukkasia tai mitään tuntemamme materiaa. Nykykäsityksen mukaan pimeä aine voisi olla toistaiseksi tuntemattomia supersymmetrisiä hiukkasia. CERNiin tulevan LHC-kiihdyttimen ilmaisimet saattavat löytää myös supersymmetrisiä hiukka-

sia, mikä antaisi vahvan sysäyksen “kaiken teorian” kehittämiseen. Kaiken teoria yhdistäisi painovoiman muiden perusvuorovaikutusten kanssa yhdeksi saumattomaksi kokonaisuudeksi. Materian ja pimeän aineen yhteenlaskettu määrä ratkaisee, pysähtyykö maailmankaikkeuden laajeneminen, jolloin avaruus al-

kaisi luhistua kasaan – tilanteeseen, joka vallitsi ennen alkuräjähdyttä. Toinen mahdollisuus on, ettei materiasta aiheuttava painovoima riitä pysäyttämään laajenemista, jolloin maailmankaikkeuden kohtalona on ikuinen pimeys.

Suomi hyötyy kiihdytynprojektista

Suomi, kuten muutkin jäsenmaat, maksavat jäsenmaksua CERNiin. Suomi on kuitenkin siinä mielessä onnellisessa asemassa, että CERNin tilaukset suomalaisyrityksiltä kuittaavat jäsenmaksun moninkertaisesti. Esimerkiksi Outokumpu Oy on CERNin suurin huippupuhtaan kuparin ja suprajohteissa käytettävän niobititaanin tuottaja.

CERNin tilaukset ovat synnyttäneet jopa suuria suomalaisia menestystarinoita. Metso Powdermetin innovaatio, pulverimetallurgia, sai hyvin lämpimän vastaanoton CERNissä. Suomalais teknologialla valmistetut hiukaskiihdyttimien päätykupolit täyttivät kaikki CERNin vaatimukset. CERNin tilaus on lisännyt pulverimetallurgian tunnettavuutta ja parantanut Metso Powdermetin asemaa kansainvälisillä markkinoilla.

Kuva: Cern -kuva-arkisto

Johde, parempi johde, suprajohde

MIKKO LUOTO JA
ILKKA POHJANEN,
PYHÄJOEN LUKIO

Moni on varmasti nähnyt sci-fi elokuvia, joissa lentävät autot ovat arkipäivää. Mutta miksei tätä monta vuosikymmentä vanhaa ideaa ole saatu sovellettua edes nykypäivän teknologian avulla? Se johtuu siitä, ettei tämä ole taloudellisesti kannattavaa. Tulevaisuudessa tämä voisi kuitenkin olla, korkealämpötilan suprajohteiden avulla.

Suprajohtavuus tarkoittaa sellaista aineen tilaa, jolloin aine ei vastusta lainkaan sähkön kulkua. Monet tuntemamme alkuaineet ovat suprajohtavia, mutta se vaatii niiden lämpötilan laskemista hyvin alhaiseksi, lähelle absoluuttista nolapistettä (-273°C). Usein suprajohteina käytetäänkin yhdisteitä, jotka muuttuvat suprajohteiksi korkeammissa lämpötiloissa kuin alkuaineet. Nykyisin eniten käytettävä yhdiste on niobititaani (NbTi).

Fyysikot ja tutkijat CERNissä ja ympäri maailmaa yrittävät

löytää ja kehitellä suprajohteita, jotka toimisivat huoneenlämmössä. Tässä ei kuitenkaan ole päästy vielä merkittäviin tuloksiin.

Huoneenlämmössä toimivien suprajohteiden metsästys

CERNissä työskentelevä fyysikko **Jaakko Koivuniemi** ei ole kovin optimistinen suprajohteiden tulevaisuudesta. "Voi olla, että joskus löydetään sellaisia suprajohteita, jotka toimivat huoneen lämpötilassa, tai sitten ei. Eli tilanne on sama kuin tieteellisissä tutkimuksissa yleensäkin, sitä ei voi ennalta tietää."

Koivuniemen kriittinen suhtautuminen johtuu siitä, että korkealämpöisten suprajohteiden kriittistä lämpötilaa ei ole pystytty nostamaan



Jaakko Koivuniemi luennoi suprajohtavuudesta.

1980-luvun jälkeen. Tällainen suhtautuminen on myös tieteessä oikea suhtautumistyyli,

sillä tieteessä ei saa mitään asiaa pitää varmana, vaan lähes kaikki on kyseenalaistettava.

Huoneenlämmössä toimivien suprajohteiden ansiosta saisimme aikaan huikkeitä säästöt energian ja sähkön kulutuksessa. Voisimme rakentaa esimerkiksi ilmassa leijuvia levitaatiojunia, joiden kitka olisi pienempi ja jotka ovat myös saasteettomampia kuin nykyiset junat. Nykyiset sähkölinjat voitaisiin korvata suprajohteilla, jolloin säästettäisiin paljon sähköä, sillä energiahukkaa ei tapahtuisi lainkaan.

Suprajohteiden käyttö CERNissä

CERNissä suprajohteita käytetään vuonna 2007 valmistuvassa LHC-kiihdyttimessä. LHC-kiihdytintä on ympyrän muotoinen hiukkaskiihdytin, jonka halkaisija on noin kymmenen kilometriä ja ympärysmitta noin 27 kilometriä.

Koska kiihdytintä on ympyrän mallinen, täytyy hiukkaset saada käännettyä kaarteissa, etteivät ne törmäisi kiihdyttimen seiniin. Tämä ohjaaminen tapahtuu voimakkaiden magneettien avulla, jotka on valmistettu suprajohteista. Näitä ohjaavia magneetteja sanotaan dipoleiksi. LHC-kiihdyttimessä näitä dipoleita on yhteensä 1232 kappaletta, ja nämä pystyvät tuottamaan 8,76 teslan magneettikentän. Kiihdyttimessä käytetään myös magneetteja, jotka kasaavat hiukkassuihkuja, niitä kutsutaan kvadropoleiksi.

Ilman suprajohtavia magneetteja LHC-kiihdyttimen rakentaminen ei olisi mahdollista, koska ilman niitä ei saada luotua riittävän suurta magneettikenttää. Magneettikentän avulla hiukkasia ohjataan kiihdyttimessä.

LHC-kiihdyttimen päätyvät korkealuokkaiset dipolimagneetit ovat peräisin Suomesta. Ne valmistetaan Outokummun Porin tehtaalla. Tällä hetkellä suurin osa maailman suprajohteutuotannosta menee CERNiin.

Antimateria - vastaus kaikkiin kysymyksiimme?

TOMI KESKITALO JA
HEIKKI PÄRKKÄ,
PYHÄJOEN LUKIO

Sveitsiin kohdistuneen opintomatkamme aikana tutustuimme Cernin toimintaan ja erityisesti antimaterian tutkimiseen Cernissä. Maailman suurimmassa fysiikan tutkimuskeskuksessa on pystytty luomaan antiainetta jo useamman kymmenen tuhannen antivyatomin verran. Antivytyä on pystytty luomaan jo sen verran paljon, että kohta pystytään tutkimaan antivedyn ominaisuuksia tarkasti.

Mitä tämä antiaine sitten on? Tavalliselle pulliaiselle sana antiaine ei kerro paljoakaan, mutta fyysikoille käsite antimateriasta alkoi tulla tutuksi jo 1900-luvun alussa. Lyhyesti kerrottuna antiaine on muuten samanlaista kuin tavallinenkin aine, mutta sen rakenneosat ovat varaukseltaan päinvastaisia. Tästä seuraa se, että esimerkiksi elektronin

antihyökkäen on positroni.

Miksi tätä antimateriaa sitten tutkitaan? Fysiikoiden mukaan maailmankaikkeuden alkuräjähdyksessä on syntynyt materiaa ja antimateriaa yhtä paljon. Meidän maailmamme koostuu kuitenkin pelkästä materiaasta. Tämän tiedämme siitä, että materian ja antimaterian kohdassa ne anihiloituvat eli räjähtävät rajusti. Tällaista anihiloutumista ei kuitenkaan ole tavattu maailmankaikkeudessamme. Vain mitättömiä määriä antimateriaa on havaittu kosmisessa säteilyssä ja kaukaisten galaksien ytimissä. Antimateria on siis kadonnut jonnekin. Miksi ja mihin, sitä fyysikot yrittävät selvittää.

Tuottaessaan antimateriaa tutkijat yrittävät löytää sitä mahdollista pientä eroa, jonka ansiosta materia voitti antimaterian alkuräjähdyksen seurauksena. Tutkijat Cernissä elävät siinä toi-

vossa, että pääsevät vuoden päästä vertaamaan antivedyn lähettämää spektriä vedyn spektriin. Myös painovoiman vaikutuksia antiveityn aiotaan testata. Jotkut tutkijat ovat olleet jopa sitä mieltä, että antimateria putoaisi ylöspäin. Lukuun ottamatta antihyökkäsen ja hiukkäsen varauksen vastakkaisuutta, varauksista ei ole löydetty vielä mitään muuta eroa. "Hiukkäsen ja antihyökkäsen varauksia on tutkittu jo 10⁻¹⁰ tarkkuuteen saakka, mutta mitään eroa ei ole vielä löydetty", tarkentaa Cernin fyysikko **Michael Doser**. Jos pienen pieni ero löydetäisiin, se olisi todella suuri onnistuminen tutkijoille ja selittäisi maailmankaikkeuden aivan uudella tavalla.

Cernissä on meneillään kolme antimateriaan keskittyvää koetta. Kokeet Athena ja Atrap keskittyvät tutkimaan antivedyn ominaisuuksia. Antivytyä valmistetaan tyhjiössä koneessa, jota kutsutaan antiprotonihidastimeksi. Asacussassa otetaan tavallinen heliumatomi ja korvataan sen elektroni antiprotonilla. Antimateriatehtaalla antiprotonia saadaan törmäyttämällä protoneja kohtioon. Kun antiprotonit on saatu luotua, ne laitetaan magneettiseen häkkiin yhdessä positronien kanssa. Näin saadaan siis antivytyä.

Antimateria kiinnostuksemme kohteena

Kävimme Cernissä Michael Doserin luennolla ja vieraillessa antimateriatehtaalla koko ryhmän kanssa. Lisäksi kävimme antimateriaan keskittyneen ryhmän kanssa haastattelemassa Doseria ja näin saimme melko hyvän kuvan antimaterian tutkimisesta Cernissä. Kysyimme Doserilta, missä antimateria mahdollisesti voisi piileksiä, jos mitään eroa materian ja antimaterian väliltä ei löydy. Doserilla

oli esimerkiksi seuraavanlaisia mahdollisuuksia antimaterian selittämiseksi: "Antimateria voisi piileksiä uusissa olotiluuksissa tai toinen mahdollisuus olisi pimeä avaruus." Kaikista todennäköisimpänä Doser kuitenkin pitää sitä, että materian ja antimaterian välillä vallitsee jonkinlainen epäsymmetria, jonka ansiosta materiaa jäi yli ja tästä voimme kiittää koko olemassaoloamme.

Jos antimateriaa tulevaisuudessa pystytään tuottamaan yhä suurempia määriä ja antimaterian varastoiminen helpottuisi,

voisi antimateriaa käyttää monella tavalla hyödyksi. Tulevaisuudessa antimateriaa voitaisiin hyödyntää avaruusaluksissa polttoaineena. Pienikin määrä antiainetta riittäisi avaruusaluksen polttoaineeksi lähes loputtomasti. Tähän päivään mennessäkin antimateriaa on jo pystytty hyödyntämään lääketieteessä. Erityisesti PET-kuvauksessa, jossa pystytään tuottamaan tarkkoja kuvia elimistön kudoksista. Tulevaisuus näyttää, kuinka suureen rooliin antimateria nousee, mutta varmaa on se, että lisää tietoa saadaan jatkuvasti.



Opintomatkalaiset katsomassa antimateriatehtaan hiukkaskiihdytintä. Kuvassa Matti Alanen.

Supertietokoneen tehoa kotiin kannettuna?

MATTI BÄCKMAN JA
JUHA HYVÄRINEN,
PYHÄJOEN LUKIO

Jokainen PC-tietokoneen omistaja on varmasti joutunut tilanteeseen, jossa uusi ohjelma tai peli on toiminut todella surkeasti vain noin vuoden ikäisessä koneessa. Miltä kuulostaisi tilanne, jossa uusimmatkin ohjelmat ja pelit toimisivat yhtä sujuvasti monta vuotta vanhalla koneellasi, kuin vasta kaupan hyllyltä kannetussa? Tämä on DataGrid -projektin eräs tavoite, valaisee yksi projektin ohjelmioijista, **John White**.

DataGrid on hajautettu laskentaverkko, joka tähtää siihen, että suurten koneiden ylimääräinen laskentateho voidaan jakaa ympäri maailman muille verkon käyttäjille. Nämä taas vastaavasti hyötyvät itse saadessaan käyttöä muiden koneiden yli jäävää tehoa sitä tarvitessaan. Yritykset voivat myös kiinnittää verkkoon palvelimia, joiden tehoa ja tallennuskapasiteettia ne tarjoavat vuokralle sitä tarvitseville. Näin esimerkiksi yksityinen ihminen voi ostaa tehoa verkosta, jolloin hänen ei tarvitse investoida kaluun laitteisiin, joita kuitenkin tarvitsisi vain silloin tällöin.

Projekti laitettiin alulle, koska CERNin uusi vuonna 2007 valmistuva LHC-kiikahdytin vaatii tuottamiensa tutkimustulosten käsittelyyn laskentatehoa niin suurina määrinä, ettei sitä voi yksikään yksittäinen laitos tarjota, vaan tehoa täytyy kerätä monista yhteisöistä ympäri maailman. Tavoite on saada suurimpia tutkimuslaitoksia, yliopistoja ja yrityksiä kiinnitettyä Gridiin ennen varsinaisten kokeiden aloittamista. Tällöin tutkimustulokset varastoidaan ja käsitellään ympäri maailmaa sijaitsevilla tietokonekeskuksissa.

Kanadalainen John White on Helsingin fysiikan instituutin



Juhani Kaukoranta (Raahen lukion opettaja) (vas.), Matti Bäckman ja Juha Hyvärinen (Pyhäjoen lukio), John White, Pasi Sarkkinen (OAMK/Raaha) ja Ari Pitkänen (Ruukin lukio). Kuva on otettu haastattelun jälkeen CERNin toisen kahvilan ulkopuolella.

palkkalistoilla ja työskentelee CERNissä DataGridin parissa. Hän itse vertasi projektin tulevaisuutta sähköverkon toimintaan: "Ihmiset eivät välitä, mistä sähkö tulee tai miten se on tuotettu, kunhan sitä on saatavilla nappia painamalla. Samoin tulisi DataGridin toimia. Tällöin laskentatehoa tulisi verkosta, eikä ihmisten tarvitsi miettiä, mistä se on peräisin, kunhan sitä on tarvittaessa saatavilla."

Gridistä hyötyä vain tutkijoille?

White uskoo DataGridin autta-

van tutkimustyötä paljon laskentatehoa vaativilla aloilla, joista hän mainitsee esimerkiksi hiukkasfysiikan, lääketieteen sekä tähtitieteen. Tavallisille ihmisille tämä voisi näkyä esimerkiksi sairaaloissa tehtävien tutkimusten nopeutumisena. Tällöin tutkimustuloksien odottamiseen tuhlautuisi aikaa viikkojen sijasta vain muutamia minutteja tai tunteja, mikä osaltaan voisi laskea tutkimusten hintaa ja parantaa hoitoennustetta. Lisäksi pienillekin paikkakunnille saatettaisiin pystyä hankkimaan edistyneitä tutkimuslaitteita, kun niiden tarvitsema laskentateho

saataisiin verkosta halvalla tai jopa ilmaiseksi.

Luottamuksellisten tietojen salassa pysyminen Gridissä varmistetaan siten, että kaikki liikenne on salattua, eikä sitä niin ollen voi "salakuunnella". Käyttäjien tunnistus tapahtuu sertifikaattien avulla, jollaisen jokainen Gridin käyttäjä voi hankkia itselleen. Sertifikaatin avulla hänet voidaan tunnistaa Gridissä, ja sen myöntäjästä riippuen sillä saa käyttöoikeuksia eri palvelimille. Jokainen käyttäjä voi myös määrittellä omalle koneelleen listan sertifikaateista, joiden omistajilla on lupa käyttää konetta. Näin koneen omistaja voi halutessaan tukea esimerkiksi CERNin tutkimusprojekteja, mutta jättää yksityiset käyttäjät koneensa ulkopuolelle. White mainitsi esimerkkinä ei-toivotuista sertifikaateista erään järjestön myöntämät sertifikaatit, joita myönnettiin ilman henkilötietojen varmistusta kenelle tahansa. Pian näitä sertifikaatteja alettiin väärinkäyttää ei-toivotun materiaalin levittämiseen ja säilyttämiseen verkossa. Tämän seurauksena kyseiset sertifikaatit pääsivät "mustalle listalle", eikä niitä enää kelpuuteta juuri minnekään.

Grid vielä kehitysasteella

Eniten kehittämistä vaativa osa-alue on tällä

hetkellä Gridin toiminnan valvonta. Valvonta pitäisi sisällään lähinnä keinoja, joilla voidaan estää vihamielisen koodin, esimerkiksi virusten, tai ohjelmointivirheiden haitallinen vaikutus sitä suorittaviin koneisiin. Jos kukaan ei varsinaisesti valvo, minkälaisia ohjelmia palvelimilla suoritetaan, olisi niihin helppo ujuttaa jotain koneen jumittavaa ohjelmakoodia. Tällä tavoin olisiikin erittäin helppo hakkeroida DataGridissä olevia palvelimia. Toinen suuri vailla ratkaisua oleva ongelma on se, kuinka suuret tietomäärät jaetaan palvelimien kesken. Tällä hetkellä kehittäjät keskustelivat siitä, pitäisikö järjestelmän jakaa tutkittava informaatio automaattisesti eri koneiden kesken vai pitäisikö käyttäjän tehdä se itse. Mikäli materiaali täytyy jakaa käsin, siitä tulee käyttäjälle paljon lisätyötä. Datan automaattisen jakamisen hankaluus puolestaan on sen toteuttaminen ohjelmoitaessa. Kun tiedonjakaminen on käsin tehty, sen toteuttaminen on paljon helpompaa, mutta käytettävyys kärsii. Homma on päinvastainen tiedonjaon ollessa automaattista: toteuttaminen on hankalaa, ellei jopa mahdotonta ja käyttäminen on helppoa.

Maksamisjärjestelmän käytännön toteutuksessa voi ilmetä vaikeuksia. Haluaisitko sinä antaa rahaa jollekin sinulle täysin tuntemattomalle yksityiselle henkilölle etukäteen, tai vaihtoehtoisesti myydä itse jollekin tuntemattomalle velaksi konetehoa? White ei suoraan suostunut kertomaan mielipidettään maksamisongelmista. Sen sijaan hän oletti, että konetehon

"vuokranmaksu" toimisi samalla tavalla kuin minkä tahansa tavaran ostaminen verkosta, pankkikortilla tai tilisiirrolla.

Säilyäkö, vai eikö säilyä, kas siinä pulma

Tiedostojen varastointi DataGridiin on epävarma tapa säilyttää tärkeitä tietoja, koska Gridissä tieto voi liikkua palvelimelta toiselle, ilman minkäänlaista valvontaa. Tämä aiheuttaa sen, että se voi joutua helposti paikkaan, josta sen omistaja ei sitä enää löydä. Toisaalta kuka laittaisi todella tärkeitä tietojaan, johonkin epävarmaan paikkaan pitkäksi aikaa? Grid voi olla hyvä tapa liikuttaa tiedostoja paikasta toiseen tai varastoida niitä hetkeksi verkkoon, jos paikalliselle koneelleen tarvitseekin väliaikaisesti enemmän työskentelytilaa. Pitkäaikaiseen varastointiin Grid ei sovellu juuri sen jatkuvan muuntautumisen vuoksi.

DataGridin ja yksittäisten laitteistojen väliin tulee ohjelmisto, jonka tehtävänä on peittää laitteistojen erilaisuus ja mahdollistaa se, että sama ohjelmakoodi toimii mahdollisimman monentyppisellä laitteistolla. Tällä hetkellä tehtävää suorittamassa on erillinen ohjelmakokonaisuus, josta käytetään nimitystä middleware. Nimitys tulee siitä, että se on ikään kuin laitteiston (hardware) ja ohjelmiston (software) välissä. Middlewaren soveltamisessa toimimaan Microsoft Windows® -käyttöjärjestelmässä on ongelmia, koska Windows® on suljettu alusta eikä siihen pysty tekemään muutoksia. Middlewarea kehitetäänkin aluksi UNIX -yhteensopiville alustoille. Kehitystyöstä suurehko osa tapahtuu Linux-koneilla, koska käyttöjärjestelmä on avoin ja siihen voi tehdä muutoksia. Tulevaisuudessa middlewaresta aiotaan kehittää suoraan käyttöjärjestelmän osa, jolloin saavutetaan suurempi vakaus ja teho. Tällainen sulautettu käyttöjärjestelmä tulee todennäköisesti pohjautumaan Linuxiin sen helpon mukautettavuuden ja vakauden takia.

Projektin lopullisena tavoitteena on, että maailmassa olisi vain yksi iso tietokone. Tällä ei tarkoiteta fyysisesti yhtä konetta, vaan miljoonien tietokoneiden muodostamaa verkkoa. Tässä verkossa jokaisen maailman tietokoneen teho olisi käytettävissä miltä tahansa yksittäiseltä työasemalta. Nykyajan scifi-kirjallisuudessa onkin tällaisesta verkosta erinomaisia esimerkkejä.

DataGrid on jo nyt testausvaiheessa, ja kaikki siitä kiinnostuneet voivat hankkia lisätietoja projektista osoitteesta <http://eu-datagrid.web.cern.ch/eu-datagrid/> Samasta osoitteesta voi myös lukea lisää kokeiluun liittymisestä sekä yksityiskohtaisempaa tietoa projektin tekniikasta.



Pieni osa CERNin palvelinfarmista.