



CERN-opintomatka 2002

Pyhäjoen ja Raahen lukiot

Lukiolaisten opintomatka Cerniin

CERN:n tutkimuslaitos on ottanut vastaan suomalaisia lukiovieraita vuodesta 2000 lähtien. Ajatus suomalaisten opintovierailusta on lähtöisin projektipäällikkö **Riitta Rinta-Filppulan** aloitteesta. Lukuisten yhteistyökumppaneiden, niin fyysikoiden, CERN:n henkilöstön kuin Suomen opetushallituksenkin avulla on Pyhäjoelta ryhmä jo toisena vuonna peräkkäin opiskelemaan hiukkasfysiikkaa. Opintovierailun tarkoitus on innostaa fysiikan opiskelua lukioissa, sekä lisätä opiskelijoiden kiinnostusta hiukkasfysiikkaan, joka on tieteen alana varsin nuori ja tuntematon.

Tänä vuonna opintomatka Cerniin toteutettiin yhteistyössä Pyhäjoen ja Raahen lukion kanssa.

Opintomatka on liittynyt lukion modernin fysiikan kurssiin, jonka tavoitteena on tutustua fysiikan kehittämiseen tieteenä 1900-luvulla. Kurssilla perehdytään myös tämän päivän keskeisiin fysiikan perustutkimuksen ongelmiin sekä niiden tutkimusmenetelmiin.

Ohjelma Cernissä sisältää sekä luentoja että tutustumiskäyntejä koeasemilla. On tärkeää, että opiskelijat valmentetaan hyvin tutkimuslaitosvierailulle. Yhteistyö lukioiden kesken aloitettiin jo ennen matkaa lähtöä. 10 pyhäjokilaista sekä 6 raahelaista fysiikan opiskelijaa ovat tutustuneet yhdessä CERN:n julkaisemiin netistä löytyviin luentoihin sekä muu-



Pyhäjoen ja Raahen lukiolaisten ryhmä CERNissä



Henri Tervonen, Sonja Huiskonen, Jenni Mattila, Juhani Kaukoranta ja Antti Kiilakoski valmistelemaan esitystään 16.5. Pyhäjoella.

hun www-materiaaliin. Yhteistyössä kokeiltiin myös fysiikan aiheiden soveltamista äidinkielen kurssiin. Opiskelijat syvennyivät modernia fysiikkaa käsittelevään kirjallisuuteen ja analysoivat aiheiden ongelmia äidinkielen ja fysiikan näkökulmasta. Äidinkielen kurssiin liitettiin myös tutkijoiden haastattelujen pohjalta tehtäviä artikkeleita, jotka julkaistaan tässä lehdessä.

Opiskelijoista muodostettiin 3-4 hengen ryhmiä, joissa oli sekä raahelaisia että pyhäjokisia opiskelijoita. Ryhmille annettiin

tehtäviä, joihin liittyi sekä suullisia että kirjallisia esityksiä. Tehtäviä tehtiin yhdessä iltaisin Cernin Cafeteriassa. Näin eri lukioiden opiskelijat tutustuivat hyvin toisiinsa. "Iltaopiskelu yhdisti kahden lukion ryhmät yhtenäiseksi tiimiksi", **Henri Tervonen** Raahen lukiosta kommentoi. Viikon opiskelun ja tutkimusalueen kierrosten jälkeen on ryhmän yhtenäinen mielipide, että CERN on mielenkiintoinen paikka vierailuun, koska täällä kaikki kirjatieta saa hahmon. "Tutkimuslaitteistojen pelkkä

massiivisuus on vaikuttavaa, sillä osat ovat jopa kerrostalon kokoisia", **Lauri Haataja** Pyhäjoen lukiosta kertoo. "Opiskeltujen perustietojen avulla melkein kaikki tuntuu ymmärrettävältä", hän jatkaa. Parhaimmillaan luennoilla syntyi vilkas tieteellinen keskustelu hiukkasfysiikan kysymyksistä ja ongelmista tutkijan ja opiskelijoiden välillä. Keskustelua seurannut Riitta Rinta-Filppula kertoi nauttineensa joka sekunnista.

Yhteistyön koulussa näkyvä vaihe oli opintomatkan loppu-

töiden esittely 16.5 Pyhäjoen lukion Pauhasalissa. Tuolloin kummankin koulun opiskelijoista muodostetut yhteistyöryhmät esittelivät valitsemastaan aiheesta tekemänsä työt. Vaikka opintomatka onkin nyt päättynyt, yhteistyötä lukioiden välillä yritetään jatkaa ensi vuonna. "On mainio asia, että lukiot toimivat yhteistyössä toinen toistaan tukien", toteaa Raahen lukion opettaja **Juhani Kaukoranta**.

Mikä Cern on?

Cern on maailman suurin hiukkasfysiikan tutkimuskeskus. Se on perustettu vuonna 1954 ja on yksi Euroopan ensimmäisistä tieteellisistä yhteistyöhankkeista ja loistava esimerkki kansainvälisestä yhteistoiminnasta. Cernin jäsenvaltioita on nykyään 20. Puolet maailman hiukkasfysiikoista, noin 10 000 henkilöä, käyttäät Cernin tarjoamia palveluja ja laitteistoja. He edustavat 500 yliopistoa ja yli 80 kansallisuutta. Siellä on aistittavissa lämmin ja innovatiivinen yhteistyöhenki, jossa voi kokea yhdessä oivaltamisen riemua. Tutkijoiden yhteinen kieli on englanti. Cerniin saapuu vuosittain myös eri yliopistoista opiskelijoita muutamaksi kuukaudeksi suorittamaan oppinnäytetöitään.

Cernin hiukkasfysiikan tutkimuskeskus keskittyy fysiikan perustutkimukseen, jonka tavoitteena on luonnon perimmäisten kysymysten selvittäminen: Mitä



©CERN Geneva

materia on? Mistä se tulee? Kuinka materia pysyy koossa muodostaen monimutkaisia rakenteita kuten tähtiä, planeettoja ja ihmisiä? Cernillä on tärkeä rooli myös huomispäivän teknologian kehittämisessä. Hiukkasfysiikan vaatimat menetelmät mahdollistavat myös materiaali-

tutkimuksen ja tietotekniikan sovellusten kehittämisen. Näin Cernistä tulee tärkeä koekenttä myös teollisuudelle.

Cern sijaitsee ranskankielisellä alueella osittain Sveitsin ja osittain Ranskan puolella Alppien ja Jura-vuoriston välissä. Ympäröivät maisemat ovat huikauttavat

kaupunki, Geneve, sijaitsee kauniin Geneven järven rannalla ja on noin 10 kilometrin päässä Cernistä. Cern on kokonaan rautalanka-aidalla suljettu alue ja sisälle pääsee vain vartioidun portin kautta. Tuntuu kuin se olisi maailman huippufysiikoiden oma valtio.



Projektipäällikkö Riitta Rinta-Filppula organisoii CERNissä lukiolaisten opintomatkan ohjelman

ISOLDE:ssa tutkitaan tuntemattomia ytimiä

TIINA KESKITALO JA NIKO MALINIEMI

SOLDE on Eräs Cernissä toimiva tutkimuslaboratorio. Siellä tutkitaan alkuaineiden eri isotooppeja. Useimmat tutkimukset liittyvät myös radioaktiivisuuteen.

Ari Jokinen työskentelee tällä hetkellä ISOLDE:ssa projektipäällikkönä. Hän väitteli vuonna 1994 ydinfysiikasta Jyväskylän yliopistossa. Sen jälkeen hän lähti kokeilemaan siipäänsä Cerniin. Parin vuoden kuluttua hän palasi takaisin Jyväskylään jatkaen työtään ydinfysiikan parissa. Nyt Jokinen on ollut Cernin ISOLDE-laboratoriossa viime huhtikuusta saakka. Hänet on palkattu vetämään radiotaajuuskvadropoli-ionijäähdyttimen rakennusprojektia. Jäähdyttimen prototyyppi on rakennettu Jyväskylässä, ja Cerniin halutaan nyt samanlainen.

ISOLDE-laboratorion perustutkimukset eivät tähtää taloudelliseen hyötyyn. Sen sijaan joitakin ISOLDE:n tutkimustuloksia käytetään hyväksi myös arkielämässä.



Projektipäällikkö Ari Jokinen

Tetään hyväksi myös arkielämässä. Tällainen on muun muassa jokaisesta kodista löytyvä palovaroitin, joka käyttää hyväkseen savun tunnistavia isotooppeja. Myös lääketieteellisyys hyödyntää eksoottisia isotooppeja diagnosointiin ja eri hoitomenetelmiin. "En ihan äkkiä tiedä, mihin sitä kvarkkigluoniplasmaakaan käyttäisin, mutta silti sitä haetaan", kommentoi Jokinen,

joka jäädytinprojektin lisäksi työskentelee myös ydintutkimuksen parissa.

Alkemistien vuosisatainen unelma arkipäivää ISOLDE:ssa

ISOLDE:ssa pystytään valmistamaan kultaa muista aineista. ISOLDE:n kulta ei kuitenkaan ole mitään tavallista kultaa, vaan sel-

laista kulta isotooppia, jonka markkina-arvo on paljon tuntemamme kultaa suurempi. Tätä kulta isotooppia käytetään lähinnä vain ydinfysiikan perustutkimuksiin. Tavallisen kulta valmistaminen sen sijaan ei olisi kovin järkevää, koska valmistaminen tulisi laitteistoinen ja energian kulutuksineen liian kalliiksi.

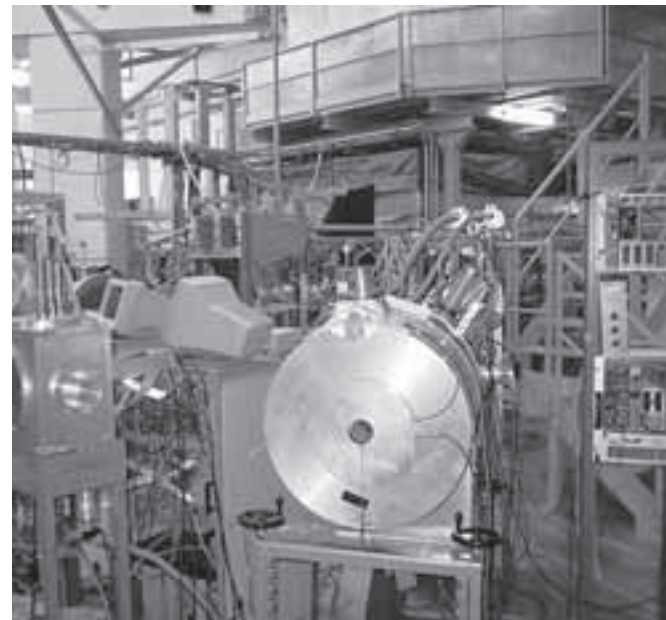
Kun kerran aineita voidaan näin muuttaa toisiksi aineiksi, voidaan periaatteessa myös ydinjätteet muuttaa joksikin epäaktiivisemmaksi aineeksi. Tämä asia on kuitenkin vielä tutkimusasteella. Toivottavasti tutkimukset etenevät ja jokin ratkaisu löytyy. Asia on myös taloudellinen ja poliittinen. Ydinjätteiden hävittäminen näin veisi nimittäin hirtittävän paljon energiaa. "Voisimmehan vaikka sulkea kaikki ydinvoimalat, jotta pääsisimme jätteistä", heittää Jokinen.

Jyväskylän yliopisto vahvasti mukana ISOLDE:n toiminnassa

Jokisen lisäksi ISOLDE:ssa

työskentelee useita muitakin suomalaisia tärkeissä tehtävissä. Esimerkiksi professori Juha Äystö on ISOLDE:n tieteellinen johtaja. Jouni Suhonen kuuluu tieteelliseen komiteaan. Komitea päättää, mitä kokeita ISOLDE:ssa tehdään. Ari Jokinen

kuuluu projektinsa lisäksi myös ISOLDE Collaboration Committee:hen, joka käytännöllisesti katsoen omistaa ISOLDE:n. Heidän lisäksi ISOLDE:ssa työskentelee väliaikaisesti paljon muitakin suomalaisia.



ISOLDE-tutkimusaseman laitteistoa

Pienenä ihmisenä suuren tieteen edessä

VELI-MATTI KITTILÄ JA LAURI HAATAJA

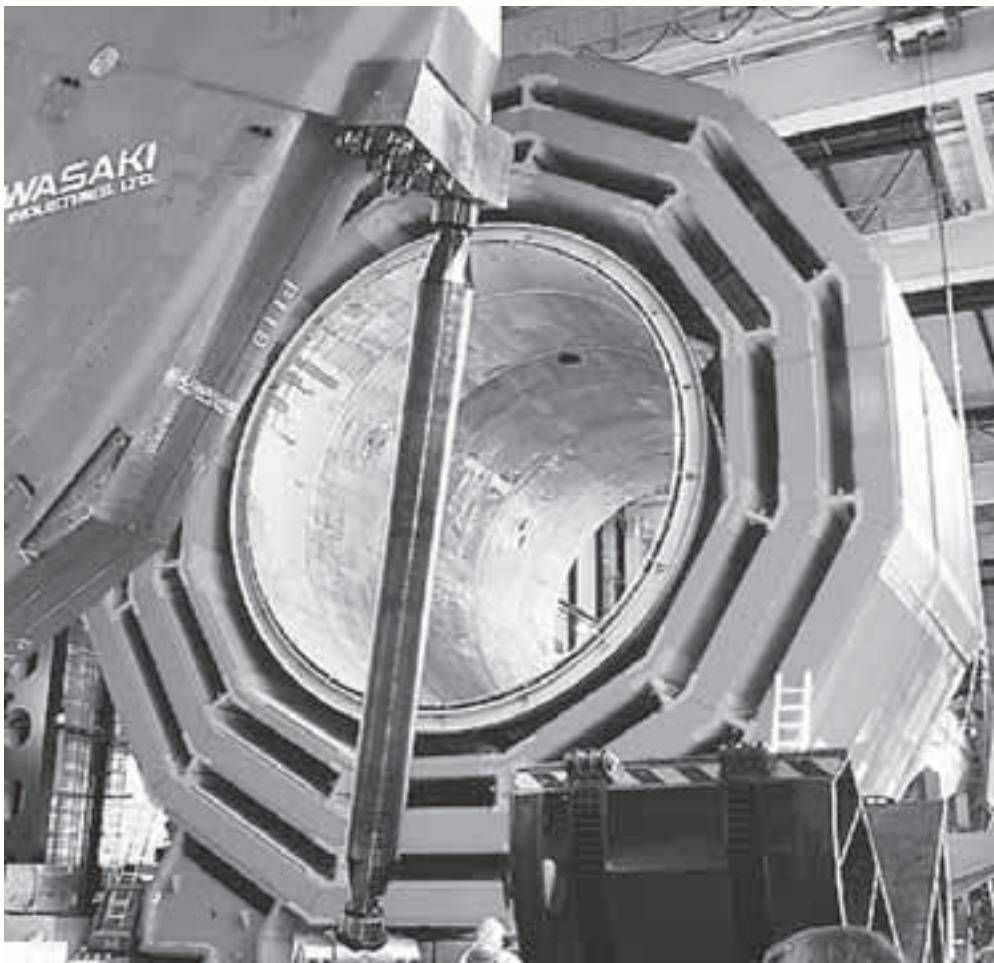
Yli viikon mittaisen CERN vierailun aikana sai ryhmämme kunnian tavata muiden tutkijoiden ohella myös maineikkaan suomalaisen hiukkasfyysikon **Jorma Tuomi**niemen. Pienen hiukkas- kiihdyttimien ja ilmaisimien koskevan esittelyn jälkeen hänellä oli aikaa vastata kysymyksiimme, joita ryhmämme oli kehittänyt samasta aiheesta. Nykyisin LHC-projektin johtajana toimiva Tuomi meni juuri työkseen juuri sitä suurta kokonaisuutta, mistä ryhmämme oli lukenut kirjallisuutta usean viikon ajan, ja kuunnellut luentoja usealta asiantuntijalta.

LHC-projekti on rakenteilla oleva suuri rengaskiihdytin, jonka aikataulun mukaan pitäisi valmistua vuodeksi 2007. Lyhenne LHC tulee nimestä the Large Hadron Collider, joka vapaasti suomennettuna tarkoittaa suurta hadroni kiihdytintä. Kiihdytin on rakenteilla, jotta uusia laajempia kokeita voitaisiin tehdä suuremmilla nopeuksilla ja energioilla. LHC:n ensimmäinen suuri tavoite on löytää toistaiseksi tuntematon Higgsin hiukkanen, jonka massan avulla saataisiin vastaus moneen tutkijoihin askarruttavaan kysymykseen ja maailmankaikkeuden outoihin ilmiöihin. LHC:n ohella CERN:ssä työste-

tään kovaa tahtia myös erilaisia koeasemia kuten CMS ja ATLAS, joista CMS tuli tutuksi vierailumme aikana. Niiden tarkoituksena on "nähdä" mittaamalla lähes olemattoman pienet hiukkas- kaset, jotka törmäyksessä syntyvät ja sinkoutuvat ulos kiihdyttimestä valonnopeudella. Nämä massiiviset high tech laitteet työllistävät tuhansia tutkijoita, insinöörejä ja rakennusmiehiä. Idea LHC-projektin rakentamiseen lähti 80-luvun lopulla alulle, kun ilmeni, ettei silloisella laitteistolla voida saavuttaa vastauksia askarruttaviin kysymyksiin, vaikka teoriat todistivat uusien hiukkasten olemassa oloa.

Tuomi niemen oma ura fyysikkona lähti liikkeelle kouluajojen kiinnostuksesta fysiikkaan. Hän luonnehti halua tulla fyysikoksi kutsumukseksi. Tuomi niemi päätyi CERN:iin vuonna 1966, kun hänelle tarjottiin mahdollisuutta päästä opiskelemaan fysiikkaa ensimmäisenä suomalaisena CERN:n tutkimuskeskukseen professori Laurikaisen ohjauksella. Noista päivistä lähtien on hän ehtinyt tehdä paljon kokeellista tutkimustyötä ja saavuttanut maineikkaita tunnustuksia töistään. Nykyisin hän toimii Helsingin yliopiston palveluksessa ja on myös opettajana.

Kaikkiin tutkimuksiin on tietenkin aina liittynyt tiettyä hen-



Suuren kerrostalon kokoinen CMS-aseman ilmaisilaite

kilökohtaista, ja niinpä LHC-projekti on monien muiden edeltäjiensä lailla tärkeä ja siihen panostetaan. Jos seuraavaan kymmeneen vuoteen ei tuloksia

mullistavasta Higgsin hiukkasesta ole löytynyt, on otettava uutta mietintä tuokiota seuraavasta mahdollisuudesta. CERN:n päivärytmiä seurates-

rustaa koskevia tutkimuksia, herättääkään. Jorma Tuomi niemen vastasi tähänkin kysymykseen perustellusti. "Tässä tärkeä asia on että tutkijan tulee olla avoin. Tärkeimpiä ominaisuuksia tutkijalla on että hän on kriittinen, jopa skeptinen", hän painottaa. Yliopistossa pyritään antamaan avoin asenne. Avoimuudella voidaan päästä eteenpäin, ja siten on helppo hyväksyä myös virheet. Koskaan ei myöskään voida sulkea pois mahdollisuutta, ettei kaikkia ilmiöitä, edes tunnettuja voida selittää järjellä. "Jos tiede sanoo "tässä on kaikki", se ei ole enää tiede", mainitsee Tuomi niemi. Vaikka tutkimuksissa on tullut vastoinkäymisiä, ei Tuomi niemelle henkilökohtaisesti ole tullut epäilystä, etteikö kannattaisi jatkaa.

Uskonnon piirissäkin CERN:n toimintaa on katsottu positiivisena asenteena. Tuomi niemi kertoo muun muassa Roomalaiskatolisen kirkon **Paavi Johannes** Paavali II:n sekä **Dalai Laman** vierailleen ja olleen hyvin kiinnostuneita tutkimuksista. Jokaisella tutkijalla on kuitenkin oma käsityksensä ja oma henkilökohtainen uskonsa yleisiin ja tutkittaviin asioihin ja niiden vaikutukseen maailmankuvaan. CERN ei pyri muuttamaan käsityksiä maailmasta ihmisten suhteen, vaan tieteen suhteen.

Koko maailman suprajohdetuotanto menee CERNiin

TUOMAS HEIKKILÄ JA ILPO TUIKKALA

Junat kiitävät lujaa ilmassa leijuen, jätevedet, vesistöt ja savukaasut puhdistuvat helposti ja nopeasti, voimansiirrossa sähköä ei mene hukkaan ja energiaa säästyy. Tämän kaiken ja paljon muuta tekee mahdolliseksi ilmiö, josta käytetään nimitystä suprajohdavuus.

Suprajohdet ovat aineita, jotka eivät vastusta sähköä kulkua. Jopa neljäsosa tuntemistamme alkuaineista on mahdollista saattaa suprajohdavaan tilaan. Tämä kuitenkin edellyttää riittävän

matalaa lämpötilaa. Nämä lämpötilat ovat puhtailla alkuaineilla usein lähellä absoluuttista nollapistettä. Siksi käytetäänkin usein yhdisteitä, koska ne toimivat korkeammassa lämpötiloissa. Tulevaisuuden haaveena olisikin löytää suprajohdet, jotka toimisivat huoneen lämpötilassa.

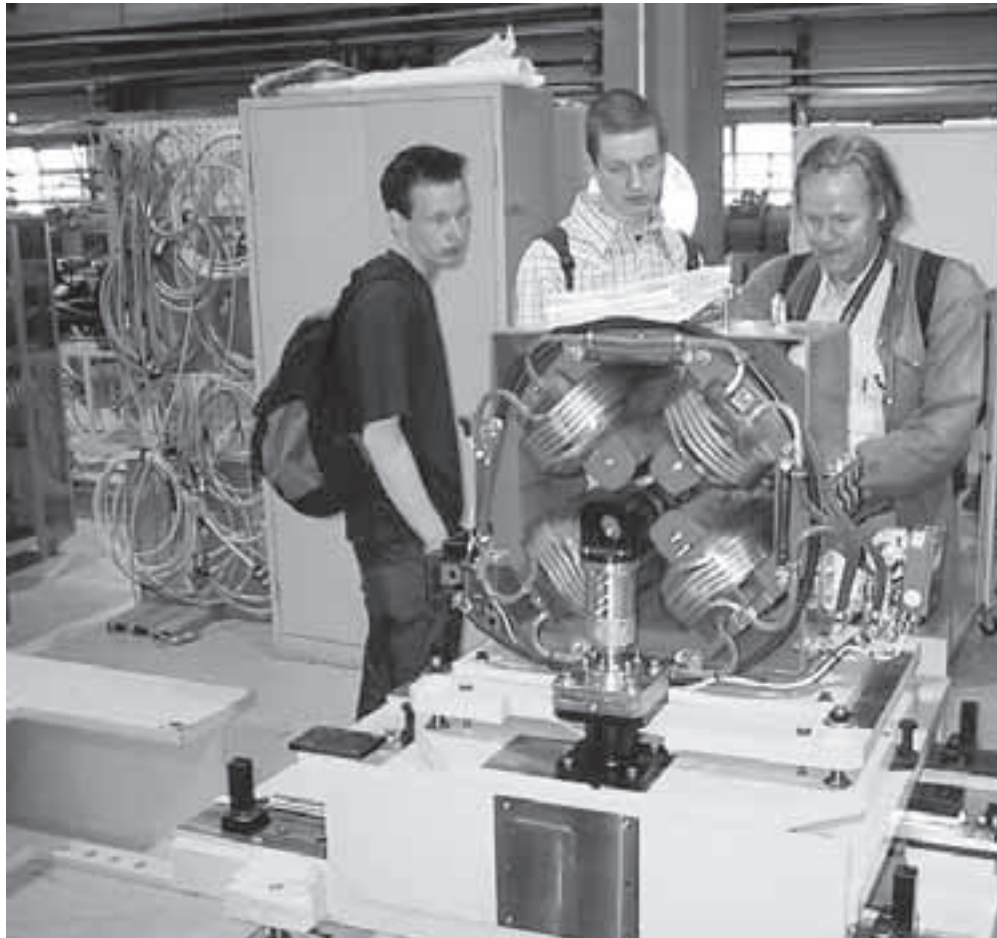
Mistä sitten johtuu, että aine menettää resistanssinsa ja siitä tulee suprajohdava. Jokaisella aineella on ominaiset arvot lämpötilan, magneettikentän ja virran suhteen, joiden arvojen alapuolella aine on suprajohdavassa tilassa. Resistanssin puute puo-

lestaan johtuu siitä, että johteen atomin hilat eivät enää värähtelevä ja näin estä vapaiden elektronien kulkua. Tavallisessa johteessa resistanssi johtuu siitä, kun vapaat sähköä kuljettavat elektronit törmäävät värähtelevään atomihilaan. Suprajohdeilla on myös kyky estää magneettikentän tunkeutuminen sisäänsä, ja tämä ominaisuus mahdollistaa levitoinnin.

Suprajohdeilla monia sovellutuksia

Suprajohdavuutta on opittu käyttämään monella tapaa hyödyksi. Osa sen sovellutuksista toimii jo nyt moitteettomasti, mutta osa vaatii kehittymistä niin suprajohdeiden kuin muunkin tekniikan puolesta. Kaikkein kauden joudumme varmasti odottamaan levitaatioautoa, sillä sen rakentaminen on hyödyllistä vasta sitten, kun löydetään suprajohde, joka toimii huoneenlämmössä. Sitä vastoin suprajohdavuuteen perustuva levitaatiojunan suunnittelu on jo hyvässä vauhdissa Japanissa.

Yksi todella hyödyllinen sovellutus suprajohdavuudelle olisi sähkölinjat. Jos ne voitaisiin rakentaa suprajohdeista, Suomenkin oloissa säästettäisiin sähköä jopa yhden ydinvoimalan kokonaistuotannon verran. Suprajohdavuus mahdollistaa myös muun muassa fuusioreaktorin rakentamisen missä kuuma plasma pidetään kasassa suprajohdaviin magneettien avulla tai magneettisen separoinnin. Sen avulla pystyttäisiin esimerkiksi puhdistamaan jätevesiä tai erotta-



Dipolimagneettien testausasemalla opiskelijat Niko Maliniemi ja Lauri Haataja Pyhäjoen lukiosta sekä Raahen lukion fysiikan opettaja Juhani Kaukoranta.

maan punasoluja veriplasmasta.

Suprajohdet elintärkeitä CERNiin

CERNissä käytetään yhtä suprajohdavuuden sovellutusta, suprajohdeista tehtyjä magneetteja. CERNissä työskentelevä **Tapio Niinikoski** kertoo, että ilman suprajohdavia magneetteja uuden LHC-kiihdyttimen raken-

taminen ei olisi mahdollista, sillä tavallisilla magneeteilla ei saada luotua tarpeeksi suurta magneettikenttää. Uudessa 2007 käyttöönotettavassa LHC-kiihdyttimessä on jopa 1200 suprajohdeista tehtyä dipolimagneettia, 400 kvadropolimagneettia, "Dipoli magneetteja käytetään kiihdytettävien hiukkasten ohjaamiseen, kun taas kvadropoleilla fokusoidaan eli kasataan

hiukkasuihkuja", kertoo Niinikoski. Kiihdytettävää hiukkasuihku ohjataan sen takia, että hiukkaset eivät törmäisi hiukkaskiihdyttimen seiniin. Kiihdytettäessä hiukkasuihku myös pyrkii leviämään ja tämä leviäminen estetään fokuoimalla hiukkasuihku. Niinikoski kertoo myös, että tällä hetkellä koko maailman suprajohdetuotanto menee CERNiin.



Tapio Niinikoski

“Vaikeinta on hyvän ongelman keksiminen”

SONJA HUISKONEN JA JENNI MATTILA

Vanhempi tutkija Mikko Laine on yksi Cernin teoreettisen osaston työntekijöistä.

Hän on kotoisin Pirkkalasta, Tampereen läheltä. Laine kirjoitti ylioppilaaksi vuonna 1988 ja lähti lukemaan Helsingin yliopistoon teoreettista fysiikkaa. Valmistumisen jälkeen hän työskeli Saksassa pari vuotta. Sitten hän haki töihin eri paikkoihin. Cernistä tullut tarjous oli mielenkiintoinen, joten hän otti sen vastaan. Cern oli Laineelle tuttu jo entuudestaan, sillä hän oli viettänyt siellä aikaisemmin kaksi kuukautta Cernin kesäopiskelijajohdossa. Cernissä hän on ollut nyt neljä vuotta. Cern on pääasiassa kokeellinen laboratorio, mutta teoreetikkojen tarvitaan.

Teoreetikolla on yleensä useita projekteja menossa. Mikko Laine on kuitenkin suuntautunut pääasiassa kosmologiaan eli varhaisen maailmankaikkeuden tutkimiseen. Myös Helsingin yli-

opisto työskentelee kosmologian parissa.

Teoreettinen fysiikka on ryhmätöitä

Teoreetikon työ on hyvin vaihtelevaa, projekteissa on monia eri vaiheita. Vaikeinta on hyvän ongelman keksiminen. Mutta kun ongelma on valmis, sen ratkaiseminen voi olla hyvin suoraviivaista. Hyvä ongelma syntyy keskustelemalla muiden kanssa ja lukemalla muiden tutkimuksista. Teoreettinen fysiikka on usein ryhmätöitä. Tiimin jäsenet saattavat asua eri puolilla maailmaa. Yhteyttä pidetään sähköpostin avulla, mutta silloin kun tarvetta on, tavataan myös kasvotusten. Yhden osan teoreetikon työstä muodostaa konferensseissa käynti. "Teoreetikon päivät saattavat venyä pitkiksi, eikä tunteja lasketa" kertoo Laine.

"Teoreetikon tärkein työväline on matematiikka" Mikko Laine selittää. Hän laskee laskut käsin tai tietokoneen avulla. En-

sin pitää vain selvittää minkälaisia matematiikkaa tarvitaan. Useimmiten vaatii myös paljon ajattelua, ennen kuin hän keksii mitä oikeastaan pitää laskea.

Kansainvälinen työpaikka

Kaikkia teoreetikkojen luomia teorioita ei voida nykyisen tekniikan avulla kokeellisesti todistaa. Osa teoreetikoista taas tekee hyvin läheistä työtä kokeellisen tutkimuksen kanssa. Laine ei ole suoranaisesti yhteydessä kokeelliseen tutkimukseen, mutta seuraa kyllä tarkasti mitä maailmalla tapahtuu. Tulokset leviävät Internetin kautta todella nopeasti.

Laine joutuu käyttämään vieraita kieliä työssään päivittäin. Tärkein työkieli on englanti. Paikallisten kanssa asioidessaan hän puhuu ranskaa. Kielitaito onkin tarpeen, sillä Cernissä on tutkijoita kaikista jäsenmaista. Laineella on työsuhteita Cernin kanssa, mutta suurin osa suomalaisista on HIP:llä (Helsinki Institute of Physics) töissä. Lai-



Fysikko Mikko Laine kertoo aineen rakenteen mallista.

neenkaan paikka ei ole vaikeutunut, sopimusta Cernin kanssa on jäljellä vielä kaksi ja puoli vuotta. Sen jälkeen hän hakee paikkoja yliopistoista, joko Suomesta, Saksasta, Ranskasta tai

Englannista. Euroopan ulkopuolelle hän ei mielellään lähdä.

Cern merkitse Laineelle ennen kaikkea työpaikkaa. Luonnontieteiden kannalta on kuitenkin tärkeää, että Cernin kaltainen tutki-

muslaitos on olemassa. Ihan ylipäätään Cernissä tehdyt löydöt kiinnostavat ihmisiä ympäri maailmaa.

Kuvia CERNin ympäristöstä



*Ylhäällä vasemmalla Geneven keskustaa kuvattuna katedraalin tornista
Ylhäällä oikealla maisema Montreaux'n kaupungin rannalta*

Keskellä puisto YK:n palatsin pihalla

*Alhaalla vasemmalla Alppien korkein vuori, Mont Blanc. Kuvassa laskettelijoita vuoren huipulla
Alhaalla oikealla Chamonix'n kylänäkömä Mont Blancille nousevasta hiihtohissistä kuvattuna.*

