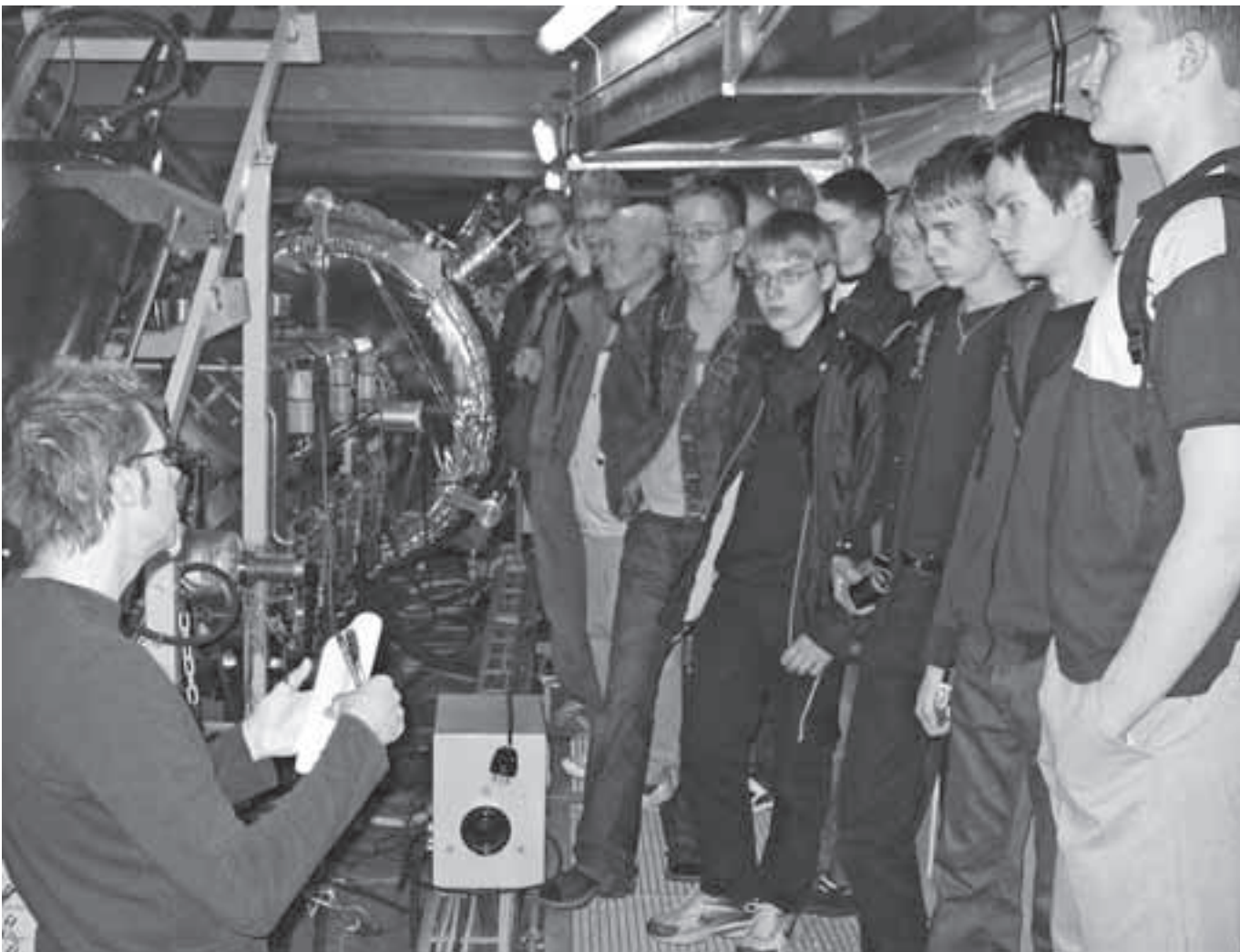


CERN



Tiedeopiskelu 2004

Innostuksen kipinöitä Cernistä



Pyhäjokiset fyysikot tutustumassa antimateriaatehtäaseen. Esittelijänä itävaltalainen Michael Doser.

Joskus toissa talvena minua pyydettiin yläasteen edustajaksi pyhäjokisten Cern-matka-anomukseen. Hiukan hämmennyneenä vastasin myöntävästi. Neljä yläasteen oppilasta ilmoittautui hiukkasfysiikan tiedeopiskeluun. Aikanaan tuli tieto, että anomuksemme on hyväksytty. Siitä alkoi lukiolaisten ja yläasteilaisten yhteinen modernin atomifysiikan opiskelu. Tauno ja Liisa hankkivat eri lähteistä kansantajuistettua tietoa alkeishiukkasista. Oppilaat keskustelivat ryhmissä heille osoitetuista erityisaiheista ja laativat niin sanottuja minidraamoja. Pienenpienet maailmankaikkeuden perushitukset tulivat näin tutuiksi - ainakin nimeltään. Pienen protonien ja neutronien sisältä löytyy vielä jotakin pienempiä osasia! En päässyt kaikkiin opiskelijoiden torstaipalaveriiniin mukaan, mutta yritin netistä onkia lisä-

tietoja aineen rakenteen Standardimallista.

Lauantaina 17.4. ani varhain lähdimme Oulunsalosta kohti Tukholmaa, jossa nousimme Geneven koneeseen. Tuli oltua ensi kerran lentokoneessa. Koimme monentasoisia kulttuurishokkeja asuessamme Cernin "pikkukaupungissa", josta oli Geneven keskustaan vajaan puolen tunnin bussimatka. Alueen halkaisee Sveitsin ja Ranskan raja. Asuntonamme oli hostel-tyyppinen kerrostalo, joka oli erittäin viihtyisä ja siisti. Ruokala, jossa oli varsin monipuolinen tarjonta, oli pienen kävelymatkan päässä. Tosin aloin aika pian kaivata aamupuuroa, tummaa leipää ja piimää.

Huipulla tuulee

Sunnuntaina vierailimme bussilla Ranskan puolella

Chamonix'in pikkukaupungissa, jossa meidät hinattiin vaijerihissillä 3824 metriä korkealle Aiguille Du Midin huipulle. Muutaman kilometrin päässä näkyi melkein 1000 metriä korkeampi Mont Blanc. Sää oli loistava. Ylhäällä oli aika ohut ilma, joten hengitys muuttui huohottavaksi. Tasamaiden tallajalle melko järisyttävä kokemus.

Arkipäivinä kuuntelimme monipuolisia luentoja hiukkasfysiikan tutkimuksista. Meille esiteltiin kahta kiihdytysrenkaan varrella sijaitsevaa koeasemaa, joissa yritetään pyydystää vinosti liikkuvia maailmankaikkeuden pikkuhituisia. Pääsimme tutustumaan ATLAS-koeaseman luolaan, joka on 100 metriä maan pinnan alapuolella. Kerrostalon kokoiseen onkaloon rakennetaan parin Eiffeltornin painoista hiukkasilmäisintä. Tätä rakentamista valvovat suomalaiset projekti-

päälliköt alaisinaan monikansallinen huippuosastajien ryhmä. Muutenkin suomalaisilla tuntuu olevan hallussaan melkoinen sivu materiaalityökaluista.

Fysiikan teoriat yhä keskeneräisiä

Luennoitsijat ja koeasemaoppaat esittelivät mukaansatempaavalla tavalla omaa alaansa. He houkuttelivat kyselemään materiaalityökalujen tuloksista ja tulevaisuudesta. Ja kysymyksiä tuli! Monet niistä olivat varsin kiperiä. Päälimmäiseksi jäi tunne, että hiukkasfysiikan teoriat ovat hyvin väliaikaisluonteisia. Varsinkin Atlas-kokeen talousjohtajan Markus Nordbergin vauhdikas luento jäi mieleen, kun hän totesi: "Emme me tiedä vielä kaikkea."

Fyysikot etsivät kuumeisesti kaiken kattavaa maailmankaikke-

uden yleisteoriaa. Esimerkiksi sitä, miten monet erityyppiset voimavaikutukset saataisiin selitettyä yhdellä ainoalla "maailmankaavalla". Kukaan tiedemies ei tiedä esimerkiksi, mistä syystä omena putoaa puusta! Massan ja painovoiman olemus tuntuvat olevan kaksi tämänhetkistä suurinta ongelmaa.

Cernissä tapahtuva tutkimus on nimenomaan perustutkimusta. Hiukkasista saatavan perustiedon lisäksi pohdiskeluista poikii yllättäviä innovaatioita. Esimerkiksi www (maailmanlaajuinen tiedonhakuverkko) ja uusi hiukkasfysiikan syövänhoidon täsmämenetelmä ovat cerniläisiä sivutuotteita.

Saimme käydä myös Cernin omissa "tietomaassa" eli Microcosmoksessa, jossa sai tehdä tieteellisiä pikkukokeita. Esillä oli takvuosien melkein leivinuunin kokoinen "super tietokone", jolla oli aikanaan käsitelty hiuk-

kastietoutta. Esitteen mukaan nykyiset koti-PC:t ovat 18 kertaa tehokkaampia! Sattumalta saimme seurata sivusta ranskan kielistä demonstraatioesitelmää, jossa esiteltiin nestemäisen tyyppien avulla kylmäfysiikkaa 10-12-vuotiaille. Lapset istuivat hievahtamatta ja vastailivat innokkaasti esittelijän johdatteleviin kysymyksiin. Myöhemmin esittelijä kertoi, että ryhmä oli koottu poikkeuksellisen lahjakkaista "pikkueinsteineistä".

Avoin ja innostava ilmapiiri

Meidän oppilaamme haastattelivat luennoitsijoita ja projekti-päälliköitä. Kaikkialla vallitsi avoin ja innostava ilmapiiri. Iltaisin lukiolaisten opiskellessa integraaleja me yläasteilaiset tutkimme avaruuskappaleisiin liittyvää "parametrimatematiikkaa" Kerran luokahuoneena oli ruo-

kalan piha, johon näkyi Mont Blanc.

Sveitsi on kaunista seutua

Kielten kanssa tahtoi tulla ongelmia, koska paikallinen väki hyvin työläästi suostuu puhumaan muuta kuin ranskaa. Onneksi löytyi englannin ja saksan taitajakin. Yhden matkan tähti-hetkestä koin, kun sain jutella tovin "schwizerdütschiä" puhuvien vanhempien tätien kanssa Montreuxin junassa. Eivät kuulemma tienneet, kuka kuuluisa suomalainen oli asunut jonkin aikaa Montreuxissa. Kävimme pikkuporukalla Mannerheimin puiston muistopatsaalla Genevessä rantabulevardin varrella. Montreux on uskomattoman kaunis kaupunki. Rannan tuntumassa kasvaa palmuja, ja kukkaloisto on ylenpalttinen.

Vierailut YK:ssa ja Punaisella Ristillä olivat hyvin vaikuttavia. Hätkähdyttävien näky oli Punaisen Ristin jalkaproteesinäyttely. Jossakin päin maailmaa miinat silpovat myös siviilien jalkoja.

Monipuolinen opiskelu kannattaa

Kuulostaa siltä, että ensi keväällekin on tiedossa Cernin matka pyhäjokisille ja myös yläasteilaisille. Mukaan lähtevien kannattaisi opetella ranskaksi ainakin lukusanat, ruokasanasto ja ehdottomasti BONJOUR.

Ennen kaikkea CERNissä tuli voimakas tunne, että kunpa voisi viedä Pyhäjoen yläasteelle pussillisen innostuksen kipinöitä. Luonnontieteiden opiskelusta voi saada mielihyvää, kun kokee onnistumisen elämyksiä ongelmien ratkaisemisessa. Ei kannata aina kysyä, että opettaja mitä minä näillä tiedoilla teen, vaan kannattaa sukeltaa mahdollittoman tuntuisiinkin pähkinöihin pelkästä uteliaisuudesta! Otetaan haasteet vastaan! Kieliä kannattaa myös opiskella monipuolisesti. Pelkällä matematiikalla ja tekniikalla ei nyky maailmassa pärjää.

Suuret kiitokset yläasteen puolesta matkaamme edesautta-neille!

Näitä mietiskeli
Antero Kallio

Professori Kari Rummukainen Cernissä:

Vapaa taiteilija ja hiukkasfyysikko

“Työpäivät täällä venyvät helposti yli kymmentuntiseksi, vaikka varsinaista työaika ei ole. Jos haluaa pysyä tieteen eturintamassa ja vaikuttaa, saa tehdä kovasti työtä. Mutta tämä työ on erittäin mielenkiintoista”, kuvaillee professori Kari Rummukainen työtään. Hän on yksi harvoista suomalaisista tiedemiehistä, jotka työskentelevät tie-

teen eturintamassa, Sveitsin Cernissä ratkomassa maailmankaikkeuden suuria arvoituksia.

Rummukainen on teoreettinen fyysikko. Hän ei siis osallistu itse tutkimusten toteuttamiseen, vaan muotoilee ja tutkii teorioita kokeista saadun informaation pohjalta. Vaikka teoreettikkoja Cernistä löytyy kymmeniä, ehkä jopa satoja, on jokai-

sella tutkijalla omat intressit. Kukin tutkii juuri sitä fysiikan teoriaa, joka häntä itseään kiinnostaa. Työ tapahtuu joko pienissä löyhissä ryhmissä tai yksinään. Kari Rummukainen on “vapaa taiteilija”.

Rummukainen on erikoistunut vahvaan vuorovaikutukseen, kvanttiväriidynamiikkaan. Hän tutkii kvarkkien välisiä vuorovaikutuksia, erityisesti niiden käyttäytymistä korkeissa lämpötiloissa, eli olosuhteissa, jotka vastaavat luultavasti alkuräjähdystä. Fokuksessa on standardimalli. “Silti minua kiehtovat suunnattomasti sellaisetkin maailmankaikkeuden perimmäiset kysymykset, jotka eivät varsinaisesti alaani sivua. Miksi maailmankaikkeudessamme on ainetta juuri niin paljon kuin sitä on? Mistä aine on tullut?” professori pohtii.

Tyypillinen fyysikon tausta

Rummukaisen tarinaa työurastaan on mukava kuunnella. Se on vaiherikas.

Nurmeksien lukion vuoden 1981 ylioppilas Rummukainen lähti Helsingin yliopistoon opiskelemaan teoreettista fysiikkaa ja teknilliseen korkeakouluun teknillistä fysiikkaa. Jälkimmäisen opiskelut jäivät kuitenkin kesken nuorukaisen innostuttua teoreettisesta fysiikasta toden teolla. Tohtoriksi fyysikko valmistui vuonna 1990.

Suomessa hiukkasfysiikkaa tutkitaan jonkin verran Helsingin ja Jyväskylän yliopistoissa. Suomesta eikä juuri koko maailmasta löydy laitosta, joka voisi kilpailla Cernin kanssa. “Siksi

paikka kuulosti hyvin houkuttelevalta nuorelle fyysikolle”, Rummukainen muistelee. Mahdollisuus päästä työskentelemään Cerniin avautui Suomen liityttyä siihen 1991. Hän pääsi mukaan ensimmäiseen suomalaisen tutkijaryhmään.

Cerniin lähtö avasi monet ovet Rummukaiselle. Työskenneltyään Cernissä kaksi vuotta hän pääsi Yhdysvaltoihin MILC -nimiseen tutkimusryhmään. Sen jälkeen leipä on ansaittu tutkijana Saksassa, Tanskassa tutkimusprofessorina, Helsingissä yliopistolehtorina... Tällä hetkellä hänellä on virka Oulun yliopistossa sekä Cernissä. Tutkija kertoo näillä näkymin jatkavansa

Euroopan sydämessä kaksi tai neljä vuotta. Sitten edessä on muutto Ouluun.

“Ehkä urani on tyypillinen tausta tutkijalle; ensin kierretään maailmaa ja sitten asetutaan aloilleen ja saadaan vakituinen virka”, Rummukainen miettii.

Suomalainen kansainvälisessä yhteisössä

Cern on hyvin kansainvälinen työmaa. Tutkijoita on kaikkialta Euroopasta, jopa niinkin kaukaa kuin Yhdysvalloista saakka. Rummukainen arvelee, että Suomi on Pohjoismaista parhaiten edustettuna. Esimerkiksi Ruotsissa hiukkasfysiikka ei ole

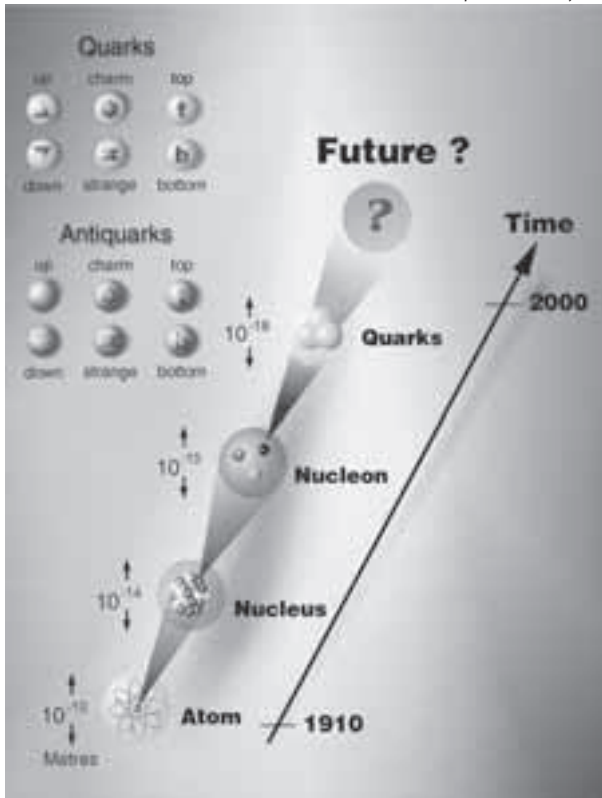
niin suosittua kuin meillä.

Rummukainen on naimisissa ja hänellä on vastasyntynyt poika. Perhe on asettunut nyt Ranskaan Cernin lähimaastoon. Muutto tapahtui viime syksynä.

Tutkija ei näe, että elämisellä Ranskassa ja Suomessa olisi suurta eroa. Siksi sopeutuminen paikkaan ei ole ollut hankalaa, ei hänelle itselleen eikä myös perheelle. “Olen ulkoilmamihminen; pidän vuorista, jotka hallitsevat paikallista maisemaa. Toisaalta kaipaan ruisleipää ja puolukka-hilloa. Niitä täältä ei saa”, Rummukainen kertoo. Suomalaisuus merkitsee hänelle paljon.

Juho Virpiranta

Kuva: <http://www.triumf.ca/>



Kvarkit ovat aineen pienimpiä tunnettuja osia, joita sitoo yhteen vahva vuorovaikutus. Niistä muodostuu positiivisesti varautuneita protoneita ja sähkövarauksettomia neutroneita. Korkeissa lämpötiloissa - miljoonissa celsiusasteissa - vahvaa voimaa välittävät gluonit eivät kuitenkaan pysty sitomaan kvarkkeja toisiinsa; syntyy kvarkkigluoniplasmaa.

ATLAS-kokeessa tarvetta myös suomalaiselle ammattitaidolle

Pyhäjoen lukion ja yläasteen fysiikan opiskelijat tutustuivat huhtikuussa Cerniin, Sveitsissä sijaitsevaan maailman johtavaan hiukkasfysiikan tutkimuslaitokseen.

Matkan aikana he pääsivät tutustumaan ATLAS-koeaseman rakennustyömaahan, joka valmistuu vuonna 2007. Opiskelijat kävivät ensimmäisenä suomalaisena ryhmänä myös itse ilmaisuluolassa, joka sijaitsee 100 metriä maanpinnan alapuolella. Vielä keskeneräistä koeasemaa esittelivät tekniikan tohtori Miikka Kotamäki ja diplomi-insinööri Tommi Nyman, jotka toimivat hankkeessa projekti-päällikköinä.

Kotamäki ja Nyman edustavat suomalaista osaamista ja ammattitaitoa parhaimmillaan. Molemmat kertovat tullessaan Cerniin alun perin vain lyhyeksi aikaa; nyt he ovat olleet kokeneilla kuitenkin jo noin kymmenen vuoden ajan. Atlaksen

pariin projekti-insinöörit ovat ajautuneet vasta viime vuosina, jota ennen he työskentelivät

CMS:n, toisen rakenteilla olevan hiukkasilmaisimen parissa. Miesten alaisina toimivat monikan-

salliset työryhmät, jotka ovat tällä hetkellä kooltaan 20 ja 30 henkilön väliltä. Tulevaisuudessa



ATLAS-koeasema on vasta rakenteilla. Kuvassa näkyy ilmaisimen tukirakenteet.

luolassa tulee työskentelemään noin 100 henkilöä kerrallaan.

“Ongelmittakaan ei ole säästyttävä, vaan aikatauluja on jouduttu venyttämään muutamaan kertaan materiaalitöiden viivästyessä”, Kotamäki vastaa hiukkasilmaisimen kokoonpanon aikataulutuksesta. Nyman puolestaan pitää huolen monien eri projektien vetämisestä; hän hoitaa muun muassa materiaalituloja, valvoo valmistuksen eteenmistä ja ilmaisimen valmistuksessa vastaa asennusten käyttöönotosta.

Mittava ja kansainvälinen hanke

ATLAS-hankkeen merkityksestä kertoo paljon jo sen rakentamiseen kuluva aika. Atlaksen suunnittelu aloitettiin 1990-luvun alussa, jolloin syntyi tarve uusille ilmaisimille. Valmiiksi se pyritään saamaan vuonna 2007, jos rakentaminen etenee ny-

kyisten suunnitelmien mukaan. Kokoa koeasemalla tulee olemaan kerrostalon verran: pituutta on 44 metriä ja painoa 7000 tonnia. Halkaisija tulee olemaan 22 metriä.

ATLAS-koeaseman rakentaminen on myös hieno esimerkki kansainvälisestä yhteistyöstä. Ilmaisimen eri osat sisältävät paljon nykypäivän huipputekniikkaa, ja ne tehdään mittatilaustyönä eri puolilla maailmaa. “Kokoamishetkellä komponenttien tulee sopia yhteen millien tarkkuudella, joten valtiolla on hieno tilaisuus näyttää osaamisensa ja tietotaitonsa”, Nyman pohtii. Materiaalien raaka-aineet ovat pitkälti fysiikan sanelemia, ja esimerkiksi käytettävien pulttien ja muttereiden tulee olla epämagneettisia. Koeasemaa rakennetaan 48 miljoonan euron budjetilla, jonka ulkopuolelle on jätetty työpanos.

Mikko Ronkainen

Professori Jorma Tuominiemen elämäntehtävä:

“Higgsin hiukkasen on löydyttävä”



Cern, tuo peltikattoinen rautalangalla aidattu kummajainen, jököttää Ranskan ja Sveitsin rajalla. Rajalla ja rajalla; varsinaiset emämöröt, eli hiukkaskiihdyttimet ovat 100 metriä maanpinnan alapuolella. Niitä on siellä ainakin yhden maratonin verran suoltamassa hirveää tietomäärää tutkijoiden näyttöruuduille sekä paikan päälle että kaikkialle maailman yliopistoihin. Antakaamme se kuitenkin heille anteeksi, sillä he tietävät, mitä he tekevät, ja siksi heidän takanaan onkin länsimaisten valtioiden muodostama liitto.

Vaikka Cernin perustamisesta on kulunut jo 50 vuotta aikaa, liittyi Suomi tähän tiedeyhteisöön vasta vuonna 1991. Koska Neuvostoliitto oli hajonnut, Suomi pystyi tekemään liittymisen ilman, että se olisi aiheuttanut diplomaattista harmia.

Professori Jorma Tuomiemi muistelee Suomen olleen sitä ennen tavallaan vapaamatkustaja. “Cern on sillä tavalla ollut aina avoin yhteisö, että tänne on jokainen maa voinut halutessaan lähettää tutkijoita; myös ne, jotka eivät ole virallisesti jäseniä. Kun Cerniä perustettaessa Suomi oli vasta saanut maksettua sotakorvaukset ja maamme oli hyvin köyhä, näin pystyimme ikään kuin vetoamaan ”köyhystödistykseen”, Tuomiemi muistelee.

Tuomiemi myöntää, että on vaikea nähdä, kuinka Suomi taloudellisesti hyötyisi mukanaolosta

kansainvälisellä tutkimusasemalla. “Toki tänne pääsevien suomalaisopiskelijoiden ja –tutkijoiden mukana maamme tieteen tasoonousee. Enemmän on kuitenkin kyse siitä, että solidaarisuusperiaatteen mukaan kaikki sellaiset valtiot osallistuvat, joilla siihen on resurssit”, hän korostaa.

Cernissä tehdään perustutkimusta

“Jonkun on tehtävä perustutki-

musta. On helpompaa, että sitä tekee puolueeton, avoin organisaatio kuin vaikkapa yritykset, joissa tietoa varjellaan hyvin tarkkaan – esimerkiksi patenteilla ja vaihtolosopimuksilla. Kiusallista siis olisi, jos emme olisi täällä mukana”, Tuomiemi lisää ja antaa ymmärtää, ettei ollut ensimmäinen kerta, kun hän vastasi kysymykseen siitä, hyödyttääkö laitokseen laitettu raha tavallista saviaivoa.

Cerniin ollaan rakentamassa

noin 27 kilometrin mittaista LHC –kiihdytintä, jossa kiihdytettävillä hiukkasilla uskotaan pystyvän löytämään Higgsin bosoni. Uusimmat fysiikan teoriat rakentuvat se oletuksen varaan, että on olemassa hiukkanen – siis Higgs - joka aiheuttaa hiukkasten massan. Higgsin bosonia ei kuitenkaan ole koskaan vielä voitu nähdä. Teoreettisesti on voitu laskea energiamäärä, joka tarvitaan Higgsin löytämiseen ja näin rakennettu LHC niin tehokkaaksi, että “kirottu Higgs” voidaan havaita, jos se on olemassa.

LHC- kiihdyttimen paikalla sijainnut LEP on purettu ja LHC valmistunee, koska aikataulusta myöhästyään, vuonna 2007. Nyt rakentamisen aikana fyysikot elävät tavallaan tietotyhjässä. “Mutta kun LHC valmistuu, on varmaa, että Higgs löytyy, jos se on olemassa. Minun on vaikea ajatella, mitä fysiikan teorioille seuraisi siitä, ettei sitä olisikaan olemassa”, Tuomiemi pohtii fyysikoille kiusallista ongelmaa.

Cern on monikulttuurinen yhteisö

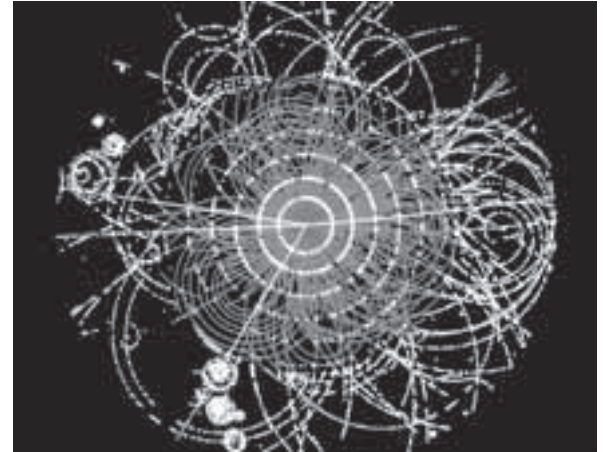
Maailman kansojen lähentäminen toisiinsa tieteellä oli yksi niistä korukommenteista tieteen tason nostamisen ohella, mitä Cernille asetettiin sen perustamisvaiheessa. Nykyään Cernin työntekijöitä tulee lähes jokaisesta Euroopan valtiosta ja Pohjois-Amerikasta. Tuomiemen

mielestä tältäkin osalta Cernin tavoitteisiin on päästy, sillä suuria sotia sen olemassaolon aikana ei ole käyty.

Houkuttelemalla opiskelijoita ja muita vierailijoita Cern teuttaa alkuperäistä tavoitettaan rahvaan tieteellisen sivistyksen nostamiseksi. “Ja meidän toivomme ja uskomme, että te olette tulevaisuudessa täällä tutkijoi-

mahdollista; Higgsin löytyä jo kolmen vuoden päästä. “Niin niin, mutta jo opiskeluvaiheessa on mahdollista päästä harjoittelijaksi tänne. Ja toisaalta, Higgsiä ei voida löytää heti LHC -kiihdyttimen rakentamisen jälkeen vaan kiihdytintä joudutaan testaamaan ja ehkä myös korjaamaan useaan otteeseen”, Jorma Tuomiemi pohtii.

Kuva: CERN-kuva-arkisto



Tietokonesimulaatio higgsin hiukkasen syntymisestä.

na”, Tuomiemi heittää haasteen lukiolaistoimittajille.

Tie tutkijaksi Cerniin kulkee useimmiten teoreettisen fysiikan opintojen kautta. Niitä voi suorittaa esimerkiksi Helsingin ja Oulun yliopistoissa. “Voisitte vielä ehtiä jopa Higgsiä löytämään...” Mutta eihän se ole

Cerniin vahingossa

Ei Cerniin pääsy kuitenkaan ainavasti helppoa liene kuin professori toimittajia opastaa. Monille teoreettisille fyysikoilla tilaisuus päästä Cerniin avautuu maisteritutkinnon jälkeen väitöskirjaa tehtäessä. Jos sitä kautta saa luotua suhteita Cerniin, voi sinne pääseminen olla mahdollista. Vaikka tästä voisi päätellä, että Euroopan suurimpaan tiedeorganisaatioon pääseminen vaatisi aika paljon kynärpäitä, toteaa Tuomiemi fysiikan vaatimattomuudella tullessaan Cerniin “vahingossa”. Siitä on 35 vuotta aikaa. Tähän väliin mahtuu muun muassa ministereiden lobbaamista suomalais-cerniläisen tiedeen puolesta ja osallistuminen suomalaisen tiederyhmän johdossa Nobel -palkittuun Athena –kokeeseen, jossa 500 hengen fyysikkoryhmä löysi W- ja Z-bosonit.

Higgs löytyminen on Tuomiemen suuri unelma, lähes elämäntyö. “Ei minun ollut tarkoitus koskaan jäädä tänne näin pitkäksi aikaa. Olen kuitenkin huomannut, että tämä työ on kutsumusammatti. Eläkkeelle minulla ei ole kiire”, Tuomiemi päättää.

Kuva: CERN-kuva-arkisto



CERN on aidattu ja vartioitu alue Sveitsin ja Ranskan rajalla, Geneven välittömässä läheisyydessä.

Kimmo Pohjanen

Kuvat: CERN-kuva-arkisto



Higgsin mekanismia voisi kuvata fyysikoiden juhkakutsuilla. Tutkijat muodostavat higgsin kentän.



Jos kuuluisa fyysikko tulee kutsuille, muut tutkijat kiinnostuvat tilanteesta.



He piirittävät fyysikon ja haittaavat hänen liikkumistaan. Vuorovaikutus antaa fyysikolle massan.



Tutkijat alkavat levittää huhua, jonka mukaan kutsuille saattaa tulla tunnettu fyysikko.



Supattelevat tutkijat muodostavat kenttään tiheyden, joka nähdään higgsin hiukkasena.

Opintomatalla tieteen huipulla Cernissä

Pyhäjoen lukion toisen vuosiluokan opiskelijat järjestivät tänä vuonna opintomatkan CERNiin, maailman johtavaan hiukkasfysiikan tutkimuslaitokseen Sveitsiin. Opintomatka järjestettiin tänä vuonna yhteistyössä Pyhäjoen yläasteen kanssa, josta projektiin osallistui kolme yhdeksännen luokan oppilasta luonnontieteiden opettajansa Antero Kallion johdolla. Lukion puolelta matkaa organisoivat luonnontieteiden opettajat Liisa Hyvärinen ja Tauno Rajaniemi.

CERNin hiukkasfysiikan tutkimuslaitokselle opintomatka suuntautui tänä vuonna jo neljättä kertaa. Lukion toisen vuosikurssin opiskelijat perehtyivät hiukkasfysiikkaan jo varhain keväällä, jolloin järjestettiin modernin fysiikan kurssi. Kursin tavoitteena oli tutustua fysiikan kehittämiseen tieteenä 1900-luvulla sekä tämän päivän keskeisiin fysiikan perustutkimuksen ongelmiin ja tutkimusmenetelmiin. Matkalle lähtiesä asiat olivat jo hyvin tiedossa; opiskelijoiden tietämys ja mielenkiinto saivatkin suurta kiinnostusta jopa itse alan ammattilaisilta.

Yhteistyötä oppiaineiden kesken

Kahden ensimmäisen tiedeopintomatkan tapaan leirikouluprojektiin liitettiin tänä vuonna äidinkieli. Tämän tarkoituksena oli tukea ja auttaa fysiikan asioiden oppimista tuomalla äidinkielen välineet avuksi opitavien asioiden käsittelyyn. Kukin opiskelija sai hioa ja kerrata omaa kirjallista ilmaisuja ylioppilaskokeessa tarvittavien taitojen suuntaisesti kirjallisten töiden kautta. "Kaikki opinto-

matkaan kuuluvat äidinkielen tehtävät ovat samalla fysiikan tehtäviä - tai toisin päin. Sisällöt siis tulevat fysiikasta", kertoo Sari Rintamäki, joka äidinkielenopettajana pääsi tutustumaan moderniin fysiikkaan.

Äidinkielen panos näkyi tämänvuotisessa opintomatassa tehtävinä, joita ei aiemmin ole hyödynnetty opintomatkaan liittyvillä kursseilla. Koska CERN täyttää tänä vuonna 50 vuotta, pyrittiin juhlavuotta yhdistämään töiden teemoihin. Opintomatkalaiset valmistivat neljän hengen ryhmissä fysiikan ja CERNin historiaan liittyvän minidraaman, jonka he esittivät alustavasti jo ennen matkaa. Paikan päällä CERNissä minidraamoja kehiteltiin eteenpäin ja valmiit tuotokset esiteltiin työnäytepäivänä 14. toukokuuta.

Opintomatkan töihin lukeutui myös paneelikeskustelu. Opiskelijat pohtivat muun muassa, miksi Higgsin hiukasta etsitään ja miten antimateriaa tehdään. Valon dualistista luonnetakin tutkailtiin. Oman paneelikeskustelun pohjalta kukin oppilas valmisti myös joko aineistoaineen tai esseen äidinkielen kurssille.

CERNissä opiskelijat toimivat yhdessä oman ryhmänsä kanssa tiedetoimittajana ja pääsivät haastattelemaan suomalaisia tämän päivän osaajia: professori Jorma Tuominiemeä, jatko-opiskelija Panja Luukkaa, fyysikko Kari Rummukaista, tekniikan tohtori Miikka Kotamäkeä ja diplomi-insinööri Tommi Nymania. Samalla opiskelijat pääsivät tutustumaan fysiikan tekemisen eri puoliin. Aiheensa taustoja ryhmät tutkivat jo Suomessa ja miettivät kysymykset valmiiksi. Valmiita lehtiartikkeleita

on esillä tässä liitteessä.

Opintomatka iloa ja hyötyä

Opiskelijoiden mietteitä ja ajatuksia nivottiin yhteen tiedeopiskelun päättyessä CERNissä. Tiedematkalaiset kertoivat paperilla mietteitään matkan merkityksestä ja hyödyllisyydestä Riitta Rinta-Filppulalle, joka on ollut järjestämässä suomalaisten lukiolaisten tiedeopiskelua CERNissä vuodesta 2000 saakka, jolloin toiminta aloitettiin. Nykyään suomalaisten tiedeopiskelua organisoii Fysiikan tutkimuslaitos, joka muodostuu eri korkeakoulujen yhteistyöstä.

Tiedeopiskelijoiden mielestä opintomatka oli kokonaisuudessaan erittäin hyödyllinen, koska matkan aikana opittiin lisää fysiikkaa ja päästiin tutustumaan moderniin fysiikkaan käytännössä. Erilaisten tutkijoiden ja fyysikoiden tapaaminen toi "fyysikoiden maailman" lähemmäksi. Luentojen yhteydessä sai vastauksia mieltä askarruttaviin kysymyksiin, jolloin asioita oli helpompi ymmärtää. Monien mielestä modernin fysiikan tiedot syventyivät matkan aikana huomattavan paljon.

Tiedeopiskelusta on hyötyä myös lukion jälkeiseen jatko-opiskeluun. Vaikka tulevaisuuden suunnitelmat eivät ole kaikille vielä selvillä, monet kiinnostuivat luonnontieteellisistä ja teknisistä aloista. Tutkijoiden ja luennoitsijoiden mielestä yläasteen oppilaat olivat lukiopiskelijoiden tapaan erikoisen kiinnostuneita ja perehtyneitä fysiikkaan. Kaiken lisäksi he olivat erittäin hyvin valmentautuneita tiedeopiskeluun.

Opintomatkan aikana opiskeli-



Yläasteen opiskelija Jussi Virpiranta (vas.) esitteli hiukkasilmaisimien toimintaperiaatetta opintomatkan työnäytepäivänä torstaina 13. toukokuuta. Kuvassa myös Mikko Ronkainen ja Sami Pirkola.

jat pääsivät tutustumaan paitsi fysiikan maailmaan myös Keski-Euroopan kulttuuriin. 10-päiväisen matkan viikonloppuina vierailtiin trooppisessa Mont-

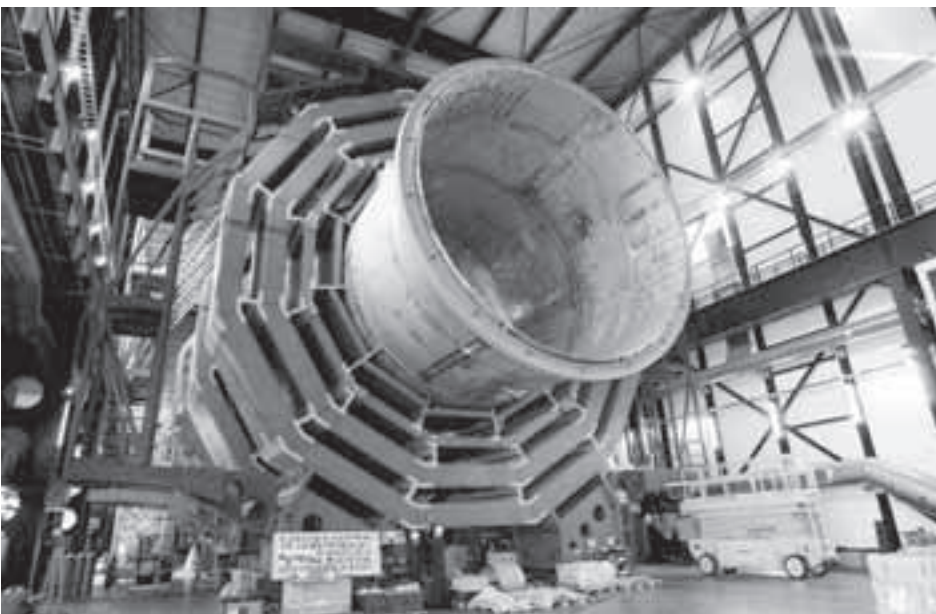
reauxin rantakaupungissa, lumisilla Ranskan puoleisilla Alpeilla Chamonixissa sekä YK:n ja Punaisen ristin päämajassa Genevessä. Opintomatka oli

hieno ja opettava kokemus kaiken kaikkiaan sekä opiskelijoille että opettajille.

Mikko Ronkainen

Väitöskirja valmistumassa pii-ilmaisimista

Kuva: CERN-kuva-arkisto



Luukka viimeistelee väitöskirjaa CMS-koesemassa käytetyistä pii-ilmaisimista. Kuvassa näkyvä ilmaisilaite on valtava; työmiehet kuvan alalaidassa antavat koosta viitettä.

Väitöskirjaansa viimeistelevä Panja Luukka kertoo päätyneensä alun perin Cerniin oikeastaan poikaystävänsä kautta. Tutkimuslaitoksessa hän kiinnostui ja päätti itsekin pyrkiä samaan paikkaan opiskelemaan. Luukan opinnot olivat juuri siinä vaiheessa, että oli realistista yrittää hakea kesäopiskelijan paikkaa Cernin summer student programin kautta. Vuotta myöhemmin hän olikin Cernissä valmistelemaan diplomityötään fysiikan tutkimuslaitokselle.

Luukka kuvailee työympäristöään ainutlaatuisiksi: tutkimusta saa tehdä juuri siitä aiheesta, joka oikeasti kiinnostaa. Väitöskirjan aiheena Luukalla on uudenlaiset pii-ilmaisimet ja niiden mittaukset. Tavoitteena on todistaa, että ne toimivat yhtä hyvinä hiukkasilmaisimina kuin perinte-



Luukka esittelemässä CMS-koesemaa.

sestäkin piistä valmistetut ilmaisimet.

Aihe oli melko selvä alun alkaen, koska hän tuli alunperin Cerniin tekemään diplomityötään pii-ilmaisimien testausjärjestel-

mästä ja siitä miten se rakennetaan. Aikaisemmin hän oli lue- nut materiaalitekniikkaa ja siten pii-ilmaisimet ja puolijohdetekniikka olivat itsestään selvä jatku- mo väitöskirjan aiheeksi.