

RAAHEN LUKIO OULUN SUOMALAISEN YHTEISKOULUN LUKIO PYHÄJOEN LUKIO

CERN

TIEDEOPISKELU 2008 

OPINTOMATKA SVEITSIIN 5.4-12.4 2008

”FYSIKKA VOIDAAN PITÄÄ PERUSTAVAN LAATUISENA TIETEENÄ, JOHON MUUN MUASSA KEMIAN, MAATIETEIDEN, BIOLOGIAN JA IHMISTIETEIDEN ”YDINTIETÄMYS” POHJAUTUU.”

”KUN KATSOMME MAAILMANKAIKKEUTTA JA TUNNISTAMME MONET FYSIKAALISIA JA TÄHTITIETEELLISEITÄ SATTUMAT, JOTKA OVAT TOIMINEET HYVÄKSEMME, NÄYTTÄÄ MELKEIN SILTÄ KUIN MAAILMANKAIKKEUDEN OLISI TÄYTYNYT JOSSAKIN MIELESSÄ TIETÄÄ, ETTÄ ME OLIMME TULOSSA.”

Freeman Dyson



Tiedeopiskeluun osallituivat

Oulun Suomalaisen Yhteiskoulun lukio

Ahonen Reetta
Ahonen Sini - Tuulia
Alian Samir
Hannila Ossi
Jurvakainen Joonas
Koivisto Miki
Kontio Mikko
Lang Erno
Pahnila Otto
Pesonen Jyri
Pauliina Sutela
Viren Visa
Pesonen Heli
Rusanen Jere

Jarmo Huuki
Jari Papunen

Pyhäjoen lukio

Juho-Matti Salmu
Toni Halunen
Pasi Simonen

Tauno Rajaniemi

Raahen lukio

Heidi Paananen
Ojanperä Antti

Standardimallia aloittelijalle

Hiukkasfysiikan tutkimusta



Lotta Mether on väitellyt tohtoriksi Helsingin yliopistossa.

TONI HALUNEN

Standardimalli selittää tällä hetkellä maailmankaikkeuden ilmiöt paremmin, kuin mikään muu kokeellisesti todistettu teoria – mutta ei kuitenkaan täydellisesti.

Lotta Metherin, nuoren tohtorin mielestä suurin puute standardimallissa on se, ettei gravitaatio sisälly siihen. "Gravitaatio on vaikea sisällyttää standardimalliin, sillä se on niin heikko voima. Se on myös erilainen kuin muut voimat, joita voi kuvata vektoreina. Eikä standardimallia ole alun perinkään tehty gravitaatiolle. Sen tarkoituksena oli yhdistää toisiinsa sähköheikko ja vahva vuorovaikutus – missä se onnistui yli odotusten," kertoo Mether.

Kuinka niin gravitaatio on heikko voima? Vaikka kuinka yritämme hypätä ilmaan ja leijua pois, painovoima vetää meidät aina takaisin maan pinnalle. Mether sanoo tämän johduttavan siitä, että maapallo on niin

Lotta Mether

- * 29-vuotias
- * Väitellyt tohtoriksi supersymmetrian ja kosmologian yhdistämisestä.
- * Kuuluu Helsingin yliopiston kosmologian ryhmään.
- * Cernissä muutaman kuukauden mittaisen apurahan turvin, aikoo kuitenkin olla hieman kauemmin.
- * Aikoo jatkaa akateemisella uralla, ei kuitenkaan tiedä kuinka pitkään
- * Yliopistoon vasta kaksi vuotta lukion jälkeen

suuri kappale. Pienempien kappaleiden painovoimaa on paljon vaikeampi tunkea. Esimerkiksi toinen henkilö, joka kävelee ohi, ei aiheuta meihin käytännössä minkäänlaista vetovoimaa – ainakaan fyysikaalisessa merkityksessään.

Muita suuria ongelmia ovat teorian monimutkaisuus ja matemaattiset mahdottomuudet, joihin ei ole löydetty ratkaisuja. Tai ainakaan niitä ei ole todistettu. Lisäksi standardimalli ei selitä pimeää ainetta: Pimeä aine on ainetta, jonka olemassaolo on voitu päätellä ainostaan välillisesti massansa kautta.

Sen määrä on pystytty arvioimaan mikroaaltotaustasäteilyn vaihtelua ja havaintoja galaksien liikkeistä yhdistämällä.

Standardimallin ja mikroaaltotaustasäteilyn eli maailmankaikkeuden synnystä kertovan taustasäteilyn avulla fyysikot ovat kehittäneet alkuräjähdysteorian, josta pystytään sanomaan suhteellisen tarkkaan milloin esimerkiksi hiukkaset liittyivät toisiinsa ja alkoivat muodostaa ainetta. Siis nämä tapahtuivat vain hetken alkuräjähdyksen jälkeen. Kuulostaa hullulta, että on mahdollista nähdä niin kaus

menneisyyteen: kosmologit ovat päättelleet maailman iäksi noin 13,7 miljardia vuotta. "Standardimallin avulla voidaan laskea, missä lämpötilassa mikäkin muutos tapahtuisi. Sen perusteella on voitu päätellä aikaskaalat suhteellisen hyvin nappiin" valaisee Mether.

Standardimalli pyrkii myös kuvaamaan ja selittämään hiukkasten ominaisuuksia, kuten massaa, sähkövarausta ja spiniä.

Mikä ihme tämä spin on? Mether sanoo spinin olevan hiukkasten sisäinen ominaisuus – ominaisuus, jota ei ole tavallisilla esineillä. Tällä hetkellä paras määritelmä spinille on hiukkasen sisäinen pyörimismäärä. Spin määrää, onko hiukkasen vuorovaikutusten välittäjähiukkasen vaiko ainehiukkanen; spin muuttaa hiukkasen käyttäytymistä.

Hiukkasfysiikan standardimallille on jo nyt olemassa "jatko-osia". Esimerkiksi supersymmetriaksi nimetty teoria ennustaa, että jokaiselle hiukkaselle olisi olemassa sym-

metrinen – samanlainen – pari, jolla olisi kuitenkin eri spin. "Symmetrian on kuitenkin oltava rikkoutunut, sillä muuten supersymmetrisiä hiukasia oltaisiin havaittu jo aiemmissa hiukkaskiihdytinkokeissa." Mether lausuahtaa. Symmetrian rikkoutuminen on kuitenkin mahdollista todistaa uudella LHC-hiukkaskiihdyttimellä – siis jos se on tapahtunut.

Paljon keskustelua herättänyt supersäieteoria on myös yksi ehdokas kaiken teoriaksi. Se unohtaa kokonaan hiukkaset ja korvaa ne pienillä säikeillä. Säikeet olisivat kuminauhamaisia lenkkejä, joiden erilainen värähtelytapa muodostaisi spinin. Teoria kuitenkin vaatii useita uusia ulottuvuuksia, joita meidän on hyvin vaikea havaita. "Uudet ulottuvuudet poistaisivat erinäisiä mahdottomuuksia standardimalliin verraten" Mether kertoo.

Cernin uusi hiukkaskiihdytin on kuitenkin suunniteltu etsimään Higgsin hiukasta, hiukasta, joka antaisi kaikille muille hiukkasille massat. "Ilman Higgsin hiukkas-

ta standardimalli ei toimi" kertoo Mether. Hänen mukaansa Higgsille on vaihtoehtoisia teorioita, muttei kuitenkaan kovin uskottavia, tai yhteensopivia teorioiden kanssa. Higgsin teorian mukaan on olemassa Higgsin kenttä, joka "jarruttaisi" hiukkasten liikettä, sillä sitähän massa tekee.

Hiukkasfysiikka saattaa kuulostaa maallikon korvaan joltain todella kaukaiselta, mutta sitä se ei todellakaan ole. Hiukkasfysiikka on perustutkimusta, jonka perusteella on mahdollista kehittää teknologiaa hyvinkin pitkälle. Käytännön sovellutuksia on monia, joista mainittakoon esimerkiksi televisio sekä positroniemissiotomografia, PET, joka on lääketieteellinen kuvausmenetelmä. Sillä voidaan esimerkiksi etsiä syöpää elimistöstä.

Mether itse on ainakin vakuuttunut hiukkasfysiikan hyödyistä: Se ilo ja into, jolla hän esittelee standardimallia kertoo kaiken.



Mether esitteli fysiikan standardimallia ryhmällemme.

Standardimalli lyhyesti

Hiukkasfysiikan standardimalli on teoria, joka pyrkii kuvaamaan eri vuorovaikutukset ja alkeishiukkaset. Vuorovaikutuksiin kuuluu sähkömagnetismi, heikko vuorovaikutus, vahva voima ja painovoima. Standardimalli sisältää kahdenlaisia hiukkasia: fermioneja ja bosoneja. Fermionit ovat hiukkasia, joista koostuu kaikki aine ja bosonit ovat aineen vuorovaikutusten välittäjähiukkasia. Yksi näiden hiukkasten välinen ero on niiden ominaisuus nimeltä spin. Se on fermioneilla puoliluku ja bosoneilla kokonaisluku.

Vierailu Oulun yliopiston Sähkö- ja tietotekniikan osastolla

HELI PESONEN

Käydessämme osana Cern-kurssia vierailulla Oulun yliopiston sähkö- ja tietotekniikan osastolla saimme monipuolista tietoa tekniikan tutkimuksesta ja opiskelusta. Meille kerrottiin, mitä Oulussa tutkitaan juuri nyt ja mitä tavoitteita on tulevaisuudessa.

Tutkimus ja opiskelu

Osaston tutkimus jakaantuu usei-

siin eri laboratorioihin, mm. elektroniikkaan, tietoliikenteeseen, tietokonetekniikkaan, mittaustekniikkaan ja materiaalfysiikkaan. Tutkimus on erittäin hyväntasoisista, mistä kertoo mm. se, että mukana on jopa Nobel-tasoisia tutkijoita.

Tutkijan työ sisältää hyvin paljon opiskelua, sillä nopeasti kehittyvällä tekniikan alalla pinnalla pysyminen vaatii jatkuvaa omien tietojensa päivittämistä. Alan tutkijat ovat haluttuja niin Suomessa

kuin muuallakin maailmalla. Monet suuntaavatkin valmistuttuaan tai jo opiskeluvaiheessa ulkomaille.

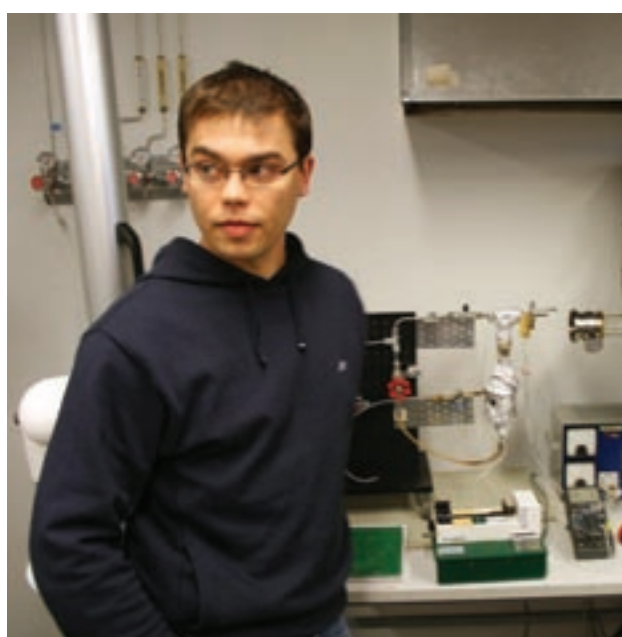
Sähkö- ja tietotekniikan osaajien työllisyystilanne on loistava: alan koulutuksen saaneista työttömänä on vain alle 2 %. Työllistymismahdollisuudet ovat monipuoliset, sillä valmistunut voi työskennellä monien eri alojen yritysten palveluksessa

Tekniikan kehittämisestä hyötyvät useat eri tahot. Tutkimusten yhteydessä on syntynyt paljon ideoita, joita on pystytty hyödyntämään kaupallisesti ja niiden pohjalta on perustettu monia yrityksiäkin.

Tieteiskirjallisuudesta todellisuuteen

Olemme jo nykyisin lähes päivittäin tekemisissä erilaisten koneiden, kuten tietokoneen ja kännykän kanssa. Vaikka niiden käyttö tuntuu pääasiassa kovin vaivattomalta, tavoittelevat tietokonetekniikan tutkijat yhä saumattomampaa ja luonnollisempaa tapaa kommunikoida koneiden kanssa.

Eräs tavoite on liikkeen tunnistamisen kehittäminen. Sitä voisi



Kuulimme esittelyä myös nanoteknologiasta.

hyödyntää vaikkapa vanhusten itsenäisemmän asumisen mahdollistamisessa: vanhuksen kaatuessa asunto tunnistaa kaatumisen ja

tekee tarvittaessa ilmoituksen sairaalaan. Myös tietokoneen hiiren käytön voisi korvata erilaisilla tunnistettavilla käsimerkeillä, mikä toisi

helpotusta monien niskakipuihin.

Tähän saakka lähinnä tieteiskirjallisuudessa esiintynyt iiristunnistus on myös yksi tietokonetekniikan tutkimuskohteista. Se on todella varma tunnistustapa, sillä iiriksen kuviot pysyvät muuttumattomina läpi koko elämän.

Tietoliikenteen tutkimuksen tärkeänä tavoitteena on palveluiden kehittäminen. Esimerkiksi ostosten maksamisen kassalle kauppareissun yhteydessä voinee tulevaisuudessa unohtaa, sillä astuttaessa ulos kaupan ovesta kaupakkassiin laitettujen tavarat tunnistetaan ja niiden hinta veloitetaan suoraan asiakkaan tililtä.

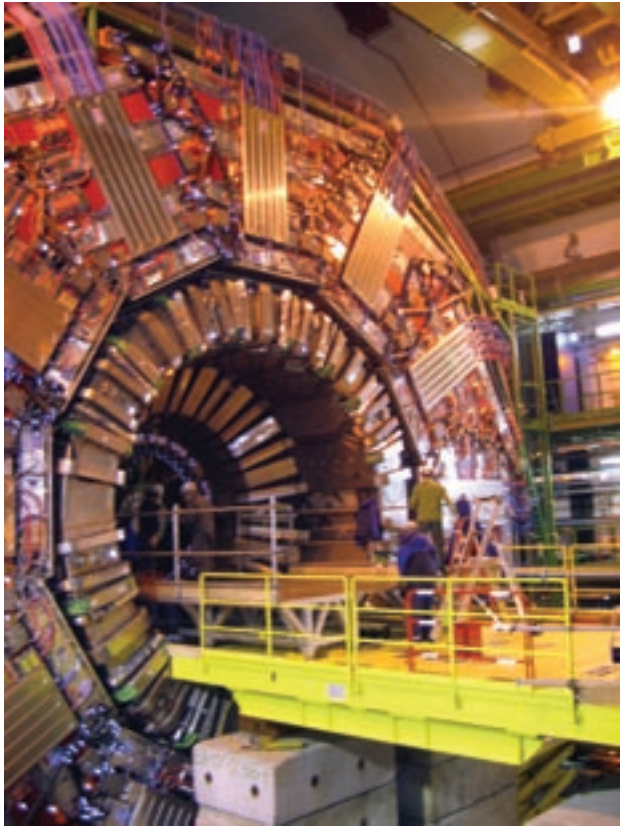
Myös lääketiede hyötyy suuresti tekniikan kehityksestä. Esimerkiksi mittaustekniikan tutkimuksesta on selvää apua nukutuslääkäreiden työhön. Vielä tällä hetkellä ei nimittäin ole keinoja mitata, onko nukutus täysin onnistunut, mutta tutkijat työskentelevät ahkerasti senkin ongelman parissa.



Röntgenkuva osoittaa piirilevyn virhejuotot.

Cernissä mietitään jo tulevaisuutta

Uusia kiihdyttimiä suunnitellaan



CMS-ilmaisim

PASI SIMONEN

Cernissä pääsimme haastattelemaan CMS-projektin johtajaa Professori Jorma Tuomiemeä. Hän on tutkinut hiukkasfysiikkaa jo 40 vuotta, ja on pisimpään Cernissä ollut suomalainen. Tuomiemi on ollut useissa pienemmissä kiihdytinprojekteissa ja viimeiset 18 vuotta on mennyt CMS-projektin parissa. Näin ollen Tuomiemi on asiantuntija hiukaskiihdyttimistä ja -ilmaisimista puhuessa.

Yksi Cernissä sijaitsevan LHC-kiihdyttimen tavoite on todistaa

supersymmetriateoria oikeaksi tai vääräksi. Teoreetikot ovat kehittäneet tämän teorian, joka täydentäisi standardimallia, sen menettäessä tarkkuutensa suurilla energioilla. Standardimalli on malli, joka tällä hetkellä selittää hyvin maailmankaikkeuden rakennetta. Supersymmetrian mukaan jokaiselle standardimallin hiukkaselle löytyy supersymmetrinen pari, jolloin olisi olemassa huikkea määrä uusia hiukkasia. Nämä hiukkaset tulevat esiin LHC:n kokeissa, jos niitä on olemassa. Jos supersymmetria on olemassa, standardimallia voi-

LHC – Large Hadron Collider

- * 27 km pitkä ympyrätunneli 100 metrin syvyydessä
- * Kiihdyttää protoneja 7 TeV:n energiaan kahdessa kiihdytinputkessa. Protonien törmäyksissä siis 14 TeV:n energia
- * Neljä ilmaisinta CMS, Alice, LHCb ja Atlas, joissa hiukkasuikut törmäävät. Törmäyksissä syntyy uusia hiukkasia joita ilmaisimet havainnoivat.

daan edelleen pitää likimääräisenä teorian, mutta jos tällaista supersymmetriaa ei ole joudutaan miettimään taas uusia entistä monimutkaisempia teorioita.

Toinen tavoite on täydentää standardimallia ja löytää sen puuttuva osa: Higgsin bosoni, joka antaa muille hiukkasille massan. Kaksi ilmaisinta neljästä LHC:n ilmaisimista, Atlas ja CMS, on suunniteltu Higgsin bosonin etsimiseen. LHC:n tärkein tehtävä siis on löytää Higgsin bosoni.

Entäs LHC:n jälkeen? Mitä sitten tapahtuu?

Tulevaisuudessa hiukaskiihdyttimet ja ilmaisimet saavat eteensä uusia haasteita. Cernissä tänä syksynä käynnistytävä LHC on tähän mennessä ylivoimaisesti suurin ja tehokkain kiihdytin. Tulevaisuuden kiihdyttimet eivät sitä kovin pian tehokkuudellaan korvaa. Sen sijaan tulevaisuuden kiihdyttimet tullaan kohdistamaan tarkasti joillekin energia-alueille, jolloin saadaan enemmän ja tarkempia tuloksia.

Tuomiemen mukaan Higgsin bosonin löytyminen ei vielä ratkaise kaikkea. Sen löytymisen jälkeen on vielä paljon tutkittavaa johon LHC ei pysty. Tähän pitää suunnitella uusia kiihdyttimiä, joiden energia-alueet on suunniteltu tarkasti Higgsin hiukkasta varten. Ennen tätä on kuitenkin löydettävä Higgs LHC:llä, minkä jälkeen tarkka energia-alue voidaan tietää ja päästään rakentamaan uusia kiihdyttimiä.

Seuraava kiihdytinprojekti, jota Cernissä suunnitellaan, on CLIC-kiihdytinprojekti. Tämä kiihdytin on suunniteltu tutkimaan tarkemmin LHC:n löytöjä. Mikäli Higgsin bosoni löytyy, CLIC voidaan valjastaa sen tutkimiseen; mikäli taas Higgsiä ei löydetä, CLIC:llä keskitytään etsimään uusia ilmiöitä joita LHC:n energiatarkkuuksilla ei voida nähdä. CLIC tulisi olemaan lineaarikiihdytin, mikä tarkoittaa, että toisin kuin LHC se ei ole rengas, vaan suora putki.

CLIC-kiihdyttimen haasteita

Lineaarikiihdyttimen ongelmana on sen suuri koko, jotta saataisiin suuria energioita. CLIC on suunniteltu 50 kilometriä pitkäksi. Lisäksi koko 50 kilometrin mittainen putki pitäisi olla koottu pienistä pätkistä tuhannesosamillimetrin tarkkuudella. Tämä tarkkuus tekee kiihdyttimen toteuttamisesta haastavan. Vielä ei ole kehitetty tekniikoita, joilla saataisiin tarpeeksi tarkkoja osia kiihdyttimeen.

Toisena suurena haasteena Tuomiemi mainitsee kiihdytinrakenteiden materiaalin. Vielä ei ole pystytty rakentamaan metallirakenteita, jotka kestäisivät suuren sähkökentän aiheuttaman rasituksen, joka kiihdyttimelle tulisi. CLIC-projekti on kuitenkin vauhdissa ja näihin ja moniin muihin kysymyksiin etsitään koko ajan vastauksia yhteistyössä teknologian yritysten kanssa.

CLIC-projekti on suunnitteluvai-

heessa ja sillä on monia kilpailijoita; sen toteutuminen ei ole varmaa. Vastaavia lineaarikiihdytin projekteja on muuallakin maailmassa, mutta Cern panostaa CLIC-tekniikkaan.

Haaveena kirjoittaminen

Tuomiemen kertoo CMS-projektin olevan hänen viimeisensä. Eläkeikä jo lähestyy, mutta professori haluaa olla vielä mukana tekemässä historiaa ja löytämässä Higgsin bo-

sonia. Hän kertoo haluavansa tehdä mahdollisimman paljon kokeita CMS:llä ennen kuin lähtee eläkkeelle parin vuoden päästä. Eläkkeelläkin Tuomiemi ei aio olla tyhjän panttina vaan kertoo aloittavansa kirjoittamisen; se on ollut haaveena jo pitkään, mutta aikaa ei ole ollut töiden lomasta. Tuomiemi suunnittelee kirjoittavansa yleistajuisia kirjoja pitkän fyysikon uransa heidelmistä.



Jorma Tuomiemi on Cernin CMS-projektin johtaja.

Hiukkasen kiihdyttämistä eli filosofi Rousseau'n kaupungissa



Filosofian ja ranskan lehtori Jari Papunen Oulun Yhteiskoulun lukiosta.

JARI PAPUNEN

Viikko Genevessä huhtikuussa 2008 hyvässä (= itseään parem-

massa) seurassa oli kaikin puolin upea. Seuraavassa muutama pikainen siveltimen veto: Lähitisitkö kanssani bosoni-tan-

goon vai pannaanko fermioni-twistiä? Tiesithän, että atomeilla on tapana tanssia eri spin-tiloissa? Mistä tuo musiikki siihen tulee? No, vaikka Pythagoraalta (500e.a.), joka jo puhui sfäärien sinfoniasta. Kun synnyin, minut mitattiin ja punnittiin. Minut, joka koostun aineesta, jota on yllätys- yllätys, vain 4 % (25% on pimeää ainetta ja loput pimeää energiaa). Pimeetä? Voi olla, mutta CERNin mittatarkkuus on atogramman luokkaa. Köykäiseksi ei siis meikäläistä(kään) voi moitita!

Säieteoria,teleportaatio, ja mitä niitä on. Minä, entinen basso-tenori, nykyinen basso-gravitoni hoitelun Voltairen tapaan silmiäni edessä altoilevaa puutarhaani ja ajattelen herraa HUU-kiä, jonka korvaan iski muutaman vuoden viiveellä van Goghin ruusu. Ja kuin hullu huutaa rakkautensa perään: mitä on massa (vai mikä se oli)? Higgs, higgs, higgsa perii...

Uusi kiihdytin (tai kaksikin) jo suunnitteilla eli CLIC ja ILC nimittäin, terve vain!, matkalla "Ikuiseen rauhaan" (suuri I.Kant, tsekkaa googlesta tämänkin). Ihmiskunta on yksi. Cernissä tuhannet ihmiset puhaltaavat yhteen hiileen - konkreettisestikin ajateltuna. He hiilaavat eli parantavat, edistävät tieteellisteknisin ponnisteluin Äiti maan rauhaa, vakautta, ymmärrystä. Ymmärrystä? Miksi olemme olemassa, ja juuri tällaisina kuin olemme? Sitäkö tarkoitat?

Emme ehkä koskaan saa tietää perimmäisiä mysteerejä. Niinpä lohduttaakin meitä nyt valistuksen ajan Lessing: "Herra, pidä sinä totuus, mutta jätä sen etsiminen minulle". Einstein, joka ilmeisesti tunsu Jumalan, sanoi,että hän (siis Jumala) ei heitä noppaa. Minä poika se vain vain sitäkin tehdä!

Cern tunnetuksi



Cernin maailmannäyttelyn Globe-pallo on näkyvä maamerkki.

JUHO-MATTI SALMU

Cernissä järjestettiin 6.4.2008 kaikille avoin Open Day. Tämä Open Day sattui sopivasti juuri leirikoulumme aikaan ja saimme siihen osallistumalla yhden Cernpäivän lisää. Open Dayn tarkoituksena oli antaa tavallisille ihmisille mahdollisuus tutustua Cerniin ja sen toimintaan. Vierailijat saivat myös tutustua laitoksen tutkimuslaitteistoon, samalla heille esiteltiin, mitä tutkimuksia siellä tehdään ja mitä kaikkea uutta on odotettavissa, näin haluttiin korostaa laitoksen avoimuutta ja tehdä sitä tutummaksi tavallisille ihmisille. Rintafilppulan mukaan Open Day on hyvä keino katkaista huhuilta siivet, joita laitoksen toiminnasta liikkuu.

Tapahtuman aikana järjestettiin luentoja ja opastettuja kierroksia.

Cernissä oltiin varauduttu Open Dayhin 1500 oppaalla, jotka esittelivät laitosta. Lisäksi alueella jaettiin esitteitä ja tienvarsiin monenlaisia mainoksia, muun muassa LHC:n kiihdytysputken näköisillä mainostauluilla haluttiin kiinnittää alueen asukkaiden huomio.

Kaikkein suosituin tutustumiskohde oli koemasat, joihin oli neljän tunnin jonot. Erityisesti CMS ja Atlas kiinnostivat yleisöä. Lauantai oli tarkoitettu Cernissä työskentelevien perheille ja tutuille, ja sunnuntai muille kiinnostuneille. Lauantaina vierailijoita oli käynyt noin 23 000, ja sunnuntaina noin 53 000 eli laitoksen toiminta todella kiinnostaa ihmisiä.

Geneveen tutustumassa

PAULIINA SUTELA

Geneven kaupunki sijaitsee Geneve-järven rannalla Alppien läheisyydessä, Sveitsin ja Ranskan rajan tuntumassa. Kaupungissa vallitsee kansainvälinen ilmapiiri: Genevessä sijaitsevat muun muassa kansainvälinen Punaisen Ristin päämaja, YK:n Euroopan päämaja ja tietenkin CERN.

Yleisilmeeltään Geneve on siisti ja rauhallinen. Suurkaupungin tungoksesta ei ole tietoaakaan, ja kaupungissa voi liikkua tuntematta oloaan turvattomaksi. Kaupunki ei silti tunnu pysähtyneeltä, vaan tunnelma on elävä.

Geneven toimiva joukkoliikenne ilahduttaa matkailijaa. Busseilla ja raitiovaunuilla pääsee liikkumaan vaivattomasti ja nopeasti ympäri kaupunkia.

Erilaisia nähtävyyksiä Genevestä löytyy paljon. Vanha kaupunki on näkemisen arvoinen ylväine rakennuksineen. Myös YK:n Euroopan päämajan Palais des Nations on vaikuttava vierailukohde sekä rakennuksena että paikkana, jossa monia

maailman tärkeimpiä kansainvälisiä päätöksiä on tehty.

Mielestäni Geneven ehdoton kohohta on näkymä, joka avautuu Pyhän Pietarin katedraalin tornista kaupungin ylle. Linnamaiset talot ikkunaluokkuineen, muhkuraiset

puut katujen varsilla ja vuoret Geneven ympärillä jäivät elävästi mieleen. Näkymän kruunaa Jet d'Eau -vesisuihku, joka kohoaa Genevejärvestä jopa 140 metrin korkeuteen.



Geneven suihkulähde kohoaa 140 metrin korkeuteen.



Geneven keskustan kukkakello suunnitellaan siten, että kellon kukat kukkivat lähes joka vuodenaikaan.

Chamonix - maisemamatkailua Alpeilla



Ylhäällä:

Vuorilta avautuu mahtavat näköalat alas laaksoon.

Ylhäällä vasemmalla:

Chamonixin kirkko

Alhaalla vasemmalla:

Päätähuimaavia maisemia Alpeilta