

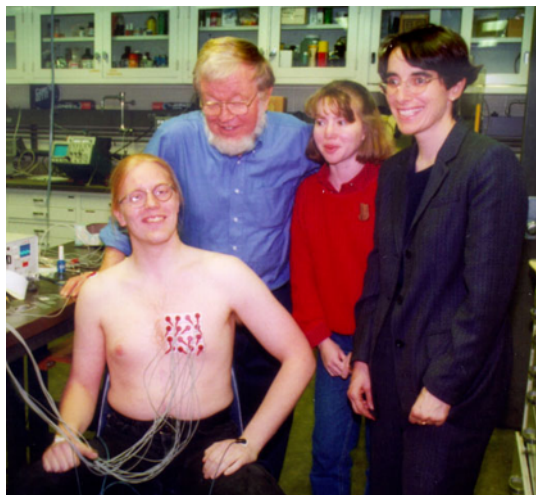


Matemaatikkojen työtehtäviä

Arkhimedes 5/99 julkaisi sarjan matemaatikkojen sijoittumisesta erilaisiin työtehtäviin. Tässä lyhennelmät kirjoituksista, jotka julkaistaan *Arkhimedes*-lehden luvalla.

Moniulotteinen röntgenkuvantaja

Samuli Siltanen työskentelee Instrumentariumin Imaging Oy:n palveluksessa kehittäen lääketieteellisessä kuvantamisessa sovellettavia algoritmeja.



Samuli (kuvassa vasemmalla uuden elektrodikongfiguraation testihenkilönä) opiskeli Teknillisessä korkeakoulussa ja kertoo: ”Ensimmäinen syksy Otaniemessä oli kauhea, koska en tajunnut mitään ja kurssit tuntuivat sietämättömän vaikeilta. Kevätpuolella ymmärsin, että töitä on tehtävä lujemmin kuin koulussa ja pääsin

opintojen makuun. ... Suoritin opintoja myös Helsingin yliopiston matematiikan laitoksella, ja mielestäni näiden kahden laitoksen opinnot täydensivät hyvin toisiaan. ... Valmistuin keväällä 1994 ja aloitin siviilipalveluksen Rolf Nevanlinna -instituutissa, jossa opin työllisyyskurssilla sovelletun matematiikan peruspaketin. Komennuksesta jäi mukava olo, sillä valtaosa kurssilaisista sai kurssin päätyttyä työpaikan. ... Jatko-opintojen aikana oma mieltymykseni matematiikkaan selkiytyi: minusta hienointa on nähdä abstraktien rakennelmien esiintyminen todellisessa maailmassa tekniikan tai fysiikan muodossa.”

Työskentelytavoistaan Samuli kertoo näin: ”Vuorottelen erakkomaisen laskemistodistelun ja kiihkeän keskustelun välillä. Seminaariesitelmät ovat tärkein tapani edistyä: valmistelen esityksen itsekseni ja joudun silloin jäsentämään kaiken tietoni aiheesta. Esitelmän aikana ja sen jälkeen esitetyt kysymykset pakottavat ajattelemaan ongelmaa uudella tavalla ja tuovat esiin uusia ratkaisuja. ... Tietokone on minulle tärkeä työkalu, koska haluan nähdä omin silmin käsittelemäni oliot.”

Työstään hän kertoo: ”Imagingin toimiala on lääketieteellisten röntgenkuvauslaitteiden valmistus. Ala on muuttumassa parhaillaan digitaalseksi, ja samalla tutkitaan kolmiulotteisen kuvantamisen mahdol-

lisuuksia. Tämä kehitys pitää sisällään runsaasti sovellettua matematiikkaa, erityisesti inversio-ongelmiin liittyvää. Työni onkin toteuttaa Imagingin laitteisiin sopivia matemaattisia ideoita. ... Kolmiulotteisen kuvan laskeminen näistä mittauksista onkin matemaattisesti varsin haastavaa, eikä ongelmaa voi ratkaista ainoastaan tietokonetehoa nostamalla.”

Esimerkkinä kolmiulotteisen kuvantamisen tarpeellisuudesta Samuli mainitsee viisaudenhampaan poiston,

jossa kaksiulotteisesta röntgenkuvasta on usein mahdollonta päätellä leukaluun sisällä kulkevan hermon ja poistettavan hampaan juurien etäisyyttä, vaarana leikkauksessa on tunnon katoaminen osasta kasvoja. Työssään Siltanen mainitsee tarvitsevansa matematiikkaa työn teknisen sisällön takia, mutta lisäksi on tärkeää tulla hyvin juttuun erilaisten ihmisten kanssa.

Linkkejä: <http://www.hut.fi/~ssiltane/lis.html>, <http://www.instrumentarium.fi/imaging/>.

Matemaatikko ja oma yritys

Heikki Haario väitteli funktioteoriasta, nykyisin hänen päätyönsä on omassa yrityksessä Prof-Mathissa, joka tekee matemaattisen ja tilastollisen mallintamisen konsultointia. Tämän ohella Heikki jatkaa akateemista tutkimusta ja ohjaa jatko-opiskelijoita.



Heikki innostui lukiossa matematiikasta matematiikkaa harrastavan kaverinsa ansiosta. Hän suoritti matematiikan peruskurssit pääosin nopeasti tenttimällä ja on jälkikäteen hieman katunut kiiruhtamistaan ”olisi kannattanut opiskella perusteellisemmin ja pyrkien laajempaan pohjaan. Tänäpäin opiskelisin melko lailla eri tavalla.” ”Tietokoneita olin sattumalta oppinut käyttämään sileiden funktioiden tutkimuksen yhteydessä, jossa pyrimme myös esittämään funktioiden patologistia kerroinalueita graafisesti.”

Heikki siirtyi soveltavampaan matematiikkaan inversioprojektin yhteydessä. Yhtenä tavoitteena oli selvittää, voidaanko maan pinnalla tehtävillä mittauksilla määrittää johtavuusjakauma (kuten malmiesiintymä) maan alla. Tämä onkin tyypillinen inversio eli käänteinen ongelma: tuntematon funktio pyritään saamaan selville epäsuoran datan perusteella. Projektin seurauksena syntyi ”Sampo” -tutkinta-algoritmi ja

useita ”puhtaita” matemaatikkoja siirtyi tutkimaan sovellettua matematiikkaa.

Heikki on työskennellyt Helsingin yliopiston matematiikan laitoksella muun muassa sovellusprojektiкурсien töiden ohjaajana ja päätyi Kemira Oy:n vieraillevaksi tutkijaksi kolmen vuoden ajaksi. Yrityksen perustamiseen Heikki päätyi puolivahingossa. Laman aikana jo valmiiksi hyväksytty Kemiran ja Tekesin projekti jäi isännättömäksi ja Heikki perusti sitä hoitamaan yhtiön. Jatkossa firma osoittautui kykeneväksi itsenäiseen elämään ja nyt työntekijöitä on Heikin lisäksi neljä. Osa heistä on palkattu yrityksen omaan kehitysprojektiin, osa keskittyy numeeristen mallien graafisten käyttöliittymien ohjelmointiin. Yritys tekee yhteistyötä useiden yritysten, esim. Kemira Oy:n kanssa. Muita asiakkaita ovat esim. VTT, KCL, Hartmann-instituutti ja Suomen ympäristökeskus. Työtehtävät ovat sekä matemaattisia simulaatiomalleja että annettujen aineistojen tilastollista data-analyysiä.

Työtä varten yliopisto antoi perustiedot matematiikassa, mutta myöhemmin on täytynyt laajentaa pohjaa, perustietoja on tarvittu esim. kemiassa, tilastotieteessä, ohjelmoinnissa, sovelletussa ja numeerisessa matematiikassa. Myös fysiikan tietoja Heikki on joutunut laajentamaan, vaikka hänen yhtenä sivuaineenaan oli teoreettinen fysiikka.

Suhtautumisestaan yliopistoon ja tutkimukseen Heikki kertoo: ”Tieteellinen tutkimus sen itsensä vuoksi kiinnostaa siinä missä ennenkin, nykyään vain tutkimusaiheet pakostakin valikoituvat käytännön työhommiin liittyviksi. Harrastamieni aihepiirien opetukselle on selvästi tarvetta myös yliopistoissa. Muun muassa biologit ja kemistit kaipaavat matemaattisten menetelmien opetusta. Matematiikan laitoksilla puolestaan on tarvetta aidon soveltajan näkökulmalle. Yhteistyö yliopistomatemaatikkojen kanssa täydentää omaa osaamistani ja toisaalta tätä kautta syntyy kontakteja opiskelijoihin, joille saattaa minun kauttani tarjoutua käytännön projektitöitä sekä jatko-opintoaiheita. Ilahduttavasti käytännön työni poikii silloin tällöin luonnollisia aiheita myös puhtaasti akateemiselle tutkimukselle.”

Matemaatikko opettajana

Jukka Mäkinen opiskeli ulkomailla algebrallista topologiaa ja aloitti uransa tutkijana. Myöhemmin hän siirtyi koulumaailmaan ja on myös kirjoittanut lukioiden matematiikan oppikirjoja.

Opettajan työstään tri Mäkinen kertoo näin: ”Perus-tutkintoa laajemmista matematiikan tiedoista ja tutkijankoulutuksesta on opetustyössä ollut paljon hyötyä. Ainakin kuvittelen, että minun on ollut helpompaa hahmottaa asiat kokonaisuuksiksi ja nähdä, mikä on tärkeää ja mikä ei. ... Syvällisempien matematiikan tietojen pohjalta ehkä myös osaa ja uskaltaa opettaa konkreettisemmin. Heikommilla eväillä varustettu saat-taa havainnollistamisen taitojen puuttuessa vetäytyä abstraktioiden suojaan. ... Koulut ovat parhaimmillaan tasa-arvoisia työyhteisöjä, joissa yksittäisen opettajan toimintavapautta kunnioitetaan ja joissa ei ole varsinaisia esimies-alais -suhteita. Suosittelen opettajan työtä matematiikassa väitelleille erinomaisen hyvin koulutusta vastaavana työnä.”

Jukka toimii normaalikoussa ja ohjaa opetusharjoittelua. ”Nykyäänhän lähes kaikki opetusharjoittelijat ovat nuoria opiskelijoita, joilla on takanaan pari vuotta matematiikan aineopintoja. Usein tuntuu, että opetusharjoitteluun tullaan liian aikaisin. Moniin eivät yliopisto-opinnot tunnu jättäneen vielä juuri mitään jälkeä. Harjoittelijat helposti vain siirtävät eteenpäin omia kouluaikaisia oppimiskokemuksiaan. On sellaisia-kin, jotka eivät hallitse lukion pitkän matematiikan sisältöjä, syventävien kurssien sisällöistä puhumattakaan. Toivottavasti matematiikan osaamisen taso parane aineopintojen jatkuessa. Mutta olen kyllä huolissani nykyään valmistuvien opettajien tasosta. Opettajaltahan edellytetään myös kasvatustieteen opintoja, enkä minä nyt halua kerätä pisteitä niitä pilkkaamalla, vaikka myönnänkin, että niitä usein tarjoillaan aika lapsellisella tavalla. On olemassa aivan tarpeellista tietoa esimerkiksi oppimisvaikeuksista ja koulutussosio-logiasta.”

Matemaatikko kryptografina

Kaisa Nyberg on opiskellut matematiikkaa ja tilastotiedettä. Hän väitteli funktionaalianalyysin alalta ja on työskennellyt yliopiston lisäksi TKK:lla, kansaneläkelaitoksella, puolustusvoimissa ja Nokialla.



Opinnoistaan hän kertoo voivansa hyödyntää suoraan tilastotiedettä ja todennäköisyyslaskentaa sekä lineaarialgebraa. Algebraa ja diskreettiä matematiikkaa hän opiskelee koko ajan työn mukana. ”Matemaattisen koulutuksen suurin anti on minulle ollut sen suomat metodologiset valmiudet. Niiden pohjalta olen voinut paikata vastaantulevia aukkoja, joita on ollut useita

pitkin matkaa. Tuskinpa niitä kaikkia olisi voinut opiskella etukäteen. Siinä olisi jäänyt jotain puuttumaan joka tapauksessa.”

Tällä hetkellä Kaisa toimii Nokian Tutkimuskeskuksessa vastuualueenaan tietoturvallisuuden kryptologiset menetelmät. Hänen lähimmät työtoverinsa ovat matemaatikkoja. ”Kryptologian alalla voi toimia usealta eri koulutuspohjalta ja suuntautua eri tavoin. Mutta matemaatikot puuhailevat yleensä hauskimpien ja mielenkiintoisimpien kysymysten parissa.” Kaisa on usein havainnut puutteita varsinkin tietotekniikan opiskelijoiden matematiikan taidoissa ja erityisesti heidän suhtautumisessaan matematiikkaan. ”Se voi johtua siitä, että heille opetettu matematiikka ei ole avautunut, mahdollisesti koska sillä ei ole ollut yhteyksiä muihin aineisiin, tai niitä ei ole osattu löytää.”

Työelämässä on tarvittu kaikenlaisia lisätaitoja esitystekniikasta ja käytännön projektien hallinnasta alkaen, mutta Kaisan mielestä näihin kouluttautumisen voikin jättää työelämän vastuulle. Kaisa pitää matematiikan ja fysiikan merkitystä nykymaailmassa ja tulevaisuudessa suurena, kasvavana ja kiistämättömänä.

Työssään Kaisa matkustaa yhteensä noin kuukauden vuodessa. Hän kirjoittaa ja lukee tieteellisiä artikkeleita, tutkimusraportteja, määrittelyjä, standardeja. Kaisa tutkii salausten menetelmien matemaattisia ominaisuuksia ja niiden merkitystä salausten menetelmien turvallisuudelle ja kehittää salauksellisia algoritmeja ja niiden matemaattisia analysointimenetelmiä. Hänen unelmatyönsä on aikalailla nykyisen työn kaltainen.

Matemaatikko riskien hallinnassa

Martti Pesonen väitteli Ahlforsin arvojenjakautumisteoriasta ja toimii nykyisin vastuullisena aktuaarina Teollisuusvakuutusyhtiössä.



”Mielestäni matematiikka oli jo koulussa hauskaa. ... Matematiikan opiskeluun Helsingissä vaihtoehtona olisi kai ollut lähinnä Teknillinen korkeakoulu, mutta sitä en edes harkinnut. Kuvittelin, että oikeaa matematiikkaa opetetaan ainoastaan yliopistossa. Yliopiston mielsin paikaksi, jossa opiskelun varsinaisena tavoitteena on oppia ymmärtämään asioita, ja sitten kun on tarpeeksi opiskeltu, luodaan uutta. Polia pidin tuolloin ’pelkkänä’ ammattikorkeakouluna. ... Päämääräni oli oppia matematiikkaa. Yliopisto osoittautuikin minulle erikoisen sopivaksi opinahjoksi: sai opiskella juuri niin kuin mieli teki, sivuaineet sai valita melko vapaasti, ja etenemisvauhti oli täysin itsestä kiinni. Opiskelin pääasiassa matematiikkaa. ... Intoni oli kova, ja tenttisuoritukseeni olin tyytyväinen vain jos osasin kaikki tehtävät. Muut sivuaineet otin kevyemmin. ... Kaiken kaikkiaan matematiikassa suurta tyydytystä antoi se, kuinka ’kaunis’ jokin teoria on, tai kuinka elegantisti jokin lause todistettiin, tai esimerkiksi kuinka muutamalla rivillä määritellystä avoimen joukon käsitteestä sikiää kokonainen matematiikan haara, tässä tapauksessa topologia. Näiden asioiden ymmärtäminen toi

suurta älyllistä tyydytystä. Myöskin sillä oli suuri merkitys, kuinka elegantisti jokin asia esitettiin. Näiden tuntemusten ymmärtäminen ei matematiikkaan perehtymättömälle varmasti kovin helposti aukea. ... Jälkikäteen ajatellen olisi varmasti ollut viisasta tutkijan uraa ajatellen viettää väitöskirjan valmistumisen jälkeen ainakin yksi lukuvuosi jossain sopivassa korkeakoulussa ulkomailla.”

Martti toimii aktuaarina, eli vakuutusmatemaatikkona. Työ on ollut mielenkiintoista, haastavaa ja arvostettua, ja Martti on uravalintaansa tyytyväinen. Aktuaari on usein mukana yhtiönsä johtoelimissä ja työ on hyvin monipuolista. Aktuaarina Martti vastaa mm. yhtiön vastuuvelan määrittämisestä, sen katteena olevien varojen eli sijoitusomaisuuden asianmukaisesta hajauttamisesta. Käytännön työssään Martti on tarvinnut kohtuullisen hyvää todennäköisyysslaskennan hallintaa.

”Jossakin optioiden hinnoittelussa voi olla tarpeen osata matematiikkaa niin paljon, että pystyy ymmärtämään vaikkapa sen, miten ja millä oletuksilla optioiden hinnoittelussa yleisesti käytettävä Black & Scholesin kaava on johdettu. Muiden kuin matemaatikon koulutuksen saaneiden henkilöiden en itse asiassa ole havainnut suhtautuvan kriittisesti taustalla olevien oletusten (Wiener-prosessi) paikkansapitävyyteen taikka parametrien estimoinnin ongelmiin.

Näen kuitenkin matemaatikon koulutuksen laajemminkin mielessä erittäin hyödyllisenä tässä työssä. Mielestäni hyvin suoritettujen matematiikan opinnottovien auttaneet minua ainakin asioiden hahmottamisessa ja jäsentelyssä sekä analyyttisessä ongelmanratkaisukyvyyssä luovaa mielikuvitusta käyttäen. Olen siis sitä mieltä, että kunnollisesti suoritettu matematiikan tutkinto antaa hyvät perusvalmiudet tähän työhön. Koska kysymyksessä ei ole ammatillinen tutkinto, niin alalle tuleva matemaatikko joutuu opettelemaan käytännön vakuutusliiketoimintaan liittyvät asiat työn ohessa, mutten näe tässä mitään ongelmaa. Tietojenkäsittelyn ja tilastotieteen alkeet ovat myös olleet hyödyksi käytännön työssä.”

Työmatkoja ulkomaille Martti tekee pari kertaa vuodessa, mutta määrät saattavat lisääntyä kansainvälistymisen myötä.

Arkhimedes-lehden haastattelijoina olivat **Juha Oikkonen** ja **Eero Saksman**.

Koosteet keräsi
Marjatta Näätänen
dos.
matematiikan laitos
Helsingin yliopisto