

MAT

LEHTI 1-2025

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLISTEN ALOJEN AKATEEMISET

17000

Salmisaaren yliopisto

Sairaalfyysikot
terveydenhuollon uudistajina



Onko mielessäsi hyvä jutun aihe?
Muistissa hauska tai haastava työjuttu?
Oletko lukenut mielenkiintoisen kirjan,
joka kiinnostaisi kenties myös kollegoita?

**Kirjoita tai ideoi
juttu MAL-lehteen!**

Lehteen tarvitaan eri pituisia ja eri aiheisia kirjoituksia jatkuvasti ja kaikenlaiset alaa sivuavat jutunaiheet ovat tervetulleita!

Tartu kynään ja kirjoita lehtemme artikkeli haluamastasi aiheesta. Jutun pituus 2500-6000 merkkiä ja lisäksi kuva/kuvia mahdollisuuksien mukaan.

Eryteisesti toivomme saavamme uratarinoita, mutta myös aivan vapaamuotoiset muut kirjoitukset sopivat lehtemme.

Kirjoittamasi artikkelin voit lähettää lehtemme päätoimittajalle **Suvi Lahdenmäelle** (suvi.lahdenmaki@gmail.com) ja/tai MALin tiedottajalle Ilkka Norrokselle (tiedottaja@mal-liitto.fi).

Jos et itse halua kirjoittaa artikkelia, mutta sinulla on kiinnostava aihe, niin senkin voi lähettää edellä mainituille henkilöille. Etsimme sitten sopivan kirjoittajan. •

{MAL} 1-2025

Salmisaaren yliopisto	4
Margueriten teoreema	7
Sairaalaafysikot terveydenhuollon uudistajina	8
Spekulatiivista fysiikkaa parhaimmillaan	10
Matemaatikoista suurin	11
Vaasan Teknillinen seura ry Teknillistä seuratoimintaa jo yli sadan vuoden ajan	12
MALin gradupalkinto: Henna-Riikka Putaala estimoi ilmakehän sähköisyyttä vuodesta 1844 näihin päiviin	14
Opinnäytteiden aiheet vuonna 2024	16
Tom Lehrer - laulava satiirimatemaatikko	18

Kannen kuva: pixabay



PUHEENJOHTAJA

Asiantuntemus vahvistuu koulutuksen ja kokemuksen myötä

Kasvavan osaajatarpeen käynnistämässä kouluopetuksen kehittämisen seminaarisarjassa nousi esille juurihoidon tarve kaikilla tasoilla. Varhaiskasvatuksesta aloitettu sarja jatkui ala- ja yläkouluihin kautta lukioihin. Oppiminen on kerroksittaisista: kiinnostuksen herääminen, motivaation rakentuminen yhä laajenevan aineiston kanssa työskentelyyn ja valmius itsenäistä työskentelyyn. Kirja ”Härkää sarvista – matematiikan osaaminen nousuun” kokoaa yhteen seminaarisarjan havainnot ja suositukset. Säästöjen myötä muodostuneiden oppimista haittaavien tekijöiden poistaminen on tarpeen kaikilla tasoilla. Uusilla opetusratkaisulla voidaan edistää oppimista, mutta kaikessa painottuu oppimis- ja tiedonhankintavalmiuksien tukeminen. Osaamisen päivittämistä tarvitaan ajan tasalla pysymiseen. Tutkintojen laadun varmistaminen on keskeistä.

Matematiikkaan painottunut seminaarisarja oli kehittämisen ensimmäinen vaihe. Jatkossa tulee edetä matemaattis-luonnontieteelliseen kokonaisuuteen. Matematiikka on luonnontieteiden yhteinen kieli ja kehitetyt askelmerkit sopivat hyvin myös luonnontieteisiin ja tietojenkäsittelytieteeseen. Samalla saadaan lisää painoa matematiikan käyttömahdollisuuksiin ja ratkaisujen toteuttamiseen. Matematiikan käyttökelpoisuus ei myöskään rajoitu luonnontieteisiin ja tekniikkaan. Digitaalisuuden kautta se matematiikka voi yhdistää toiminta-alueita.

Generatiivinen tekoäly on herättänyt innostusta ja suuria lupauksia, mutta myös pettymyksiä ja odotusten hiipumista. Aikaisempia ratkaisujen ja kehitysideoiden etsimiseen ja selvittelyyn nämä ratkaisut sopivat. Työkaluja voidaan pitää keskustelukumppaneina ja avustajina. Ratkaisujen hahmottamisessa tulee käyttää useita työkaluja ja monipuolisesti varioituja kysymyksiä. Uusien kielimallien aktiivinen kehittäminen tuo tähän uusia mahdollisuuksia. Kielimallien kehitys nostaa esille kielisiin sisältyvä ajattelumallin merkityksen. Suomen kielikin sisältää oman ajattelumallin, jolla voidaan kehittää ja arvioida ratkaisuja ja niiden toimivuutta.

Tekoäly on rakentunut pitkän ajan kuluessa. Käyttökelpoisten data- ja tekstiaineistojen laajentuminen on tuonut lisää mahdollisuuksia, mutta samalla näiden aineistojen laatuvaatimukset ovat korostuneet. Soveltamisen kannalta tasapainoinen aineisto asettaa rajat ratkaisun käyttöalueelle. Tähän tarvitaan kohteen asiantuntemusta ja kokonaisuuksien ymmärtämistä. Tekoäly ei korvaa asiantuntemusta - tekoälyä tulee käyttää asiantuntevasti.

- Esko Juuso



PÄÄTOIMITTAJA

Yhdistysten maa

Suomea sanotaan yhdistyksen maaksi. Erilaisia järjestöjä ja yhdistyksiä on paljon, ja niillä on ollut tärkeä merkitys osana kansalaisyhteiskuntaa aina 1800-luvulta lähtien. Järjestötoiminta syntyi jo muinaisessa Roomassa, kun vapaat käsityöläiset alkoivat pitää yhtä. Sen jälkeen tuli muita ammattiseuroja sekä aatteellisia ja taloudellisia yhdistyksiä. 1700-luku oli erilaisten salaseurojen aikaa.

Vanhin edelleen toimiva yhdistys Suomessa on musiikkikulttuurin edistämiseen keskittyvä Turun soitannollinen seura, joka on perustettu 1790. Toiseksi vanhin on 1831 perustettu Suomalaisen kirjallisuuden seura. Vanhimpiin kuuluu myös Suomen Tiedeseura, joka perustettiin keisari **Nikolai I:n** luvalla keväällä 1838. Perustajina oli 15 tiedemiestä, joista aktiivisimmat olivat fyysikko ja seuran ensimmäinen puheenjohtaja **Gustaf Gabriel Hällström**, sekä matemaatikko ja ensimmäinen sihteeri **Nathanael Gerhard af Schultén**. Vanhin opiskelijajärjestö on 1853 alkunsa saanut Teologian ylioppilaiden tiedekuntayhdistys.

Yhdistysten kirjo on valtava. Suomessa on niin maatalousyhdistyksiä, urheiluseuroja kuin matkailujärjestöjä. Yhdistysten jäsenmäärät vaihtelevat suuresti. Suurin nuorisoyhdistys on Partio, jossa on peräti yli 60 000 jäsentä. Nykyisessä helpomman tiedonvälityksen ja someryhmien maailmassa yhdistysten merkitys on ehkä vähentynyt, mutta siltikin maassa toimii yli satatuhatta yhdistystä.

Tässä MAL-lehden sähköisessä numerossa esitellään yksi näistä yhdistyksistä, 105-vuotias Vaasan Teknillinen seura. Onnittelut hienosta merkkipaalusta! Yhdistys- ja järjestötoiminta vaatii aina ne aktiiviset, jotka jaksavat ajaa yhteistä asiaa ja pyörittää toimintaa. Ilman heitä ei yhdistyksiä olisi. Taputtakaa siis itseänne selkään ja onnitelkaa hyvästä työstä, kaikki yhdistysaktiivit!

Lehdessä kerrotaan myös sairaalafysiikan työstä ja niin kutsutusta Salmisaaren yliopistosta eli Kaapelitehtaan laskentaosastosta. Kirja- ja elokuva-asiaa on tarjolla myös. MAL-lehti uudistuu: Tästä numerosta lähtien tarjolla on myös blogien tapaan tehty versio, joka on aiempaa esitystapaa ketterämpi etenkin mobiililaitteilta luettaessa.

Hyviä kevättalvisia lukuhetkiä!

- Suvi Lahdenmäki

Salmisaaren yliopisto

Suomen Kaapelitehtaan elektroniikkaosasto käynnisti vuonna 1960 Elliott 803 -tietokoneeseen pohjautuvan laskentakeskustoiminnan. Alkuvaiheessa piti keskittyä osaavan henkilökunnan hankkimiseen ja kouluttamiseen, ja paikkaa alettiin kutsua nimellä *Salmisaaren yliopisto*.

Laskentakeskuksen henkilöitä ja tehtäviä

Vuonna 1962 laaditusta laskentakeskuksen henkilöiden tehtävänkuvauksien luettelosta on nähtävissä ryhmän suuntautumisen ja toimintatavan piirteitä.

Matematiikkaa ja tietojenkäsittelyä 1900-luvun viimeisten vuosikymmenien aikana yliopistossa opiskellut tämän lukija saattaa havaita nimiluettelossa tuttuja nimiä. Tämä perustuu siihen, että Elliott-laskentakeskusta alettiin 1960-luvun alkuvuosina kutsua nimellä *Salmisaaren yliopisto*.

- **Seppo Mustonen:** tilastomatematiikan systeemin suunnittelu, matemaattiset vaikeat erikoistyöt.
- **Eero Peltola:** maanmittausalan ohjelmajärjestelmien kehittäminen, matemaattiset ja loogiset yksittäistehtävät.
- **Johan Fellman:** yksittäiset matemaattiset tehtävät, biostatistiikka, vakuutusmatematiikka.
- **Stig Gustafsson:** laivanrakennusala, yhdysmiesten Hietalahden telakalle.
- **Seppo Torvinen:** käyttöpäällikkö, ohjelmajärjestelmien hoito, vaikeiden tietojenkäsittelytehtävien suunnittelu.

Olli Lehto Salmisaaren yliopistosta

Olli Lehto (1925–2020) meni 17-vuotiaana asepalvelukseen ja taisteli sekä jatkosodassa Syvärillä ja Kannaksella että Lapin sodassa. Lehto väitteli tohtoriksi 1949. Hän toimi Helsingin yliopistossa dosenttina 1951–1956, apulaisprofessorina 1956–1961 ja professorina 1961–1988 sekä sen rinnalla Suomen Kaapelitehdas Oy:n matemaatikkona 1947–1962. Lehto oli Helsingin yliopiston rehtorina 1983–1988 ja kanslerina 1988–1993. Hänen matemaatikon elämäntyönsä keskeisin alue oli kvasikonformikuvausten teoria. Uransa aikana Lehto opetti yli sadassa yliopistossa eri puolilla maailmaa. Hän toimi kymmenissä tiedeen ja kulttuurin luottamustehtävissä.



Elliott 803 ja Olli Lehto. Kuva: Abacus-lehti/Suomen Kaapelitehdas

Helsingin yliopiston kanslerina Olli Lehto kirjoitti vuonna 1991 *”Tietotekniikan alkuvuodet Suomessa”* kirjan esipuheessa muun muassa seuraavaa:

”Voimakkaan sysäyksen tietotekniikan kehittämiselle [Suomessa] antoi Suomen Kaapelitehtaan 1950-luvun lopussa tekemä päätös ulottaa toimintansa tälle alalle. Jokseenkin tyhjältä ryhdyttiin vaativalle alalle rakentamaan kaupallista yritystä. Sen oli pystyttävä kilpailemaan siihen asti monopoliasemassa olleen IBM:n kanssa, jolla oli tukenaan mahtava ja osaava emoyhtiö.”

”Paljolti korkeakoulumaailmasta siirtynyt henkilökunta antoi Kaapelitehtaan elektroniikkaosastolle siinä määrin tutkimus- ja koulutuspainotteisen leiman, että osastoa yleisesti ruvettiin kutsumaan Salmisaaren yliopistoksi.”

Kirjassa *Tietotekniikan alkuvuodet Suomessa* julkaistiin **Pertti Jotunin** tekemä Olli Lehdon haastattelu, sen mukaan ”Lehto korostaa hyvin voimakkaasti, että tapahtunut [Björn Westerlundin päätös laajentaa Kaapelitehtaan toimintaa elektroniikkateollisuuteen ja tietokonealaan] oli koko alan ja sen vastaisen kehityksen kannalta Suomessa erittäin tärkeä ja monille tahoille ulottuneita vaikutuksia omaava päätös”.

Nuorta ja mahdollisimman päteväksi odotettua henkilöstöä palkattiin mm. Helsingin yliopistosta, ja apulaisprofessorinsa ohella Lehto tuli uuden osaston ensimmäiseksi vetäjäksi. Lehto kertoo myös itse pestaneensa oppilaistaan yliopistolta mm. **Martti Tienarin**, **Reino Kurki-Suonion** ja **Seppo Mustosen**, jotka tulivat nuorina matemaatikkoina Suomen Kaapelitehtaan palvelukseen tutustumaan tietojenkäsittelyoppiin ja toimimaan yrityksen elektroniikkaosaston asiantuntijaryhmän runkona.

Lehdon mukaan ”akateeminen atk:n opetus pääsi meillä alkuun paljon nopeammin kuin mihin se muutoin olisi pystynyt, koska siihen oli käytettävissä ydinjouk-



Kaapelitehtaan rakennus, jonka torniosan yläkerroksissa Salmisaaren yliopisto toimi. Kuva on vuodelta 1961.
Kuva: Abacus-lehti/Suomen Kaapelitehdas



Suomen Kaapelitehtaan elektroniikka- ja tietokoneosastolla nautiskeillaan Paula-tytön tarjoamaa kahvia 1960-luvun alkupuolella. Kuvassa vasemmalta Reino Kurki-Suonio, Suomen ensimmäisen tietokoneen Eskon rakentaja Tage Carlsson, sittemmin Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen professorina tunnettu Martti Tienari sekä ekonomi Pauli Immonen.

Kuva: Abacus-lehti/Suomen Kaapelitehdas

ko, joka oli Suomen Kaapelitehtaalla saanut tähänkin tehtävään tarvittavan koulutuksen”. ”Kaapelitehtaan toiminnasta oli siis myöhemmin se hyvä puoli”, jatkaa Lehto, ”että kun yliopistot olivat kypsiä aloittamaan oman atk-opetuksen, siihen oli käytettävissä sitä henkilöstöä, joka ensin oli hakeutunut yliopistolta töihin Kaapelitehtaalle – ja joka nyt hakeutui takaisin mm. Helsingin yliopistoon. Myös Jyväskylässä ja Tampe-

reella ensimmäiset tietojenkäsittelyopin professorit täytettiin Suomen Kaapelitehtaalta tulleilla henkilöillä.”

Martti Häikiö haastatteli Nokia Oyj:n historiaa varten Olli Lehtoa, ja tämän haastattelun mukaan Lehto katsoi, että hänen merkityksensä elektroniikkaosastolla perustui ennen kaikkea siihen, että alkuvaiheessa piti keskittyä osaavan henkilökunnan hankkimiseen ja kouluttamiseen. ”Kun tietämys maassa oli lähes ole-

matonta, oli siis kyettävä valitsemaan kehityskykyisen tuntuisia henkilöitä ja järjestettävä näille hyviä koulutuspaikkoja ulkomailla. Tähän yliopistotaustastani oli hyötyä... ”Kasvavasta työyhteisöstä kehittyi niin oppilaitosmainen, että siitä alettiin käyttää nimitystä ’Salmisaaren yliopisto’”.

Kaikkien mukana olleiden yhtäpitävän kertomuksen mukaan ”Salmisaaren yliopistossa” vallitsi innostunut henki. Toinen oleellinen piirre oli, että alan yleinen koulutus kytkettiin hyvin voimakkaasti yrityksen teolliseen toimintaan mukaan. Lehdon haastattelun mukaan ”asiakkaat totesivat joskus, että IBM:llä on paremmat koneet, mutta teillä on paremmat ihmiset”. ”Salmisaaren yliopiston” ehkä laaja-alaisin ja pitkäaikaisin vaikutus oli toimintatavan luomisessa – siinä, että ryhdyttiin määrätietoisesti ja laaja-alaisesti kouluttamaan koko toimialan väkeä. Kaapelitehdas järjesti tietokonealan kursseja käyttäjille ja laati monisteita alan perustiedon levittämiseksi.

Professoreita Salmisaaren yliopistosta

Useimmat Suomen yliopistojen tietojenkäsittelyopin ensimmäisistä professoreista tulivat Salmisaaren Elliott-ryhmästä. Reino Kurki-Suonio aloitti vuonna 1965 Pohjoismaiden ensimmäisenä tietojenkäsittelyopin professorina Yhteiskunnallisessa korkeakoulussa (sittemmin Tampereen yliopisto). Hän hoiti tätä tehtävää vuoteen 1980 ja siirtyi sitten vuosiksi 1980–2002 vastaavaan virkaan Tampereen teknillisessä korkeakoulussa (myöhemmin Tampereen teknillinen yliopisto). Martti Tienari aloitti vastaavassa professorin tehtävässä Helsingin yliopistossa vuonna 1969 ja hoiti tätä virkaa vuoteen 1998. Eero Peltola toimi tietojenkäsittelyopin professorina Jyväskylän yliopistossa. Elliott-ryhmässä työskentelivät 1960-luvun alkupuoliskolla myös sittemmin Helsingin yliopiston sovelletun matematiikan professorina toiminut **Hannu Väliaho**, Tampereen yliopiston matematiikan professorina toiminut **Jorma Merikoski** ja Hankenin matematiikan professorina toiminut Johan Fellman.

Seppo Mustonen, joka oli varsin keskeinen henkilö Salmisaaren yliopistossa, toimi Helsingin yliopiston tilastotieteen professorina. Mustosen eräs merkittävä elämäntyö on jo Elliott-ryhmässä aloitettu ja sitten yliopistossa viimeistelty tutkijoiden yleistyökaluksi tarkoitettu Survo-ohjelmisto. Survossa tilastollinen analyysi on integroitu osaksi tutkimustulosten käsittelyä ja raportointia. Monet Mustosen keskeiset ja myös hyvin varhaiset ajatukset tietokoneen käytöstä tutkijan apuvälineenä ovat säilyttäneet arvonsa jo yli puolen vuosisadan ajan. Nämä ajatukset ovat myös voimakkaasti vaikuttaneet tilastotieteen opetukseen Suomen yliopistoissa.

Tietokoneosaston koulutuspäällikkönä vuodesta 1964 toiminut Lauri Fontell nimitettiin Helsingin yliopiston tietojenkäsittelyopin lehtoriksi vuonna 1968 ja apulaisprofessoriksi vuonna 1971. Fontell toimi sen jälkeen ATK-instituutin rehtorina ja keskeisenä rakentajana vuosina 1974–2000.

Työntekijöiden muistikuvia Salmisaaren yliopiston arkipäivästä

Esa Salminen kertoi haastattelussa:

”Minut palkattiin Kaapelitehtaan elektroniikkaosastolle Elliott 803 -koneen ohjelmoitsijaksi. Monesti tilanne oli se, että asiakas kuvaili ongelman ja aloin saman tien työstää sitä ohjelmaksi. Huumoripitoinen tunnuslauseemme olikin: Ongelmasta ohjelmoimaan – vasen käsi taskussa nykyien. Se oli todellista 1-to-1-bisnestä, vastapelureina yksi henkilö sekä toimittajalta että asiakkaalta.”

Salmisaaren yliopistoksi kutsutun osaston ilmapiiristä Salmisella on paljon lämpimiä muistoja: ”Se oli tieteellisesti inspiroiva ja avaran älyllinen”. Kaapelitehdas panosti henkilöstön kouluttamiseen. ”Pidimme toisillemme sisäisiä koulutustilaisuuksia. Seppo Mustonen luennoi porukan yleisivistämiseksi omalta alaltaan aiheesta *Matriisialgebra*, vaikka se ei kaikkien varsinaiseen tietojenkäsittelytyöhön liittynytkään. Tulihan matriisin inversiot ja transponoinnit tutuiksi. Ilmapiiri oli haastava, ja kunnianhimoa riitti.”

”Tienaria pidettiin varsin vakavamielisenä henkilönä, mutta hänellä oli tuntuva rooli Salmisaaren yliopiston vapaan hengen luomisessa. Kurki-Suoniolla oli myös merkittävä rooli. Tämän hengen ruumiillisuutta oli kuitenkin Seppo Mustonen. Salmisaaren yliopiston henki oli innoittava, teimme mm. oppikirjan levymuistitekniikasta ilman, että kukaan pyysi meitä tekemään sellaista. Tiimityö toimi ja yhteispeli sujui siinä ympäristössä.”

Filosofian maisteri Seppo Torvinen aloitti Elliott-osastolla ohjelmoijana vuonna 1960.

”Tiedostimme, että olimme tekemässä jotain uutta”, Torvinen kertoo. ”Tietokoneen tulevaisuutta ei osattu visioida, vaan käyttöä ajateltiin nyt katsottuna kapea-alaisesti. Tietokoneiden ajateltiin soveltuvan joko tieteellis-teknilliseen (kuten Elliott) tai taloudellis-hallinnolliseen (Siemens) käyttöön. Koneita käytettiin asiantuntijasovelluksiin kuten tilastomatematiikkaan, mikä oli ihan oma maailmansa.”

”Hitauden takia kone jätettiin monesti yöksi suorittamaan tehtäviään. Muistia oli neljä kilosanaa. Elliottilla pystyi työskentelemään vain yksi henkilö kerrallaan; se oli siis varsinainen personal computer (vaikkei käsitettä vielä silloin tunnuttukaan)!” Torvinen muistaa. Kohokohtina hän muistaa ne hetket, kun sai ohjelman toimimaan. Ohjelmat olivat herkempiä virheille kuin nykyään.

Lävistäjät lävistivät datan eli esimerkiksi taulukon tiedot reikänauhalle. Nauha syötettiin koneelle, kone laski tulokset ja tulosti ne reikänauhalle. Reikänauha piti korjata käsin, koneaikaa oli monesti vaikea saada ja silloin oli testattava öisin.

”Töitä tehtiin hyvin itsenäisesti ja ilman kontrollia, sillä toimintavapaus oli suuri. Työpaikalla viihdyttiin hyvin”, Torvinen luonnehtii 1960-lukua Kaapelitehtaalla. 60-luvulla lauantaikin olivat työpäiviä. Lauantaista on jäänyt Torviselle mukavat muistot: iltapäivisin töiden jälkeen oli kiva tunnelma. Työpaikalle jäätettiin joskus heittämään tikkaa. Työporukalla vietettiin myös kotihippoja.

Ruokatauko kesti tunnin, joten siinä jäi hyvin aikaa vaikkapa pelata jalkapalloa: ”Potkimme palloa Kaapelitehtaan kattotasanteella. Joskus pallo karkasi alarantaan, siinähän sitä oli hakemista... Työasuna olivat yleisesti valkeat nailonpaidat solmion tai rusetin kera – hyvin ne sopivat myös jalkapalloon”, Torvinen myhäilee.

Heikki Kutvonen oli aloittanut vastavalmistuneena diplomi-insinöörinä syksyllä 1963 Suomen Kaapelitehtaan elektroniikkaosastolla Elliott-ohjelmoitsijana (nimike oli nimenomaan ohjelmoitsija). Hänen tehtävänään olivat insinöörisovellutukset.

”Elliott 803, jota käytimme, vastasi teholtaan noin vuoden 1995 mallista pc:tä. Sen varassa tapahtunut liiketoiminta elätti kuitenkin noin 20 henkeä perheineen”, Kutvonen vertaa. Kun tietokoneajo tapahtui, tuli asiakkaan yhteyshenkilö usein Salmisaareen valvomaan ja tekemään korjauksia datoihin paikan päällä. Kapasiteetti oli monesti niin tiukalla, että seuraavaan ajoon saattoi kulua viikko, vaikka ajot olisivat olleet yölläkin. Asiakkaalla oli teknillisellä puolella usein vain yksi asiantuntija samoin kuin Kaapelitehtaalla, joten projektin valvonta, yhteistyö ja kehitys olivat siinä suhteessa helppoja.”

”Tietojenkäsittely oli uutta ja kiinnostavaa; Suomen Kaapelitehdas taas vanha, turvallinen, iso teollisuusyritys. Yhdistelmä oli työntekijöiden kannalta houkutteleva. Henkilökunta oli nuorta ja samanikäistä eikä klikkejä esiintynyt.”

Kutvonen sanoo, että ilmapiiriin vaikutti suuresti toimitusjohtaja **Kurt Wikstedtin** rento asenne ja osallistuva johtamistyylillä. Kaikki olivat sinuja keskenään, mikä ei ollut voimassa muualla Kaapelitehtaalla. Pientä jännitettä syntyi tietokoneosaston ja Kaapelitehtaan insinöörien ja johtajien välillä tietokoneväen vapaamman pukeutumisen ja käytöksen takia. •

Kirjoittaja Henry Ehrstedt on DI ja harrastushistorioitsija. Hän on työskennellyt Nokia Elektroniikassa ja sen seuraajayhtiöissä 1969–2003 useissa tehtävissä asian-tuntijasta toimitusjohtajana.

Ruokatauko kesti tunnin, joten siinä jäi hyvin aikaa vaikkapa pelata jalkapalloa.

MALin matemaatikkoelokuva 2024: Margueriten teoreema

MAHTAVAA MATEMATIIKKA



Mahtavaa matematiikkaa -teemapäivää vietetään vuosittain marraskuun ensimmäisenä torstaina. MALin panoksena tässä TEKin koordinoimassa tapahtumakokonaisuudessa on jo pitkään ollut tarjota matemaatikkoaiheisen elokuvan teatteriesitys ja sen jälkeinen keskustelu. Tällä kertaa elokuvana oli **Anna Novionin** ohjaama *Margueriten teoreema* (Ranska-Sveitsi 2023), jonka nimiosaa esittää sveitsiläinen Ella Rumpf.

MALin tähän mennessä esittämät neljä elokuvaa ovat sattumalta sijoittuneet historialliseen aikajärjestykseen: *Hypatia* kertoi antiikin aikaisesta naismatematiikosta, *The man who knew infinity* 1900-luvun alussa vaikuttaneesta **Ramanujanista** ja *Hidden figures* – *Varjoon* jääneet mustista naisista, jotka laskivat satelliittien ratoja 1950-luvulla. Nykypäivään sijoittuva *Margueriten teoreema* on tässä sarjassa ensimmäinen, jonka päähenkilö ja tarina ovat puhdasta fiktiota.

Tässäkin elokuvassa on pitkälti pyritty realismiin, mikä ei ole aivan helppoa, kun aiheena on matematiikan tutkimus. Marguerite on lahjakas nuori matematiikko, joka yrittää väitöskirjatyössään todistaa kuuluisaa Goldbachin konjektuuria. Jokainen kakkosta suurempi parillinen luku näyttää olevan kahden alkuluvun summa, mutta tätä ei ole kukaan pystynyt todistamaan. Tapahtumapaikkana on aluksi Pariisin École normale supérieure yliopisto.

Kun Marguerite esittää tuloksiaan laitoksen seminarissa, opiskelijat huomaavat todistelussa aukon, joka osoittautuu vakavaksi. Tälläistahan matematiikassa sattuu, mutta vielä shokeeravampaa on, että työtä ohjaava professori sanoo saman tien ohjaussuhteen irti. Marguerite lähtee ottamaan vauhtia hänelle vieraasta yliopiston ulkopuolisesta maailmasta. Lukuteorian ongelmat eivät kuitenkaan poistu mielestä kuin väli-

aikaisesti, ja lopulta hän todistaa jotakin merkittävää aihepiiristään ja esittää sen konferenssissa Lausannen teknillisessä korkeakoulussa. Kauniisti menee myös mukaan punottu perinteinen rakkaustarina. Anna Novion ja koko tekijäkunta on onnistunut hienosti tavoitteissaan.

Ymmärrettävistä syistä elokuva ei kerro, mitä tarkalleen tuli todistetuksi. Käsikirjoituksessa vilautellaan kuitenkin taitavasti, että kysymyksessä olisi jonkinlainen versio **Andre Szemerédin** teoreemasta. Tämä on tunnettu elossa oleva matematiikko, ja hänen nimensä oli bongattavissa lopputekstien kiitoksissa – ilmeisesti hän oli tarkistanut käsikirjoituksen! Vastaavanlaista huolellisuutta matematiikan käsittelyssä on noudatettu läpi elokuvan, jopa jokaisen taustalla näkyvän kaavankin kerrotaan olleen lukuteorian asiantuntemuksella uskottavan näköiseksi kirjoitettu; ja oikeiden tapahtumapaikkojen lisäksi myös yliopistoilla näkyvät matematiikan opiskelijat ja tutkijat olivat ihan oikeita tämän lajin otuksia.

* * *

Helsingin esitykseen Orionissa 7.11. saapui satapäinen ja monen ikäinen yleisö, runsain tähän mennessä. Keskustelu oli vilkasta, ja matematiikan harrastusta ja asiantuntemusta oli mukana lukulolaisista professoreihin. Oliko nuoren seminaariyleisön mölinä virheen löytyessä uskottavaa – eikö todellisuudessa olla huomattavasti hienostuneempia? Entä ohjaajan tyyli suhtautuminen? Käyttävätkö matemaatikot edelleen liitutauluja – vastaus kyllä! Onko matemaatikoille yleistä työskennellä Margueriten kaltaisessa flow-tilassa – luultavammin ei niinkään, ainakaan kukaan paikalla olleista ei tätä kysyttäessä omalta osaltaan kertonut.

Oulussa oli kaksi esitystä, jotka Elokuvateatteri Star järjesti aikaisempien vuosien tapaan. Osallistujia sai ottaa sali täyteen kumpaankin esitykseen. Ta-



pahtumaa tuki jälleen myös TEK. Esityspäivä 21.11. oli muiden tapahtumien vuoksi viikkoa myöhäisempi kuin aikaisempina vuosina. Näin erityisesti iltaesitys joutui kilpailemaan pikkujoulujen kanssa. Pieni maksullisuus vaikeutti yllättäen tiedotusta kouluissa. Yliopistoväki ja opiskelijat olivat jälleen mukana. Ilahduttavasti tietoa oli mennyt myös matematiikan opiskelijoille. Tapahtuma on vakiinnuttanut asemansa.

Katsojamäärä jäi aikaisempaa pienemmäksi, mutta 80 osallistujaa sopivasti jakautuneena tuotti vilkkaan keskustelun kummankin esityksen jälkeen. Taustaltaan ja iältään monipuolinen yleisö toi mukaan erilaisia näkökulmia ja kysymyksiä. Tutkimuksen kuvaamista pidettiin asiantuntevana ja ympäristö näytti oikealta. Hyppy ulkopuoliseen maailmaan toi mukaan matematiikan monipuolisuuden ja opiskelijaelämän haasteet. Margueriten ehdottomuus, rakkaustarina ja konferenssin loppuhuipentuma toivat elokuvan draaman kaaren, jolla katsojat pyrittiin pitämään tiiviisti mukana. Huipentuman kaltaista kokontumista ei kukaan ollut tähän mennessä tavannut käymissään konferensseissa. Ohjaajan tyyli suhtautuminen ja tilanteeseen mukautuminen olivat osa tarinaa. Myös flow-tilaa alleviivattiin varmaankin tarinaan sopivasti liioiteltuna. Flow-tila voi tulla esille tutkimuksessa, mutta kukaan ei tuonut esille omakohtaisia esimerkkejä. Suomalainen yleisö havaitsi liioittelua, mutta oliko sitä samassa määrin ranskalaisesta näkökulmasta katsottuna?

MAL jatkaa matemaatikkoelokuvien sarjaansa jälleen seuraavana Mahtavaa matematiikkaa -päivänä ensi marraskuun alussa. Harkinnassa on myös sen laajentaminen useampaan kuin kahteen kaupunkiin. •

Sairaalfyysikot terveydenhuollon uudistajina



Sairaalfyysikko Heidi Gröhn ja apulaislityfysikko Mikko Hakulinen suorittamassa fantomikuvauksia modernilla 3D SPET-CT-laitteistolla Kuopion yliopistollisella sairaalalla.

Digitalisaatio, tekoäly ja isot koneet. Samalla kun uudet teknologiat tekevät jatkuvaa murrosta terveydenhuoltoon, on hyvä muistuttaa itseään, että kehittyvän teknologian taustalla ovat ihmisten tuottamat tieteelliset ja teknologiset edistysaskeleet. Sairaalfyysikot ovat tässä tärkeässä osassa.

Terveysteknologian käyttöönotto ja soveltaminen kliinisessä lääketieteessä potilaiden terveyden tutkimiseksi, ylläpitämiseksi ja parantamiseksi vaatii syvällistä ymmärrystä lääkinnällisen laitteen toiminnasta sekä sen luonnontieteellisestä toimintaperiaatteesta etenkin terveysteknologiaa yksilöllisesti sovellettaessa siten, että saavutetaan tavoiteltu hyöty turvallisesti. Tällaisia terveysteknologisia sovelluksia voivat olla esimerkiksi syöpäpotilaan stereotaktinen sädehoito, epilepsiapotilaan neurofysiologiset aivotutkimukset, neurokirurgisen potilaan toiminnallinen magneettikuvaus, tai isotooppihoidot eturauhassyöpöpotilaille. Yhteistä edellisille esimerkeille on, että niiden soveltamisessa hyödynnetään fysiikan ja tekniikan erikoisosaajaa, sairaalfyysikköä.

Sairaalfyysikoiden määrä kaksinkertaistunut

Sairaalfyysikko on lääketieteellisen fysiikan erityisasiantuntija, joka soveltaa laaja-alaista fysiikan ja tekniikan osaamistaan lääketieteeseen niin potilaan, työympäristön ja koko terveydenhuoltojärjestelmän hyväksi. Suomessa ammattikunta ei ole suuri, mutta kasvava. Tällä hetkellä Suomessa on Valviran mukaan yli 250 sairaalfyysikköä, joilla on sairaalfyysikon ammattioikeus. Vuodesta 2009 sairaalfyysikoiden määrä Suomessa on kaksinkertaistunut. Lisääntynyt sairaalfyysikoiden tarve liittyy lääketieteen teknologioiden merkittäviin kehitysaskeleisiin, joiden soveltamisessa sairaalfyysikon erikoistaidot ovat vaatimus. Samalla lainsäädäntö on

kehittynyt tunnustamaan sairaalafysiikoiden tärkeää roolia mm. potilas- ja työturvallisuudessa.

Sairaalafysikoista pääosa työskentelee julkisella sektorilla yliopistollisissa sairaaloissa sekä keskus-sairaloissa, mutta myös yksityisillä terveydenhuollon palvelutarjoajilla, lääkintälaitte- ja -toimittajayrityksissä, viranomaisten palveluksessa, sekä sivutoimisina yrittäjinä. Sairaalafysiikon työnkuva on moninainen sisältäen mm. sidosryhmätyötä sairaalahenkilökunnan eri ammattiryhmien kanssa, palvelutoimittajien, lääkintälaitte- ja -tarviketoimittajien yhteistyötä, viranomaisyhteistyötä sekä potilastyötä. Työhön liittyy mm. mielenkiintoista ongelmaratkaisutyötä, laadunvarmistusta, laitehankintaprosesseja, raportointia, kehitys- ja tutkimustyötä, potilashoitoja ja tutkimuksia, sekä koulutusta. Työ on vastuullista ja se vaatii oma-aloitteisuutta, kykyä hahmottaa ja hallita suuria kokonaisuuksia, sietää stressiä niin hitaasti kuin nopeastikin muuttuvissa tilanteissa, sekä intoa oppia ja kehittää itseään.

Sairaalafysiikon koulutuksessa fysiikkaa ja lääketiedettä

Sairaalafysikoilta vaaditaan pitkää koulutusta, jotta he hallitsevat teoreettisen tiedon lisäksi riittävän syvällisen lääketieteellisen kontekstin sekä eri lääketieteen erikoisalojen fysiikan ja tekniikan osaamisen. Sairaalafysiikon koulutus vaatii soveltuvan maisteritasoisen koulutuksen esimerkiksi lääketieteellisen fysiikan tai tekniikan alalla, sekä tieteellisen jatkotutkimuksen. Sairaalafysikkokoulutuksen vaativin osa on viiden vuoden sairaalaharjoittelu, jonka aikana koulutettava pääsee käytännön työssä ohjatuksi oppimaan sairaalafysikkotyötä neljällä sairaalafysiikan pääalalla sädehoidossa, radiologiassa, kliinisessä fysiologiassa ja isotooppilääketieteessä, sekä kliinisessä neurofysiologiassa. Sairaalafysiikoiden koulutusta kehittää ja koordinoi koulutusorganisaatioiden yhteinen *Valtakunnallinen sairaalafysiikoiden koulutusta koordinoiva neuvottelukunta*. Ammattinimikkeenä sairaalafysikko on nimikesuojattu.

Järjestäytyneisyys

Sairaalafysikot ovat järjestäytyneitä ja valtaosa Suomen sairaalafysikoista kuuluukin *Sairaalafysikot ry:*hyn, joka valvoo sairaalafysiikoiden ammattietuja emojärjestönsä *Tekniikan Akateemiset ry:*n tukemana. Järjestäytyneisyys ei kuitenkaan rajoitu Suomen rajojen sisälle, vaan sairaalafysikot ovat osa eurooppalaista ja globaalia sairaalafysikkoyhteisöä *European Federation of Organizations for Medical Physics* sekä *International Organization for Medical Physics* järjestöjen kautta. Järjestäytyminen on mahdollistanut tehokkaan edunvalvontatyön, sekä on lisännyt vaikuttamismahdollisuuksia tuoda sairaalafysiikon työtä ja ammattitaitoa näkyvämmäksi yhtenäisemmäksi niin kansallisesti kuin EU-tasollakin.

Sairaalafysikko kehittää terveydenhuoltoa

Yksi tärkeimpiä sairaalafysiikon piirteitä on kyky pitkäjänteiseen menetelmälliseen ja myös tieteelliseen kehitystyöhön, jota heidän tieteellinen jatkotutkimuksensa erinomaisesti tukee. Kehittämistyön kautta käyttöön saadaan tuotua uusia lääketieteellisiä tutkimus- ja hoitomenetelmiä, joilla saadaan suoraa hyötyä potilaille, sekä uudistetaan terveydenhuollon palveluvalikoimaa ja järjestelmää. Oleellisina osasina tässä kehitys- ja tutkimustyössä ovat mm. uusien menetelmien kehittäminen ja käyttöönotto, menetelmien käytön optimointi, tutkimus- ja hoitomenetelmien aiheuttamien riskien minimointi ja kulumakenteiden järkevöittäminen.

Esimerkkinä otan esille pari viimeaikaista kehitysaskelta, joissa sairaalafysiikoiden rooli uuden terveysteknologian tuonnista käytäntöön on ollut merkittävä. Kuopion yliopistollisella sairaalalla on hiljattain otettu käyttöön digitaalinen 3D yksifotoniemissiotomografia-laitte (SPET/TT), jonka puolikideteknologia mahdollistaa nopean toiminnallisen 3D kuvantamisen ja vielä aiempaa herkemmin, sillä itse detektorit tuodaan kuvauksen aikana potilaaseen kiinni. Sairaalafysiikoiden rooli tämän teknologian käyttöönotossa on ollut merkittävä etenkin kuvausprotokollien luonnissa ja optimoinnissa. Tämän uuden teknologian mahdollistamat uudet kuvaustavat saattavat mahdollistaa laajalti uudet kvantitatiiviset kuvantamisrutiinit.

Helsingin yliopistollisella sairaalalla on tehty käyttöönottoa boori-neutroni-kaappaushoidolle (BNCT). BNCT:n etu on biologisesti kohdentuva hoitoalue, jossa se tappaa syöpäsoluja samalla minimoiden terveiden kudosten vauriot. Menetelmää on kehitetty tuotekehityshankkeena yhteistyössä laitevalmistajan kanssa ja se on valmistunut sädehoitokäyttöön. Sairaalafysiikon roolina on ollut erityisesti suorittaa sädehoidon kannalta oleelliset suorituskykytestaukset, sillä menetelmä hyödyntää ionisoivaa säteilyä ja siksi hoidon laadun tulee olla tarkkaan varmistettua ja optimoitua. Menetelmän ollessa uusi kliinisessä ympäristössä ja sen vaatiessa suuren rakenteellisen infrastruktuurin, on menetelmän ympärille kehittymässä myös laajaa tieteellistä tutkimustyötä.

Oulun yliopistollisella sairaalalla taas on kehitetty sairaalafysikkovoimin tekoälyn hyödyntämistä magneettikuvauksen optimoinnissa sillä seurauksella, että kuvausaikoja on saatu lyhennettyä ja siten kuvauskapasiteettia kasvatettua ilman uutta laitehankintaa kuvantamistarpeiden toteuttamiseksi siten osoittaen suoraan mahdollisia hyödyllisiä talousvaikutuksia kehittämistyön seurauksena (Mikael Brix ym. [Financial impact of incorporating deep learning reconstruction into magnetic resonance imaging routine](#), *European Journal of Radiology*, 175:111434, 2024).

Tulevaisuuden haasteet

Sairaalafysiikon työhön ja siinä tehokkaasti toimimiseen liittyy haasteita. Koska sairaalafysiikon työ sisältää useita yhdenaikaisia haasteellisia ja pitkäjänteisiäkin tehtäviä, on työskentely altista pirstaloitumiselle. Sairaalafysikko toimii useimmiten byrokraattisissa julkisorganisaatioissa, jolloin työskentelyyn oleellisena osana liittyvät useat eri johtamis- ja laatujärjestelmät, jotka toimivat organisaatioiden merkittävänä ajureina. Lisäksi lainsäädäntökehitys kansallisella ja EU-tasolla vaikuttaa merkittävästi sairaalafysiikoiden työskentelyyn, osittain synnyttäen uusia perehtymistarpeita, tuoden sitovuutta tehtäviin ja joskus myös haastaen tehokasta työskentelyä ydinosaamisen parissa. Lisääntyneenä ajankohtaisena uhkana ovat sote-uudistuksen tuomat säästöpainot, mikäli säästöjä ei kohdenneta järkevästi pitkäaikaiset hyödyt silmällä pitäen. Säästöjä etsittäessä ja toimintoja tehostaessa onkin syytä hyödyntää sairaalafysiikon erikoisosaamista, sillä hän on optimoinnin ja tutkivan kehittämisen ammattilainen.

Nyky-yhteiskunnan teknologinen kehitys on nopeaa. Se tarkoittaa mm. tekoälybuumin esiintuloa myös terveydenhuollossa. Teknologia tuo mukanaan hyötyjen lisäksi myös uusia haasteita esim. laajempien toiminnallisten kokonaisuuksien käsittämiseen, sekä kybermaailman tuomiin uhkiin, ohjelmisto-ongelmiin, päivittämistarpeiden kiihtymiseen, sekä toiminnan jatkuvaan turvaamiseen. Sairaalafysiikon rooliin kuuluu pysyä näiden trendien aallonharjalla ja siten vauhdikas kehitys asettaa vaatimuksia kunkin sairaalafysiikon kehittymiselle.

Loppusanat

Jotta vaativa terveysteknologia saadaan valjastettua terveydenhuoltojärjestelmämme käyttöön, on tärkeää, että meillä on sairaalafysikoita, jotka omasta puolestaan omia erityistaitojaan hyödyntäen huolehtivat, että terveydenhuoltojärjestelmämme pysyy maailman huijulla ja että voimme turvallisesti tarjota potilaille juuri sellaisia tutkimuksia ja hoitoja kuin he tarvitsevat. •

Kirjoittaja Petro Julkunen on DI, FT, professori ja yli-fysikko. Hän työskentelee Itä-Suomen yliopistossa Teknillisen fysiikan laitoksella, Pohjois-Savon Hyvinvointialueen Kuopion yliopistollisen sairaalan Kuvantamiskeskuksessa, sekä sivutoimisena yrittäjänä. Hän vastaa sairaalafysikkokoulutuksesta Itä-Suomen yliopistossa ja toimii kirjoitushetkellä Valtakunnallisen sairaalafysiikoiden koulutusta koordinoivan neuvottelukunnan puheenjohtajana. Hän on Tekniikan Akateemiset ry:n valtuuston ja kunnanvaliokunnan jäsen, sekä Kuntatekniikan akateemiset ry:n johtokunnan jäsen. Hän suorittaa Kyberturvallisuuden maisteriopintojaan Jyväskylän yliopistossa.

Kiitos kollegoille Mikko Hakulinen (KYS), Mikko Tenhunen (HUS) ja Juha Nikkinen (OYS) ideointiavusta.



Spekulatiivista fysiikkaa parhaimmillaan

Carlo Rovelli: VALKOISET AUKOT



Miten hypoteettisista suhteellisuusteorian yhtälöiden ratkaisuisista riittää aihetta kokonaiseen kirjaan? Italialaiselta teoreettiselta fyysikolta **Carlo Rovellilta** se onnistui. Hänen uusimman kirjansa aiheena ovat valkoiset aukot. Opus ei tosin ole kovin pitkä, mutta pieneen pakettiin on ahdettu paljon asiaa.

Rovelli kirjoittaa lyhyitä ja helppotajuisia teoksia. Hänen aikaisemmat teoksensa *Seitsemän lyhyttä luentoa fysiikasta* ja *Ajan luonne* nousivat bestsellereiksi. *Valkoiset aukot* on yhtä mukaansatempaavaa luettavaa. **Tuukka Perhoniemen** suomennos säilyttää Rovellin käyttämän kielen ja kerronnan vivahteikkaan sävyn.

Mitä sitten ovat valkoiset aukot? Ne ovat silkkaa spekulatiota. Toisin kuin mustista aukoista, ei valkoisista aukoista ole tähtitieteellisiä havaintoja. Kuitenkin ne ovat hyvin samankaltainen ratkaisu **Einsteinin** kenttäyhtälöihin kuin mustat aukotkin. Itse asiassa sama ratkaisu, jos vain kääntää ajan suunnan.

Mustasta aukosta mikään ei pääse ulos, ja valkoisellakin aukolla on yksisuuntainen kulkusuunta. Sen tapahtumahorisontti on mahdollista ylittää vain jos kulkee sisältä ulos. Avaruuteen ja kappaleisiin ulkopuolellaan valkoinen aukko vaikuttaa samalla tavalla kuin mikä tahansa massallinen kappale. Tapahtumahorisontin läpi et vaan voi pudota.

Kirja kertoo oikeastaan tarinan Carlo Rovellin ja **Hal Haggardin** yhteistyöstä. Se kuvailee sitä, kuinka tiedettä tehdään – ennen kaikkea tieteentekijän tun-

temaa epävarmuutta puuhastellessaan teoreettisten rakennelmien kanssa.

Rovelli kertoo, että fyysikko **Paul Dirac** ei uskaltanut käyttää kehittämäänsä yhtälöä atomin spektrin ratkaisemiseen kuin vain ensimmäisen kertaluokan approksimaatiossa. Koska Diracia pelotti, että tarkemmat laskut osoittaisivat hänen olleen väärässä, jätti hän ne muille tutkijoille. Saman epävarmuuden kuulee Rovellin äänessä hänen kertoessaan omasta tutkimuksestaan.

Rovelli tunnetaan silmukakvanttipainovoiman kehittäjänä. Silmukakvanttipainovoima on säieteorian kilpailija, joka pyrkii sovittamaan yhteen kvanttimekaniikan ja yleisen suhteellisuusteorian. Näitä työkaluja Carlo ja Hal käyttivät esittäessään, että musta aukko voisi muuttua tunneloitumalla valkoiseksi aukoksi.

Kirjassa liikutaan siis kovin spekulatiivisissa vesissä. Onko tarpeen kirjoittaa teoksia tällaisista aiheista, jotka eivät välttämättä pidä paikkaansa? Ihan havainnoiden tukemasta fysiikastakin löytyisi paljon mielenkiintoista kerrottavaa. Toisaalta juuri spekulatio imaisi minutkin lukemaan Rovellin kirjaa. Siinä sivussa sitten opin yhtä ja toista muustakin kuin vain valkoisista aukoista.

Rovellin tekstissä on monta tasoa. Toisaalta se kertoo yhdestä tietystä tutkimustuloksesta. Samalla se kertoo paljon asiaa läheltä liippavista aiheista kuten mustista aukoista, ajan suunnasta, tai tieteen kehityksestä. Rovelli mahdollistaa mukaan myös eräänlaisia metatekstia, jossa kommentoi omaa kirjoitustaan.

Lisäksi mukaan on otettu lukuisia viittauksia **Dante Alighierin** *Jumalaiseen näytelmään*.

Kolmiosaisessa kertomuksessa Dante kulkee läpi Helvetin ja Kiirastulen saapuakseen lopulta taivaalliseen Paratiisiin. Myös Rovellin kirjassa on kolme osaa, ja matkaoppaana toimivat fysiikan teoriat. Matka alkaa sukelluksella mustan aukon infernoon.

Rovelli yrittää miellyttää kahta erilaista lukijakuntaa. Niille, jotka eivät tiedä mitään fysiikasta, kirja pyrkii välittämään tieteellisen tutkimuksen kiehtovuuden. Niille, jotka jo paljon tietävät, tarjolla on uusia näkökulmia. Luulin tietäväni mustista aukoista paljonkin, mutta Rovelli onnistuu esittämään asiat uudeltaisesta vinkkelistä.

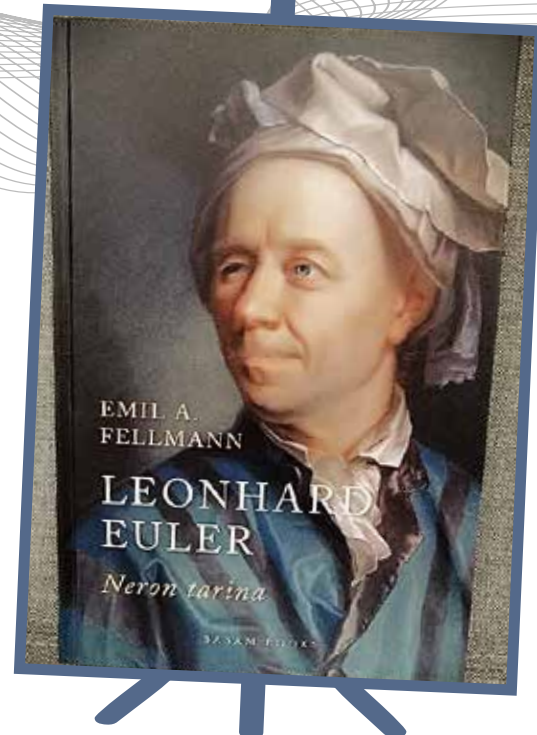
Tieteen historiasta kiinnostuneena pidin myös siitä, kuinka Rovelli pyrki esittämään asiat historiallisessa kontekstissaan. Kirjassa tapasinkin henkilöitä, jotka eivät olleet minulle aiemmin tuttuja, kuten radioastronomian pioneerin **Karl Jansky**n tai mustien aukkojen tapahtumahorisontteja tutkineen **David Finkelsteinin**.

Oli maailmankaikkeudessa valkoisia aukkoja tai ei, niin Rovellin opus on silti mielenkiintoista luettavaa. Se tarjoaa monia oivalluksia ja ajatuksia, jotka eivät suoranaisesti liity valkoisiin aukkoihin itseensä. •

Niklas Hietala

Matemaatikoista suurin

Emil A. Fellman: LEONHARD EULER - NERON TARINA



Matemaatikoista suurimman tittelistä kilpailevat varmaankin **Carl Gauss** ja **Leonhard Euler**. Niinpä Emil A. Fellmanin kirjan alaotsikko ”Neron tarina” ei ole ylläsanoja. Lukuisia ovat Eulerin nimiin laitetut vakiot, yhtälöt, metodit tai muut matemaattiset käsitteet. Tartuinkin mielenkiinnolla Eulerin pienoiselämäkertaan.

Kirjan luettuani ajattelin, että tässäkö tämä nyt oli. Lyhyeen elämäkertaan mahtuu vain pintaraapaisu Eulerin saavutuksista. Teos ei sukella syvälle Eulerin työhön. Se ei sisällä matemaattisia kaavoja, mutta pyrkii kyllä kertomaan yleistajuisesti hänen tärkeimmistä tutkimustuloksistaan. Tämä on sekä siunaus että kirous. Olisin mielelläni lukenut matemaattisempaa tekstiä. Ymmärrän kyllä, että koko Eulerin elämäntyön pikkutarkka esittely tekisi kirjasta pitemmän kuin mitä jaksaisin lukea.

Fellmanin kirjan jaksoin lukea. Kiitos siitä kuuluu myös kääntäjälle. Tieteenhistorioitsija **Johan Stén** on tehnyt hyvää työtä. Stén ei ole ainoastaan kääntäjä, vaan on hän tehnyt kirjaan myös toimituksellisia muutoksia.

Johan Stén on aiemmin kirjoittanut Eulerin suomalaisesta työoverista **Anders Johan Lexellistä**. Niinpä hän on lisännyt suomennokseen viittauksia Lexelliin. Lisäksi Stén on muokannut alaviitteitä ja lisännyt joukkoon joitakin suomalaisia lähteitä. Lukijan ei pidä siis yllättyä huomattessaan viittauksia Sténin omiin teksteihin tai **Osmo Pekosen** julkaisuihin.

Esipuheessaan Stén puolustaa matemaattisten kaavojen puuttumista suuren matemaatikon elämäkerrasta. Hänen mukaansa kirja on kirjoitettu lukijalle, jota kiinnostaa tiedemiehen tarina osana aikansa kulttuuria ja historiaa.

Kirja kyllä kuvaa hyvin Eulerin kotipaikat eli Basel, Berliini ja Pietari. Pietarin tiedeakatemian perustaminen **Pietari I:n** ja **Katariina I:n** toimesta esitetään hyvin. Samoin kuvataan, kuinka **Fredrik Suuren** perustaman Berliinin tiedeakatemian alku viivästyivät sotavuosien vuoksi. Teoksesta saa myös käsityksen niistä yhteyksistä, joita Eulerilla oli muihin aikansa merkkihenkilöihin.

Fellman lainaa paljon Eulerin kirjeenvaihtoa näin tuoden Eulerin oman äänen kuuluviin. Myös matemaatikon perhe-elämää kuvataan. Kuitenkin vielä kirjan lukemisten jälkeenkin jäi Euler minulle henkilönä etäiseksi.

Eulerin luonne tulee esille lähinnä anekdoottien kautta. Esimerkiksi Eulerin suhtautuminen **Benjamin Robinsiin** osoittaa jalomielisyyttä. Kun **Fredrik II** tiedusteli parasta ballistiikkaa käsittelevää opusta, suosittelee Euler Robinsin teosta, vaikka britti olikin aiemmin kritisoinut Eulerin *Mechanica*-teosta sitä edes täysin ymmärtämättä. Euler käänsi Robinsin teoksen ja korjaili siinä olevia virheitä sekä lisäsi omia selityksiään ja huomioitaan. Näissä huomioissa käytettiin ensi ker-

taa differentiaalilaskennan menetelmiä ballistisiin ongelmiin. Eulerin ystävän **Johann I Bernoullin** mielestä Euler oli aivan liian jalosydäminen Robinsia kohtaan.

Euler ei tehnyt matemaatikko matemaatiikan vuoksi. Euleria innoitti matemaattisessa tutkimuksessaan käytännön ongelmat. Ballistiikan lisäksi hän pohti ainakin mekaniikan, optiikan, tähtitieteen, musiikin ja laivateorian kysymyksiä.

Kokeellista tutkimusta matemaatikko ei kuitenkaan juurikaan tehnyt. Uransa alussa Euler osallistui palkintokilpailuun koskien optimaalista tapaa mastottaa alus. Työnsä lopussa hän toteaa: ”En ole nähnyt tarpeelliseksi todentaa teoriaani kokeilla, sillä se on johdettu varmimmista ja luotettavimmista mekaniikan periaatteista, eikä näin ollen voi olla pienintäkään epäilystä siitä, pitääkö se paikkansa käytännössä vaiko ei.”

Euler kirjoitti luettavia ja ymmärrettäviä teoksia. Hänen algebran oppikirjasta tulikin varsinainen bestseller. Saksankielisellä alueella sitä on painettu vuosisatojen mittaan satojatuhansia kappaleita.

Neron tarina on sujuvaa luettavaa ja antaa hyvän yleiskuvan suuren matemaatikon elämästä. Se on lukemisen arvoinen, vaikka jättääkin janoamaan lisää tietoa Eulerista. •

Niklas Hietala

VAASAN TEKNILLINEN SEURA RY

Teknillistä seuratoimintaa jo yli sadan vuoden ajan

Vaasan Teknillisen Seuran, tuttavallisesti jo perustamisestaan saakka VTS:n, 105-vuotisjuhlaa vietettiin lokakuussa 2024 Vaasan Svenska Klubbenilla. Juhla kokosi paikalle 60 vierasta, juhlapuhujana toimi tällä kertaa Eurooppa- ja omistajaohjausministeri **Joakim Strand**. Juhlassa esitettiin myös Seuran pitkäaikaisen puheenjohtajan, **Johanna Ahopellon**, laatima VTS105-historiakatsaus, jonka julkaisutilaisuus 264-sivuisena pdf-kirjana järjestettiin joulukuussa. Kirjan VTS seuranamme jo yli sata vuotta (VTS105), ISBN 978-952-65611-0-3 (PDF), voi ladata osoitteesta <https://www.vaasanteknillinenseura.fi/vts105-historiikki/>.

Keväällä 1919 kehoitettiin Tekniikan akateemiset TEKin edeltäjän, Suomalaisten Teknikkojen Seuran, julkaisemassa Teknillisessä Aikakauslehdessä yhdistyksen ”maaseutujäseniä” harkitsemaan oman aluseuran perustamista. Vaasassa toimeen tartuttiin saman tien, ja koska paikkakunnalla jo neljännesvuosisadan toiminut Tekniska Klubben i Vasa ”edelleen pysyi jyrkästi yksikielisen ruotsinkielisyyden kannalla”, VTS perustettiin 17.5.1919 Vaasan Suomalaisella Klubilla nimellä Vaasan Teknikkojen Seura. Vuonna 1952 VTS:n nimi muutettiin nykyiseen muotoonsa Vaasan Teknilliseksi Seuraksi ja hyvä yhteistyö TKiV:n kanssa jatkui.

Vielä 1940-luvulle saakka termillä ”tekniikko” kuvattiin kaikkia alan tutkinnon suorittaneita aina tohtorintutkintoon saakka. Insinööri-nimitys esiintyi tekniikon rinnalla ja sitä käytettiin Teknillisestä Korkeakoulusta valmistuneiden tutkintotodistuksissa vuoteen 1943 saakka, jolloin astui voimaan asetus diplomi-insinöörin [sic] tutkintonimikkeestä, jota kylläkin tuolloin pidettiin äänneasultaan täysin puhekieleen sopimattomana sanana.

VTS:n ensimmäisten vuosikymmenten pöytäkirjat kuvaavat nk. maaseutuyhdistysten realismia aikakautena, jolloin valtakunnallisessakin Suomen Teknikkojen Seurassa oli alle tuhat jäsentä, ja Teknillisen Aikakauslehden artikkeleissa pohdittiin mm. viemäriverkoston rakentamisen taloudellista mielekkyyttä, sähkövalaistuksen ylellisyysleimaa ja laadittiin talkootyönä suomenkielistä tekniikan sanastoa.

Uusinkin tekniikka löysi tiensä VTS:n kokouksiin: vuonna 1924 esitelmöitiin radiotekniikan historiasta, sen synnystä ja kehityksestä; samalla, todennäköisesti ensimmäistä kertaa Vaasassa, oli radiota myös kuun-



Kuva: Riku Hongell



Kuva: Iikka Raatikainen

neltu. Keväällä 1936 puolestaan todettiin, että Vaasan kaupunki oli myöntänyt 4000 smk (n. 1 813 euroa) tilintekovelvollisuutta vastaan Vaasan Tekniikkoyhdistyksen Seuralle ja Tekniska Klubben i Vasalle propagandan tekemiseen Vaasan teollisuuskoulurakennuksen aikaansaamiseksi. VTS:n jäsenten Helsinkiin tekemät propagandamatkat raportoitiin menestyksekkäiksi, ja vielä samana vuonna eduskunta myönsi varat uuden teollisuuskoulurakennuksen rakentamiseksi.

Etenkin 1930-luvun loppupuolella sekä sotavuosina VTS otti aktiivisesti kantaa Vaasan kaupungin asioihin. Kaupunginhallitus myös pyysi lausuntoja Seuralta, milloin kaupungin rakennusjärjestyshetimitä, milloin katujen nimistä. Ja VTS auttoi mielellään: ”Käytännöllisyssyyt vaativat, että katujen nimet ovat lyhyitä ja ennen kaikkea sellaisia, että niiden ääntäminen ja oikeinkirjoitus tuottavat mahdollisimman vähän vaikeuksia. Esimerkiksi sellaisia nimiä, kuin helsinkiläiset Nordenskiöldinkatu ja Tavaststjernankatu on tästä syystä pidettävä erehdyksinä, vaikkakaan asianomaisten suurmiesten merkitystä kukaan ei halunnut kieltää.”, lausuttiin Vaasan kaupunginhallitukselle vuonna 1944.

Vaikuttamista ja virkistystoimintaa

Vuonna 1956 päätettiin tehdä aloite matematiikan saattamisesta pakolliseksi ylioppilaskirjoitusaineeksi ja 1960-luvulla ahkerointiin korkeakouluopetuksen saamiseksi Vaasaan. Kauppakorkeakoulu aloittikin toimintansa vuonna 1968 ja VTS kirjoitti yksityiskohtaisen perustelumuistion teknillisen tiedekunnan perustamista varten. Aikaa kului erinäisten muutokoulutusvaiheiden kautta yli 30 vuotta, kunnes oli Vaasan yliopiston ensimmäisen teekkarikasteen vuoro 1.5.2004 ja Vaasan Teknillisen Seuran isäntä Ilkka Raatikainen kutsuttiin lukemaan juhlallinen teekkarivala.

Tekniikan kehitys on mahdollistanut yhdistystoimintaan nopean ja kattavan viestintäpaletin, ja jäsenkunnan tavoitettavuus on nopeutunut huomattavasti samalla kun jäsenkunnan koko on vaihdellut perustamiskokouksen 26:sta 1980-luvun jopa 502:n kautta nykyiseen 306:een (31.12.2024). Sata vuotta sitten Vaasan Teknillisen Seuran viestintäkanavina

toimivat sähköiset ja lehti-ilmoitukset, sittemmin mukaan astuivat postikortit ja kuukausikirjeet. Vuosituhannen vaihteessa Seuralle perustettiin www-sivut ja sähköpostilista, ja nykyään viestintäkanavina toimivat niiden lisäksi Facebook-sivu ja -ryhmä sekä LinkedIn-tili. Vuonna 2024 VTS:lle perustettiin myös Wikipedia-sivu. VTS lähettää vuosittain 3–4 neliväristä jäsentiedotetta sähköpostiviestien lisäksi ja johtokunta viestii keskenään myös WhatsAppin kautta.

Nykyään VTS järjestää mm. kokous-, esitelmä-, ekskursio-, juhla- ja virkistystoimintatilaisuuksia, kuten vuosijuhlia, terassi-iltoja, drinkki- tai ruoanlaittokursseja, yritysvierailuita ja vuosittaisen Ystävänäpäiväkisan. Seuran jäsenet ovat sääntöjen mukaisesti diplomi-insinöörejä, arkkitehtejä, insinöörejä tai muita teknillisistä ratkaisuista vastaavia henkilöitä, viimeiseen kategoriaan laskettuja matemaatikkoja, fyysikkoja ja ekonomejakaan unohtamatta.

VTS:n toimitalo on ollut vuodesta 2007 saakka Vaasan Koulukadulla sijaitseva taiteilija Nandor Mikolan entinen Ateljee, jossa Seuran monet kokoukset järjestetään. Vuoden 2024 vaalikokouksen puolesta piti juuri Ateljeessa sekä Teamsin kautta yhteensä noin 30:lle kuulijalle päätoimittaja Markku Mantila ajankohtaisena aiheenaan Uusi viestintä ja vahingollinen vaikuttaminen.

VTS:n yhteydessä toimivat myös talousvaliokunta, taidevaliokunta Konsti sekä yliopisto- ja korkeakouluvaliokunta VTSVYTEK. VTS:n johtokunta hallinnoi Tehtaanjohtaja, diplomi-insinööri Reino Ignatiuksen stipendiraastoa, joka jakaa stipendejä erityisesti opintojensa loppuvaiheessa oleville ja jatko-opiskelijoille. Hakuaika päättyy vuosittain 1.5., ja stipendit luovutetaan toukokuun lopussa. Stipendiraaston tarkoituksena on edistää teknillistä ja teknillis-kaupallista koulutusta Vaasassa toimivissa oppilaitoksissa.

VTS tarjoaa aktiivisen verkoston Vaasan seudun tekniikan alan toimijoihin ja yritysmaailmaan. VTS:n kautta tutustuu paitsi uusiin ihmisiin, myös monipuolisesti eri toimialoihin ja myös TEK-yhteisöön. VTS:n läheisiä yhteistyökumppaneita ovat myös muut TEKin piirissä toimivat aluesurat ja TEKin kerhot. Ja VTS:n jäsenenä pääsee tutustumaan myös paikkoihin, jonne ei välttämättä muutoin pääsisi. •



UUTISIA

TEKissä uudistetaan matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelijatoimintaa

TEKin Matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opiskelijayhdistyksen tarkoituksena on ollut edustaa matemaattis-luonnontieteellisiä (ML) opiskelijoita TEKissä. Yhdistys on kuitenkin kokenut tämän hyvin haastavaksi, koska se ei ole tarpeeksi näkyvässä roolissa, ja sen rooli on ylipäättään koettu varsin sekavaksi. ML-opiskelijayhdistyksen hallitus on keskustellut TEKin kanssa yhdistyksen tarpeellisuudesta ja sitä myötä myös yhdistyksen lopettamisesta.

Yhdistyksen kokouksessa 11.2.2025 päätettiin, että yhdistys lopetetaan. ML-opiskelijoiden edustusta on kehitetty TEKissä siten, ettei ML-opiskelijayhdistystä tulevaisuudessa tarvita, ja ML-opiskelijoiden näkyvyys sekä toiminnan kehittäminen hoidetaan tulevaisuudessa TEKin sisällä. Esimerkiksi TEKin viestinnässä on nyt huomioitu ML-opiskelijat tarkemmin. TEKin hallinnossa opiskelijanedustajien valitsemista nuorten valiokuntaan ja valtuustoon on kehitetty niin, että valinnat ovat aiempaa saavutettavampia ja tasa-arvoisempia ML-opiskelijoille. TEKissä jatketaan toiminnan kehittämistä tähän suuntaan. •

Juulia Kärki

MALin gradupalkinto:

Henna-Riikka Putaala estimoi ilmakehän sähköisyyttä vuodesta 1844 näihin päiviin



MALin gradupalkinnon 2024 sai Henna-Riikka Putaala Oulun yliopistosta. Palkinnon suuruus on 5000 €, ja se ojennettiin marraskuussa samassa tilaisuudessa kuin TEKin väitöskirja- ja diplomityöpalkinnot.

Työn otsikko on *Ilmakehän ionisaation rekonstruktio syväoppimisverkkojen avulla vuosille 1844–2021*. Yläilmakehään saapuvien vapaiden elektronien määrä ja niiden aiheuttama ilmakehän ionisaatio vaihtelevat jatkuvasti, erityisesti aurinkotuulen vaihtelun ja Maan magneettikentän muutosten mukaan. Elektronitiheyden suoria mittauksia satelliittien avulla on tehty säännöllisesti 1970-luvulta alkaen, mutta auringon aktiivisuuden ja geomagnetismin mittaushistoriat ovat paljon pidempiä.

Putaala koulutti syväoppimisverkkoja oppimaan elektronihavaintojen ja geomagneettisen aktiivisuuden välistä yhteyttä ja pystyi tätä kautta likimääräisesti rekonstruoimaan vuosina 1844–2021 avaruudesta Maan ilmakehään sataneiden elektronien päivittäisen energijakauman ja edelleen laskemaan näiden elektronien aiheuttaman ionisaation ilmakehässä. Ionisaatiolla on puolestaan vaikutuksia mm. napa-alueiden talviajan ilmastoon.

Työ on vapaasti saatavilla Oulun yliopiston kirjaston verkkosivustolta: https://oulu.finna.fi/Record/oulurepo.10024_43104?sid=4928419091. •

Henna-Riikka Putaala kertoi palkitusta työstään maanantaina 3.3. hotelli Grand Centralissa Helsingissä. Kuulijoita oli mukavasti sekä paikan päällä että etänä, ja keskustelu oli vilkasta.

HÄRKÄÄ SARVISTA

Tilaa Härkää sarvista - Matematiikan osaaminen nousuun

Kirja on saatavilla sähköisessä muodossa
sivulla mal-liitto.fi/julkaisut.
Se on kaikkien ladattavissa.



Kirjasta voi myös hankkia paperisen version.
Kirjaa painaa painotalo Copy-set Oy.

**Kirjaa on saatavissa Book on Demand-
tyyppisesti hintaan 44 EUR,
jossa mukana myös ALV.**

Hinta sisältää kirjan ja sen toimittamisen
lähimmälle noutopisteelle. Kirja maksetaan
lähetyksen mukana tulevalla laskulla.

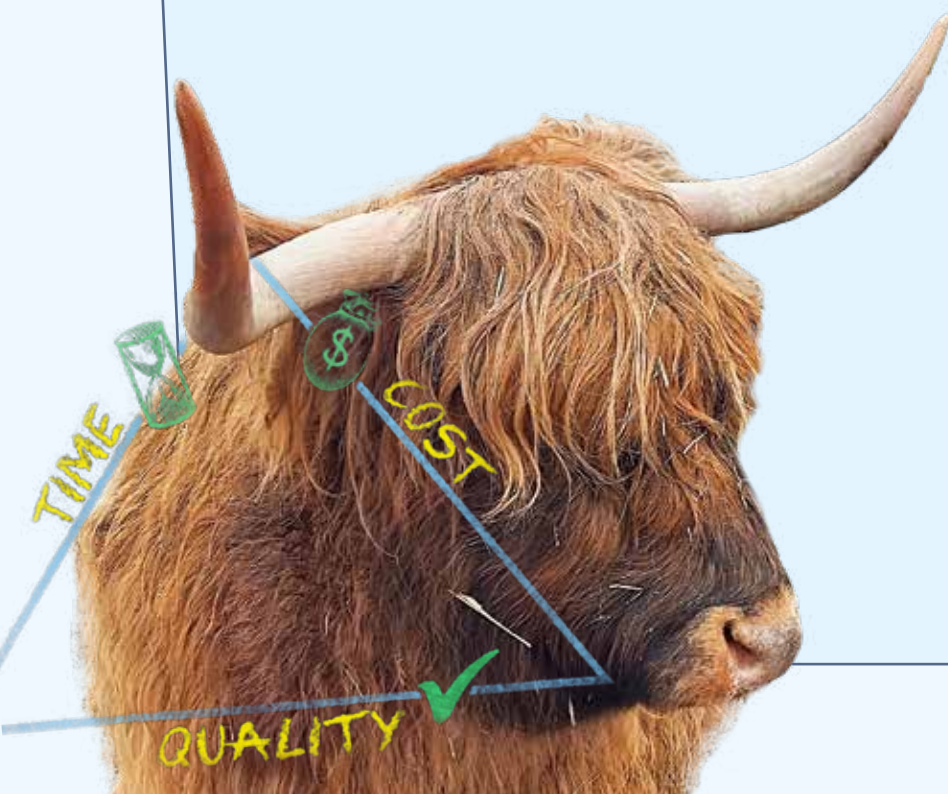
Tilaus lähetetään Copy-set Oy:lle
(copy-set@copy-set.fi). Tilauksesta tulee
ilmetä tilaajan nimi, osoite,
sähköpostiosoite ja puhelinnumero.

Toimitusaika noin 2–3 työpäivää.
Laskun maksuehto: 14 pv netto.

Kirjaa voi tilata myös isommissa erissä.
Tällöin 50 kpl maksaa 875 EUR + alv 10%
ja 100 kpl maksaa 1 450 EUR + alv 10%.

Hinnat sisältävät toimituksen yhteen
osoitteeseen. Jos haluaa lähettää kirjaa
yksittäisiin osoitteisiin, niin tällöin
toimitus maksaa 15 EUR per osoite.

Kirjaa voi tilata myös jonkin muun halutun
määrän ja siten, että ne jaellaan toimitetun
osoitteiston mukaan. Tällöin tulee pyytää
erillinen tarjous painotalolta.

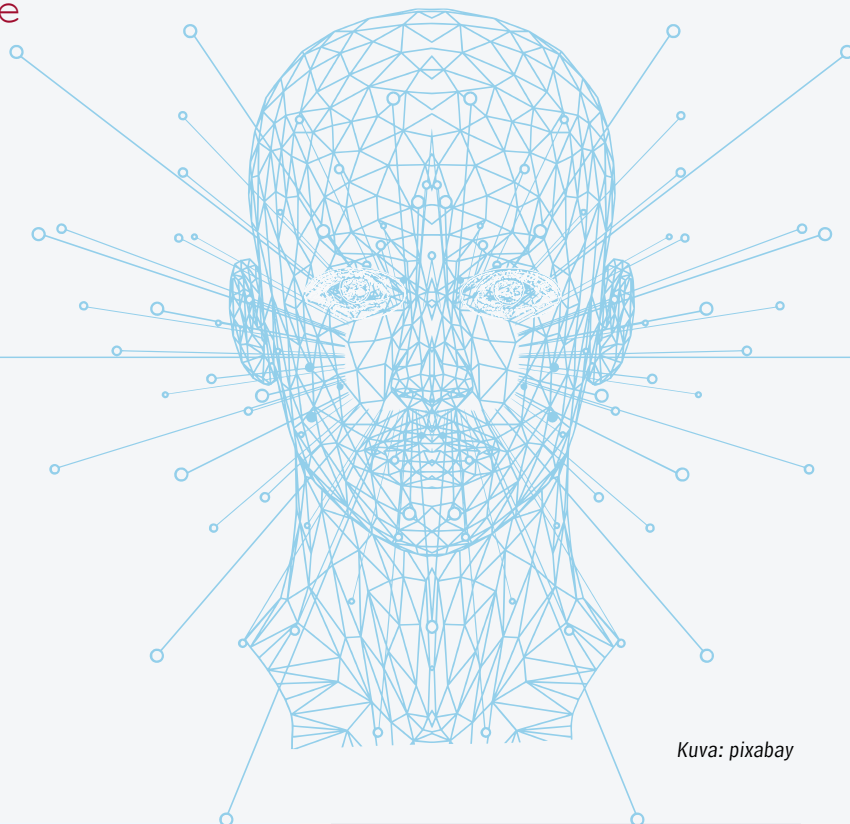


Opinnäytteiden aiheet vuonna 2024

Osa 1: Tietojenkäsittelytiede

Yrityksessä työskentelevältä MAL-lehden lukijalta tuli hyvä aiheidea: lehti voisi kertoa, mistä aiheista yliopistoilla tehdään nykyään graduja. Tartumme asiaan tietojenkäsittelytieteen osalta tarjoamalla listan niistä Aalto-yliopiston Perustieteiden korkeakoulun vuonna 2024 julkaistuista diplomitöistä, joiden koulutusohjelmana tai oppiaineena on Computer science. Listan katselemisen helpottamiseksi olemme omavaltaisesti ryhmitelleet työt otsikon perusteella, toivottavasti suurin piirtein asianmukaisesti. Töiden tarkemmat tiedot ja latauslinkit löytyvät sivustolta <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/21>.

Tämän kieltämättä alkeellisen päänavauksen jälkeen yritämme seuraavissa numeroissa kehittää aiheen käsittelytapaa ja jatkamme samalla myös matematiikkaan ja fysiikkaan.



Kuva: pixabay

Tekoäly: suuret kielimallit

Exploring the Effect of Quantization on Large Language Models for C++ Programming on Home Hardware

Generation of API Documentation using Large Language Models – Towards Self-explaining APIs

Large Language Model Agent as Insurance Law Assistant

Leveraging Large Language Models for Question-Answering in Customer Service Scenarios

Leveraging Large Language Models to Improve Static Analysis Output in Embedded Software Development

LLM integration to log streams

Unleashing the Potential of LLMs for Audio-Visual Question Answering

Tekoäly, muu

Around the book in 10 minutes: generating a narrative visualization with the help of generative AI

Explainable AI Techniques in Trustworthy Object Detection

Image Geolocation Using Deep Learning
Improving software development workflows using generative AI

Improving the Search of Medical Articles Using Sentence Transformers

Instance Segmentation for Rock Particle Quality Monitoring: Integration of Deep Learning for Machine Vision Application in the Aggregates Industry

Natural Language Inference for Hierarchical Zero-Shot Text Classification

Verkot

Algorithms for Network Design

Efficient fuzzing payload generation for mobile application security testing

Event-driven retrieval pipeline migration

Kubernetes Networking: Comparative Insights into API Gateways and Service Mesh Implementations

Quantization-aware training in 5G NR deep learning-based channel estimation

Security Risks for Sidecar Containers in Kubernetes

Palvelujen hallinta

Access management solution to corporate service

The benefits of the centralized orchestration of remote controlled virtual machines compared to local control

Chatbots in Incident Management

Designing experiment objects for Continuous Experimentation: A multiple case study

Development of A/B testing capability for digital service operations using a third-party tool

Enhancing the Capacity of Data Center Manager

Finding the most suitable customer onboarding solution for an energy company

Improving Scalability with Concurrency for Recurring Background Tasks

Improving Single-Tenant SaaS Release Deployment Validation: a Case Study

Performance Comparison of Metaheuristics for Solving Pickup and Delivery Problems

Päivitysvelka ohjelmistoprojektissa ja sen hallinta

Virtual protection and control in secondary substation

Käytettävyys, human factors, etiikka

Addressing Ethical Concerns: Guidelines for Quality Requirements in Requirements Engineering

Enhancing Accessibility in Web Applications: A Comprehensive Study on Common Accessibility Issues and Implementing Solutions in React Application

Enhancing Web Accessibility: Developer Perspectives and Practical Solutions

Impact of React component libraries on developer experience - An empirical study on component libraries' styling approaches

Usability approach in designing digital feedback collection from children

User Plane performance and stability testing

Datatiede

Cloud-Based Data Collection and Analytics Platform to Enhance Data-Driven Production in Malting

Cross-systems multi-level data pipelines optimization for predicting sunspot emergence

Data Lineage in the financial sector

A Data Mesh Approach to Tekla Structures Environments Data Management and Analysis

Design and Implementation of User Diagnostic Data Collection for HSC Chemistry

Enhancing 3D Asset Retrieval with Semantic Search

Promootiosampo - Järjestelmä suomalaisen promootioperinteen kuvaamiseen, julkaisemiseen ja tutkimiseen semanttisessa webissä

Suomalaisten säädösten muutoshistorian kuvaaminen ja käyttö Lakisampo-järjestelmässä

Täsmäytysjärjestelmien kehittäminen linkitetyn datan sanastoille kulttuuriperintöorganisaatioissa

Utilizing serverless functions for geographic data processing

Tilastotiede ja kokeensuunnittelu

3D Gaussian splatting theory and variance rendering extension

Software for the Planning of High-Altitude Balloon Launches

State of Charge Estimation of Primary Batteries in an Embedded System

Variational LOOCV: A novel approach to hyper parameter optimization in sparse and non-conjugate Gaussian Process models

Erilaisia sovelluksia

Adversarial Robotic Cloth Manipulation

CSS and JavaScript Animations

Developing an Interactive Virtual Reality Dance Partner

Evaluating Modern Shortest Path Algorithms on Finnish Road Networks

Maintaining Phase Coherence of a Novel Therapeutic Ultrasound Device Consisting of an Array of Multi-Element Transducers within a Large Volume of Interest

Pose prediction in remote rendered XR

Real-time Sea Rendering for Maritime Simulator

Simulation Model for Optimizing a New Sampling Principle for Dissolved Gas Analysis

Threat assessment using predicted motion of obstacles •



Tom Lehrer Kööpenhaminan konsertissaan 1967.

Tom Lehrer - laulava satiirimatemaatikko

Berkeleyssä sijaitseva matematiikan tutkimuslaitos MSRI, nyttemmin nimeltään Simons Laufer Mathematical Sciences Institute (SLMath), julkaisi Fermat'n suuren lauseen todistamisen kunniaksi vuonna 1993 elokuvan (<https://vimeo.com/251379987>), jonka lopputekstien taustaksi tilattiin Tom Lehreriltä uusi laulu "That's mathematics". Siis keneltä? Jotta legendat pysyvät elossa, Lehrer on syytä esitellä myös MAL-lehden lukijoille. Itse asiassa legendan lisäksi elossa on Lehrer itsekin, nyt 96 v. Tämän jutun faktatiedot löytyvät laveampina Wikipediasta.

1930-luvulla Tom Lehrer oli pianoa soittava koulu-poika Manhattanilla. Hänen musiikkimakunsa veti kevyen musiikin suuntaan enemmän kuin klassiseen, mutta äiti löysi tähänkin tarpeeseen sopivan soitonopettajan. Pian Tom jo sävelteli omia show-kappaleitaan.

Lehrer oli vähintään lievänasteinen matematiikan ihmelapsi. Koulun päätettyään hän lähti opiskelemaan Harvardiin, valmistui vajaa parikymppisenä ja jatkoi sitten tohtoriorjelmassa. Lehrer huvitti tovereitaan omatekoisilla lauluilla, ja opiskelija-aikojen riemukkaan kriittistä henkeä huokuu oikeastaan koko hänen sen jälkeinenkin tuotantonsa. Calypso-rytmisessä laulusa *There's a delta for every epsilon* (1949) nostetaan esiin se epäoikeudenmukaisuus, että vain positiivisille epsiloneille on luvattu oma delta.

Kun Bostonissa alettiin pienentää pulujen määrää levittämällä puistoihin myrkytettyjä siemeniä, Lehrer reagoi tähän kavaluuteen haltioituneella valssilla

Poisoning pigeons in the park:

All the world seems in tune

on a spring afternoon,

when we're poisoning pigeons in the park.

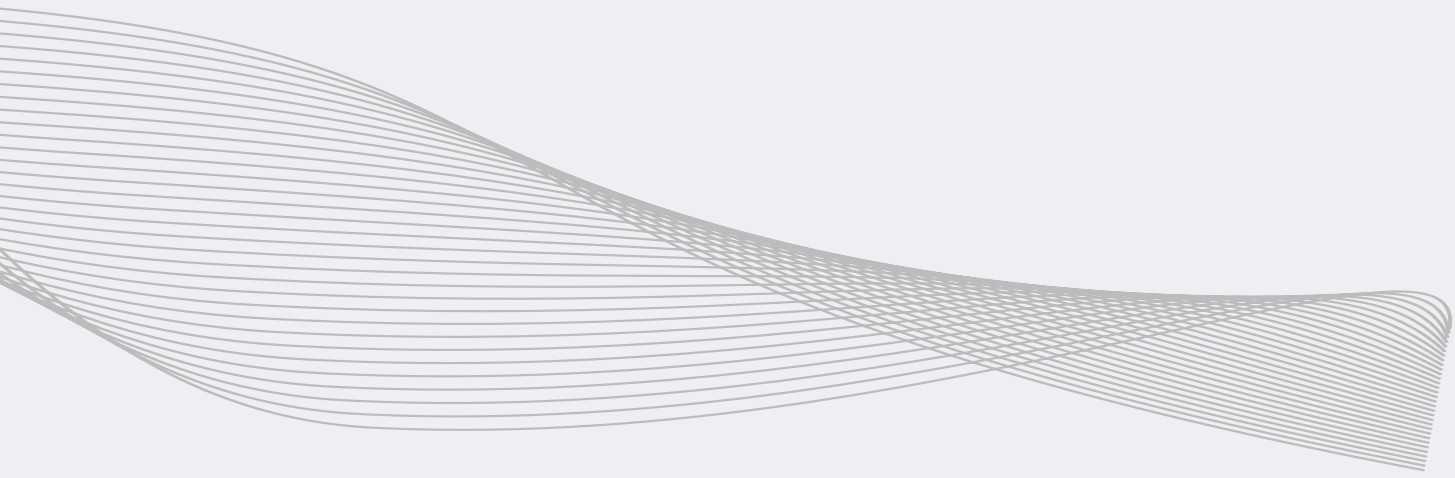
Ev'ry Sunday you'll see

my sweetheart and me,

as we poison the pigeons in the park.

Lehrerin tyylilaji on satiiri, ja Piilomatemaattikkokin tuntee juuri satiirin piilotajuntansa kanssa resonovaksi genreksi. Johtuneeko tämä viehtymys siitä, että satiirin logiikka muistuttaa matematiikalle ominaista epäsuoraa todistusta: jos lintujen myrkyttely on hyvä ja oikein, sitä voidaan tehdä riemumielin – ja koska johtopäätös on tyrmistyttävä, niin premissi oli väärin. Olen huomannut, että joitakin ihmisiä tällaiset ajatukset eivät taas huvita ollenkaan, edes silloin kun ovat johtopäätöksestä samaa mieltä.

1950-luvun alussa Lehrer kirjoitti lisää mainioita lauluja ja niitti soolokeikoillaan paikallista suosiota. Vuonna 1953 hän teki parhaistaan omakustanteisen äänilevyn, jota kulkeutui matemaattikopiirejä pitkin Kaliforniaan saakka. Tieto Lehrerin lauluista alkoi levitä, levyä alettiin tilata ja pian hän jo teki pitkiä konsertti-kiertueita. Väitöskirjaa ei koskaan tullut.



1950-luvun nuorisokulttuurin ydintä oli tabujen ja tekopyhyyden rikkominen. Lehrer teki tätä jo aiheillaan sekä groteskilla mustalla huumorilla. Partiopoikien moraalia kyseenalaisti *Be prepared*, huumekauppiaasta kertoi *The old dope peddler*, etelävaltioiden rasismista *I wanna go back to Dixie*, seksin eri aspekteista mm. *The masochism tango* ja *I got it from Agnes*. Amerikkalais-ta metsästysharrastusta kommentoi *The hunting song*: ammutuksi tuli ”two game wardens, seven hunters, and a cow”, mistä rangaistuksena metsästyslupan menetyks, koska lehmillä ei ollut metsästysaika ja yhdeltä metsästäjältä puuttui vakuutus.

Lehrerin purevin satiiri kohdistui sotaan ja erityisesti ydinaseisiin, joihin liittyvä huumori ei muuta voi ollakaan kuin mustaa. Natsi-Saksasta NASAn rakettitieteen pariin siirtynyt Wernher von Braun saa nimikko-laulussaan kitkeriä säkeitä:

*Don't say that he's hypocritical,
say rather that he's apolitical.
"Once the rockets are up,
who cares where they come down?
That's not my department",
says Wernher von Braun.*

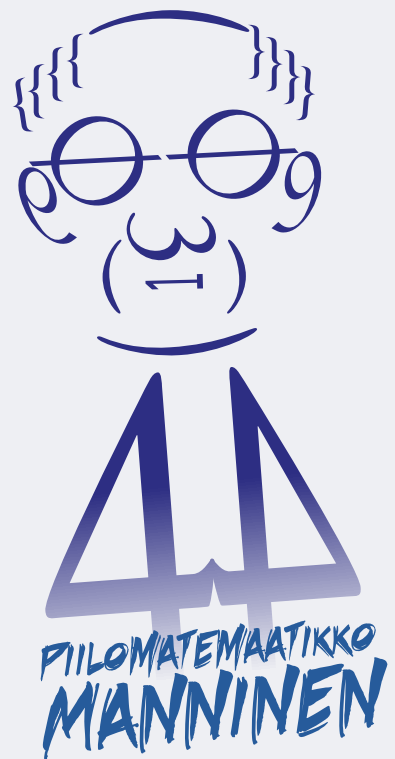
1960-luvulla Lehrer kommentoi muunkinlaisia ajankohtaisia ilmiöitä ja tapahtumia. Esimerkiksi kun Vatikaanin 2. kirkolliskokous keskusteli maallisen musiikin

sallimisesta kirkoissa, Lehrer kontribuoi *The Vatican Rag'illä*, jossa roomalaiskatolinen ehtoollinen transsubstantiaatioineen etenee hultvattoman ragtimen tahdissa. Matematiikan kouluopetuksen uudistushanketta *New Math* Lehrer taas irvi räppäämällä (näin kai voisi sanoa) vähennyslaskun 342-173 selittäen jokaikisellä askeleella mitä tekee, ja toistamalla performanssin vielä 8-järjestelmässä.

1970-luvulla Lehrer lopetti laulujen tekemisen, kun omien sanojensa mukaan ei niitä enää keksinyt, ja teki lopun työuransa opettamalla humanisteille matematiikkaa ja musiikkiteatteria Santa Cruzin yliopistossa Kaliforniassa. Tämän jutun alussa mainittu, matematiikan kaikkialla läsnäolevuutta ylistävä *That's mathematics* oli laulutuoannon yksinäinen iltatähti.

Lehrer asetti laulujensa tekstit ja nuotit vapaasti saataville verkkosivustolta <https://tomlehrersongs.com>. Levytyksiä ja live-esityksiä löytyy Youtubesta. Esimerkiksi Kööpenhaminan konsertin tv-taltiointissa vuodelta 1967 (<https://www.youtube.com/watch?v=-QHPmRJIoc2k>) ovat mukana monet Lehrerin parhaat, ja lisäksi on mukava katsella 1960-luvun nuorta ja iloista yleisöä. Tosifani voi hankkia jopa tämän:

The Remains of Tom Lehrer. Box with 3 CDs and booklet. Warner Bros Records & Rhino Entertainment Company, 2000. •



{ MEDIAKORTTI }

MAL-lehden julkaisija:

Matemaattis-luonnontieteellisten alojen Akateemiset ry

Puheenjohtaja:

Esko Juuso puheenjohtaja@mal-liitto.fi

Toimituskunta:

Suvi Lahdenmäki, päätoimittaja

suvi.lahdenmaki@gmail.com

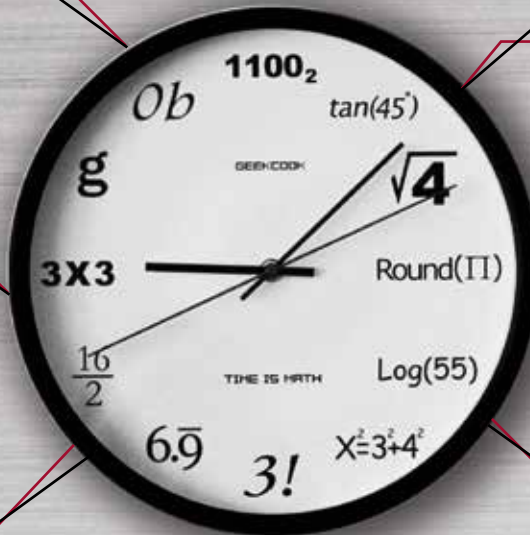
Ilkka Norros tiedottaja@mal-liitto.fi

Martti Annanmäki

Taneli Prittinen

Niklas Hietala

Juulia Kärki (opiskelijaedustaja)



Painettu lehti ilmestyy helmikuussa

Sähköinen lehti: kesäkuu ja lokakuu

Julkaisija varaa itselleen oikeuden ilmestymisaikojen muutoksiin.

Lehden kaikki numerot ovat luettavissa **pdf-muodossa**

sivulta <https://www.mal-liitto.fi/julkaisut/mal-lehti>

sekä hakutoiminnoilla varustetussa **blogimuodossa**

sivulta <https://mal-lehti.fi>.

**Seuraavan lehden aineistopäivä:
2.5.2025**

Formaatti: 220x280 mm

Taitto: Sivupainajainen Kirsi Pääskyyvuori

Paino: Copy-Set Oy, Helsinki

Painosmäärä: 2120

{MAL}

Ratavartijankatu 2, 00520 Helsinki

puh. (09) 229 121

www.mal-liitto.fi

toimisto@mal-liitto.fi