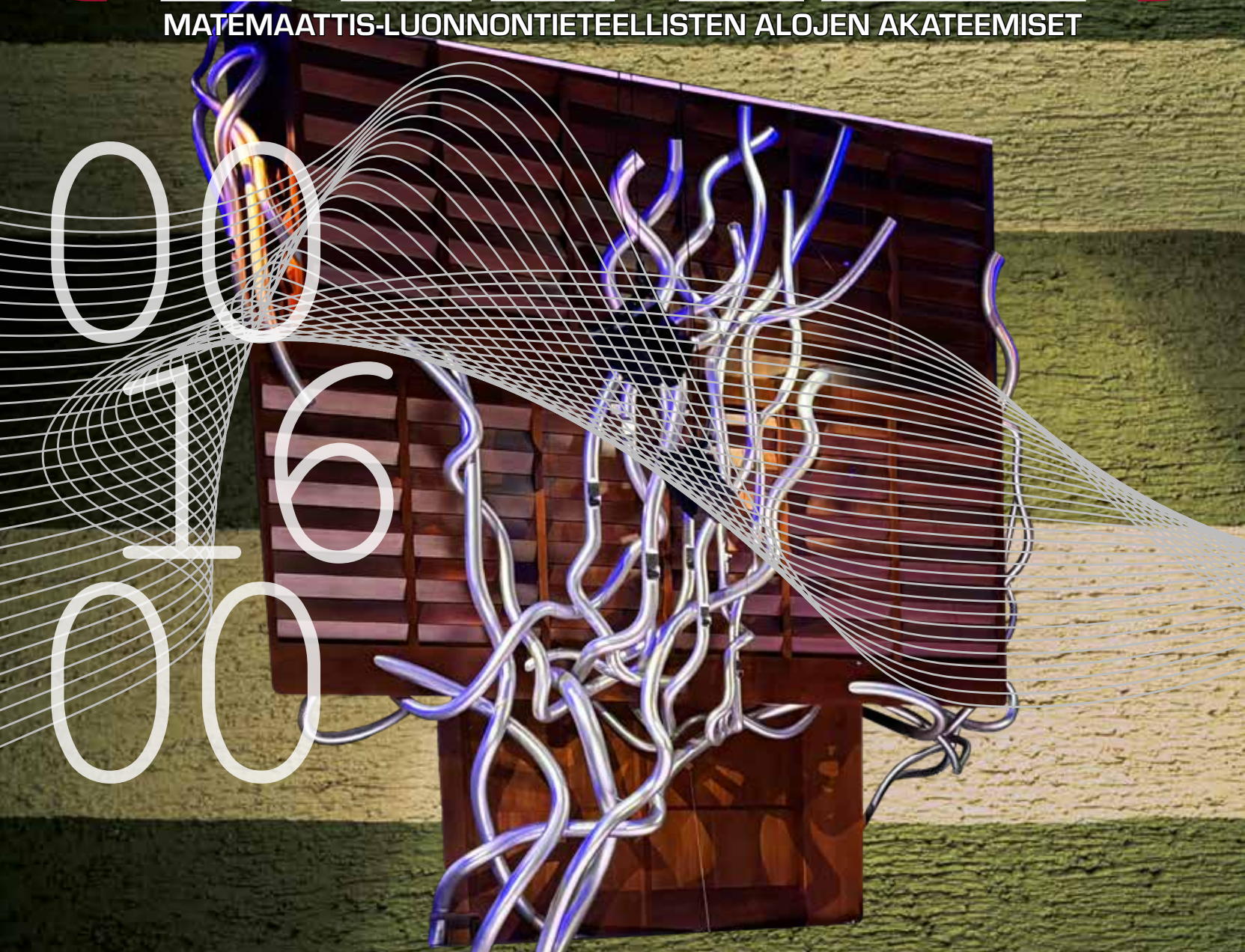


# MAT

LEHTI 2-2024

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLISTEN ALOJEN AKATEEMISET



Standardointi lievittää }  
huolta tekoälystä }

Musiikkitalo sai }  
soitinten kuninkaan }





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.

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

Kirjoittamasi artikkelin voit lähettää lehtemme päätoimittajalle **Suvi Lahdenmäelle** ([suvi.lahdenmaki@gmail.com](mailto:suvi.lahdenmaki@gmail.com)) ja/tai MALin tiedottajalle Iikka Norrokselle ([tiedottaja@mal-liitto.fi](mailto: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} 2-2024

Standardointi lievittää huolta tekoälystä	4
Margueriten teoreema	7
MALin opiskelijatoiminta liikkeelle	9
Musiikkitalo sai soitinten kuninkaan	11
Elliott-laskentakeskus Nokian tietokonetoiminnan alkuna	14
Nuoren fyysikon uratarina	17
Matematiikka ihmisen toimintana	18
Rasvakivi liukuu syklodia pitkin	20
Huumorin kukka on se kaunehin kukka	23

Kannen kuva: Musiikkitalon urut. (Kuvan lähde: Wikipedia/Aleksi Stenberg).



PUHEENJOHTAJA

## Yhteistyöllä osaamisen vahvistamiseen

**K**irja ”Härkää sarvista – matematiikan osaaminen nousuun” painotti koulujen valmentamista kohtaamaan matematiikan, luonnontieteiden ja tietojenkäsittelyn kasvava tarve. Koulurakenne toimii, kun huolehditaan oppimista haittaavien tekijöiden poistamisesta, uusien opetusratkaisujen käyttämisestä sekä oppimis- ja tiedonhankintavalmiuksien tukemisesta.

Oppimisen kerroksittainen rakentuminen on keskeisintä. Kaikkien kouluvaiheiden tulisi nyt painottaa hyvän pohjan rakentamista seuraavalle vaiheelle. Uuteen yhdeksän kuukauden seminaarisarjaan ja puolen vuoden yhteenvetokoostamiseen ei kuitenkaan ole aikaa. Osaamisen vahvistamisella on kiire. Eteneminen joudutaan jakamaan eri kouluvaiheissa tapahtuvaksi samanaikaiseksi kehittämiseksi. Ensimmäisen tuotantokauden tulokset antavat hyvän pohjan tälle rinnakkaiselle työlle.

Alun perin tavoitteena oli suunnata seminaarisarja matemaattisten aineiden kouluopetukseen. Vaiheittaisessa etenemisessä päädyttiin painottamaan matematiikkaa puhtaasti seminaarien käytännön toteuttamisen takia. Toinen tuotantokausi tuo nyt painotuksen takaisin 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.

Tässä yhteydessä lukioiden tehtäväksi tulee yliopistoissa aloittavien opiskelijoiden oppimisvalmiuksien vahvistamisesta huolehtiminen. Matemaattisten aineiden laaja kokonaisuus on tässäkin avainasemassa ja luonnontieteet tiennäyttäjinä. Monitieteinen tutkimus tarjoaa mielenkiintoisia matemaattisten aineiden käyttömahdollisuuksia hyvin yksityiskohtaisista tarkasteluista laajojen kokonaisuusien koostamiseen. Lukioiden ja yliopistojen yhteistyö täydennettynä ammattikorkeakoulun kanavilla on keskeistä osaamisen varmistamisessa. Juurihoito jatkuu uohitamatta täydennys- ja uudelleen koulutusta.

Yliopistojen ja työelämän vaatimusten toteuttamiseen tarvitaan MAL:n, MAOL:n ja LUMA-keskuksen yhteistyötä yritysten ja yritysorganisaatioiden kanssa. Koulutus on tärkein investointi, jonka toteutumisessa koko seminaarisarjan toteutukseen osallistunut laajaa verkosto on avainasemassa.

- Esko Juuso



PÄÄTOIMITTAJA

## Suuri pamaus ja iso vaikutus

**V**oisiko sellainen komediasarja toimia, jonka päähenkilöt ovat fyysikoita? Ja sarjan monet vitsit perustuisivat tieteellisiin teorioihin? Ja siitä tulisi maailmanlaajuinen menestys? Kyllä voisi ja näin myös tapahtui, kun **Chuck Lorre** ja **Bill Prady** loivat tv-sarjan Big Bang Theory (suomeksi Rillit huurussa), ja tästä neljän nuoren tieteilijän elämää ja ihmissuhteita kuvaavasta sarjasta tuli valtaisa hitti, jota tehtiin peräti 12 kautta ja jota esitettiin vuosina 2007–2019.

Haluaisiin päästä katsomaan, miten Big Bang Theory -sitcom on esitelty rahoittajille ja tuotantoportaalle. Miten käsikirjoittajat ovat saaneet vakuutettua, että sarja kannattaa tehdä, että se saa katsojia ja se voisi jopa menestyä? Aiemmin tiedemiehet oli esitetty joko hölmöinä, outoina tai pelottavina ja nörtti oli lähinnä haukkumasana.

Mutta ajat muuttuvat ja mm. Big Bang Theoryn myötä nörtti oli yhtäkkiä cool. Ei ollut enää hävettävää fanittaa tiedettä, Tolkienia ja sci-fiä, vaan siitä tuli tavoiteltu asia. Enkä yhtään ihmettelisi, jos maailmassa olisi nyt monta tieteilijää, jotka ovat innostuneet nimenomaan tämän sarjan ansiosta ottamaan selvää fysiikan teorioista ja lähteneet opiskelemaan alaa.

Tällä hetkellä jännitetään Yhdysvaltain presidentinvaaleja. Yksi tämän hetken populaarikulttuurin suurimmista, laulaja **Taylor Swift** on tuonut oman kantansa esiin **Kamala Harrisin** puolesta, ja nyt nähdään, kuinka paljon valtaa yksittäisellä artistilla on maailmanpolitiikkaan.

Joka tapauksessa kulttuuri, taide ja myös pop-kulttuuri saattavat vaikuttaa yllättävän paljon asenteisiin ja mielipiteisiin. Vaikeaa on vain ennustaa, mistä seuraava maailmanlaajuinen hitti tulee ja minkä asian puolella ja innoittajana se on.

Tässä MAL-lehden numerossa asiaa mm. tekoälystä ja standardoinnista, opiskelijatoiminnasta ja Nokian Elliott-laskentakeskuksesta. Ja on tarjolla myös matemaattista huumoria!

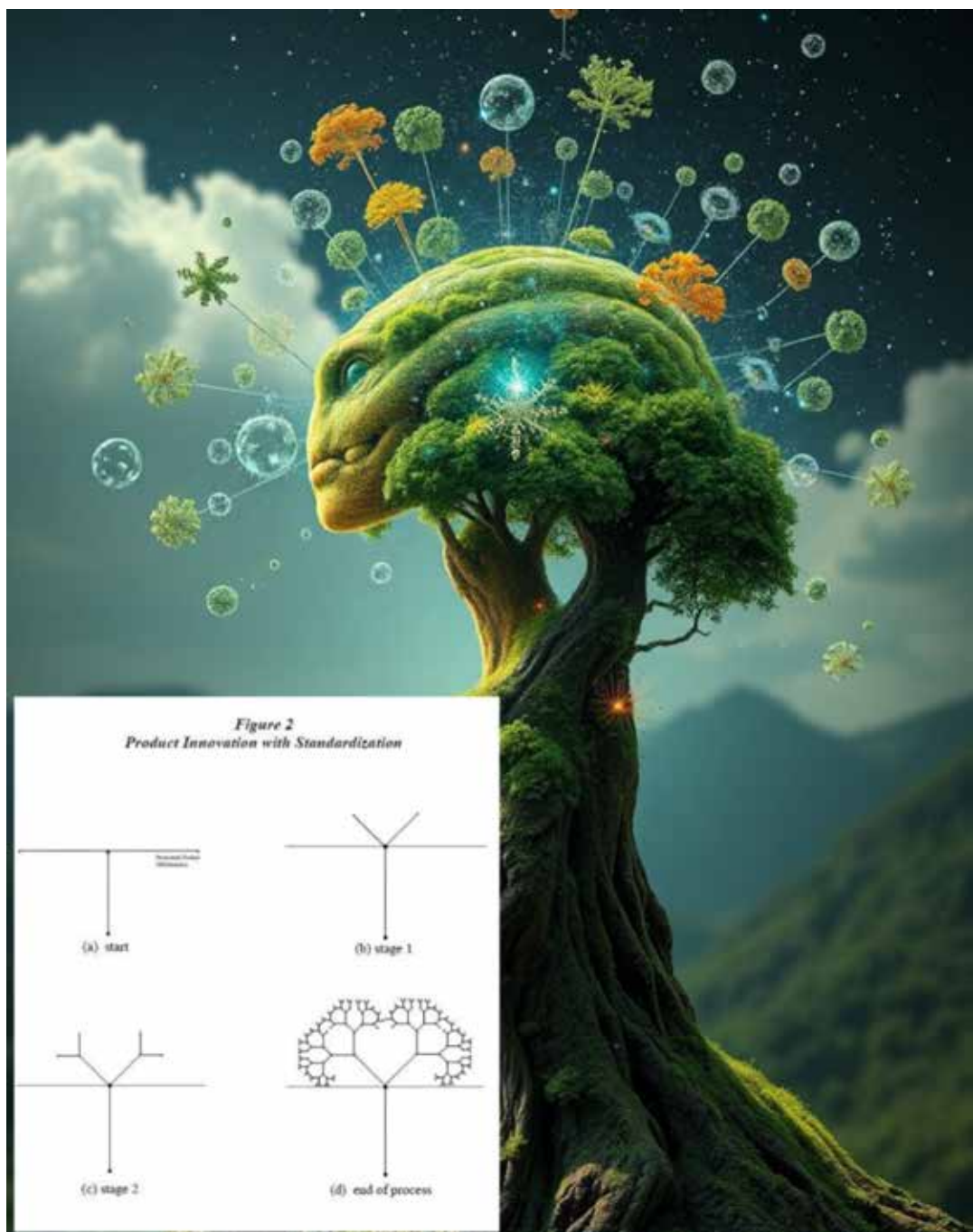
## Hyviä syksyisiä päiviä kulttuurin, tieteen ja lukemisen parissa!

- Suvi Lahdenmäki

# Standardointi lievittää huolta tekoälystä

Säännöllisen epäsäännöllisesti syntyy koko yhteiskuntaa vahvasti muokkaavia teknisiä läpimurtoja. Näitä keksintöjä ei tehdä päivittäin ja vain harva idea yltää todelliseksi oikeaksi muutosvoimaksi, ns. yleiskäyttöiseksi teknologiaksi. Toisinaan tällaista tapahtumaketjua kuvataankin aaltona, johon liittyy hyvin suuri määrä samaan suuntaan vaikuttavia teknisiä keksintöjä, kaupallisia innovaatioita ja hallinnollisia kehitysaskelaita. **Nikolai Kondratjev** kuvasi talouden kehityksen aaltona ja **Joseph Schumpeter** esitti innovaatiot aaltojen synnyttäjänä.

Esimerkiksi polttomoottori keksittiin jo yli 200 vuotta sitten, mutta vasta 150 vuotta myöhemmin sen yhteiskunnalliset vaikutukset näkyivät Suomessakin. Polttomoottori mahdollisti ihmisten ja tavaroiden massiivisen liikkuvuuden ja se oli keskeisenä voimana vaihdannan ja sen myötä tuottavuuden kasvussa. Toisaalta se johti niin maaseudun autioitumiseen kuin myös liikenteen aiheuttamiin ympäristöongelmiin.



Kuva 1. Tekoälyn vastaus kehotteeseen: Show all the purposes of standardization for ai in one artistic image which should promote trust and sustainable future. Vertailun vuoksi kuvaan upotettu pieni kuva on akateemisessa kirjallisuudessa esitetty kuvaus standardoinnin vaikutuksista tuoteinnovaatioihin.

(Kuva luotu tekoälyn avulla sivustolla <https://www.imagine.art>. Kaaviokuva: THE ECONOMICS OF STANDARDIZATION Final Report for Standards and Technical Regulations Directorate Department of Trade and Industry, G M Peter Swann, Manchester Business School 2000.)



Tämän päivän kiinnostava puheenaihe nyt jo selvä tekninen läpimurto on tekoäly, eri muodoissaan, kuten ns. laajat kielimallit. Polku ensimmäisestä polttomotoorista merkittäviin yhteiskunnallisiin muutoksiin on ollut varsin pitkä ja monipolvinen. Niinpä havainnoimme myös tekoälyä paremmin osana yleiskäyttöisen digitaalisen tiedon siirron ja käsittelyn kokonaisuutta, jonka kehityksen alku voidaan jäljittää lähes 100 vuoden päähän ensimmäisten sähköisten digitaalisten laskinten syntyyn toisen maailmansodan pyörteissä. Aallon harjalla kun ollaan, niin juuri tänään kuuluu liiankin usein huolia siitä, mihin kaikkeen tämä tekninen kehitys vielä johtaa ja miten tekoäly uhkaa jo koko ihmiskunnan olemassaoloa, kuten mm. **Yuval Noah Harari** tuntojaan maalaa.

Autojen ilmaantuessa korvaamaan hevostäppä Englannissa syntyi vaatimus, että niiden edellä pitää juosta ihminen varoituslippua heiluttaen. Aliarvioimatta mahdollisia negatiivisia vaikutuksia lieneekin parasta pohtia, millä keinoilla polttomotoorin ja niiden vauhdittaminen autojen kehittyminen saatiin palvelemaan ihmiskuntaa, tunnustaen, että läheskään kaikkia ikäviä sivuvaikutuksia ei ole vielä saatu täysin hallintaan. Harva meistä kuitenkaan olisi valmis kokonaan kieltämään autoliikenteen. Pikemminkin odotamme, että au-

tot muuttuisivat lopulta oikeasti automobiileiksi, kokonaan itseksään liikkuviksi kulkuvälineiksi, joiden haittavaikutuksetkin olisivat oleellisesti pienemmät kuin nyt.

Systeemiset yhtäläisyydet näiden kahden eri vaiheissa olevien teknologioiden ja niiden synnyttämien aaltojen välillä eivät ole vain pinnallisia, vaan niissä on paljon yhteisiä ilmiöitä ja rakenteita, vaikka itse fyysiset teknologiat ovatkin erilaisia.

Eräs keskeinen yhtäläisyys löytyy tavasta, jolla yhteiskunnat lakien ja säädösten avulla määrittelevät miten erilaisten laitteiden ja palveluiden pitää toimia. Laeilla ja määräyksillä säädellään niin liikennettä kuin tietojen käsittelyä. Siltana näiden määräysten ja kuluttajille näkyvien ominaisuuksien, toiminnallisuuksien ja sivuvaikutusten välillä on laaja kenttä, jota voisi luonnehtia sanoilla hyväksyttävä yhteensopivuus tai haluttava yhteistoiminta, sanalla sanoen, standardointi ja standardit.

### Standardien neljä päätarkoitusta

Standardeilla on tunnetusti neljä päätarkoitusta.

Ensiksi niiden avulla määritellään, mistä oikein on kysymys. Standardit määrittelevät terminologian, niin autoille kuin tekoälyllekin ja lopulta myös näiden yhdistelmälle, itseksään liikkuville ajoneuvoille. On tärkeää, että asioita pohtiessamme puhumme niistä yhteismitallisesti.

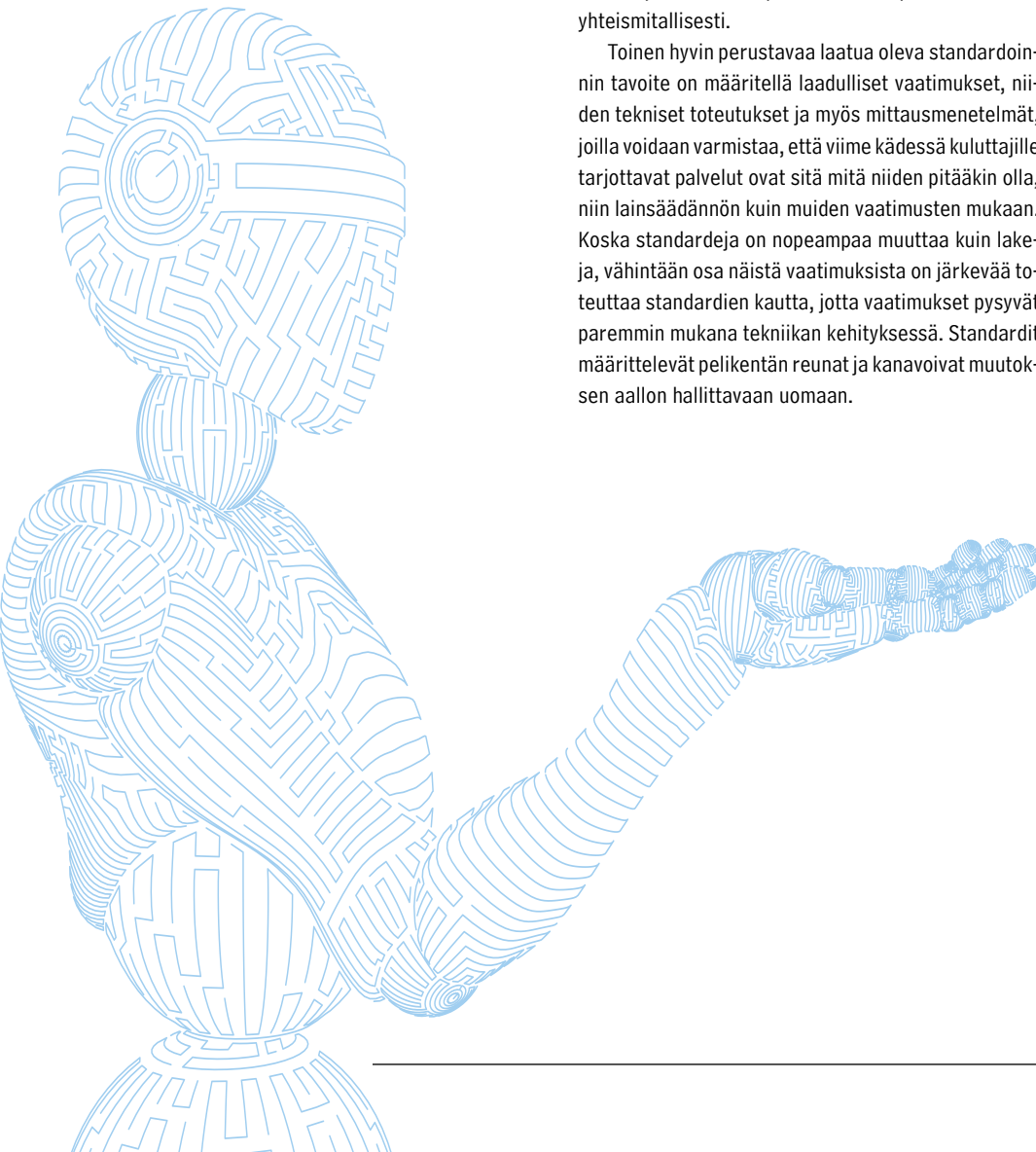
Toinen hyvin perustavaa laatua oleva standardoinnin tavoite on määritellä laadulliset vaatimukset, niiden tekniset toteutukset ja myös mittausmenetelmät, joilla voidaan varmistaa, että viime kädessä kuluttajille tarjottavat palvelut ovat sitä mitä niiden pitääkin olla, niin lainsäädännön kuin muiden vaatimusten mukaan. Koska standardeja on nopeampaa muuttaa kuin lakeja, vähintään osa näistä vaatimuksista on järkevää toteuttaa standardien kautta, jotta vaatimukset pysyvät paremmin mukana tekniikan kehityksessä. Standardit määrittelevät pelikentän reunat ja kanavoivat muutoksen aallon hallittavaan uomaan.

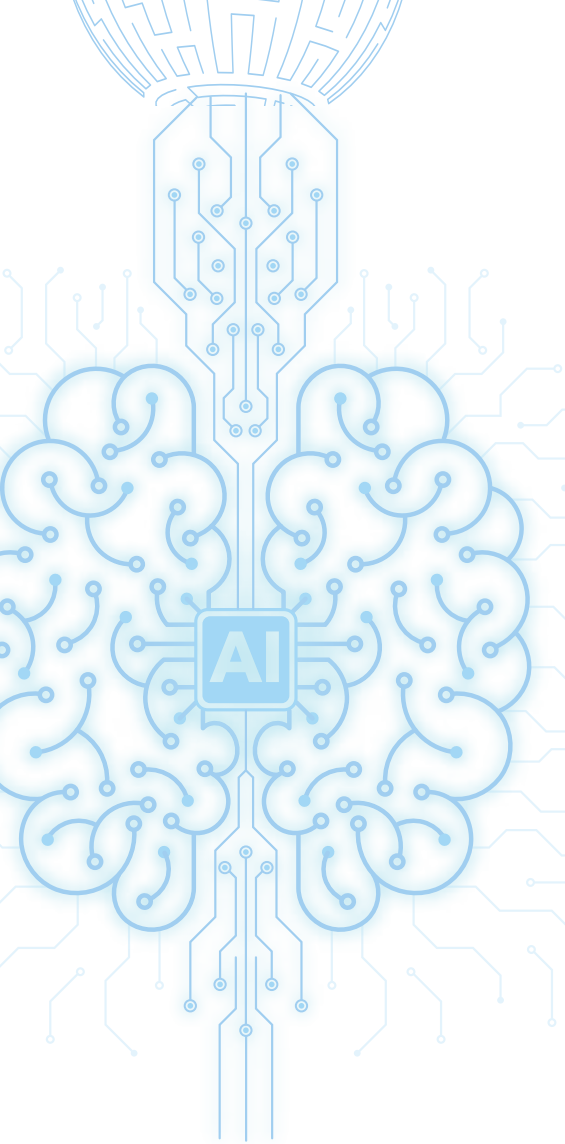
Tekoälyn standardoinnin keskeinen tavoite tällä hetkellä on tuottaa ratkaisuja, standardeja näihin kahteen tarkoitukseen - määritellä termejä ja menetelmiä, joilla tekoälyn käytöstä saadaan turvallista, laadukasta, ja todistettavasti. Tämä yhteistyö on ollut käynnissä jo vuosia niin kansainvälisesti ISOssa (International Organization for Standardization) ja IEC:ssä (International Electrotechnical Committee), kuin Euroopan tasolla CENin (European Committee for Standardization) ja CENELECin (European Committee for Electrotechnical Standardization) yhteistyönä, ja myös Suomessa SFS (Suomen Standardit) toimesta. ISON ja IECn yhteistyö on organisoitu alakomiteaan (JTCL/SC42), CEN-CENELECin työ on samassa hengessä organisoitu yhteiskomiteaan (JTC21) ja Suomessa tapahtuva työ SFS:n standardointiryhmään (SR315). Globaalisti työssä on mukana satoja teknologioiden sekä standardoinnin erikoisosaajia. Suomessa työhön osallistuvat erityisesti ne, joille tekoälyn käyttö on osana liiketoimintaa tai tutkimusta.

ISO/IEC JTCL/SC42 -komitea on tuottanut 31 valmista standardia ja 36 standardia on työn alla. Yleisten vaatimusten lisäksi komiteassa on erikoistuneet työryhmänsä mm. terveyteen ja luonnollisen kielen prosessointiin liittyviin asioihin. Eurooppalaiseen regulaatioon sovitettua työtä tekevät CEN/CENELEC JTC21 on tähän mennessä julkaisut vain 7 standardia, jotka osin perustuvat ISO/IEC työhön. CEN/CENELECin työlistä on kuitenkin erittäin laaja, mikä johtuu siitä, että tänä vuonna EU:n parlamentti hyväksyi tekoälyä säätelevän asetuksen (EU AI Act, 2024/1689). EU:n komissio laati kymmenen kohdan listan asetukseen harmonisoitavista tekoälyä ja sen käyttöä määrittelevistä standardeista eurooppalaisille standardointiorganisaatioille CEN, CENELEC ja myös ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Niinpä Euroopassa ja myös Suomessa tämän hetken yksi tärkeistä tavoitteista on luoda EU:n sääntelyn mukainen tulkinta tekoälyn standardeista. Tässä tavoitteessa on useita perinteisiä haasteita ja oma erityinen haaste syntyy näkemuseroista maailman eri kolkkien välillä niin sisällöstä kuin aikatauluistakin.

### Tekoälyasetuksen kymmenen vaatimusta

Tekoälyasetuksessa olevan kymmenen kohdan listan standardit koskevat ensisijaisesti ns. korkean riskin tekoälyjärjestelmiä. Listalla onkin ensimmäisenä tekoälyn riskien hallinta. Tekoälyjärjestelmän toimittajan täytyy pystyä hallitsemaan tekoälyn käytöstä johtuvia riskejä ihmisten terveydelle, turvallisuudelle ja EU:n peruskirjassa mainituille kansalaisten perusoikeuksille. Toinen listan kohteista liittyy hyvään tiedonhallintatapaan ja tekoälyn kouluttamisessa käytetyn datan vinoutumien hallintaan. Kolmas standardointikohta koskee korkean riskin tekoälyjärjestelmien käyttölokien keräämistä. Neljäs standardointialue määrittelee järjestelmien läpinäkyvyyttä eli vähimmäisehdot sille, mitä käyttäjien pitää ymmärtää tekoälyjärjestelmän sisäisestä toiminnasta.





## Ne kaksi muuta standardoinnin tarkoitusta

Tekoälyn standardointi ei tapahdu tyhjiössä vaan siihen liittyvät kiinteästi kilpailun ja yhteistyön elementit. Tähän vastaa standardoinnin kolmas keskeinen tarkoitus. Standardeilla määritellään järjestelmien, laitteiden ja palveluiden välinen yhteentoiminta (interoperability). Tämä tarkoittaa erilaisten rajapintojen, tietformaattien ja niihin liittyvien tukitoimintojen, kuten tietoturvan määrittelyä. Tämä standardoinnin alue on luonteeltaan hyvin erilainen kuin kaksi ensimmäistä, lähinnä reunaehtoja määrittävät työalueet. Rajapintojen mahdollinen avoimuus on keskeisin systeemin näkökulma, pohde siitä, millaisia ekosysteemeitä voi syntyä. Rajapinnat mahdollistavat verkostojen synnyn, joka äärimmillään voi johtaa winner-takes-all -ilmiöön. Polttomootorimetafora voi hyödyntää näinkin: yhteentoimivuus ekosysteemissä on kuin kaasupoljin, liika on aina liikaa, mutta kohtuus tuntuu olevan liian vähän.

Rajapintojen standardointi on siksi usein haasteellista. Se pitää sovittaa kullakin liiketoiminta-alueella valitsevaan kilpailuun. Näin esimerkiksi ETSIn työställe on kertynyt joukko AI-standardointihankkeita, jotka liittyvät telekommunikaation ja mm. älykkään liikkumisen ja liikenteen, siis niiden itse ajavien autojen alueelle.

Yhteensopivuus kiinnostaa monia ja sen vuoksi työtä tehdään paljon myös täysin vapaaehtoisesti, ns. de facto markkinaehtoisena standardointina. Markkinat vaativat usein myös nopeampaa toimintaa kuin mihin poliittinen päätöksentekopystyy, ja siksi erilaisia tekoälyn liittyviä standardointihankkeita on syntynyt lukuisia. Esimerkiksi IEEE-SA (Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association) on jo kauan sitten työstänyt joukon standardeja tekoälyn etiikasta ja W3C (WorldWideWeb Consortium) työskentelee verkkoselainten suhteesta tekoälyllä toteutettaviin palveluihin.

Vapaaehtoisen yhteistyön muotoja ovat myös erilaiset avoimen lähdekoodin yhteisöt, kuten OPEN AI alunperin oli. Näiden suhde formaaliin standardointiin on usein häilyvä ja haavoittuvainen nopeasti kasvavien markkinoiden ja niillä kilpailevien yritysten toimille. Idealistisesti ajatellen avoimen koodin yhteisöjä voi ajatella standardointihankkeina, mutta reaali maailman myllerryksissä on syytä varautua yllättäviin käännteisiin.

Neljäs pyrkimys, joka standardoinnissa usein on ja mikä oikeastaan oli se alkuperäinen tavoite, on halu vähentää variaatioita, toisin sanoen, tuottaa markkinoille standardoituja tuotteita ja palveluita. Aikanaan tämä pyrkimys on ollut merkityksellinen, koska jokaiselle ihmiselle ei ole voitu tuottaa juuri hänen tarpeisiinsa optimoitua fyysistä tuotetta. On pitänyt tyytyä vakioituihin tai kenties asiakas-segmentoituihin ratkaisuihin. Digitaaliset teknologiat ovat murtaneet tämän rajoituksen ja niinpä täydellinen differentiaatio onkin datataloudessa mahdollista. Se on siirtänyt vaatimukset taloudellisista mittakaavaeduista pinnan alle näkyvätömiin. Ei kukaan oikeasti halua, että Alexa ja Siri olisivat

täysin samanlaisia. Sen sijaan niiden käyttämät tiedot ja niiden formaatit kenties olisivat mielellään vaihdettavia alustalta toiselle, kuten EU:n datatalousasetukset (mm. Data Act) vaativat. Variaatioiden vähentäminen näkyvänä standardoinnin pyrkimyksenä tuotteiden ja palveluiden tasolla on näin ollen varsin vähäistä.

Alexaan, Siriin ja moniin muihin vastaaviin teknologioihin ja ekosysteemeihin liittyen on ehkä hyvä lopuksi todeta, että yrityksillä on toisinaan rohkeutta ja voimaa tuoda markkinoille tuotteita, palveluita tai teknologioita, joita he kutsuvat standardeiksi. Tällaisia pyrkimyksiä on ollut aina ja tulee aina olemaan. Tällaisia teknologioita olisi parempi kutsua vaikkapa voittajatuotteiksi (dominant design), sillä prosessi, jolla ne on tuotu markkinoille, on täysin erilainen kuin mikään avoin standardointihanke. Näilläkin on paikkansa. Usein nämä markkinan valtaamiseen liittyvät hankkeet ovat hyvin aikaisin saatavilla, niiden tekninen laatu voi olla hyvinkin korkea ja niissä on paljon asiakkaiden arvostamia ominaisuuksia. Siitä huolimatta ne eivät ole standardeja, joiden avulla yhteiskunta, ihmiset ja yritykset voivat käydä dialogia. Ne edustavat sanelua, hyvässä ja pahassa.

## Standardoimalla tietoinen tulevaisuus

On turha kuvitella, että maailma ei muuttuisi. Se muuttuu, ja muutos on kiihtyvää. Standardoinnilla ei ole tarkoitus pysäyttää maailman muuttumista vaan pikemminkin ohjata muutosvoimia palvelemaan ihmisiä, tehdä myös tekoälystä renki tai korkeintaan pehtoori, mutta ei isäntää.

On siis tärkeää ymmärtää, miten polttomoottori puhalsi hengen autoon ja kuinka tästä syntyi aaltona auto-teollisuus, moottoritiet ja jopa teollinen öljynjalostus. Samoin perusteknologiana digitaalinen signaalinkäsittely ja sen algoritmit antoivat pohjan tekoälylle, joka puhaltaa hengen digitaalisiin kaksosiimme ja luo tarpeen 5G ja 6G tiedonsiirrolle ja datatalouden monille muodoille. Henry Ford kehitti liukuhihnan autotuotannon tarpeisiin ja korvasi sillä perinteisen kyläseppätyylisten tuotantorakenteen, ja tämä innovaatio sai aikaan hui maavan tuottavuuden kasvun. Ja tuohon muutokseen liittyi myös iso joukko standardeja.

Meillä on merkittävä haaste vielä edessämme erityisesti Suomessa. Meidän on päivitettävä oma operatiivinen ajattelumme materiaalisesta tuotannosta ja sen optimimaalisesta operatiivisesta mallista, liukuhihnasta, data-ajan ja tekoälyteknologian vaatimaan optimaaliseen operatiiviseen toimintamalliin, monenpuoleiseen, datakeskeiseen alustaan. Ja tähän kaikkien tarvitaan huomattava määrä standardeja ohjaaman kehitystä hyvään suuntaan meille ihmisille. •

**Timo Ali-Vehmas**, TKT  
SFS SR315 puheenjohtaja

**Alpo Värri**, tutkimusjohtaja  
Lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunta  
Tampereen yliopisto

# MALin tarjoama matemaatikoelokuva: Margueriten teoreema

# MAHTAVAA MATEMATIIKKA

MAL jatkaa hyvää tapaansa tarjota Mahtavaa matemaatiikkaa -teemapäivänä eli marraskuun ensimmäisenä torstaina matemaatikoaiheisen elokuvan teatteriesitys ja sen päälle keskustelu. Tänä vuonna voitiin valita aivan tuore elokuva: ranskalainen Margueriten teoreema tuli meillä teattereihin loppukeväällä.

Kolme aiempaa MALin tarjoamaa elokuvaa kertoivat todellisista henkilöistä, mutta tällä kertaa kyse on puhtaasta elokuvatarinasta. Nimihenkilö Marguerite on lahjakas nuori matemaatikko. Hän aikoo todistaa väitöskirjassaan kuuluisan Goldbachin konjektuurin, joka väittää, että jokainen kakkosta suurempi parillinen luku on kahden alkuluvun summa. Draama tihenee, kun todistuksesta löytyy virhe.

Elokuva on saanut varsin hyvää palautetta, myös Suomessa. Tässä on linkit peräti viiteen arvioon:

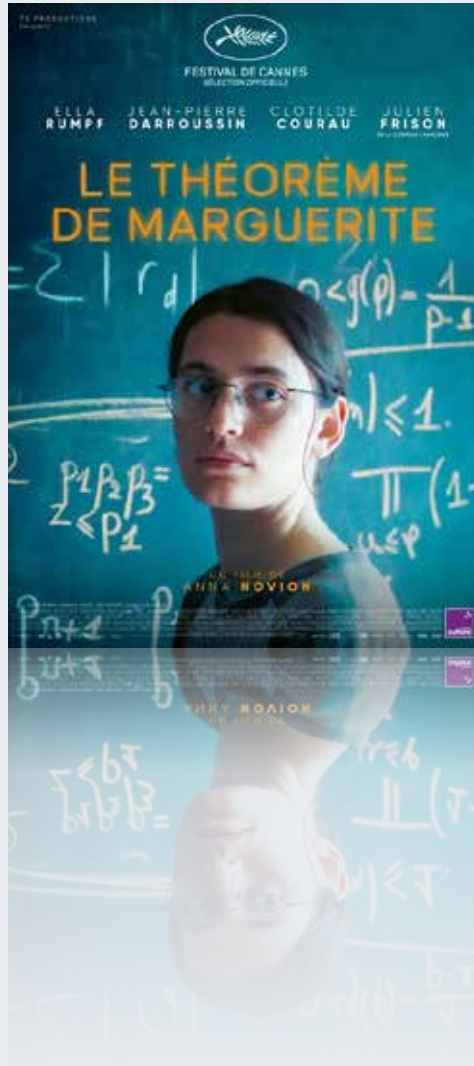
**Voima-lehti:** <https://voima.fi/artikkeli/2024/margueriten-teoreema-sukeltaa-matematiikan-kautta-nuoruuteen-joka-ei-ole-huoleton>

**Helsingin Sanomat:** <https://www.hs.fi/kulttuuri/art-2000010346570.html>

**Suomen Kuvalehti:** <https://suomenkuvalehti.fi/kulttuuri/arvio-margueriten-teoreema-on-alypaista-viihdetta>

**Kulttuuritoimitus.fi:** <https://kulttuuritoimitus.fi/kriitikit/kriitikit-elokuva/matematiikaneron-huonompi-pai-va-taittuu-vertaiseen-tutustumiseen-elokuvassa-margueriten-teoreema>

**Apu:** <https://www.apu.fi/artikkelit/uutuuselokuva-anna-novionin-margueriten-teoreema-on-kolmiodraama>



Erytisen mukava oli lukea, että sen lisäksi että elokuva on yleisesti hyvä, sen matemaattiset yksityiskohdat on käsikirjoitettu huolellisesti ja tarkastettu asiantuntijan toimesta. Jopa jokainen taustalla liitutaululla näkyvä kaavakin on mielekäs – ei siis mitään pilakuvissa professorien taustalle piirrettyä kaavasyheröä. •

## Elokuva Margueriten teoreema esitetään seuraavasti:

**Helsinki:** Elokuvateatteri Orion (cinemaorion.fi),  
Eerikinkatu 15: torstaina 7. marraskuuta klo 16:00

**Oulu:** Elokuvateatteri Star (elokuvateatteristar.fi),  
Kalliotie 6, Oulu: torstaina 21. marraskuuta klo  
16:00 ja klo 19:00.

Näytökset ovat avoimia kaikille, ja jokaisen jälkeen on varattu aikaa keskustelulle.

MAL tarjoaa liput hintaan 4 €. Liput tulevat myyntiin teattereiden verkkosivuille. Elokuvas-  
ta ja sen esityksistä on päivittyvää tietoa MALin  
tapahtumasivulla [mal-liitto.fi/tapahtumat](http://mal-liitto.fi/tapahtumat) – tämän linkin avulla voit myös kätevästi mainostaa  
filmiä tutuillesi!

## Ohessa mainittuja elokuva-arvosteluja lukiessani huomasin huvittavan detaljin, että kriitikot ovat eri mieltä siitä, mitä Marguerite yrittää todistaa:

Voima-lehden arvostelijan mukaan hän yrittää todistaa Golbachin konjektuurin. Samaa mieltä on Helsingin Sanomien kriitikko, ja kirjoittaa Goldbachin nimenkin oikein. Suomen Kuvalehden mielestä kyseessä on kuitenkin Riemannin hypoteesi. Kulttuuritoimitus.fi:n kriitikko harmittelee, että Riemann,

Fermat ja Goldbach vilistävät elokuvassa niin vauhdikkaasti, että katsojan on vaikea pysyä kärryillä. Apu-lehti heittää vielä lusikkansa soppaan kertomalla, että kysymys onkin Szemerédin teoreemasta. Tämä tulkinta on erityisen epäilyttävä, koska Szemerédi on elävä unkarilainen matemaatikko, joka on itse jo todistanut kuuluisat teoreemansa.

Vaikka oikea vastaus näyttää olevan Goldbach, odotan innolla näkeväni myös Riemannin, Fermat'n ja Szemerédin tulosten ja hypoteesien vilistävän valkokankaalla – varsin harvinaista herkkua leffoissa!

I.N.







# MALin opiskelijatoiminta liikkeelle

MALin tämänvuotiseen hallitukseen valittiin opiskelijoiden edustajaksi **Juulia Kärki**, joka viimeistelee tilastollisen data-analyysin graduaan Tampereen yliopistossa ja työskentelee samalla asiantuntijana Traficomilla Helsingissä. Juulia on ollut aktiivisesti opiskelijajärjestötehtävissä ja hallinnon opiskelijaedustajana monta vuotta. Hänelle on kertynyt kokemusta puheenjohtamisesta, koulutuspoliittisesta vaikuttamisesta ja tapahtumien järjestämisestä. MAL-lehti pyysi häntä kertomaan ajatuksista MALin opiskelijatoiminnan kehittämiseksi.

**MAL lienee varsin huonosti tunnettu omien alojensa eli matematiikan, fysiikan ja tietojenkäsittelytieteen opiskelijoiden keskuudessa, vaikka TEKillä on näillä aloilla paljon muitakin opiskelijajäseniä kuin teekkareita. Millaisia tapahtumia ja toimintaa juuri MAL voisi tarjota opiskelijoille?**

MAL voisi tarjota opiskelijoille matalan kynnyksen verkostoitumismahdollisuuksia, jotka toisivat yhteen matematiikan, fysiikan ja tietojenkäsittelytieteen opiskelijat eri yliopistoista. Tällaisissa tilaisuuksissa opiskelijat pääsisivät keskustelemaan alan ajankohtaisista teemoista ja osallistumaan koulutuspoliittiseen ja yhteiskunnalliseen keskusteluun MALin tieteenaloilla. Olisi myös tärkeää, että MALin toimintaa saataisiin näkyvämmäksi opiskelijoiden keskuudessa, sillä tällä hetkellä se ei ole kovin tunnettu.

Eryyisesti aloitteleville opiskelijoille suunnatut tapahtumat voisivat helpottaa heidän pääsyään mukaan järjestön toimintaan. Esimerkiksi erilaiset työelämäillat tai teemawebinaarit, joissa asiantuntijat jakavat kokemuksiaan, voisivat olla opiskelijoille hyödyllisiä. Näin opiskelijat saisivat mahdollisuuden tutustua konkreettisesti siihen, millaisia uramahdollisuuksia matematiikan, fysiikan ja tietojenkäsittelytieteen aloilta löytyy.

Olisi myös hienoa kuulla opiskelijoilta, millaista toiveita ja ideoita opiskelijoilla on kehittää MALin tarjontaa opiskelijoille. Tätä ennen olisi tarkoitus lähestyä opiskelijoita opiskelijajärjestöjen kautta ja saada näkyvämmäksi sitä kautta MALin toimintaa.

**Voisiko MALilla olla jotain säännöllisempää yhteistoimintaa ainejärjestöjen kanssa? Millaista teemojen ja toimintamuotojen yhteydessä?**

Ehdottomasti voisi olla enemmän säännöllistä yhteistoimintaa ainejärjestöjen kanssa. Esimerkiksi MAL voisi toimia sponsorina opiskelijatapahtumissa tai tarjota apua puhujien etsimisessä erilaisiin tilaisuuksiin kuten ATK-YTP tai IntegraatioFest. Tämän lisäksi MAL voisi järjestää tapahtumia, joissa opiskelijoille tarjotaan konkreettista tietoa työelämästä. Näin opiskelijat saisivat paremman käsityksen siitä, millaisia taitoja työelämässä tarvitaan ja miten heidän opintonsa tukevat heidän tulevia urapolkuja.

Yhteistyö voisi rakentua myös teemojen ympärille, jotka kiinnostavat erityisesti matematiikan, fysiikan ja tietojenkäsittelytieteen opiskelijoita, kuten uusimmat teknologiat ja tutkimusinnovaatiot. Ainejärjestöjen kanssa järjestettävät yhteiset tapahtumat voisivat yhdistää eri yliopistojen opiskelijoita ja tarjota mahdollisuuden tutustua laajemmin alaan ja sen kehittymiseen. Lisäksi voisi tarjota enemmän mahdollisuuksia laajentaa opiskelijaverkostoja ja osaamista myös kansainvälisesti, koska MALilla on hyvät yhteydet alojemme työelämään.

**Onko MALin alojen opiskelijoilla klassisissa ja teknillisissä yliopistoissa mainittavia eroja opintojen sisällöissä, suuntautumisessa tai opiskelijakulttuurissa?**

Tämä on hyvä kysymys, mutta siihen ei ole yksiselitteistä vastausta, sillä opintojen sisällöt ja painotukset vaihtelevat huomattavasti myös kaupungeittain. Esimerkiksi Tampereella monet ohjelmointikurssit ovat yhteisiä sekä tekkareille että matemaattis-luonnontieteellisille opiskelijoille. Monet valitsevat teknillisempiä kursseja riippumatta pääaineestaan, sillä ne tukevat hyvin oman alan opintoja. Lisäksi MOOC-verkkokurssit (Massive Open Online Courses) ovat suosittuja ja tarjoavat mahdollisuuden suorittaa kursseja eri yliopistoista, mikä lisää joustavuutta opiskelijoiden opintoihin.

Opiskelijakulttuureissa on toki valtavasti eroja. Teekkariperinteet erottuvat erityisellä tavoillaan, mutta toisaalta monet opiskelijat pitävät yhtä, riippumatta siitä, mihin tieteenalaan he suuntautuvat. Olen itse ollut aktiivinen kotijärjestöissäni Luupissa, jossa yhdistyy kolme eri alaa: matematiikka, tilastollinen data-analyysi ja tietojenkäsittelytieteet. Tämän monialaisuuden kautta olen nähnyt, kuinka tiivis yhteisöllisyys voi olla, vaikka opiskelijat tulevat erilaisista taustoista ja opiskelevat eri aloja.

Olen myös järjestänyt ja osallistunut suuriin valtakunnallisiin opiskelijatapahtumiin, kuten ATK-YTP ja IntegraatioFestiin, joissa erilaiset opiskelijakulttuurit näkyvät. Näissä tapahtumissa on ollut mahdollisuus oppia paljon eri kaupunkien opiskelijaperinteistä, kuten sitseistä, jotka poikkeavatkin hyvin paljon kaupungista riippuen.



Lopulta eroja opintojen sisällöissä ja opiskelijakulttuureissa toki on, mutta yhteisöllisyys on kantava voima alasta, kaupungista tai yliopistosta riippumatta. Tämä yhteisöllisyys luo perustan yhteistyölle, joka voi parhaimmillaan tuoda esiin erilaisia näkökulmia ja lähestymistapoja. MALilla voisi olla tärkeä rooli tämän yhteisöllisyyden tukemisessa ja alan opiskelijoiden yhteen tuomisessa. •



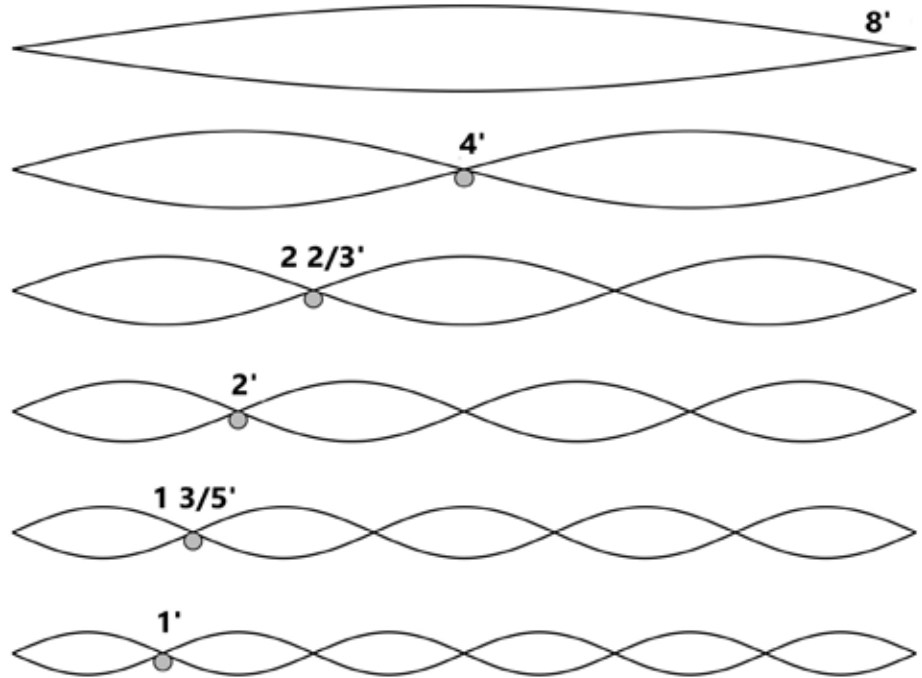


*Musiikkitalon urut. (Kuvan lähde: Wikipedia/Aleksi Stenberg)*



# Musiikkitalo sai soitinten kuninkaan

Helsingin Musiikkitaloon valmistuivat tämän vuoden alussa maailman suurimmat/maailman toiseksi suurimmat (riippuen laskutavasta) urut. Tämä projekti sai alkunsa, kun Kaija Saariaho muutama vuosi sitten lahjoitti miljoona euroa omista rahoistaan soittimen rakentamiseksi, ja pian hankkeeseen tuli lisärahoitusta niin valtiolta kuin yksityisiltä lahjoittajiltakin, ja kokonaisbudjetti nousi tämän ansiosta yli 4 miljoonan euron. Näillä saatiin aikaiseksi suuri ja näyttävä, sekä tietenkin kuuluva, soitin. MAL järjestää myöhemmin jäsenistölleen esittelykierroksen urkuihin, tarkka ajankohta ilmoitetaan tulevilla jäsentiedotteissa.



*8-jalkaisen äänikerran ääniaallot kielen värähtelynä demonstroituna. Ensimmäinen värähtelymoodi eli perussävel on koko kielen edestakainen värähtelyliike, ja sen moninkerrat ovat parittomia yläsäveliä.*

## Urkujen fysiikkaa

Urkujen toimintaperiaate soittimena on yksinkertainen, vaikka rakenne ei sitä todellakaan ole: Kun pilliin syöttää ilmaa, tuottaa se äänen, ja se millainen tuo tuotettava ääni on, riippuu pillin ominaisuuksista. Uruissa on kahdenlaisia erityyppisiä pilliä, huulipillejä ja kielipillejä. Huulipillissä on nimensä mukaisesti suuaukko pillin kyljessä, ja tämäntyyppisiä ovat myös urkujen julkisivuissa olevat pillit (Musiikkitalon urut mukaan lukien). Kielipillissä taas on kieli, joka värähtelee ilmanpaineen vaikutuksesta, ja tuottaa siten äänen.

Urkujen kokoa mitataan yleensä joko pillien määrässä tai äänikertojen määrässä. Äänikerta on yksi rivi samalla tavalla soivia pilliä yhdellä koskettimistolla, analogia sinfoniaorkesteriin olisi, että yksi äänikerta on yksi soittaja orkesterissa. Musiikkitalon uruissa on 124 äänikertaa ja n. 8 000 pilliä, joten riippuen kumpaa määritelmää käytetään, ovat ne joko maailman suurimmat tai toiseksi suurimmat konserttialiurut. Vertailun vuoksi Suomen suurimmissa kirkkouruissa, Lapuan tuomiokirkon uruissa, on 85 äänikertaa ja 6666 pilliä.

Huulipillin sointitaajuus riippuu siitä, kuinka pitkä pilli on huulen päältä mitattuna. Tämä nk. soiva pituus kuvaa pillin sisällä värähtelevän ilmapatsaan korkeutta. Uruissa pillien sointikorkeutta kuvataan jalkaluvulla, jossa ilmoitetaan koskettimiston alimman pillin pituus jalkoina. Jalkaluku 8' viittaa siihen, että pillirivin alin C on soivalta pituudeltaan 8 jalkaa, ja siten koskettimiston

keski-a soi samalta taajuudelta kuin pianossa, 440 Hz. Vastaavasti oktaavia alemmaa soiva pillirivi tuplaa soivan pituuden, jolloin sen jalkaluku on 16'. Ja oktaavia korkeammalta soiva taas puolittaa sen, jolloin jalkaluku on 4'. Uruista löytyy yleensä pilliä jalkaluvuilla 1'-32', muutamissa uruissa maailmalla mennään jopa jalkalukuun 64' jolloin koko alin oktaavi menee ihmisen kuuloalueen alapuolelle.

Jos pillin pää tukitaan, ilmapatsaan värähtelytaajuus puolittuu sen värähtelysuuntien kaksinkertaistuessa. Tällöin saadaan nk. tukittu pilli, joita käytetään erityisesti urkujen bassopilleissä jotka ovat avoimena jopa yli 10 metriä pitkiä. Tosin näin toimiessa pillin äänen voimakkuus vaimenee, ja osa ylätaajuuksista häviää, joten suurin osa pilleistä uruissa on päästään avoimia. Toisaalta voidaan rakentaa myös nk. ylipuhaltava pilli, jossa pillin pituus tuplataan mutta sen keskelle tehdään reikä. Näin pilli soi tuon reiän määrittämältä korkeudelta, mutta tuottaa myös oktaavia matalamman pillin yläsäveliä antaen täyteläisen äänen.

Kielipillien taajuus riippuu kielen pituudesta, joka määrittelee sen, montako kertaa sekunnissa kieli värähtelee, ja minkä taajuuden se siten tuottaa. Äänensävyyn taas määrittää se, millainen kaikutorvi kieleen on kytketty. Kaikutorvien pituus tehdään yleensä samaksi kuin samalta korkeudelta soivan huulipillin soiva pituus on, tosin niistä voidaan tehdä myös lyhyempiä tai

pidempiä vaikuttamatta sointikorkeuteen, ainoastaan äänen sävyyn. Kieliäänikertojen sointikorkeutta merkitään kuitenkin myös jalkaluvulla, esimerkiksi 8' tarkoittaa tässäkin sitä, että keski-a soi 440 Hz taajuudelta.

## Uruissa eri soittimien ääniä

Kielipilleissä kaikutorven muoto määrittää millainen pillin tuottama ääni on. Huulipilleissä muodon lisäksi oleellinen on pillin mensuuri, eli leveyden suhde korkeuteen. Mitä leveämpi pilli on, sitä huilumaisempi sen sointi on, ja vastaavasti taas mitä kapeampi se on, sitä viulumaisempi sointi on. Huilu- ja viulusoinnin keskeltä taas löytyy nk. principal eli pää-äänikerta, joka ei imitoi mitään muuta soitinta vaan antaa uruille niiden ominaisen äänen, jota käytetään esimerkiksi kirkossa virsien säestyksessä.

Kielipillit tuottavat runsaasti yläsäveliä ja niillä saadaan aikaan trumpetin, klarinetin, oboen yms. puhallinsoittimien ääniä. Huulipillit taas tuottavat niitä vähemmän, ja niiden ääni on lähempänä siniaalto-muotoista perustaajuutta. Jotta tähänkin sointiin saataisiin rikkautta, urkujenrakentajat lisäävät instrumentteihinsa erilaisia yläsäveliä tuottavia pilliä. Tästä syystä urkujen jalkaluvuissa vilisee myös murtolukuja kuten 2 2/3', 1 3/5' jne., jotka eivät esim. keski-a:sta soitettaessa soi ollenkaan a-nuotissa vaan vastaavat perustaajuuksien parittomia moninkertoja. Näitä äänikertoja kutsutaan mutaatioiksi tai alikvoottiaäänikerroiksi.

Rikasta yläsävelistöä saadaan myös aikaan kuoroäänikerroilla eli mikstuuroilla. Näissä yhtä kosketinta ei enää vastaakaan yksi pilli, vaan useita. Ne tunnistaa uruissa roomalaisista numeroista, esimerkiksi V tarkoittaisi sitä että yhtä kosketinta vastaa viisi pilliä. Merkintä II-VI taas tarkoittaisi, että kyseessä on nk. progressiivinen mikstuura, jossa bassopäässä yhdellä koskettimella on kaksi pilliä ja niiden määrä lisääntyy korkeammalle mentäessä niin että diskantissa pillegä on jo kuusi per kosketin.

Kuoroäänikerrat jakautuvat kahteen eri tyyppiin, kertaaviin ja kertaamattomiin. Kertaava kuoroäänikerta tarkoittaa sitä, että sen pillit eivät vain mene matalasta korkeaan vaan pillirivit etenevät jonkin matkaa, jonka jälkeen ne alkavatkin taas uudestaan alusta matalammasta pillistä. Kertaamaton kuoro taas on kuin monen äänikerran ryhmä, joka soi ”normaalisti” kuten yksittäiset urkujen äänetkin. Tunnetuin tällainen ääni uruissa on Cornet V, joka saadaan yhdistämällä jalkaluvut 8' + 4' + 2 2/3' + 2 + 1 3/5' keskenään, ja tuloksena on kornettia muistuttava ääni.

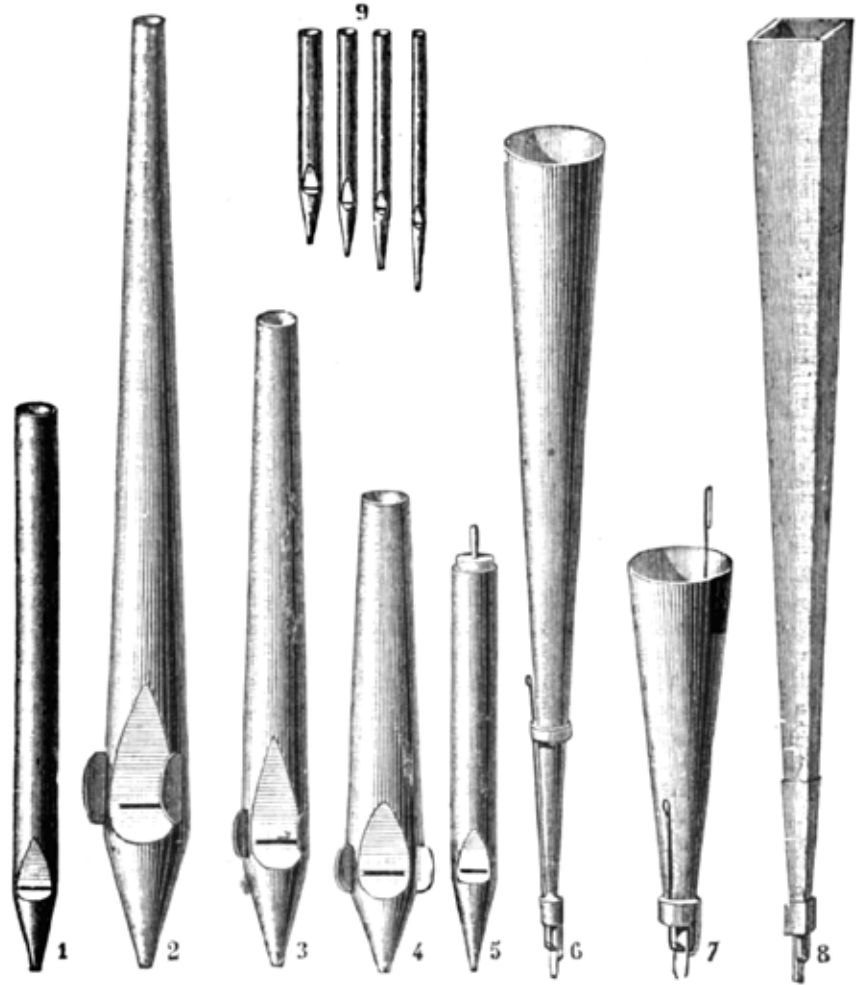
## Urkujen rakenne

Urkupilli istuu nk. ilmalaatikon päällä. Pillin alla on venttiili, joka aukeaa koskettimesta painamalla. Tämän lisäksi uruissa on nk. rekisterikoneisto, joka ohjaa mihin äänikertoihin pääsee ilmaa, eli mitkä orkesterin jäsenet ovat milloinkin äänessä. Urkuri voi kytkeä äänikertoja päälle ja pois soittopöydässä olevista valitsimista. Koska urkuri ei voi kesken soiton kytkeä nopeasti päälle ja pois useita kymmeniä äänikertoja, moderneista uruista löytyy myös nk. setzer/kombinaatiokoneisto johon urkuri voi tallentaa muistiin erilaisia äänikertojen yhdistelmiä, rekisteröintejä, ja kytkeä niitä soiton aikana päälle nappia painamalla.

Urkujen koneistoja on kolmea päätyyppiä: Mekaaninen koneisto, jossa koskettimet kytkeytyvät suoraan mekaanisesti venttiileihin mutkikkaiden koneistojen avulla. Pneumaattinen koneisto, jossa kosketin toimii paineilma-venttiilinä, ja ilma avaa pillien venttiilejä. Sähköinen koneisto, jossa kosketin lähettää joko sähköisen signaalin venttiilille, tai vaihtoehtoisesti antaa tietokoneelle käskyn avata venttiili. Musiikkitalon uruissa on yhdistetty sekä sähköinen että mekaaninen koneisto.

Urkujen äänikerrat jaetaan useamman eri pillistön kesken. Pillistön sijainti, ilmanpaine jne. vaikuttavat siihen, miten se soi. Pillistöjä soitetaan omilla koskettimistoiltaan, ja tästä syystä uruissa voi olla jopa 7 koskettimistoa, sekä lisäksi jaloilla soitettava pedaalikoskettimisto. Jotkut pillistöt voivat olla nk. kelluvia pillistöjä, jotka voi kytkeä useammalle eri koskettimistolle, suurin osa kuitenkin on aina paikallaan yhdellä sille varatulla koskettimistollaan. Koskettimistoja voidaan yhdistää toisiinsa koppeleilla eli yhdistimillä, jolloin urkuri voi esimerkiksi soittaa kaikkia Musiikkitalon urkujen neljää koskettimistoa yhtä aikaa alimalta koskettimistolta.

Koska pilli tuottaa aina saman äänen samalla ilmanpaineella kun venttiili avataan, urkuri ei voi kontrolloida



*Erilaisia urkupillejä. (1-5) ovat huuliäänikertoja, joissa näkyvillä on niille tyypillinen huuli. (6-8) taas ovat kieliäänikertoja, joiden alaosassa on näkyvissä kieli jonka värähtely synnyttää äänen, sekä kaikutorvi jonka muoto määrittää sen miten pilli soi. (9) taas on nelikuoroinen kuoroäänikerta. (Kuvan lähde: William Henry Stone (1879) Elementary Lessons on Sound, MacMillan & Co., London)*

pillistöjen äänenvoimakkuutta painamalla kosketinta lujuempaa tai hiljempää kuten vaikka pianossa. Sen sijaan urkuihin on 1800-luvulta lähtien rakennettu paisutuskaappeja, joissa pillistö suljetaan kaappiin, jonka urkuri voi avata tai sulkea polkimella ja siten säätää portaattomasti sen äänenvoimakkuutta yleisölle.

## Musiikkitalon erikoisuuksia

Musiikkitalon soitin on kaikkea muuta kuin ihan tavallinen. Teknisesti niissä on mahdollisesti enemmän ominaisuuksia kuin missään muussa maailman uruissa. Erikoisuuksiin, joita ei juuri muualta löydä lukeutuu mm. mahdollisuus säätää polkimilla pillien ilmanpainetta ja saada täten aikaan liukumia nuottien välistä, ja hyvin mielenkiintoisia ääniä. Uruissa on myös kaksi soittopöytä, toinen urkuihin kytketty mekaaninen soittopöytä, joka on suoraan mekaanisesti yhteydessä pillien venttiileihin kuten perinteisissä uruissa. Toinen soittopöytä on sähköinen, ja siirrettävä, joten se voidaan liikuttaa mihin tahansa Musiikkitalon lavalla ja tähän soittopöytään yleisö useimmiten törmää käydessään urukonsertissa.

Uruista löytyy myös jaettu jalkio, jossa oikea ja vasen jalka voivat soittaa eri äänikertoja ja siten urkurilla on mahdollista soittaa neljää eriäänistä melodiaa kaikilla neljällä raajallaan. Tai jopa enemmänkin, yksi urkujen mahdollinen soittotekniikka kun on käyttä

yhdellä kädellä kahta koskettimistoa yhtä aikaa! Tämän lisäksi löytyy myös sostenuto-toiminto joka pitää koskettimet pohjassa vaikka urkuri päästäisi niistä irti, kunnes urkuri painaa seuraavia koskettimia. Myös täydellinen vastakohta eli pizzicato, joka soittaa pilliä vain nopeasti, vaikka urkuri pitäisi koskettimia pohjassa, löytyy näistä uruista.

Uruissa on myös suhteellinen kosketus, jossa tietokone kykenee skannaamaan koskettimen tarkan asennon ja avaamaan venttiilin tarkasti tätä vastaavaan asentoon. Tämä mahdollistaa paremman tunteen urkurille soittimeen verrattuna perinteisiin sähköisiin koneistoihin, joissa kosketin toimii vain on/off -kytkimenä eikä urkuri voi kontrolloida venttiilin asentoa ollenkaan. Myös äänikertojen käyttökoneisto on suhteellinen, eli urkuri voi avata äänikertalle menevän ilmalisteen vain osittain. Kun liste on vain osittain avattuna, äänikerta ei saa täyttä ilmamäärää ja se soi eri tavalla kuin normaalisti, ja listettä liu'uttamalla eri asentoihin saadaan aikaan erilaisia ääniä. Esimerkiksi **György Ligetin** sävellys Harmonies käyttää tätä urkujen ominaisuutta hyväkseen. •

*Ohesta löytyy Musiikkitalon urkujen äänikertaluettelo eli dispositio, johon on listattuna urkujen kaikki pillistöt äänikertoineen, sekä muut ominaisuudet. ▼*



## Musiikkitalon urkujen dispositio

<b>I</b>	<b>Orchesterwerk (paisutuskaapissa), C-c<sup>4</sup></b>	
1.	Salicional	16'
2.	Bourdon	16'
3.	Geigenprincipal	8'
4.	Salicional	8'
5.	Unda Maris	8'
6.	Dolce	8'
7.	Dolce Céleste	8'
8.	Wienerflöte	8'
9.	Gedeckt	8'
10.	Octave	4'
11.	Viola	4'
12.	Flüte	4'
13.	Violon	2'
14.	Mixtur III-IV	2'
15.	Harmonia aeth. III-V	2 2/3'
16.	Basson	16'
17.	Horn	8'
18.	Cor Anglais	8'
19.	Clarinette	8'
	Tremolo	
<b>II</b>	<b>Hauptwerk, C-c<sup>4</sup></b>	
20.	Principal	16'
21.	Bourdon	16'
22.	Principal	8'
23.	Flüte Major	8'
24.	Rohrflöte	8'
25.	Großquinte	5 1/3'
26.	Octave	4'
27.	Gemshorn	4'
28.	Großterz	3 1/5'
29.	Quinte	2 2/3'
30.	Septime	2 2/7'
31.	Octave	2'
32.	Fourniture III	2 2/3'
33.	Plein Jeu IV-V	1 1/3'
34.	Cymbale Tierce III	1'
35.	Cornet V	8'
36.	Posaune	16'
37.	Trompete	8'
38.	Klarine	4'
<b>III</b>	<b>Positiv, C-c<sup>4</sup></b>	
39.	Quintadena	16'
40.	Principal	8'
41.	Salicional	8'
42.	Bourdon	8'
43.	Quintadena	8'
44.	Principal	4'
45.	Flüte	4'
46.	Nazard	2 2/3'
47.	Quarte de Nazard	2'
48.	Tierce	1 3/5'
49.	Larigot	1 1/3'
50.	Septième	1 1/7'
51.	Sifflöte	1'
52.	None	8/9'
53.	Mixtur IV	2'
54.	Dulcian	16'

55.	Trompette	8'
56.	Cromorne	8'
57.	Regal	8'
	Tremolo	
<b>IV</b>	<b>Récit (paisutuskaapissa), C-c<sup>4</sup></b>	
58.	Bourdon	16'
59.	Diapason	8'
60.	Viole de Gambe	8'
61.	Voix Céleste	8'
62.	Flüte Harmonique	8'
63.	Bourdon	8'
64.	Viole	4'
65.	Flüte Traversière	4'
66.	Nazard Harm.	2 2/3'
67.	Octavin	2'
68.	Tierce Harm.	1 3/5'
69.	Plein Jeu V	1 1/3'
70.	Bombarde	16'
71.	Trompette Harm.	8'
72.	Hautbois	8'
73.	Vox Humaine	8'
74.	Clairon Harm.	4'
	Tremolo	

### Chamade (kelluva pillistö), C-c<sup>4</sup>

75.	Chamade B/D	16'
76.	Chamade B/D	8'
77.	Chamade B/D	4'

### Solo (kelluva pillistö, paisutuskaapissa), C-c<sup>4</sup>

78.	Principal	8'
79.	Violoncelle	8'
80.	Voix Céleste	8'
81.	Flüte Harmonique	8'
82.	Principal	8'
83.	Flüte	4'
84.	Plein Jeu IV	2'
85.	French Horn	8'
86.	Clarinette	8'
87.	Tuba	8'
88.	Tuba	4'
89.	Chimes (g <sup>0</sup> – g <sup>2</sup> )	8'

### Solo Microtonal

#### (kelluva pillistö, paisutuskaapissa), C-c<sup>4</sup>

90.	Violoncelle MT	8'
91.	Principal MT	8'
92.	Clarinette MT	8'
93.	Glissando	4'

### Solo II (kelluva pillistö, paisutuskaapissa), C-c<sup>4</sup>

94.	Harmonika	16'
95.	Harmonika	8'
96.	Celesta	8'

### Orchester-Pedal (paisutuskaapissa), C-g<sup>1</sup>

97.	Akustikbass	32'
98.	Salicional	16'
99.	Bourdon	16'

100.	Salicional	8'
101.	Gedeckt bass	8'
102.	Basson	16'
103.	Basson	8'

### Pedal, C-g<sup>1</sup>

104.	Principalbass	32'
105.	Untersatz	32'
106.	Principal	16'
107.	Offenbass	16'
108.	Violonbass	16'
109.	Subbass	16'
110.	Quintbass	10 2/3'
111.	Octavbass	8'
112.	Gemshorn	8'
113.	Bourdon	8'
114.	Großterz	6 2/5'
115.	Großquinte	5 1/3'
116.	Großseptime	4 4/7'
117.	Choralflöte	4'
118.	Rauschquinte V	4'
119.	Kontrabombarde	32'
120.	Kontrafagott	32'
121.	Bombarde	16'
122.	Fagott	16'
123.	Trompete	8'
124.	Clairon	4'

### Yhdistimet

*Mekaaniset:* I/II, III/II, IV/III, I/P, II/P, III/P, IV/P, ala- ja yläoktaaviyhdistimet jokaisella koskettimistolla

*Sähköiset:* II/I, III/I, IV/I, I/II, III/II, IV/II, IV/III, ala- ja yläoktaaviyhdistimet jokaisella koskettimistolla, 8' pois jokaisella koskettimistolla, 3 vapaasti ohjelmoitavaa yhdistintä

### Rieger REA Kombinaatiosysteemi

Pääsoittopöytä  
(mekaaninen soittokoneisto)  
Etäsoittopöytä  
(sähköinen, suhteellinen soittokoneisto)  
Orchesterwerkin ilmanpaineen säätö  
Positivin ilmanpaineen säätö  
Paisutuspedaalit: Orch., Récit, Solo, yleispaisutin koko uruille  
(sulkee julkisivun luukut)  
Crescendo-pedaali

### Ekstrat

Säädettävä ilmanpaine  
Suhteellinen solenoidijärjestelmä äänikerroille  
Suhteellinen soittokoneisto  
Jaettu jalkio  
Sostenuto, Sostenuto +  
Sivunkääntäjä (P >)

# Elliott-laskentakeskus Nokian tietokonetoiminnan alkuna

## Laskentakeskuksen perustaminen

Nokia Elektroniikka syntyi vuoden 1966 alussa, kun Suomen Kaapelitehdas Oy:n elektroniikkaosasto eriytettiin omaksi teollisuusryhmäkseen. Kaapelitehtaan suojissa elektroniikkaosasto oli käynnistynyt tietokoneisiin liittyvän liiketoiminnan jo vuonna 1960 perustamalla oman laskentakeskuksen ja hankkimalla sen käyttöön brittiläisen Elliott Brothers nimisen yrityksen valmistaman tietokoneen.

Toukokuun lopulla tilattu Elliott 803 saapui lyhyellä toimitusajalla Salmisaareen 20. syyskuuta 1960 ja saatiin ripeästi toimintakuntoon saman päivän iltana. Se oli ensimmäinen ”toisen sukupolven” täysin transistoroitu tietokone Suomessa. Elliott-konehalli Kaapelitehtaan torniosan seitsemännessä kerroksessa oli rakennettu entiseen Helsingin atleettiklubin painisaliin.

Suomen Kaapelitehdas Oy:n hallitus oli toukokuun lopulla hyväksynyt ehdotuksen tämän tietokoneen hankinnasta ja myöntänyt tarkoitukseen 35 miljoonaa markkaa (vuoden 2024 rahassa noin miljoona euroa). Heti tämän jälkeen oli Kaapelitehdas lähettänyt kuusi juuri rekrytoitua henkilöä Elliottiin tehtaille Borehamwoodiin Lontoon pohjoispuolella oppimaan koneen tekniikkaa, huoltoa ja ohjelmointia. Osa tästä ryhmästä osallistui mm. toimitettavan koneen kokoonpanoon ja loppu-tarkastuksiin. Elliott 803A:n sarjavalmistus oli aloitettu tehtaalla vuoden 1960 alussa.

Elliott-laskentakeskuksen perustamiseen johtaneita tapahtumia vuosina 1958–1960 on kuvattu erittäin asiantuntevasti kirjan *Tietotekniikan alkuvuodet Suomessa* **Aarre Aaltosen** kirjoituksessa otsikolla ”*Nokian elektroniikkateollisuuden synty: nuorten kokeilijoiden ja keksijöiden pajasta huipputeollisuudeksi*”.

Tämän kirjoituksen mukaan periaatepäätös Suomen Kaapelitehdas Oy:n toiminnan laajentamisesta tietokonealalle oli tehty yhtiön hallituksen kokouksessa joulukuussa 1958. Tämän jälkeen edettiin pienin askelin. Kaapelitehtaan matemaattikkona yliopistovirkansa ohella työskennellyt apulaisprofessori Olli Lehto kävi vuoden 1960 alussa opintomatkoiilla Ruotsissa ja Englannissa yhdessä suomalaisen ESKO-tietokoneen rakentamiseen osallistuneen Tage Carlssonin ja sittemmin IBM:n palvelukseen siirtyneen Olli Varhon kanssa. Lehto laati hankkeesta raportin hallituksen kokoukseen helmikuussa 1960.

## Elliott

Elliott Brothers Ltd -yhtiön tausta oli Lontoossa vuonna 1804 perustetussa Elliott Instruments -yhtiössä. Elliott oli valmistanut analogisia laskentalaitteita vuodesta 1916. Toisen maailmansodan alkaessa Britannian Amiraliteetti päätti perustaa Elliottiin yhteyteen Borehamwoodiin tutkimuskeskuksen, koska Elliott oli laivaston tulenjohtajärjestelmiin sisältyvien analogialaitteiden pitkäaikainen ja merkittävä toimittaja. Tavoitteena oli kehittää sotilaisiin innovatiivinen ilmatorjunnan ohjausjärjestelmä. Järjestelmän oleellisena osana oli kehittynyt maalinseurantatutka ja Amiraliteetti halusi sille digitaalisen ohjausjärjestelmän. Tämä oli valtava haaste tilanteessa, jossa kaikki sotilalliset ohjausjärjestelmät olivat analogisia (ja valtaosa niistä pysyi analogisina 1960-luvulle saakka).

Amiraliteetin tarkastuksissa 1940-luvun loppupuolella Borehamwoodin tutkimuskeskuksen arvioitiin toimivan erinomaisesti ja sen toiminta teki ”siellä vierailleisiin USA:n laivaston ja tietokonetekniikan asiantuntijoihin suuremman vaikutuksen kuin mikään muu tässä maassa”.

Borehamwoodin kehittämä ensimmäinen digitaalinen reaaliaikakone Elliott 152 ajoi ensimmäisen ohjelmansa vuonna 1950. Vastaava amerikkalainen kone saatiin toimintakuntoon vuonna 1951. Vuosien kehitystyön tuloksena valmistunut uusi Elliott 401 esiteltiin näyttelyssä Lontoossa huhtikuussa 1953 ja se herätti suurta huomiota, koska siihen saakka kaikki Borehamwoodin tutkimuskeskuksessa tehty kehitystyö oli luokiteltu salaiseksi eikä edes alalla työskentelevillä ollut tiedossa, että Elliott valmistaa digitaalisia tietokoneita.

Elliott 803 -tietokoneet merkitsivät lopullisesti yhtiön läpimurtoa yleistietokoneiden markkinoille, vaikka

niitä käytettiin myös prosessinohjaukseen. Maailman ensimmäinen energiaa jakeluun tuottava ydinvoimalaitos Calder Hall otettiin käyttöön Windscalessa vuonna 1960 ja sen valvontajärjestelmä perustui Elliott 803 -tietokoneeseen. Samana vuonna British Steel otti käyttöön Sheffieldissä Elliott 803 -koneeseen pohjautuvan teräksen tuotannon valvontajärjestelmän, joka oli laatuun ensimmäinen maailmassa. Elliott toimitti vuonna 1961 puolet sinä vuonna UK:ssa toimitetuista digitaalisista tietokoneista.

Maailman ensimmäinen kaupalliseen käyttöön tarkoitettu Algol-kääntäjä toteutettiin Elliott 803 -koneelle vuonna 1962.

Elliott fuusioitiin vuonna 1967 English Electric yhtiöön ja suurin osa tästä kokonaisuudesta siirtyi seuraavana vuonna osaksi GEC:tä. Poikkeuksena oli English Electricin kaupallinen tietojenkäsittely (tuotemerkit Leo, Marconi ja Elliott), joka yhdistettiin vuonna 1968 ICT:n kanssa ja näin syntyi ICL.

## Laskentakeskuksen toimintamalli

Elliott-laskentakeskuksen keskeinen tavoite alkuvuosina oli hankkia uusia asiakkaita myymällä Elliott-koneaikaa. Vain harvoilla asiakkaila oli ohjelmointitaitoisia henkilöitä, joten jokseenkin aina Kaapelitehtaan asiantuntijoiden oli laadittava tarvittavat Elliott-ohjelmat, jotta asiakas voisi hyödyntää tietokonetta. Asiakas kuvasi tarpeensa tai ongelmansa, toimittaja teki ohjelmoinnin sekä hoiti koneajot.

**Martti Tienari** kirjoitti katsauksessaan vuonna 1962:

Ohjelmointi tehdään yleensä kiinteän tarjoushinnan nojalla. Elliott-laskentakeskuksen myyntipolitiikkana on ollut asiakaspiiriin jatkuva laajentaminen. Tämän takia on ohjelmointitarjouksissa, nimenomaan ”lupaavien” asiakkaiden ja sovellutusalojen suhteen jouduttu tarjousvaiheessa käyttämään ajattelua ”ohjelmointi saa olla tappiollista, kunhan koneajalla saadaan tappiot takaisin”. Tähän ajatteluun on osaltaan pakottanut kilpailuissa laskentakeskuksissa vallitseva vastaava ajattelutapa. Vähitellen kolmen vuoden tähtäyksellä pyrimme maineemme ja koulutustasomme parantuessa kiristämään otetta ja pyrkimään myös tuottavaan ohjelmointiin.





KAAPELITEHTAAN SÄHKÖAIVOT. Kuvassamme näkyvä korkea "laatikko" on varsinainen tietojen käsittelykone ja etualalla koneen ohjauspulpetti. Koneen ääressä (vas.) Seija Pellinen, Rea Holmberg ja ins. Monni.

# Kaapelitehdas on saanut 'sähköaivot'

## Tavoitteena elektronisten tietokoneiden kotimainen tuotanto

Vuodesta 1955 lähtien on tapahtunut hyvin voimakasta kehitystä nk. tietojenkäsittelykoneiden (sähköaivojen) alalla. Liikeyritys on kiinnostunut näistä laitteista ja niitä vaatii myös teollisuuden automaatiointia. Tarve on näin ollen jatkuvasti kasvamassa. Koska Suomessa ei kuitenkaan ole toistaiseksi mitään tämän alan teollisuutta, Suomen Kaapelitehdas Oy:n piirissä on herännyt ajatus laajentaa yhtiön toimintaa myös tälle alalle. Ensimmäisenä vaiheena tässä suurisuuntaisessa suunnitelmassa on kaapelitehtaan oman laskentakeskuksen avaaminen, joka tapahtui 20 päivänä tällä kuuta. Eilen laitokselle hankitut laitteet esiteltiin sanomalehdistön edustajille ja asiantuntijoille.

Kuten sanottu, Suomen Kaapelitehdas Oy:n suunnitelmiin kuuluu tietojenkäsittelylaitteiden valmistus. Se ei kuitenkaan alalla tapahtuvan jatkuvan kehityksen vuoksi voi tapahtua yksin tämän yrityksen voimin, vaan yhteistoiminnassa eräiden johtavien ulkomaisten alan laitosten kanssa.

Tässä mielessä kaapelitehdas on valinnut päämiehikseen englantilaisen Elliot Brothersin ja saksalaisen Siemens & Halskeen. Ensiksi mainitulta yrityksestä tilatut koneet ovat jo toiminnassa ja Siemens & Halskeen suurempi kone saadaan asennetuksi noin puoleentoista vuoden kuluessa. Toiminnassa oleva tietojen käsittelykone, Elliott 803 on uusi tuokas markkinoilla. Se ilmestyi myyntiin vasta tämän vuoden alussa, mutta jo nyt sitä on toimitettu mm. USAhan, Neuvostoliittoon, Japaniin ja Saksaan. Kone on pienikokoinen, sillä sen kytkennässä on käytetty yksinomaan transistoreita, se on myös suhteellisen huokea ja sen käsittely yksinkertaista. Sen sydämen muodostaa muisti, jonka 41.000 ferriittirenkaan voidaan sijoittaa haluttuja tietoja 11 desimaalin tarkkuudella ja saada nämä tiedot koneen käyttöön 6 miljoonasosasekunnissa. Koneetta ohjataan erillisestä pulpetista ja se pystyy suorittamaan erilaisia laskutoimituksia, esim. yksitoista numerolista lukuja

voidaan laskea yhteen noin 1300 sekunnissa. Kone pysyvästi annettujen ohjeiden mukaan arvostelevaan tuloksiaan, tarpeen vaatiessa itse muuttamaan ohjelmaansa ja tekemään loogisia johtopäätöksiä. Kone on nopein maassamme nyt olevista koneista ja se sopii suuren pikamuistinsa, monipuolisen käyttövalikoimansa ja nopeutensa vuoksi erinomaisesti teollisteknillisiin tutkimuksiin. Koneen vaatimaa henkilökuntaa on koulutettu ja koulutetaan parhaillaan ulkomailla. Kaapelitehdas yksin ei pysty antamaan koneelle työtä kuin osaksi, mutta tarkoitus on, että konetta vuokrataan ulkopuolisille. Suomen Kaapelitehdas Oy:n tavoitteena on ensiksi saada käyntiin tehokkaasti toimiva laskentakeskus. Sen jälkeen on tarkoitus aloittaa teollisuuden instrumentointi- ja automaatioalalla, jolloin lähinnä pyritään palvelemaan omaa laitosta sekä maamme paperiteollisuutta. Ja vasta tämän jälkeen on tarkoitus saada käyntiin tämän alan tehokas myynti- ja suunnittelu-toiminta.

Matemaattinen ryhmä käynnisti heti toimintansa alussa ohjelmakirjastotyön, jonka tarkoituksena oli laatia valmiiksi Elliott-koneelle laajan asiakasryhmän tarvitsemia yleissovellutuksia. Näiden sovellutusten käyttömahdollisuutta tarjottiin sitten asiakkaille sen ajan käytännön mukaan siten, että vain koneajasta laskutettiin.

### Ensimmäinen Elliott-tietokonetoimitus asiakkaalle

Teknillinen korkeakoulu selvitti vuonna 1960 mahdollisuuksia hankkia tietokone ja ehdotti valtion budjettiin tähän määrärahaa. Esitys kuitenkin hylättiin, kun ministeriö piti hanketta tarpeettomana. Erityisesti professorit **Erkki Laurila, Pentti Laasonen, Olli Lokki ja Pekka Jauho** toimivat tarmokkaasti hankkeen hyväksi ja tarvittava 15 miljoonaan markan määräraha saatiin kevään 1961 lisäbudjetissa.

Alkuvuodesta 1961 Elliott oli julkistanut uuden mallin 803B, jonka Kaapelitehdas tilasi heti itselleen. Samalla sovittiin, että Kaapelitehtaan käytössä jo ollut 803A voidaan toimittaa TTK:lle, kunhan määräraha tähän on myönnetty. Uusi 803B saapui Kaapelitehtaalle toukokuun alussa, ja tämän jälkeen 803A asennettiin Hietalahteen TTK:n päärakennukseen. Tämä oli TTK:n ensimmäinen tietokone ja myös ensimmäinen Kaapelitehtaan edustussopimuksensa nojalla asiakkaalle toimitettava tietokone.

### Laskentakeskuksen asiakkaita

Elliott-laskentakeskuksen suurimmat asiakkaat ja näiden sovellutusalueet olivat vuonna 1961 seuraavat:

- Imatran Voima Oy: regressioanalyysi
- Tie- ja vesirakennushallitus: tielinjan suunnittelulaskentaa
- Suomen Gallup Oy: tutkimusaineiston lajittelu
- Wärtsilä, Hietalahden telakka: laivanrakennuslaskelmia
- Teknillinen korkeakoulu: sovelletun matematiikan laskentaa
- Oy Kaukas Ab: numeromateriaalin käsittelyä
- Enso-Gutzeit Oy: varianssi- ja regressioanalyysiä
- Oy Strömberg Ab, Vaasa: muuntajalaskuja

### Omia muistikuviani Elliott 803:sta

Teknillisessä korkeakoulussa ei ollut vielä vuonna 1968 mitään atk-opetusta, joten osallistuin 1968–1969 yliopiston tietojenkäsittelyopin laitoksella Töölönkadulla Algol- ja Elliott 803 kursseille. Suoritettuani nämä opinnot esitin fysiikan laitoksella Siltavuorenpenkereellä kykyä operoida yksin Elliott 803 konetta ja sain koneen käyttöluvan. Laadittuani TTK:n sähköosaston opiskeluuni liittyneitä Algol-ohjelmia menin TTK:n laskentakeskukseen hakemaan vastaavaa lupaa. Pyyntöni herätti hämmennystä, koska silloisen ajattelutavan mukaan diplomi-insinööriin tulee ymmärtää sen verran atk:sta, että pystyy kommunikoimaan tietokoneohjelmoin kanssa, mutta hänen ei

Kansan Uutiset 29.9.1960

Kansan Uutisten vuoden 1960 kuvassa esiintyvät Elliott-koneen pääoperatööri Seija Pellinen (nykyisin Salminen) ja Rea Holmberg toivat minulle vuonna 2019 tämän lehtileikkeen kuvattavaksi.





Kaapelitehtaan ensimmäinen Elliott 803 Salmisaaren tehtaalla vuonna 1960. Teleprinterin ääressä dipl.ins. Matti Jääskeläinen, hänestä vasemmalle dipl.ins. Lauri Saari. Laitteet edestä taaksepäin ja oikealle: teleprinterin mekaaninen rauhanlukija, reikänauhojen puolauslaite, Creed-teleprinteri, keskusyksikkö Elliott 803, optinen Elliott-reikänauhanlukija, ohjauspöytä. (Valokuva: ICL Data Oy:n arkisto)

tarvitse osata itse ohjelmoida eikä missään tapauksessa tarvitse osata itse käyttää tietokonetta.

Maaliskuussa 1969 esitin TTK:n laskentakeskuksen päällikölle puolen tunnin näytöksellä kykyä operoida Elliott konetta ja sain sen käyttöluvan. Tämä kaikki tarkoitti, että olin täysin lumoutunut tietokoneista, kun nyt pääsin itse ihan oikeasti käsittelemään suuria, monimutkaisia ja hirmuisen kalliita sähköaivoja.

Olen aikoinaan kirjoittanut seuraavan kuvauksen Elliott 803 -tietokoneen käytöstä:

Ohjelmat laadittiin joko Algolilla tai Elliottin omalla symbolisella konekielellä. Koneen keskusmuistin koko oli 8192 sanaa. Yhteen sanaan mahtui kaksi ohjelman käskyä. Mitään muuta muistia ei ollut, joten kaikkien luettujen datojen ja taulukoiden piti mahtua tähän muistikokoon. Yksinkertaisten käskyjen suoritus kesti 0.3 ms ja monimutkaisten 1–10 ms.

Itse tietokoneohjelmat sekä niiden käyttämät datat oli lävistettävä reikänauhalle. Elliott luki 8-kanavaista reikänauhaa nopeudella 400 merkkiä sekunnissa ja tulosti laskentansa tulokset reikänauhalle nopeudella 100 merkkiä sekunnissa. Tulostusnauha oli sitten mahdollista lukea teleprinterillä ja tulostaa paperille.

Koneen käyttäjärjestelmä oli suurella reikänauhakelalla, joka luettiin aina aluksi muistiin varsin hitaana operaationa. Tämä yksi ainoa kela oli yhteinen kai-

kille koneen käyttäjille. Jossain vaiheessa sen kunto heikkeni ja silloin oli edessäni, yleensä keskellä yötä, yritys paikata nauha saksien ja liimalappujen avulla.

Tietokonetta ohjattiin suuren pöydän täyttävästä ohjausyksiköstä, josta käytettiin nimeä numerogeneraattori. Operointi ei ollut lainkaan yksinkertaista, koska jokainen toiminto oli syötettävä tietyllä numerokoodilla, joita saattoi olla pitkä ketju ennen kuin mitään tapahtui. Numerogeneraattorilta saattoi syöttää suoraan tietokoneen muistiin puhtaalla konekielellä laaditun ohjelman ja ohjata sen suoritusta. Samoin oli mahdollista muuttaa muistipaikkojen sisältöä ja korjata näin tilapäisesti suorituksen ajaksi havaittuja ohjelmointivirheitä. Elliott ilmoitti kaiuttimella mitä se oli juuri tekemässä siten, että jokaisen käskyn suoritukseen liittyi eri ääni. Tästä koko ajan soivasta musiikista kokenut käyttäjä pystyi päättämään, millaisia virheitä ohjelmassa ehkä on, samoin kuin sen, että ohjelman suoritus etenee hyvin. •

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



# Nuoren fyysikon uratarina



URATARINA

**A**la-asteella matematiikka oli aina helppoa, oikeastaan liiankin helppoa. Sen seurauksena tein koko lukukauden tehtävät joinain vuosina yhdessä viikonlopussa ja tunteilla minulla olikin aikaa niin paljon kaikenlaiselle nuoren pojan ”oheistoiminnalle” että vietin niistä merkittävän osan käytävällä. Yläasteella minulle tarjottiinkin jo lukion matematiikan kirjoja ajankuluksi, mutta siellä mielenkiinto heräsi myös fysiikkaan, osien omien kiinnostuksenkohteiden ja osin hyvän opettajan ansiosta. Jossain välissä ehdin toimia myös 660 oppilaan kouluni oppilaskunnan puheenjohtajana.

Lukioon mennessäni valitsin luonnontieteitä mahdollisimman laajasti. Lopulta päädyin olemaan lukion ensimmäinen oppilas, joka suoritti yli 100 kurssia. Kirjoituksissa kirjoitin luonnontieteistä niin pitkän matematiikan, fysiikan, kemian kuin biologiankin. Suureksi yllätyksekseni sain myös lakkiaisissa parhaan ylioppilaan stipendin.

Näillä eväillä piti sitten valita mitä lähtisi lukemaan yliopistossa. Teoreettinen fysiikka Helsingin yliopistossa vaikutti sopivan haastavalta ja monipuoliselta vaihtoehdolta, joten hain ja pääsin sinne sisään. Toisen opiskeluvuoden jälkeen päädyin töihin tutkimusapulaiseksi Aalto-yliopiston Kylmälaboratorioon ROTA-tutkimusryhmään (saman tutkimusryhmän toinen entinen jäsen **Rob Blaauwgeers** saattaa olla tämän lehden lukijoille tuttu Bluefors Oy:n perustamisesta), ja neljä vuotta siellä vietettyäni pääaine olikin vaihtunut ihan vaan fysiikaksi. Jossain välissä ehdin myös viettämään vaihtarivuoden Yhdysvalloissa East Carolina Universityssä, jossa suoritin noin kolmanneksen maisteriopinnoistani.

Maisteriksi valmistuin sopivasti **Sipilän** hallituksen yliopistoleikkausten jälkeen, joten tutkimusryhmäni rahoitus tulevia tohtoriopintoja varten oli kysymysmerkki. Niinpä löysin itseni pian tohtoriohjelman sijaan töistä Irlannista, Leixlipin kylästä Dublinin esikaupunkialueella. Työnantajani Hewlett Packard Enterprise, HPE, tarjosi minulle uuden ikkunan Server Engineerinä IT:n ja tuotekehityksen maailmaan siihen asti tutuksi tulleen tiedemaailman sijaan.



Irlannin-keikka, jota olin suunnitellut lähinnä väliaikaiseksi kokemukseksi toisessa maassa työskentelestä venyikin lopulta miltei neljän vuoden mittaiseksi. Sen katkaisi oikeastaan vasta COVID-19, joka johti Irlannissa laajoihin lockdowneihin, ja sai Suomen mallillisemman linjan vaikuttamaan houkuttelevalta. Kun sitten sain työtarjouksen Academic Workilta konsulttina toimimisesta kotimaassa, otin tarjouksen vastaan ja palasin pääkaupunkiseudulle.

Ensimmäinen konsultinpestini aukesi Vaisalan uudessa tuotekehitystalossa, teollisiin mittalaitteeseen keskittyvän VIM-liiketoiminnan puolella. Ja jäihän se sitten myös viimeiseksi koska päädyin töihin Vaisalalle Research Scientistiksi. Tässä positiossa olen tänäkin päivänä, enimmäkseen fyysikoista koostuvassa tiimissä.

Suomeen palattuani liityin myös TEK:n jäseneksi, ja samalla liityin myös MAL:iin. Vuosikokouksessa 2022 minua esitettiin MAL:n hallituksen varajäseneksi, ja aloitin tuolloin tässä toiminnassa. Seuraavalla kaudella minut valittiin hallituksen varsinaiseksi jäseneksi, sekä jäsenpalveluvaliokunnan puheenjohtajaksi. Tänä vuonna aloitin myös MAL:n edustajana TEK:n yksityisen sektorin valiokunnassa.

Näin 33-vuotiaana uratarinani on vielä ensimmäisellä sivullaan. Nähtäväksi jää miten se vielä tulevaisuudessa täydentyykään! •

# Matematiikka ihmisen toimintana

Georg Lakoff ja Rafael E. Núñez: *Where mathematics comes from*. Basic Books, 2000.

Tämän kirjan löysin hyllystäni viime keväänä – olin ostanut sen joltain työmatkaltani ulkomailta kirja-kaupasta vuosia sitten, mutta unohtanut katsoa sen sisään aikaisemmin. Olisi kannattanut, sillä kirja osoitautui kiinnostavaksi ja myös erinomaisesti kirjoitetuksi. Lukemisintoa lisäsi tunne, että löysin siitä omia hämäreitä ajatuksiani selkeäksi kehitetyssä muodossa: sen pääajatuksukset vastasivat hyvin sitä, miten itse koen matematiikan. Huomasin sitten, että kirja on itse asiassa hyvin tunnettu ja vaikutusvaltainen, sillä sen Google Scholarin noteeraamien viittausten määrä tieteellisessä kirjallisuudessa on lähestymässä kuutta tuhatta. Jäin vähän ihmettelemään, etten ollut kuullut siitä aikaisemmin.

## Taustaa: painotuksen siirtyminen formaalista logiikasta fyysisen ihmisen toimintakykyyn

Teoksen tieteellinen viitekehys on kognitiotiede, uudehko ala, joka tutkii tiedon olemusta yhdistellen kielitieteen, psykologian, tietojenkäsittelytieteen ja filosofian elementtejä. Kun yhdysvaltalainen **George Lakoff** (s. 1941) aloitti kielitieteilijän uransa 1960-luvun alussa, uskottiin ihmisen kielen ja ajattelun seuraavan formaalien kielioppien ja logiikan sääntöjä. Seuraavalla vuosikymmenellä tapahtui kuitenkin käänne, kun havaitsemista ja ajattelun elementtejä alettiin tutkia kokeellisen psykologian tekniikoilla, ja ajattelun ruumiillisesta puolesta alettiin päästä jyvälle. Tällä tiellä ollaan edelleen, vaikkei läheskään perillä. Lakoffin tutkimusten osalta merkittävä etappi oli hänen **Mark Johnsonin** kanssa kirjoittamansa teos *Philosophy in the Flesh* (1999), vapaasti käännettynä ”Filosofia lihassa”.

Tässä käsiteltävän kirjan idea Lakoffin lähestymistavan soveltamisesta kehittyneeseen matematiikkaan, jossa äärettömyyden käsite on keskeisessä roolissa, tuli nuoremmalta, psykologitaustaiselta kognitiotieteilijältä **Rafael Nuñezilta**. Sveitsissä työskennellyt Nuñez sai hankkeelle sikäläisen apurahan ja aloitti yhteistyön Lakoffin kanssa Berkeleyssä vuonna 1993.

## Alitajuinen kognitio ja metaforien muodostaminen

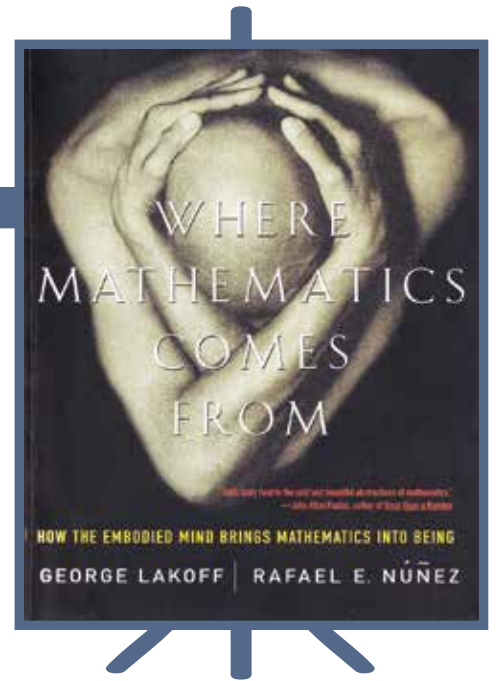
Lakoffin näkemys ihmisielen luonteesta nojaa kolmeen periaatteeseen:

1. Järkemme rakentuu ruumiimme jokapäiväiselle toiminnalle.
2. Suurin osa ajattelusta on alitajuista.
3. Käsitteellisen ajattelun keskeinen mekanismi on käsitteellinen metafora.

Se, mitä ”näemme suoraan”, voi olla hyvinkin monimutkaisten prosessien tuottamaa – nämä prosessit vain jäävät tajuntamme alapuolelle. Osa tällaisista kyvyistä kehittyi ihmisen (ja muidenkin eläinten) toimissa ympäristössään, ja osa on kehkeytyneenä jo syntyessä.

1980-luvulla havaittiin kokeellisesti, että jo parin päivän ikäinen ihmlapsi pystyy erottamaan lukumäärät 0, 1, 2, ja pian myös 3. Tätä kykyä kutsutaan ”subitoinniksi” (*subitizing*). Vähän suurempien lukumäärien ”näkeminen” perustuu subitoinnille, mutta yhdessä tietoisempien operaatioiden kanssa: jaamme objektit pieniin ryhmiin, esimerkiksi 2:n ja 3:n suuruisiin. Vielä isompien lukumäärien täsmäntämisessä on jo siirryttävä varsinaiseen laskemiseen. Vastaavaa selvänäköisyyttä meillä on spatiaalisissa skeemoissa: näemme heti, onko omena korin sisällä vai ulkopuolella, jne. Joukko-opista tutut perustelut diagrammeilla on tämän vuoksi helppo ”nähdä” tosiksi. Opimme varhain myös liikkumaan kolmiulotteisissa tiloissa, ja vieläpä muistamaan ja suunnittelemaan liikkumistamme.

Näiden kykyjen lisäksi matematiikan alitajuiseen pohjakerrokseen kuuluvat erilaiset motorisen hallinnan kyvyt: aloittaminen, keskeyttäminen ja jatkaminen, toistaminen, lopettaminen. Tähän liittyy myös lähdöstä kohteeseen vievän *polun* käsite. Kirjassa mainitaan tutkimuksia, joiden mukaan tällaiset skeemat ovat samoja, joita käytämme tapahtumien strukturoinnissa, sekä niistä järkeillessämme.



Korkeamman tasoisen perusprosessi on *metaforien* muodostaminen ja käyttö. Metafora, suomeksi suurin piirtein ”vertaus”, tarkoittaa käsitteiden välistä kuvausta, jossa yhtä käsiteryhmää käytetään esittämään toista, jonka rakenne on jollain tavoin samankaltainen. Lakoffin teoriassa abstrakti ajattelu perustuu nimenomaan tähän prosessiin. Wikipedia-sivunsa perusteella Lakoff näyttää soveltaneen metafora-käsitettään myös arkiajattelun ja poliittisen kielen analyysiin ja kritiikkiin.

## Matematiikan perustavia metaforia

Lakoff ja Nuñez löytävät matemaattisen ajattelun pohjalta muiden muassa seuraavat metaforaelementit:

### Aritmetiikka on objektien keräilyä -metafora

Tämä on luonnollisten lukujen perustava metafora: luvut edustavat samankaltaisten esineiden kokoelmien suuruuksia.

### Kategoriat ovat säiliöitä -metafora

Säiliö tarkoittaa tässä 2- tai 3-ulotteista rajattua aluetta, jolla on sisä- ja ulkopuoli. Osaamme panna sellaisen sisälle yksittäisiä objekteja, ottaa niitä pois, jne. Tähän osaamiseen liittyvää ajattelua voidaan soveltaa myös abstraktien objektien kuten lukujen yhteydessä.

### Olotilat ovat paikkoja -metafora

Kuten yllä todettiin, spatiaaliset suhteet ovat meille tuttuja, ja niiden hallintaa voidaan käyttää muunkin tyyppisten asioiden yhteydessä. Esimerkiksi veden lämpötiloja voidaan kuvata geometrisella suoralla, johon voidaan vielä merkitä jäätyminen ja kiehumisen paikat erityisinä pisteinä.



## Käsitteelliset seokset

Matematiikassa voidaan usein kuvata samaa asiaa useammalla kuin yhdellä tavalla, mistä on paljon hyötyä. Perusesimerkki tästä on ympyrä, joka Descartesin analyttisessä geometriassa esitetään yhtälön  $x^2 + y^2 = 1$  toteuttavien pisteiden  $(x, y)$  joukkona.

## Symbolit

Symboloilla on tärkeä rooli ihmisen ajattelussa ja kulttuurissa. Matematiikan yhteydessä tämä on erityisen korostunutta, näkyhän lähes jokaisessa matemaatikon karikatyyrissäkin vähintään sigma- ja integraalimerkkejä. Symbolin avulla voidaan monimutkaista käsitettä tai objektia operoida ulkoisesti helposti kuin marmorikuulaa, usein jopa aivan mekaanisesti. Lakoff ja Nuñez kertovat lääketieteellisen tositarinan Mr M:stä, joka paikallisen aivoaurion saatuaan osasi numeroiden nimet ja muisti koko kertotaulun, muttei enää ymmärtänyt pientenkään lukujen merkitystä.

## Äärettömyyden perusmetafora

Eryyksen mielenkiintoista Lakoffin ja Nuñezin projektissa on äärettömyyden käsitteen (tai käsitteiden) maadoittaminen fyysisen ihmisen toimintaan. Miten äärellinen eläin voi ajatella ääretöntä, josta sillä ei ole minkäänlaista havaintoa?

Heidän ratkaisunsa on määritellä *äärettömyyden perusmetafora* (basic metaphor of infinity) sekä sen erilaisia johdannaisia. Perusmetaforana on loputtomiin jatkuvan (äärettömän) iteraation tulkitseminen loppuun saatetun (äärellisen) iteraation kaltaiseksi, siinä mielessä, että molemmilla olisi lopputulos, jolla on samankaltainen suhde iteraation edeltäviin vaiheisiin.

Kirjassa käydään läpi äärettömyyden läsnäolon muotoja kaikenlaisessa matematiikassa: luonnollisten lukujen joukon äärettömyys, raja-arvo, reaalitylvut, joukkooppi, kontinuumihypoteesi. Nämä tarkastelut ovat kauttaaltaan kiinnostavasti ja pätevästi laadittuja, ja kirja voi toimia myös unholaan jääneiden perusopintojen virkistykseenä. Eryyksen mukava tässä suhteessa on kirja lopussa esitetty Eulerin yhtälön  $e^{\pi} + 1 = 0$  analyysi, joka näyttää, miten paljon erilaisia metaforisia ajatusaskelia tämän lyhyen yhtälön ymmärtäminen sisältää.

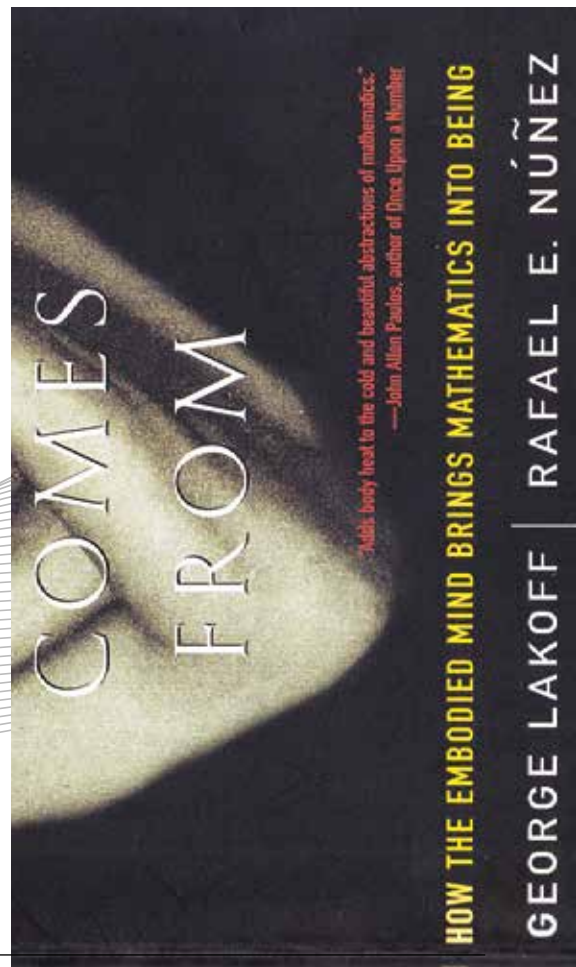
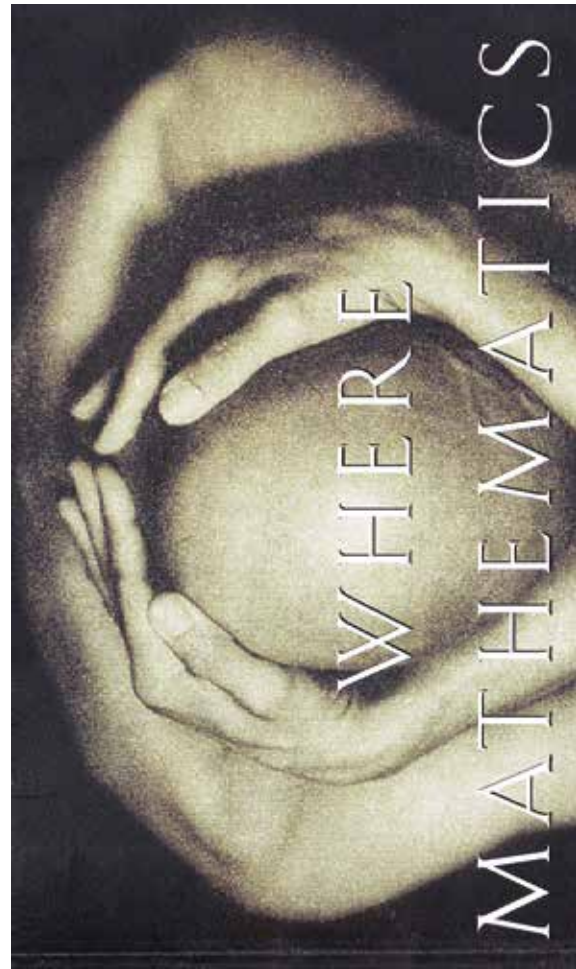
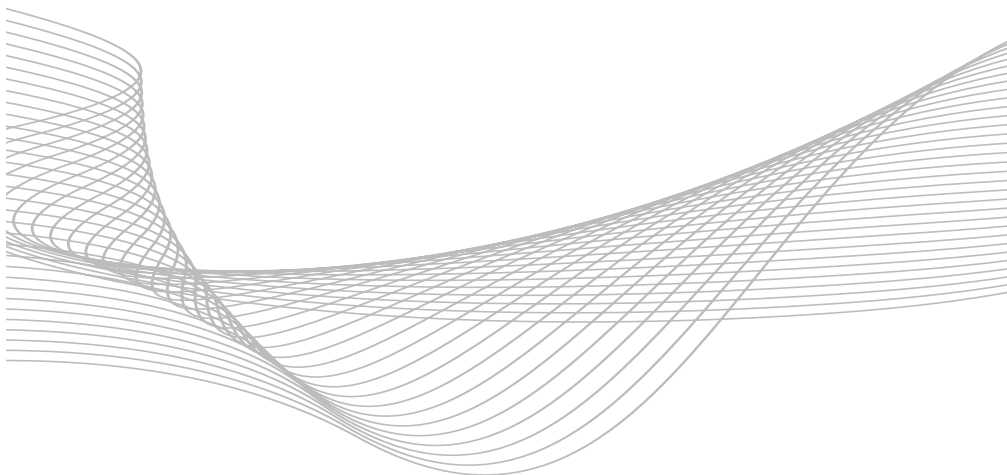
## Ideaalisen olemassaolo

Jos kysymys on siitä, miten kukin ihmisyksilö ymmärtää matemaattisia käsitteitä, niin meitä on todella paljon ja monenlaisia. Siksi en oikein usko, että Lakoffin ja Nuñezin esiin nostamat metaforakenteet matemaattisten käsitteiden maadoittamisessa konkreettiseen ajatteluun olisivat ainoita mahdollisia ja yleispäteviä täsmälleen siinä muodossa, kuin kirja ne esittää. Nyt lukemani kirjan ilmestymisen jälkeen aivotutkimuskin on ehtinyt edistyä paljon, joten metaforan statuksesta ajattelussa saattaa olla tarkempia empiirisiä tuloksia.

Oleellisinta tässä on kuitenkin periaate, että matematiikan ajattelu perustuu sellaisille kyvyille, jotka ovat kehittyneet kauan ennen matematiikkaa ihmisten ja heidän edeltäjiensä käytännöllisessä toiminnassa ympäristöissään, ja että metaforien muodostaminen on perustavanlaatuinen erityiskyky ihmisen ajattelussa.

Lakoffin ja Nuñezin teos on myös filosofinen puheenvuoro. He rusikoivat kovasanaisesti platonistista näkemystä, jonka mukaan matemaattiset oliot, esimerkiksi reaalitylvut, olisivat olemassa omassa universumissaan ihmisestä (ja vastaavista muiden taivaankappaleiden asukkaista) riippumatta. Tämä kritiikki on minusta vakuuttavaa, mutta jää vähän liian karkean materialismin tasolle ("Philosophy in the Flesh"...). Olisi tärkeää ymmärtää tarkemmin, missä mielessä sitten matemaattiset oliot ja *ideaaliset oliot ylittääään*, vaikkapa Sibeliuksen sinfoniat, kuitenkin eittämättä ovat olemassa. Minkä seittien varassa niiden olemassaolo riippuu, kun ne eivät ole turvallisesti tallessa omassa universumissaan? •

## Ilkka Norros



# Rasvakivi liukuu sykloidia pitkin



Professori Sarah Hart on haltioitunut Moby Dickin matemaattisista kielikuvista. Melvillen teos on yksi esimerkeistä Hartin kirjassa *Once Upon a Prime*, joka käsittelee matematiikan ja kirjallisuuden suhdetta.

Oikeastaan vasta vuosikymmeniä kuolemansa jälkeen sai **Herman Melvillen** (1819–1891) tunnustusta merkittävänä amerikkalaisena kirjailijana. Iltalehdessä kuvailtiin vuonna 1927 hänen tyyliään seuraavalla tavalla:

Viime vuosien ajalla ovat kirjallisuuden arvostelijat kaivaneet esille Melvillen kirjoja ja havainneet, että niillä on harvinainen kirjallinen arvo, jolle aikaisemmin ei osattu antaa täyttä tunnustusta. Hänen kertomuksensa olivat laajaperäisiä ja niissä saattoi olla pitkiä kiinnostomia selityksiä. Sen tähden suurin osa lukijoista väsyi kesken, jonka vuoksi niissä ilmenevät harvinaisen ihanat ja mukaansa tempaavat kohdat jäivät suurelle osalle tuntemattomiksi.  
(IL 22.9.1927)

Kun *Moby Dickin* päähenkilö Ishmael kuvailee sykloidia käytännölliseen tapaan tautokroniongelman näkökulmasta, lukeutuuko se ”pitkiin kiinnostomiin selityksiin” vai ”ihaniin ja mukaansa tempaaviin kohtiin”? Riippuu varmaan, keneltä kysyy. Kun luin *Moby Dickin* sykloidista **Sarah Hartin** kirjasta *Once Upon a Prime* (Mudlark, 2023), oma kiinnostukseni Melvillen klassikkoteosta kohtaan kasvoi.

Matematiikan professori Hart kertoo viime vuonna julkaistussa kirjassaan yhteyksistä matematiikan ja kirjallisuuden välillä. Teos kattaa monta erilaista tapaa löytää matematiikkaa kirjoissa. Matematiikka voi ohjata kirjallisuuden rakennetta, kuten vaikkapa runomitta. Toisinaan taas numeroilla ja niihin liittyvällä symboliikalla on merkitystä tarinalle. Esiintyyppä kirjoissa myös matemaatikkojakin – niin todellisia kuin keksittyjä.

Itse nautin eniten siitä osasta Hartin kirjaa, jossa pääosassa ei ollut rakenne, numerologia tai matemaati-



kot, vaan kirjallisuudesta löytyvät monimutkaisetkin matemaattiset käsitteet. Kuten vaikkapa Melvillen sykloidi.

## Sykloidi on ratkaisu moneen ongelmaan

Fyysikan luennoilta mieleeni on jäänyt brakistokroniongelma. Brakistokroni on tasokäyrä, jota pitkin liukkuva kappale kulkee kahden pisteen välisen matkan lyhyimmässä ajassa. Kappaleen oletetaan kulkevan jonkun voiman, yleensä painovoiman, vaikutuksesta. Toisin sanoen haetaan muotoa liukumäelle, jota pitkin kappale liukuu kitkatta alas nopeimmin. Eulerin-Lagrangen yhtälön avulla onnistuivat klassisen mekaniikan laskuharjoituksissa selvittämään, että vastaus on sykloidi.

Brakistokroniongelman ratkaisi ensimmäisenä **Johann I Bernoulli** vuonna 1697. Vastaus osoittautui samaksi kuin Johannin veljen **Jakob I Bernoullin** aiemmin ratkaisemaan tautokroniongelmaan. Bernoullien matemaattikoskuun kuului useita aikakautensa merkittävimpiä matemaatikkoja. Sekä Jakob että Johann tekivät differentiaalilaskennan parissa urauurtavaa työtä.

Johannin koottujen teosten, *Opera Omnia*, nimisivulla on kuva, jossa Johannin kilpailijoita kuvaava koira haukkuu puuhun naulattua matemaattista piirustusta. Piirustus esittää sykloidia.

Tautokroniongelma eli isokronisen käyrän ongelma tarkoittaa sellaisen radan määrittämistä, että sitä pitkin kitkatta liukuva kappale liukuisi maan vetovoiman alas kiskomana mistä tahansa pisteestä käyrän pohjalle yhtä nopeasti. Ongelmaa oli jo ennen Jakob I Bernoullia tutkinut geometrisesti **Christiaan Huygens**, mutta Bernoulli ratkaisi ongelman elegantisti käyttäen differentiaalilaskentaa.

Jos ympyrä, siis rengas, pyörii pitkin  $x$ -akselia, niin alussa origossa ollut ympyrän kehän piste piirtää sykloidikäyrän. Sykloidin määrittävät pisteet  $(r\theta - r \sin\theta, r - r \cos\theta)$ , missä  $r$  on ympyrän säde ja  $\theta$  kulma, jonka kierivä ympyrä on kääntynyt. Sykloidin ensimmäinen kaari muodostuu välille  $0 \leq \theta \leq 2\pi$ . Kun tämän kaaren kääntää ylösalaisin, saadaan brakistokroni- ja tautokroniongelmien ratkaisu.

Koska sykloidi on tautokroni, tarkoittaa se, että heilurikellon heilurin tulisi ympyrän kaaren sijaan kulkea pitkin sykloidia. Näin taajuus pysyisi samana, vaikka amplitudi muuttuisi. Juuri tämä ongelma motivoi Huygensia hänen sykloiditutkimuksissaan.

Huygens oli huomannut, että heilurikellot eivät ole täysin isokronisia. Niiden taajuus riippuu hieman amplitudista. Ratkaistuaan, että sykloidia pitkin liikkuva heilurin punnus olisi isokroninen, Huygens osoitti myös, että tällaisen heilurin voisi saada aikaan kiinnittämällä narun kahden sykloidin kaaren väliin.

## Ishmael kuuraa rasvapataa

Pequod-laivalla seilaava Ishmael kertoo kuinka valaanpyyntialuksen tuntomerkkeihin kuuluu keittouuni. Laivala oli kaksi suurta pataa, joihin rasvapaloja paloeltiin. Silloin, kun patoja ei käytetty, piti ne pitää puhtaina. Niitä kiillotettiin rasvakivellä ja hiekalla, niin että ne suorastaan loistavat.

Ishmael kertoo:

Juuri Pequodin vasemmanpuoleisessa keittopadassa minäkin rasvakiven kiertäessä kiihkeästi ympärilläni kiinnitin ensimmäistä kertaa huomioni siihen merkilliseen tosiseikkaan, että geometriassa kaikki sykloidia pitkin liukuvat kappaleet, esimerkiksi tuo minun rasvakiveni, putoavat alas mielivaltaisesta pisteestä täsmälleen samassa ajassa. (Moby Dick eli valkoinen valas, WSOY 1956, suom. Seppo Virtanen, s. 476)

Jakob I Bernoulli johti differentiaaliyhtälön, separoimattomien muuttujat, integroi yhtälöt ja määrittäi vakiot. Variaatiolaskennan keinoin hän tarkasteli integraalien ääriarvoja päätyen lopulta sykloidikäyrään. Ishmael sen kuin liu'utti rasvakiveä padassa ja oivalsi saman. Kaikkea sitä merillä seilattaessa oppiikin. Kuten Ishmael itse sanoo: ”valaanpyyntialus merkitsi minulle samaa kuin Yale ja Harvard muille” (Moby Dick, s. 134).

Ei ole suinkaan sanomatta selvää, miten sykloidien salat olivat Herman Melvilleille tuttuja. Melville ei ollut matemaatikko, vaikka Moby Dick matemaattisia kielikuvia viliseekin. Sarah Hart on innostunut valkoisesta valaasta niinkin paljon, että on kirjoittanut kokonaisen artikkelin Moby Dickin matemaatikasta (Ahab's Arithmetic: The Mathematics of Moby-Dick, *Journal of Humanistic Mathematics* 11(1):4-32, 2021). Hart esittää, että Melvillen kiinnostus matemaatiikkaa kohtaan lienee hänen erinomaisen opettajansa ansiota.

## Matematiikan merkitys Melvilleille

Melvilleä oli opettanut **Joseph Henry**, joka oli tunnettu tiedemies. Henrystä tuli myöhemmin Smithsonian-instituutin ensimmäinen johtaja. Mutta Melvillen on täytynyt olla itsekin kiinnostunut matemaatikasta. Vaikka innostavan opettajan vaikutus onkin suuri, ei Melville muuten rasittaisi lukijoitaan Eukleideen geometrialla – niin mielenkiintoista kuin se voi ollakin.

Eukleides mainitaan Moby Dickissä ainakin kahdesti. Eryityisesti toinen maininnoista on toistamisen arvoinen. Ishmael kuvailee valaan päätä. Valaan silmät ovat kuin korvat ihmisen päässä, ne sojottavat eri suuntiin. Valas näkee siis ihan eri kuvat eri silmillään.

Miten on siis valaan laita? Sen silmien täytyy tosin toimia yhtäaikaisesti, mutta ovatko sen aivot niin paljon laajasisältöisemmät ja hienorakenteisemmat kuin ihmisen aivot, että se pystyy samassa silmänräpäytyksessä tarkoin tutkimaan kaksi erillistä näkymää, joista toinen on sen toisella puolella, toinen taas täsmälleen päinvastaisessa suunnassa? Jos se siihen pystyy, on tämä yhtä ihmeellistä kuin jos ihminen pystyisi todistamaan yhtäaikaa kaksi erillistä Eukleideen problemaa. (Moby Dick, s. 378)

Hartin mukaan matemaatiikka symbolisoi Moby Dickissä rationaalisuutta. Matemaatiikka suojaa kaaokselta. Matemaatiikka on niin tärkeää, että Ishmael tatuoisi käsivarteensa valaan luurangon mittoihin liittyviä tilastotietoja. Kaikki oli hyvin niin kauan kuin kapteeni Ahab teki mittauksia ja laski sijaintia huolellisesti. Kun Ahab lopettaa laskujen tekemisen on se varma merkki hulluudesta.

*Once Upon a Prime* on saanut minut lukemaan kirjoja ihan uudella tavalla. Nyt etsin niistä rytmiä, symbolisia lukuja ja matemaattisia viittauksia. Valitettavasti joka kirja ei ole kuin Moby Dick. Kaikki kirjailijat eivät ole yhtä innoissaan sykloideista kuin Melville.

Moby Dickiä en ole lukenut. Matemaattisten kielikuvien ja itse seikkailukertomuksen lisäksi tuntuu se tosiaan sisältävän turhan monia pitkiä ja kiinnostomia selityksiä. •

## Humanistista matemaatiikkaa

Kun matemaatikko innostuu perehtymään kirjallisuuteen, missä hän julkaisee tutkimuksensa? Sarah Hartin Moby Dickin matemaatiikkaa käsittelevä artikkeli löysi kotinsa lehdestä *Journal of Humanistic Mathematics*. Humanistinen matemaatiikka kattaa lehden mukaan matemaatiikan esteettiset, kulttuuriset, historialliset, kirjalliset, pedagogiset, filosofiset, psykologiset ja sosiologiset aspektit. Eli siis oikeastaan kaikenlaisen inhimillisen toiminnan matemaatiikan ympärillä.

Kaikki artikkelit ovat vapaasti luettavissa lehden verkkosivuilla. Ensimmäinen numero ilmestyi vuonna 2011, ja siitä lähtien joka vuosi on julkaistu kaksi numeroa. Lehti on manttelinperijä vuosina 1987–2004 ilmestyneelle *Humanistic Mathematics Network Journal*ille. Lehdestä löytyy mielenkiintoista luettavaa niin matemaatikasta kiinnostuneille harrastajille kuin vaikkapa matemaatiikkaa työkseen opettaville.

Moby Dick ei ole suinkaan ainoa kirja, joka on esiintynyt *Journal of Humanistic Mathematics*'in sivuilla. Esimerkiksi **Ockov** ja **Look** etsivät kirjallisuudesta matemaattisia ongelmia oppilaidensa ratkottaviksi (*JHM* 5(2):121–132, 2015), **Knudson** kirjoitti Cantorin joukosta Kafkan novellissa (*JHM* 7(1):147–154, 2017), **Mala** pohti, josko **Lewis Carrollin** Liisan Ihmeemaa oli tarkoitettu modernin matemaatiikan kritiikiksi (*JHM* 12(1):348–351, 2022) ja **Preece** löysi matemaatiikkaa lukuisista teoksista (*JHM* 2(1):36–57, 2012).

Niklas Hietala



# HÄRKÄÄ SARVISTA

**Tilaa Härkää sarvista -  
Matematiikan osaaminen nousuun**

Kirja on saatavilla sähköisessä muodossa  
sivulla [mal-liitto.fi/julkaisut](http://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.

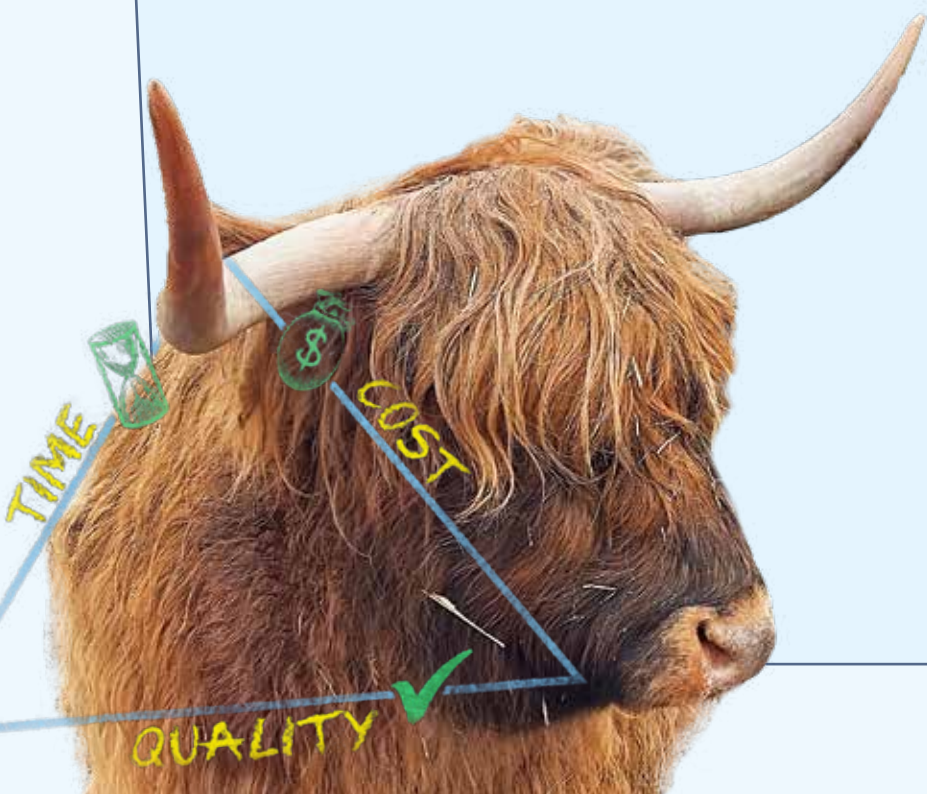
Tilaus lähetetään Copy-set Oy:lle  
([copy-set@copy-set.fi](mailto:copy-set@copy-set.fi)). Tilauksesta tulee  
ilmetä tilaajan nimi, osoite,  
sähköpostiosoite ja puhelinnumero.

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.





# Huumorin kukka on se kaunehin kukka

Vitsi on lyhyt kertomus, joka pukee jonkin tapahtuman huvittavaan muotoon. Vitsin kertoja odottaa kuulijoiden purskahtavan nauruun. Ja mitä enemmän kuulijoita, sen mukavampaa. Kertoja saa hyvän olon tunteen ja myöskin kuulijat. Myös hävyttömät vitsit ovat osa huumoria, mutta niitä kuulee nykyään harvoin, ainaakaan julkisuudessa.

Termin huumori juuret ovat latinan sanassa umor, joka tarkoitti aikanaan nestettä. Humoraaliopin mukaan keskiaikaisessa lääketieteessä huumorilla viitattiin ihmisen sisällä virtaavan neljän nesteen (veri, keltainen sappi, musta sappi ja lima) muodostamaan tasapainoon. Jos ihminen oli terve, oli hänellä hyvä huumori.

Vitsejä/anekdootteja on kerrottu aina. Varhaisin tietämäni vitsi on antiikin ajoista säilyneestä vitsikirjasta.

”Poika oli maannut isoäitinsä kanssa ja isä sai sen selville, ja alkoi lölyyttää poikaansa. Mutta isä, puolustautui poika – olethan sinäkin maannut minun äitini kanssa iät ja ajat, enkä minä ole puuttunut siihen mitenkään. Miksi sinä olet nyt vihainen minulle, kun minä vuorostani makasin sinun äitisi kanssa?”

Vitsit kuitenkin yleensä vanhenevat nopeasti. Huumorin huvittavuus muuttuu ajan kuluessa. Se mikä nauratti 20-vuotiaana, ei enää naurata 60-vuotiaana. Aikoinaan katselin mielenkiinnolla Marxin veljesten (Groucho, Harpo, Chico ja Zeppo) tähdittämiä elokuvia, mutta kun hiljan yritin katsoa niitä, niin ne eivät oikein vetäneet. Niiden viehäytys oli hävinnyt. En edes ajattele katsovani Dean Martin - Jerry Lewis-elokuvia.

Koomikot pitävät nauramisesta ja heistä onkin mukavaa, että saa muut nauramaan. Tuntuu se itsestäkin hyvältä, kun saa isomman tai pienemmän porukan purskahtamaan nauruun.

Pahassa paikassa turvaututaan usein hirtehis-huumoriin, jolla helpotetaan paineita. Tästä esimerkkinä on vitsi: Kuolemaantuomittu rikollinen kävelee maanantaiaamuna kohti hirttolavaa, ja toteaa: ”Viikkohan alkaa mukavasti.”

Eräs ruotsalainen stand up-koomikko aloitti monesti esityksensä seuraavalla jutulla: ”Kun etsii seuraa 60-vuotiaana, on kuin olisi Tukholman asuntojonossa. 25 vuoden kuluttua voi saada Tukholman reuna-alueelta remonttikohteen!”

Tämä taitaa jo olla hirtehis-huumoria:

Hitler ja Göring seisovat Berliinin radiotornin huipulla. Hitler sanoo haluavansa tehdä jotain, joka toisi

hymyn kaupunkilaisten kasvoille. Göring kysyy: ”Miksi et hyppäisi tornista?”

Samaan sarjaan taitaa kuulua seuraava juttu:

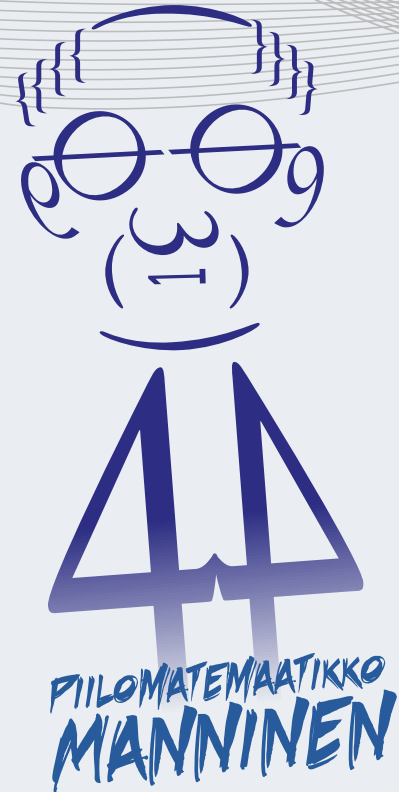
Islannissa on ranta, joka on Islannin vaarallisin turistinähtävyys. Rannalla on varoituksia hengenvaarallisista aalloista, joiden vuoksi lähelle rantaa ei saa mennä. Joka vuosi joku turisti (usein kiinalainen) kuitenkin lähestyy aallokkoa tavoitteenaan upea valokuva. Turistia ei enää tämän jälkeen nähdä. Paikalliset kutsuvatkin rantaa Chinese takeaway -rannaksi.

Pakkohan tähän on ottaa mukaan muutama matemaatikko/fyysikko/insinööri/sikin.

Humanisti, insinööri ja matemaatikko kilpailivat siitä, kuka tekee isoimman aitauksen lehmille. Humanisti aloitti. Hän teki neliön muotoisen aitauksen. Insinööri taas suoritti muutamia laskelmia ja tuli siihen tulokseen, että ympyrä olisi optimaalisen aitauksen muoto ja rakensi sellaisen. Matemaatikon vuoro tuli. Hän rakensi erittäin pienen aitauksen, meni seisomaan siihen ja sanoi: ”Määrittelen itseni aitauksen ulkopuolelle”.

Humanisti, fyysikko ja matemaatikko olivat ajelulla Englannin maaseudulla. He ajoivat lammasaitauksen ohitse, jossa seisoskeli viisi valkoista lammasta ja yksi musta lammas. Humanisti tokaisi ”no nyt tiedämme, että Englannissa on myös mustia lampaita”. Fyysikko katsoi hölmistyneenä humanistia ja korjasi, ”Ei, tiedämme vain sen, että Englannissa on ainakin yksi musta lammas”. Matemaatikko oli jonkin aikaa hiljaa, kunnes mutisi: ”tiedämme, että Englannissa on ainakin yksi lammas, jolla ainakin toinen puoli on musta”. Paikalle tullut filosofi sanoi: ”Tiedämme, että Englannissa ainakin vaikuttaa olevan jotakin, joka ainakin näyttää mustalta lampaalta”.

Kuumailmapalloilija joutui yllättäen nousseen ukkosmyrskyn riepoteltavaksi. Ennen kuin hän ehti löytää turvallisen laskeutumispaikan, myrsky alkoi kuljettaa palloa kauas pois suunnitellulta reitiltä. Pitkällisten vaiheiden jälkeen lentäjä onnistui laskeutumaan viljapellolle, hänelle täysin tuntemattomaan paikkaan. Pellon reunalla kulki maantie, jota pitkin ajoi polkupyöräilijä. Ilmapalloilija huusi: - Hei te siellä, osaatteko kertoa missä minä olen? - Totta kai, olette keskellä kaurapeltoa! Lentäjä oli hetken vaiti ja huusi sitten: - Oletteko ammatiltanne matemaatikko? - Kyllä, ope-tan matematiikkaa paikallisessa yliopistossa. Miten saatoitte arvata sen? - Vastauksenne kysymykseeni



sijaintipaikkani määräytyksestä oli eksakti ja teoreettisesti oikea, mutta käytännön arkielämän kannalta sillä ei ole mitään merkitystä!

Vanha sanonta on, että nauru pidentää ikää. On viitteitä siitä, että huumori voi auttaa torjumaan Alzheimerin tautia, masennusta ja montaa muuta vaivaa. Näitä vaivoja voi torjua ainakin seuraavilla vitseillä:

Numbers are friends, for me, more or less. It doesn't mean the same for you, does it - 3,844? For you it's just a three and an eight and a four and a four. But I say, "Hi! 62 squared."

"To a mathematician, real life is a special case."

"A tragedy of mathematics is a beautiful conjecture ruined by an ugly fact."

"Old mathematicians never die; they just lose some of their functions."

The functions are sitting in a bar, chatting (how fast they go from zero to infinity etc.). Suddenly, one cries: "Beware! Derivation is coming!" All immediately hide themselves under the tables, only the exponential sits calmly on the chair. The derivation comes in, sees a function and says: "Hey, don't you fear me?" "No, I'm e to x", says the exponential self-confidently. "Well", replies the derivation "but who says I differentiate along x?"

What is the shortest mathematicians joke? -Let epsilon be smaller than zero.

Mathematicians are like Frenchmen: Whatever you say to them, they translate it into their own language, and forthwith it means something entirely different. •

# { MEDIAKORTTI }

## MAL-lehden julkaisija:

Matemaattis-luonnontieteellisten alojen Akateemiset ry

## Puheenjohtaja:

Esko Juuso [puheenjohtaja@mal-liitto.fi](mailto:puheenjohtaja@mal-liitto.fi)

## Toimituskunta:

Suvi Lahdenmäki, päätoimittaja

[suvi.lahdenmaki@gmail.com](mailto:suvi.lahdenmaki@gmail.com)

Ilkka Norros [tiedottaja@mal-liitto.fi](mailto:tiedottaja@mal-liitto.fi)

Martti Annanmäki

Taneli Prittinen

Niklas Hietala

Juulia Kärki (opiskelijaedustaja)

**Painettu lehti ilmestyy joulukuussa**

**Sähköinen lehti: toukokuu ja syyskuu**

Julkaisija varaa itselleen oikeuden ilmestymisaikojen muutoksiin.

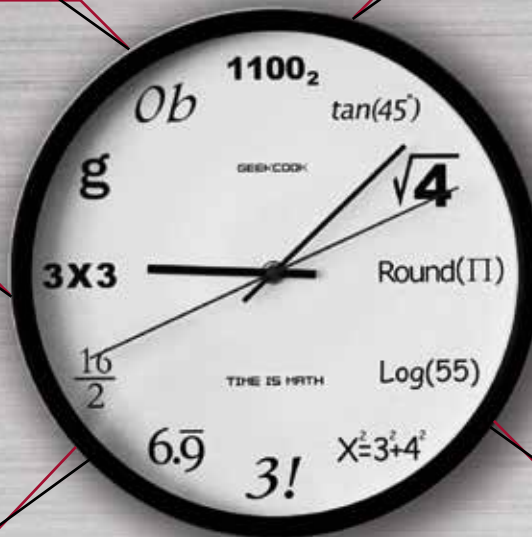
**Seuraavan lehden aineistopäivä:  
17.1.2025.**

**Formaatti:** 220x280 mm

**Taitto:** Sivupainajainen Kirsi Pääskyvuori

**Paino:** Copy-Set Oy, Helsinki

**Painosmäärä:** 2500



**{MAL}**

Ratavartijankatu 2, 00520 Helsinki

puh. (09) 229 121

[www.mal-liitto.fi](http://www.mal-liitto.fi)

[toimisto@mal-liitto.fi](mailto:toimisto@mal-liitto.fi)