

MAT

LEHTI 1-2024

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLISTEN ALOJEN AKATEEMISET



Härkää sarvista -
matematiikan osaaminen nousuun!

Pikkumatikasta pitkään
matematiikkaan



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!**

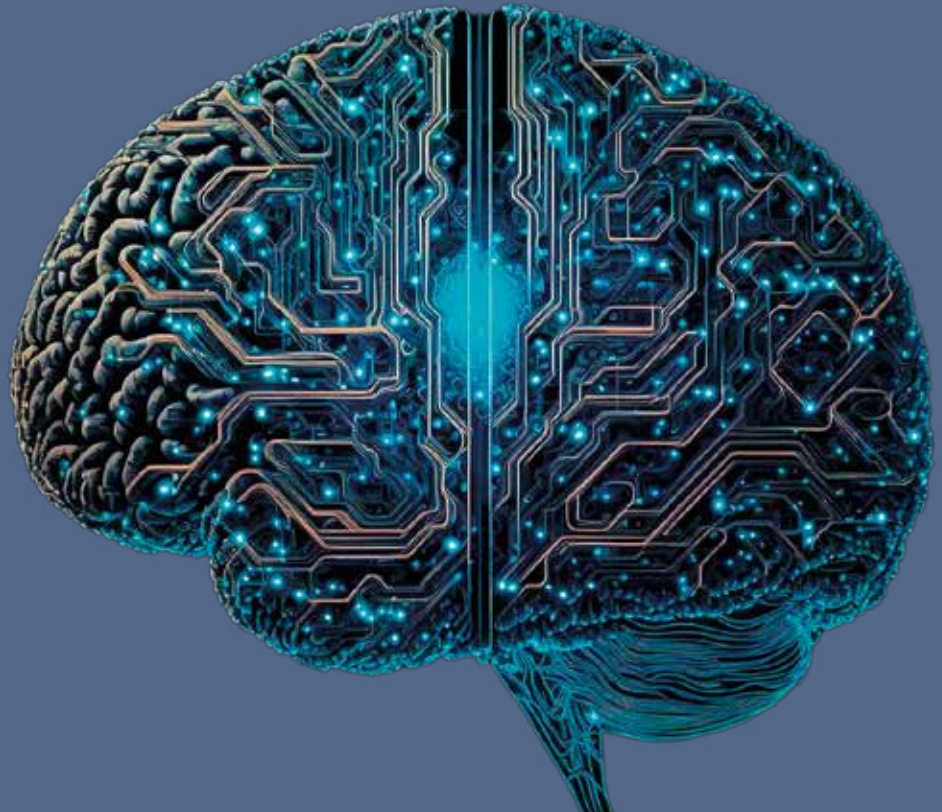
Lehteen tarvitaan eri pituisia ja eri aiheisia kirjoituksia jatkuvasti ja kaikenlaiset alaa sivuavat jutunaiheet ovat tervetulleita!

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

Erityisesti 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} 1-2024

Härkää sarvista - matematiikan osaaminen nousuun!	4
Seminaarisarja näyttää tietä matematiikan osaamisen nousuun	5
Pikkumatikasta pitkään matematiikkaan	9
Matemaattinen ajattelu ja ongelmanratkaisukyky luovien ratkaisujen kehittämisessä	11
IMC 2023 - matematiikkakilpailussa Bulgariassa	12
PILKKU - TEKin pilkunviilaajat	13
MALin ekskursion Loviisaan	14
Kaukolämpöä ydinvoimalla?	16
Fysiikan nobelisti vierailulla Suomessa	17
EU:n tekoälysäädös tulossa	18
Darwinia kiinnosti Kuun synty	20
Ilmastotietoutta vuosikokousesitelmästä	22
Piilomatemaatikko Manninen	23

PUHEENJOHTAJA



Askelmerkit osaamisen vahvistamiseen kartoitettiin seminaarisarjassa

Matematiikan ja luonnontieteiden kouluissa saavutettavan oppimistason heikentymisen tuoma huoli tutkimuksen ja talouden toimikyvyn säilymisestä johti kouluopetuksen seminaarisarjan käynnistämiseen syksyllä 2022. Seminaarisarja ajettiin innostuneesti läpi yhdeksän kuukauden aikana ja tulosten arviointi tuotti jo puoleentoista vuoden kuluttua sarjan aloituksesta monipuolisia suosituksia sisältävän kirjan.

Matemaattis-luonnontieteellisten alojen akateemiset (MAL) nosti ajatuksen kaikissa kouluvaiheissa tarvittavasta juurihoidosta. Matemaattisten aineiden opettajien mukaantulo mahdollisti vuorovaikutteisen seminaarisarjan. LUMA-keskus Suomen kautta kehitystyö sai yhteiskunnallisen ulottuvuuden. Yrityksiä ja yritysten organisaatioita saatiin merkittävästi mukaan rahoitukseen. Paneelikeskusteluihin ja seminaariesityksiin tuli mukaan myös Opetus- ja kulttuuriministeriö, Euroopan koulutussäätiö ja Kouluhallitus sekä TEK ja OAJ. Yliopistojen vahvistuva osallistuminen luo pohjaa jatkokehitykselle.

Oppimisen kerroksittainen rakentuminen on keskeisintä. Alun perin tavoitteen oli seminaarisarja matemaattisten aineiden kouluopetukseen. Kaikkien koulustasteiden yhteisvaikutusten selvittämiseksi ensimmäisen tuotantokauden seminaareissa painotettiin matematiikkaa. Luonnontieteet olivat mukana matematiikan soveltamisen kannalta. Yhteinen ponnistus tarvittiin ensimmäisenä juuri matematiikassa. Onnistunut ajoitus toi tärkeitä aineksia valtakunnalliseen keskusteluun. Eri kouluvaiheet on käyty peräkkäisesti läpi matematiikan kannalta.

Toinen tuotantokausi tuo painotuksen takaisin matemaattis-luonnontieteelliseen kokonaisuuteen. Matematiikka on luonnontieteiden yhteinen kieli ja kehitetyt askelmerkit sopivat myös luonnontieteisiin ja tietojenkäsittelytieteeseen. Nyt lähdetään yliopistojen ja työelämän vaatimuksista ja palataan vaihe vaiheelta takaisinpäin kysyen mihin pitäisi päästä ja mitä siihen vaaditaan. Eri kouluvaiheissa on toimittava rinnakkaisesti. Lukioiden ja yliopistojen yhteistyö täydennettynä ammattikorkeakoulun kanavilla on keskeistä osaamisen varmistamisessa.

Kirjan nimellä ”Härkää sarvista – matematiikan osaaminen nousuun” korostetaan, ettei ole kysymyksessä uuden peruskoulun ja lukion rakentamisesta vaan koulujen valmentamisesta kohtaamaan matematiikan, luonnontieteiden ja tietojenkäsittelyn kasvava tarve. Nykyinen koulurakenne toimii myös muuttuvassa toimintaympäristössä, kun huolehditaan oppimista haittaavien tekijöiden poistamisesta, uusien opetusratkaisujen käyttämisestä sekä oppimis- ja tiedonhankinta- valmiuksien tukemisesta.

Koulutus on tärkein investointi. Suomen kilpailukyky perustuu ennen kaikkea osaamiseen. Kouluopetus luo pohjan ja muuttuva toimintaympäristö vaatii lisäksi täydennys- ja uudelleen koulutusta. Kaikkein tähän tarvitaan yhteistyötä ja resursseja.

• Esko Juuso

PÄÄTOIMITTAJA



Toivo elää

Tältä se siis tuntuu. Elää historian käännekohdassa.

Meidän nyt maapallolla elävien kohtaloksi on tullut todistaa yhtä historian suurimmista muutoksista. Ilmastonmuutos. Teknologian huima kehitys ja tekoälyn läpimurto. Vallan uusjako. Kaikki nämä mullistavat maailmaamme. Ei ihme, että ihmisiä ahdistaa ja erilaiset lieveilmiöt lisääntyvät. Helppoja ratkaisuja ja suoranaista sumutusta tarjoavat menestyvät politiikan kentällä. Maapallon ja ihmiskunnan tilanne on häkellyttävä.

Jotta ymmärtää nykypäivää, on tunnettava historia. Se pitää varmasti paikkaansa. Ihmiskunta on käynyt suuria murroskausia läpi aiemminkin. On ollut talouslamoja, maailmansotia ja luonnonilmiöitä, jotka ovat muuttaneet historiaa peruuttamattomasti.

Silti ei voi olla ajattelematta, että juuri nyt käydään läpi suurta muutosta. Ilmasto on muuttunut jo omana elinaikanani 70-luvulta tähän päivään paljon. Juuri nähtiin ennätysstateet kotiseudullani Seinäjoella. Tulvia on pohjanmaalla ollut aina, muttei koskaan tällaista: muutamassa tunnissa sää vaihtui helteestä myrskyyn, suuriin rakeisiin ja keskustan lainehtiviin katuihin.

Kaiken tämän keskellä pitäisi pysyä toiveikkaana, ja mikä tärkeintä, valaa toiveikkuutta ja uskoa varsinkin lapsiin ja nuoriin. He ovat yhä enemmän tietoisia kaikista tapahtumista, koska pääsy tiedon (myös väärän sellaisen) lähteille on yhä helpompaa.

Uskon, että tieteellä ja kulttuurilla on tässä suuri tehtävä: opettaa tosiasioita, mutta säilyttää toivo ja toiveikkuus. Muutos on mahdollista, myös parempaan.

Tässä MAL-lehden numerossa kuulemme madonlukuja mm. ilmastonmuutoksesta ja tekoälystä, mutta joukossa on myös keinoja muuttaa asioita. Tulevaisuuteen voidaan kuitenkin yhä vaikuttaa.

Lehdessä on myös asioita mm. pienydinvoimaloista, fysiikan nobelistin vierailusta Helsinkiin ja MAL:in retkestä Loviisaan.

Antoisia lukuhetkiä ja valoisaa (sekä toiveikasta) kesää!

- Suvi Lahdenmäki

Härkää sarvista - matematiikan osaaminen nousuun!



Kouluopetuksen seminaarisarjan päätöstapahtuma pidettiin Oulussa 13.5.2024. Luentosalin tarjosi Oulun yliopiston teknillinen tiedekunta. Tilaisuutta oli mahdollista seurata myös striimauksen kautta. Linkki lähetettiin kaikille osallistujille. Tapahtumassa keskityttiin seminaarisarjan suosituksiin, korkeakoulujen ja työelämän vaatimuksiin sekä motivaation ja oppimisvalmiuksien kehittämiseen. Seminaarisarjaa käsittelevän kirjan alustava vedos oli puhujien ja panelistien käytettävissä. Tavoitteena oli rakentaa tulevaisuuden näkymiä osaamistason kohottamiseen.

Tilaisuuden avasi MALin puheenjohtaja, dosentti **Esko Juuso** Oulun yliopistosta. Puheessaan hän kuvasi lyhyesti seminaarisarjan tarvetta, käynnistämistä, toteutusta, yhteistyöverkostoja ja keskeisiä johtopäätöksiä. Luonnontieteellisen tiedekunnan puolesta osallistujat toivotti tervetulleeksi dekaani, professori **Maarit Järvenpää**. Teknillinen tiedekunnan dekaani, professori **Antti Niemi** puhui matematiikan merkityksestä ja yliopiston tehtävästä osaamisen kehittämisessä.

Lukion matematiikan ja fysiikan lehtori **Piia Haapasaari** esitteli lyhyesti kirjan painottaen koottuja suosituksia ja veti kirjan alustavan version pohjalta käydyin kommentointikierron. LUMA-keskus Suomen johtokunnan puheenjohtaja **Jan Lundell** esitteli LUMA-keskus Suomen verkostoa ja toimenpiteitä. MAOLin toinen varapuheenjohtaja, matematiikan opettaja **Tuula Havonen** tarkasteli kirjaa opetustyön kannalta ja hänen mielestään haasteet ja mahdollisuudet tulevat hyvin esille. Opettaja ja kustannustoimittaja **Lea Linna** (Matematiikan ja luonnontieteen oppimateriaalit Studeo), puhui digitaalisten työkalujen mahdollisuuksista matematiikan ja luonnontieteiden opetuksessa. OAJ-YSI:n puheenjohtaja **Katarina Kattelus** esitteli OAJ:n toimintaa. Hänen mukaansa seminaarisarja on tuonut esille tärkeitä asioita ja sen pohjalta koottua kirja on hyvin hyödyllistä luettavaa opettajille.

Kahvitarjoilun yhteydessä oli mahdollisuus tutustua Studeon oppimateriaaleihin.

Tiede- ja kulttuuriministeri **Sari Multala** esitti päätösseminaarille videotervehdyksen, jossa hän korosti koulutustason ja osaamisen merkitystä korkeamman tuottavuuteen ja työllisyysasteeseen. Muuttuvassa maailmassa tarvitaan erikoistumista, osaamista ja luovuutta. Ikääntyvä yhteiskunta lisää tätä tarvetta. Koululaisten matematiikan osaamistaso heikentyminen ja siihen liittyvät lukutaidon haasteet syventävät ongelmia. Korkeakoulutetut opettajat, Opettajankoulutusfoorumi ja LUMA-strategia ovat pohjia haasteiden ratkaisemiseen. Perusopetus, korkeakoulutus ja tiede ovat keskeisiä kriittisiä asioita.

Seuraavana ohjelmassa oli Tuula Havosen juontama paneelikeskustelu. Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan koulutusdekaani, STEAM-dosentti **Sari Harmoinen**, käsitteli STEAM-pedagogiikkaa, jossa käytetään tekniikkaa, luonnontieteitä ja taidetta lähestymistapoina oppimiseen. Opetusneuvos, LOPS-asiantuntija **Leo Pahkin** Opetushallituksesta käsitteli opettajien tukemista arviointityössä. Osaamispolitiikan johtaja **Leena Pöntynen**, Teknologiateollisuus ry, toi esille sekä teollisuuden kasvavan osaajatarpeen että mahdollisuudet opetuksen tukemisessa. Kiimingin lukion vararehtori, matematiikan ja tietotekniikan opettaja **Jussi Tyni** kertoi myös opettajatyötään täydentävästä Sähköinen Ope -kanavasta ja sen kautta kehittyvästä toiminnasta. Tapahtuman yli sadalla osallistujalla oli myös mahdollisuus vuorovaikutukseen laittamalla panelisteille kysymyksiä chat-kanavalle, josta niitä poimittiin juontajalle. Eräät paikallaolijat pääsivät myös esittämään kysymyksensä.

Paneelikeskustelun päätteeksi Petteri Orpon hallituksen tuleva tiede- ja kulttuuriministeri, kansanedustaja ja TEKin puheenjohtaja **Mari-Leena Talvitie** esitteli puheessaan hallituksen tekemää sitoutumista LUMA-strategiaan ja muita toimia kouluopetuksen kehittämiseen.

Lopuksi MALin puheenjohtaja Esko Juuso kiitti puhujia, panelisteja ja osallistujia erinomaisesta keskustelusta, joka vahvisti tavoitteita ja yhteistyösuunnitelmia kaikkein tärkeimmän investoinnin eteenpäin viemiseksi. •

Seminaarisarja näyttää tietä matematiikan osaamisen nousuun

Matematiikan ja luonnontieteiden kouluissa saavutettavan oppimistason heikentyminen oli jo selvästi nähtävissä, kun valtakunnallinen kouluopetuksen seminaarisarja aloitettiin lokakuussa 2022. Yliopistoissa ja yrityksissä kasvanut huoli tutkimuksen ja talouden toimikyvyn säilymisestä kestävän kehityksen ja vahvistuva digitalisaation olosuhteissa oli seminaarisarjan ajava voima. Marraskuussa 2023 julkaistu PISA-tuloksien romahtaminen nosti kouluopetuksen ongelmat yleiseen keskusteluun. Seminaarin tulosten perusteella romahdus oli hyvin odotettu myös seminaarisarjan kokemusten perusteella.



Seminaarisarjassa käytiin läpi kaikki kouluvaiheet, joissa keskeiset tarkastelukohteet olivat kerroksittaisen oppimisen toteutuminen, opettajan työkuorma ja opetusympäristön toimivuus sekä oppilaiden oppimisvalmiuksien tukeminen ja täydennyskoulutuksen tarve. Kouluopetuksen strategia, teollisuusyhteistyö ja tulosten jalkauttamisen mahdollisuudet. Alustava jaottelu tästä oli jo MAL-lehdessä 3/2023. Tässä artikkelia on laajennettu toteutuksen vaatimusten tarkastelulla. Lopuksi hahmotellaan tarvittavia toimenpiteitä.

Seminaarisarjan tulokset tarjoavat pohjan koulutuksen kehittämiseksi

Kouluasteittain edennyt seminaarisarja osoitti juurihoidon merkityksen kerroksittain rakentuvan oppimisen varmistamisessa. Tuloksiin pääsy vaatii opetus tapahtumien ohjaamista keskittyneitä oppimista tukevis- sa opetusympäristöissä. Kirjan toimittajat **Esko Juuso** (MAL), **Piia Haapsaari** (MAOL) ja **Martti Annanmäki** (MAL) ovat olleet keskeisiä vetäjiä koko seminaarisarjan ajan.

Kerroksittain rakentuva oppiminen

Käytännössä vaaditaan kerroksittain rakentuva osaamisen kehittyminen, jonka luominen aloitetaan jo varhaiskasvatuksessa. Motivaation vahvistaminen on keskeistä vaiheittaisesti kouluasteisiin sovitetussa oppimisessa kohti itsenäistä työskentelyä. Vaiheittaisen etenemisen pitäisi kaikessa opetuksessa mukautua kuhunkin ikä-

vaiheeseen. Tämä korostuu matemaattisissa aineissa, joissa oppiminen vaatii oppilailta välttämättä harjoitusta rauhallisessa ympäristössä. Kukin vaihe vaatii aina edellisten vaiheiden hallintaa ja jatkuvuuden varmistamiseksi tarvitaan joustavuutta opetuksen toteutuksessa – ei vaatimusten helpottamista. Oppimisvaikeuksissa olevien oppilaiden tukeminen on välttämätöntä, mutta sen ei saa antaa hallita opetusta. Hyvin edistyneille oppilaille olisi päinvastoin tarjottava lisämateriaalia motivaation säilyttämiseksi. Kaikkien tulisi saada onnistumisen kokemuksia.

Oppilaiden erilaisten valmiuksien ja taitotasojen vuoksi tarvitaan kannusteita myös kokeiden muodossa. Kerroksittaisen kehittymisen toteutukseen tarvitaan joka tapauksessa seuranta ja mittauksia. Koetehtävien laatimisen soveltaminen tarkastuksessa käytettävissä olevaan aikaan on vaativa tehtävä kaikissa kouluvaiheissa. Arvostelun yhteismitallisuuden varmistamiseksi on jo ylioppilaskokeet. Keskustelussa on ideoitu myös valtakunnallisten kokeiden lisäämistä. Esillä on pakollinen peruskoulun valtakunnallinen päättökoe. Myös valtakunnallisia lukion pääsykokeita on esitetty. Kokeiden tarkistamiseen tarvittavan työn helpottamiseksi kehitetään digiratkaisuja, mutta niiden käyttöä pitää opettaa ja opettaminen vie aikaa varsinaisten opetustavoitteiden toteuttamiselta. Jokaisessa kouluopetuksen vaiheessa on vaarana hukata oppilaita osaaajapolulta, mutta on myös mahdollisuuksia saada mukaan aikaisemmin sivuun ajautuneita oppilaita.

Opettajille mahdollisuus opetuksen ohjaamiseen

Koulutetuille opettajille tulee antaa mahdollisuus oppimisen varmistamiseen – keskeisten asioiden osalta kynä ja paperi pitää olla mukana matematiikan harjoittelussa. Lukutaitoa tarvitaan ongelman ymmärtämiseen ja ratkaistavien laskutehtävien muodostamiseen. Matematiikan käyttäminen luonnontieteiden yhteisenä kielenä edellyttää tätä. Digitaalinen opetusmateriaali täydentää perusasioita ja havainnollistaa erilaisten menetelmien toimivuutta. Opettajan tulee ohjata käyttöä kriittisyyteen ja järkevyyden arvioinnin suuntaan. Pitäisi oppia arvioimaan onko ratkaisu suunnilleen oikeassa, sillä digitaalisesti saadaan täsmällinen tulos, mutta se voi olla myös pahasti pielessä. Digitaalinen itsepalvelu ja tukihenkilöstö ei voi korvata ohjattua opetusta, jossa myös erilaiset oppimistyyli otetaan huomioon.

Kouluopetuksen vaiheiden mukaisesti opettajat ovat luokan- tai aineenopettajia. Tasapaino kynä ja paperi -opetuksen ja erilaisten digitaalisten työkalujen välillä on vaativa tehtävä. Matematiikan opintojen aineen- hallinta on yhä keskeisempää ja tuo vaatimuksia täydennyskoulutukseen. Kokeiden digitoteutukset tuovat omat haasteensa. Opetuksen selkeä ohjaaminen tuo lisävaatimuksia, mutta toisaalta ei tarvitse koko ajan reagoida monimuotoisiin häiriötekijöihin hajanaisesti etenevässä luokkaopetuksessa. Vähentääkö vai lisääkö tämä nykyistä opettajatyön kuormittamista? Käytet-



Kuva: Pixabay

rahoitustarpeeseen ja heikosti menestyvien oppilaiden auttamiseen puheessaan yläkoulua käsittelevässä seminaarissa Tampereella. Työelämän koulutustarpeet ja PISA-menestys olivat keskeisiä Rauman seminaarissa. LUMA-keskus tuli vahvasti mukaan Suomi Areenan keskustelussa, jossa nousi esille yhteiskunnallinen vaikuttaminen. Pääministeri Orpon hallitus sitoutui kansallisen LUMA-strategian toimeenpanoon hallitusohjelmassaan. Tiede- ja kulttuuriministeri **Sari Multala** esitti videotervehdyksen päätösseminaariin ja TEKin hallituksen puheenjohtaja, Orpon hallituksen tuleva tiede- ja kulttuuriministeri **Mari-Leena Talvitie** esitteli puheessaan kouluopetuksen seminaarisarjan päätöstapahtumassa toimeenpanon vaikutuksia.

Kansallinen LUMA-neuvottelukunta on tärkeässä asemassa strategian toteutumisen arvioinnissa. Neuvottelukunnan varapuheenjohtaja **Leena Pöntynen** (Teknologiaeollisuus) toivoo artikkelissaan, että LUMA-osaaminen otettaisiin pitkjänteiseksi, ylihallituskautiseksi tavoitteeksi parlamentaarisesti. LUMA-keskus Suomi muodostaa laajan verkoston toteuttamaan mottoa **Tiede kuuluu kaikille!** Seminaarisarjassa LUMA-keskus tuli vahvasti mukaan Suomi Areenan keskustelussa, jossa keskuksen johtaja, professori **Maija Aksela** vakuutti, että LUMA-keskus ottaa vastuun valtakunnallisen tehtävän hoitamisesta. Johtokunnan puheenjohtaja **Jan Lundell** esitteli verkoston toimintaa päätösseminaarissa.

Seminaarisarjan tukijat ja yhteistyökumppanit

MAL on seminaarisarjan suurin rahoittaja. Myös MAOL on tukenut rahoitusta. Aktuaariyhdistys oli sarjan ensimmäinen

mäinen tukija ja Suomalainen Tiedeakatemia Matemaatiikan rahasto tuli mukaan myös varhaisessa vaiheessa. LUMA-keskus Suomen tuki oli tärkeä Suomi Areenan keskustelun toteutukselle. Yrityksistä seminaarisarjaa ovat tukeneet Orion Oyj, Stora Enso Oyj ja Vertex Systems Oy. Muista tukijoista Energiategollisuus ry, Kemianteollisuus ry ja Metsäteollisuus ry ovat osallistuneet myös paneelikeskusteluihin: johtaja Leena Pöntynen ja johtava asiantuntija **Touko Apajalahti** (Energiategollisuus ry), johtava asiantuntija **Anni Siltanen** ja asiantuntija **Hanna Hyryläinen** (Kemianteollisuus ry) sekä johtaja **Maarit Lindström** (Metsäteollisuus ry). TEKin hallituksen puheenjohtaja Mari-Leena Talvitie puhui päätöstapahtumassa ja asiantuntija **Jussi-Pekka Teini** alusti tulevaisuuden työelämän koulutustarpeista ja osallistui paneelikeskusteluun.

Rauman seminaarissa avasi Rauman kaupunginvaltuuston puheenjohtaja **Otso Huuska**, joka on myös MAOL:n hallituksessa. Avauspuheen piti Euroopan Koulutussäätiön johtaja, VTT **Pilvi Torsti** ja haastateltavana oli myös Opetus- ja kulttuuriministeriön kansliapäällikkö **Anita Lehikoinen**. PISA-tutkimuksen kansallinen tutkimusjohtaja, dosentti **Arto K. Ahonen**, ja OAJ:n koulutuspolitiikan päällikkö **Jaakko Salo** osallistuivat PISAN huipulle -keskusteluun.

Seminaarisarja aloitettiin Kastellin monitoimikeskuksessa Oulussa ja päätösseminaarin tilat tarjosi Oulun yliopiston teknillinen tiedekunta, jonka dekaani, professori **Antti Niemi** puhui matematiikan merkityksestä. Luonnontieteellisen tiedekunnan puolesta osallistujat toivotti tervetulleeksi dekaani, professori **Maarit Järvenpää**. Kirjan alustavaa versiota ja suosituksia kommentoivat Jan Lundell, Tuula Havonen, opettaja ja kustannustoimittaja **Lea Linna** (Matematiikan

ja luonnontieteen oppimateriaalit Studeo) ja puheenjohtaja **Katarina Kattelus** (OAJ-YSTI).

Kaikkien seminaarien keskeisinä osina ovat olleet paneelikeskustelut, joiden juontajina ovat olleet matemaattisten aineiden opettajat Piia Haapsaari (MAOL:n hallituksen jäsen) ja **Tuula Havonen** (MAOLin 2. varapuheenjohtaja). Juontajina oli Rauman seminaarissa **Jan Erola** (Kravat Oy) ja Suomi Areenalla toimittaja **Timo Sipola** (YLE).

Panelisteina on ollut myös opetuksen kehittäjiä, tutkijoita ja opettajia: opetuskuulttuurin kehittäjä **Pekka Peura**, apulaisprofessori **Tuire Koponen** ja **Päivi Perkkilä** Jyväskylän yliopistosta, professori **Minna Hannula-Sormunen** Turun yliopistosta, tutkijana Oulun ja Turun yliopistoissa toimiva **Dimitri Tuomela** (Joustavaan matematiikkaan) sekä Helsingin matematiikkalukion linjanjohtaja **Ville Tilvis** ja palkittu matemaattisten aineiden opettaja **Lauri Hellsten**. Monipuolisuutta edustaa diplomi-insinööri **Elina Viro**, joka toimii yläkoulun opettajana opettaen matematiikkaa, fysiikkaa ja kemiaa sekä matematiikkaa Tampereen yliopistossa. Yrityksistä panelistina on ollut Kiilto Oy:n tuotekehitystuen päällikkö **Lilli Puntti**. Tuula Havosen juontamaan päätöstapahtuman paneeliin osallistuivat Oulun yliopiston kasvatustieteiden tiedekunnan koulutusdekaani **Sari Harmoinen**, opetusneuvos **Leo Pakkin** (Opetushallitus), Leena Pöntynen ja sähköinen ope **Jussi Tyni**.

Oulun seminaarissa oli useita opetusmateriaalien esittelypisteitä, joiden ympärillä käytiin vilkasta keskustelua. Tampereen seminaarissa tämä osa laajentui koko päivän tapahtumaksi, jossa aamupäivä oli suunniteltu oppilaille ja iltapäivä aikuisille. Ohjelmaan kuului ohjelmistojen ja niiden käytön esittelyä. Kerrottiin myös mukana olevista organisaatioista.

Sähköisten oppimateriaalien osaa on laajennettu kirjassa ja myös päätöstapahtumaan sisältyi Studeon esittely. Kirjassa esitellään myös LUKEMA-kehitysverkosta.

Kouluopetuksen vahvistamista tarvitaan

Vakava tilanne ja TKI-panostuksien kasvattaminen vaativat seminaarin tulosten jalkauttamista eri koulutusvaiheiden ongelmien ratkaisemiseen. Varhaiskasvatuksessa, peruskoulun kaikissa vaiheissa ja lukiossa täytyy työskennellä rinnakkaisesti omien tavoitteiden, toimintamahdollisuuksien ja lähtötasojen pohjalta. Vaihtelua pitäisi saada pienentymää siten, että oppimistaso kohoaa yleisesti. Peruskoulun kokonaisuudistukselle ei ole vielä tarvetta.

Luokkakokojen rajaamisella, oppimisympäristöjen kehittämällä, tasoryhmien muodostamisella ja opetuksen tukihenkilöiden lisäämisellä on kustannuksia lisääviä vaikutuksia. Talkootyöllä saavutettuja merkittäviä tuloksia oppimisvalmiuksien kehittämisessä ja kilpailutoiminnassa tulisi viedä valtakunnallisiksi. Täydennys- ja aikuiskoulutukseen tarvitaan lisäpanostuksia. **Koulutus on tärkein investointi!**

Seminaarisarjan kokemukset ja tulokset käytäntöön

Kaikkia kouluvaiheita vuorollaan tarkastellut seminaarisarja nosti esille sekä yhteisiä että vaihekohtaisia ongelmia ja toiveita. Kerroksittain rakentuvassa oppimisessa kaikki vaiheet ovat tärkeitä. Jokaisen niistä tulisi viedä oppimista eteenpäin vähentäen oppilaiden välisiä eroja. Kuopat ja hajonnan kasvu tuo lisää haasteita seuraaville vaiheille. Tässä on matematiikan koulutuksen suurin haaste. Koulutusjärjestelmä, **härkä**, on rakenteellisesti kunnossa, mutta **tarvitsee monipuolista valmennusta**. Tilanteen korjaaminen ei tapahdu hetkessä varsinkin, kun toimintaympäristö on voimakkaassa muutosvaiheessa.

Systemidynamiikan avulla voidaan analysoida etenemistä ja siinä tarvittavia pitkäjänteistä työtä. Tämä on osa matemaattis-luonnontieteellistä ajattelua, jota pitäisi tuoda vahvemmin mukaan tähänkin päätöksentekoon. Tilanteen vakavuus vaatii, että työtä tehdään rinnakkaisesti eri ikävaiheille.

Korkeakoulujen ja työelämän muutoksiin varautumiseen kouluopetuksessa tarvitaan lisää yhteistyötä yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen kanssa.

Matematiikka ja luonnontieteet ovat yleissivistystä ja digitaalisuus mahdollisuus tuottaa toimiva kokonai-

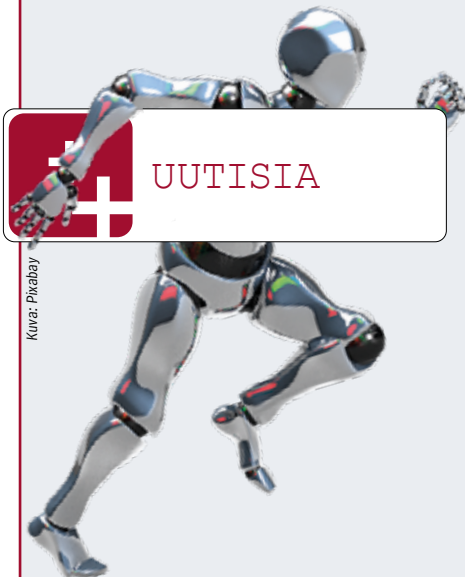
suus. Aloitetaan rinnakkaisesti kaikissa kouluopetuksen vaiheissa korjaustyö käyttäen seuraavin askeleita:

- Poistetaan pitkäjänteistä oppimista haittaavat häiriötekijät opetusympäristöistä, joissa liiallinen heterogeisuus tuhoaa opiskeluun keskittymisen mahdollisuudet.
- Koostetaan erilaisiin olosuhteisiin joustava opettamisen toteuttamistapa, jossa käytetään kynää ja paperia sekä erilaisia digitaalisia työkaluja pitkäjänteisesti työskennellen.
- Huolehditaan, että opettaminen voidaan tehdä ilman opettajien liiallista kuormitusta hallitun työnjaon sekä tavoitteiden ja vaiheiden selkeyttämisen avulla.
- Tuetaan oppilaita laajalla rintamalla: yritykset mukaan, yhteisöllisyys, merkitys, muuttuminen huomioon.
- Tuetaan opettajia ammattitaidon vahvistamisessa, jotta opetustyö saadaan mielekkääksi.

Pienetkin edistysaskeleet näissä asioissa ovat suuria matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen kehittämisessä. **Katkaistaan heikentymisen kierre ja käynnistetään nousukierre.** •

MALin toimintaa edellisen MAL-lehden ilmestymisen jälkeen:

- ◆ **MALin vuosikokous 2024** pidettiin Helsingissä 25.4. hotelli Clarionissa. Hallituksen varsinaiseksi jäseniksi valittiin **Esko Juuso (pj), Martti Annanmäki, Lars Gröndahl, Jyri Jämsä, Juulia Kärki, Lauri Laitinen, Maija Lakio-Haapio, Ilkka Norros ja Taneli Prittinen**. Varajäseniksi valittiin **Timo Bräysy, Katri Halkka, Merja Korpela, Raimo Lohikoski, Miia Pynnönen ja Matti Ropponen**. Opiskelijoita edustavat Juulia Kärki ja Miia Pynnönen sekä Bräysy, Lohikoski ja Ropponen ovat uusia hallituslaisia.
- Vuosikokouksesitelmän piti Ilmatieteen laitoksen pääjohtaja **Petteri Taalas**, joka antoi monipuolisen katsauksen ilmastomuutoksesta sekä sen hillitsemispyrkimysten tilanteesta ja näkymistä. Taalaksen esitelmästä kerrotaan tässä MAL-lehdessä lisää.
- ◆ **MALin pro gradu -palkinnon** viime marraskuussa saanut **Ilkka Suuronen** esitelmöi Helsingissä Tieteiden talolla 7.5. otsikolla *Koneoppiminen neurokuvantamisanalyysin menetelmänä*. Palkitun gradun aiheena oli Parkinsonin taudin tunnistaminen EEG-datasta. Esitelmässään Suuronen antoi katsauksen nykyisen tutkimustyönsä aihepiiriin, jossa käytetään monipuolisesti uusimpia magneettikuvauksen menetelmiä. Esitys oli erittäin informatiivinen, ja kysymyksiä ja keskustelua kesti pitkään.
- ◆ **MALin ja MAOLin seminaarisarjan päätöstapahtuma** järjestettiin Oulussa 13.5. otsikolla *Härkää sarvista - matematiikan osaaminen nousuun*. Tästä on runsaasti materiaalia tässä MAL-lehdessä.
- ◆ **MALin jäsenretki** suuntautui 18.5. Loviisaan, jossa tutustuttiin niin ydinvoimalaan kuin muihinkin mielenkiintoisiin kohteisiin. Osanottajan kertomus löytyy tästä MAL-lehdestä.



Kuva: Pihabay

Pikkumatikasta pitkään matematiikkaan

Matematiikan kouluopetukseen liittyvän seminaarisarjan esityksistä on koottu kirja *Härkää sarvista – Matematiikan osaaminen nousuun*. Osa kirjan artikkeleista on julkaistu jo aikaisemmin MAL-lehdessä, mutta kirjaan on lisätty joukko uusiakin tekstejä.

Kirjassa artikkelit on jaettu neljän otsikon alle:

- Osa I: Oppimisen ja opettamisen haasteita
- Osa II: Seminaarisarja
- Osa III: Matematiikan oppimisolustat
- Osa IV: Ehdotuksia ja suosituksia.

Seminaarisarja tavoitteena oli tunnistaa sellaisia matematiikan opettamiseen liittyviä asioita, jotka tulisi tehdä toisin tai joihin ainakin tulisi kiinnittää huomiota opettamisen kehittämisessä.

Seminaarisarjassa esitelmöineet tai eri paneelikeskusteluihin osallistuneet henkilöt ovat kaikki alan asiantuntijoita mm. koulumaailmasta, yliopistoista tai työantajajärjestöistä.

Ehdotuksia ja suosituksia

Tässä osassa ehdotetaan mm. järjestettäväksi matematiikka- ja tiedekerhoja alaikäisille, toivotaan lisää aikuisia peruskouluun, ja toivotaan luokkiin työrauhaa mm. jättämällä puhelimet pois oppitunneilta.

Oppilaille tulisi myös näyttää, mihin oppituntien matematiikan taitoja käytetään käytännön työssä. Tulisi myös kiinnittää huomiota siihen, mihin kaikkeen koulun oppitunteja käytetään. Koulun yhteistoiminnallisia tilaisuuksia on jo melkoisesti liikaa.

Toivotaan myös järjestettäväksi yhteinen valtakunnallinen päättökoe, joka kannustaisi oppilaita opiskelemaan ahkerammin ja määrätietoisemmin yläkoulussa.

Esitetään näkemys, että matematiikkataitojen edistäminen tulisi aloittaa jo neuvolassa ja yleensäkin lasten matematiikan taitojen vahvistaminen tulisi saada osaksi lasten arkea.

Tulisi tarkemmin pohtia sitä, miten saataisiin viisivuotiaat innostumaan laskemisesta. Vertailukohtana on piano- ja viulutunnit ja erilaiset urheiluharrastukset, joihin vanhemmat kuljettavat lapsia jo aikaisessa vaiheessa.

Yläkoulun ylimmille luokille tulisi järjestää valtakunnalliset matematiikkakilpailut, joiden suunnittelijana

voisi toimia MAOL. Kilpailuja voisi järjestää kunnittain tai alueittain, ja kilpailujen voittajat pääsisivät yhteiseen tapahtumaan esim. Päivölän opistolle. Tällainen toiminta vaatisi jo tuntuvasti rahoitusta, jota kuitenkin voisi kerätä paikallisilta yrityksiltä ja liike-elämltä. Tavoitteena voisi olla, että järjestämisessä mukana olevat opettajat saisivat työstään palkkion, eikä niitä tarvitsisi järjestää talkootyönä.

Oppimisen ja opettamisen haasteita

Opetus- ja kulttuuriministeriön kansliapäällikkö **Anita Lehikoinen** kertoi videohaastattelussa, että hallitusohjelmaneuvoitteluita varten oli kaksi kärkeä: osaamisen taso ylös ja koulutustaso ylös. Tavoitteena on kiinnittää huomiota perusasioihin alkaen varhaiskasvatuksesta ja jatkuksen läpi koko perusopetuksen. Tuetaan laskemista, lukemista, kirjoittamista ja yleensäkin koko oppimista. Matematiikasta, luonnontieteistä ja tekniikasta on laadittu koko koulutusketjun läpäisevä kansallinen strategia.

Euroopan koulutussäätiön johtaja **Pilvi Torsti** avasi videopuheessaan globaalia, eurooppalaista ja Suomessa käytävää keskustelua koulutuksesta ja työn tulevaisuudesta. Hän nosti esille kolme teemaa: Covid-pandemian, joka toi esille monia kehityspiirteitä ja myös muutti koulutuksen maailmaa, koulutuksen nousemisen aiempaa korkeamman tason globaaliksi keskustelunaiheeksi ja siirtolaisuuden, jossa ilmaston muuttumisesta seuraava ihmisten liikkuminen tuo lähitulevaisuudessa valtavia paineita eri maiden koulutusjärjestelmille.

EU:n sisällä merkittäviä asioita ovat väestön rakenne ja ikääntyminen. Kaikki maat ovat siinä tilanteessa, että enää ei löydy tarvittavaa työvoimaa. Toinen merkittävä asia on nk. kaksoissiirtymä, eli samanaikainen vihreä siirtymä ja digitaalinen siirtymä. Kolmantena merkittävänä asiana on se, että monissa maissa on todettu, että erityisesti naisia ja nuoria hyödyttää, jos työmarkkinoille pääsyn edellytyksenä on osaaminen, eivätkä pelkästään muodolliset tutkinnot.



KESÄN BEST SELLER

MAL on julkaissut kirjan **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 osoitteen mukaan. Tällöin tulee pyytää erillinen tarjous painotalolta.

Teknoliateollisuus ry:n osaamispolitiikan johtaja **Leena Pöntynen** kertoo kansallisesta LUMA-strategiasta. Se valmistaa oppilaat kohtaamaan tulevaisuuden haasteet. Vahva matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen on edellytys tutkimukselle ja innovaatioille. Tätä seikkaa strategia tukee.

LUMA-keskus Suomen hallinnosta **Maija Aksela** et al. kertoo LUMA-keskus Suomi-verkoston toimenpiteistä. LUMA mottona on ”Yhdessä olemme enemmän”.

Matematiikan ja fysiikan lehtori **Piia Haapsaaren** kirjoituksen otsikkona on ”Näkökulmia kentältä – miten paikataan valuvikoja? Kirjoituksessa esitetyt keskeiset seikat siirtyivät suoraan tämän kirjan suosituksiin.

Kirsi-Maria Vakkilainen kertoo LUKEMA-verkostosta, joka on lukion matematiikan ja luonnontieteen kehittämisverkosto. Verkosto on tuottanut Lukemaverkosto.fi-sivustolle erilaista opettamiseen liittyvää materiaalia.

MALin hallituksen puheenjohtaja **Esko Juuson** artikkelin otsikkona on ”Opetuksen kehittäminen on avainasemassa kestävässä kehityksessä”. Erityisesti hän korostaa meneillään olevaa toimintaympäristön voimakasta muutosta.

Seminaarisarja

Ensimmäisen, lokakuussa 2022 Oulussa järjestetyn seminaarin tavoitteena oli vahvistaa lasten matematiikkataitoja ja tukea opettajia matematiikan opetustyössä. Seminaari sisälsi paneelikeskustelun, ständejä ja vapaa-aikeista keskustelua kahvitilun lomassa. Seminaari keräsi noin 150 kuulijaa ja se striimattiin nettiin.

Tampereella maaliskuussa 2023 järjestetty seminaari oli lähes koko päivän tapahtuma. Sen sisältö painottui yläkoulun matematiikan, fysiikan, kemian, tietotekniikan ja yritys yhteistyön näkökulmaan. Aamupäivä tarjosi nuorille mahdollisuuden tutustua koulutusta tukevien yhteisöjen toimintaan ja teknologian mahdollisuuksiin. Iltapäivän tilaisuus oli suunnattu opettajille ja se striimattiin, joten siihen saattoi osallistua myös etänä. Tilaisuudessa oli eri toimijoiden lyhyitä puheenvuoroja. Myös silloinen opetusministeri **Li Andersson** esiintyi ja puheessaan käsittelee koululaisten osaamista. Illan paneelikeskustelussa aiheena oli matematiikan osaaminen.

Raumalla kesäkuussa 2023 järjestetyn seminaarin otsikkona oli ”Takaisin Pisan huipulle”. Tilaisuus alkoi jo edellä esitetyillä puheenvuoroilla (Anita Lehikoinen, Pilvi Torsti). Tilaisuudessa oli lisäksi kaksi paneelikeskustelua ja yksittäisiä puheenvuoroja.

Porissa kesäkuussa 2023 järjestetty Suomi-areenan tilaisuus otsikolla ”Kaipaako matikka tiktokkia vai karttakeppiä?” summasi yhteen aikaisempien seminaarien aiheita. Esillä olivat mm. matemaattis-luonnontieteellisen ajattelun edistäminen, ja se, miksi matematiikan ja luonnontieteiden kiinnostavuuden on annettu romahtaa.

Matematiikan oppimisolustat

Sähköisiä oppimateriaaleja on kehitetty Suomessa jo toistakymmentä vuotta. Niiden käyttö lähti merkittävään kasvuun lukion siirryttyä sähköisiin ylioppilaskirjoituksiin.

Studeassa (silloisessa Tablettikoulussa) alkoi sähköisten oppimateriaalien kehittäminen, koska siellä nähtiin, että digitalisuuden avulla voidaan entistä monipuolisemmin tukea sekä opettajan työtä, että opiskelijan oppimista.

Matemaattisten aineiden opettamiseen on kehitetty useita oppimisolustoja. Niiden tarkoituksena on tukea opettajien työtä ja tarjota välineitä oppimisen seurantaan. Yksi niistä on MAOL2, joka on MAOLin kehittämä opettajilta opettajille suunnattu palvelu. Alusta tarjoaa mm. kattavat kertausmateriaalit matematiikkaan, fysiikkaan ja kemiaan ja soveltuu niin lukioiden, yläkoulujen kuin ammattikoulujenkin opetukseen.

Ville (Visual Learning Environment) on Turun yliopistossa kehitetty oppimisympäristö, joka sisältää eri oppiaineisiin tarkoitettuja harjoitteita sekä näiden tehtävien suorittamisesta kertyvän tiedon oppimisanalytiikkaa.

eMathStudioossa on tarjolla kattavasti valmiita materiaalia yläkoulun matematiikasta lukioon saakka. Ohjelman osaamiskartoituksella voidaan mitata opiskelijan matematiikan osaamista sisältöalueittain. Materiaali on kurssikohtaisesti opettajan muokattavissa.

TOMA – Toinen mahdollisuus numerotaitoisuuden oppimiselle, tarjoaa tukiovetusmateriaalia koulu-matematiikan perusasioiden opettamiseen ja kertaamiseen, sellaisessa muodossa, että sitä on helppoa ja nopeaa käyttää arjessa. •



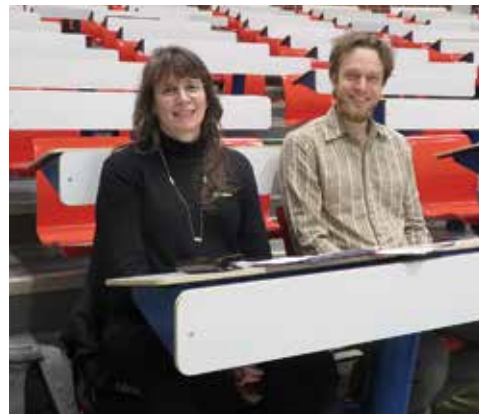
Piia Haapsaari, Jan Lundell



Tuula Havonen



Mari-Leena Talvitie



Matemaattinen ajattelu ja ongelmanratkaisukyky luovien ratkaisujen kehittämisessä

Teknillinen tiedekunta lukeutuu Oulun yliopiston suurimpiin ja meillä opiskelee yhteensä noin 2 900 opiskelijaa. Vuosittain tiedekunnasta valmistuu yhteensä noin 300 kandidaattia ja 300 diplomi-insinööriä, filosofian maisteria ja arkkitehtiä.

Matematiikan sanan alkuperä kumpuaa kreikkalaisesta sanasta ”mathema”, joka merkitsee oppimista tai tietoa. Antiikin ajan kreikkalaiset filosofit käyttivät tätä termiä viitattaessaan matemaattiseen oppimiseen ja tiedon hankkimiseen. Kun katsomme historiaa taaksepäin, voimme nähdä matematiikan roolin keskeisenä osana ihmiskunnan kehitystä. Antiikin Kreikassa Eukleides muotoili geometrian perusteet ja Pythagoras esitti kuuluisan lauseensa. Näitä saavutuksia kunnioitetaan edelleen matematiikan perustana.

Nykyään matematiikka on olennainen osa teknillistä tiedekuntaa. Se ei ole pelkästään laskemista ja kaavoja, vaan se on myös abstrakti ajattelutapa, joka auttaa meitä ymmärtämään maailman monimutkaisuutta. Matematiikka on avain moniin tieteellisiin ja teknologisiin läpimurtoihin, ja se on väline, joka avaa oven uusille innovaatioille ja keksinnöille.

Tietotekniikan ja tietokoneiden kehitys on muuttanut matematiikan roolia merkittävästi. 1950-luvulla lentokoneen siiven lujuuslaskentaan perehtynyt insinööri totesi alan julkaisussa, että jos yhtälöryhmässä on yli 50 tuntematonta, on sen ratkaisemisessa syytä käyttää tietokonetta. Viime vuosikymmenen teknillistä laskentaa ja sen laadunvarmistusta on popularisoitu mm. Yhdysvaltojen Manhattan- ja Apollo-projekteja kuvaavissa Hollywood-tuotannoissa *Oppenheimer* ja *Hidden Figures*, joita suosittelen lämpimästi. Tälle vuosikymmenelle tullessa tuntemattomia saattaa lineaarisessa yhtälöryhmässä hyvinkin olla miljoonia tai jopa miljardi.

Viimeiset vuosikymmenet olemme eläneet niin sanotun deterministisen laskennan aikaa – samasta aritmeettisesta laskusta on saatu aina sama lopputulos. Ensimmäisten Pentium-prosessorien liukulukuyksikössä ollut virhe oli kuitenkin merkittävä tapaus tietokoneiden ja matematiikan historiassa. Vuonna 1994 paljastui, että eräät Intelin valmistamat Pentium-prosessorit saattoivat tehdä virheitä tietyissä liukulukulaskelmissa, koska niiden toimintaa oli optimoitu liian pitkälle laskentatehon parantamiseksi.

Intel aluksi vähätteli ongelmaa ja väitti, että se esiintyisi vain erittäin harvoin eikä sillä olisi merkitystä suurimmalle osalle käyttäjiä. Kuitenkin matemaatikot ja insinöörit ympäri maailmaa olivat huolissaan virheen potentiaalisista seurauksista, erityisesti tieteellisissä

ja teknisissä sovelluksissa, joissa pienet virheet voisivat johtaa suuriin seurauksiin. Lopulta Intel muutti kantaansa ja ryhtyi vaihtamaan virheellisiä prosessoreita niille, jotka vaativat sitä. Yhtiö arvioi, että tämä vaihto-ohjelma maksoi sille noin 475 miljoonaa dollaria.

Vanhemmat mekaaniset tietokoneet vioittuivat myös usein, jolloin samat laskut eivät aina tuottaneet samoja lopputuloksia. Nykyaikaisessa suurteholaskennassa alkaa esiintyä vastaavia tilanteita; rinnakkaislaskennassa komponenttien määrän kasvaessa myös vikaantumistodennäköisyys kasvaa, mikä heikentää laskennan luotettavuutta. Puhumattakaan kvanttilaskentaan liittyvistä epävarmuuksista, jotka tuovat mukanaan vielä suurempia haasteita tulosten toistettavuudelle.

Teknillisen tiedekunnan opiskelijoina matematiikan oppiminen ei ole vain opintojen osa, vaan se on myös tärkeä työkalu tulevissa urissa. Matemaattinen ajattelu ja ongelmanratkaisukyky ovat arvokkaita taitoja niin insinöörیتیeteissä kuin monilla muillakin aloilla. Ne auttavat meitä purkamaan monimutkaisia ongelmia pienempiin osiin ja löytämään luovia ratkaisuja.

Matematiikkaa tarvitaan ja sitä sovelletaan käytännössä kaikilla aloillamme liittyen esimerkiksi materiaali- ja lujuusoppiin tai kemiallisiin reaktio- ja kuljetusyhtälöihin. Kilpailu matemaattisesti lahjakkaita opiskelijoista on viime vuosina hieman kiristynyt, mm. koska tekniikan alan aloituspaikkoja on lisätty eikä aivan kaikkia paikkoja saada täytetyiksi. Samaan aikaan nk. avoin väylä tarjoaa hyvän mahdollisuuden tutustua ja hakeutua yliopistoon tutkinto-opiskelijaksi suorittamalla kursseja avoimessa yliopistossa.

Joka tapauksessa teknillinen tiedekunta tarjoaa opiskelijoilleen mahdollisuuden syventää ja laajentaa matemaattista osaamistaan monilla eri kursseilla ja tutkimushankkeissa. Meillä on myös ammattitaitoisen opetushenkilökunta, joka on sitoutunut auttamaan opiskelijoita matematiikan haasteiden voittamisessa.

Antti H. Niemi professori, va. dekaani
Oulun yliopiston teknillinen tiedekunta



Panelistit Sari Harmoinen, Leo Pahkin, Leena Pöntynen ja Jussi Tyni



IMC 2023 – matematiikkakilpailussa Bulgariassa

Tässä tarina siitä, miten minut lisättiin mysteriseen Telegram-ryhmään, jonka kautta päädyin matematiikkakilpailuun bulgarialaiseseen pikkukaupunkiin!

Miten päästä Blagoevgradiin?

Syksyn 2022 matematiikan ja fysiikan opiskelijoiden IntegraatioFesteillä täällä Tampereella kävin kännissä ja läpällä mysteirisessä ”IMC-karsintakilpailussa”, joka järjestettiin yliopiston kampuksella. Eteeni asetettiin paperi, jossa oli viisi melko yksinkertaista matemaattista pulmaa. Näistä kolme sain ratkaistua, ja tämän menestyksen perusteella (?) minut myöhemmin lisättiin yhtä mysteriseen ”IMC”-nimiseen Telegram-ryhmään. Vasta myöhään keväällä 2023 minulle paljastui mitä tämä kirjainyhdistelmä merkitsi: International Mathematics Competition! Tarkoituksena olisi siis lähteä edustamaan Suomea yliopisto-opiskelijoille tarkoitettuun kilpailuun Bulgarian Blagoevgradiin.

Käytännön järjestelyjä matkalle hoiti SFMO:n Eppu Heinonen, kiitokset tästä hänelle! Kilpailutiimiin päätyi lopulta minun lisäksi Aalto-yliopistosta neljä opiskelijaa sekä matematiikan lehtori, joka toimi joukkueen ”team leaderinä”. Joukkueeseen ei ollut mitään virallista karsintakilpailua. Nämä fyysikkokilpailu teekkarit kuitenkin hyväksyivät orvon tamperelaisen luonnontieteilijän oikein mukavasti joukkoon mukaan.

Entä rahat? Lennot Helsingistä Sofiaan ja takaisin maksoivat yhteensä reilut 600€, ja kilpailu osallistumismaksu on 500€, joka kattoi majoituksen kampuksella, bussikuljetukset Sofian ja Blagoevgradin välillä, ruokailut sekä ekskursion. Matkalle saatiin sponsoritukea Suomalaisen Tiedeakatemian matematiikan rahastolta, SFMO:lta sekä (minulle) Tampereen yliopiston tietotekniikan laitokselta. Loppujen lopuksi omaa maksettavaa jäi lentojen varauspäivästä riippuen 100-200€. Tämän lisäksi rahaa ei osallistumismaksun kattavuuden ja paikallisen hintatason vuoksi kulunut paljoakaan. Suomalaista sielua ilahdutti esimerkiksi nähdä kauppoissa kahden litran olutpulloja hintaan 1,10€ / kpl.

Viisi päivää Blagoevgradissa

Matka kesti kaiken kaikkiaan seitsemän päivää, joista kaksi kului matkustamiseen. Alku- ja loppuseremonioiden sekä kahden kilpailupäivän lisäksi matkaan kuului eks-



kursio upeaan vanhaan luostariin keskellä Bulgarian vuoristoa, mikä oli itselleni yksi reissun kohokohdista. Näiden ulkopuolella oli runsaasti vapaa-aikaa, jota kulutettiin esimerkiksi vaeltamalla viereisillä kukkuloilla, pelaamalla pingistä kampuksen kellarissa ja (kuulemma) nauttimalla paikallisesta ruoka- ja juomakulttuurista.

Itse kilpailuista tuli vahvat flashbackit pitkän matematiikan YO-kokeeseen. Kuusi tuntia luokkahuoneessa, kynä, paperia ja vesipullo. Tekemistä kyllä riitti, sillä tehtävien vaikeustaso oli, no, mitä odottaisit kansainvälisessä matematiikkakilpailussa. Iso osa tehtävistä oli käytännössä matemaattisella kielellä ilmaistuja loogisia pulmia, joissa haaste oli yksittäisen ”kikan” keksimisessä, jonka avulla tehtävä ratkeaisi melko helposti. Toisaalta esimerkiksi peruskoulu- ja lukiotason matematiikkakilpailuihin verrattuna täällä odotettiin paljon parempaa tuntemusta alueiden keskeisistä lauseista ja matemaattisista ”työkaluista”. Jos kysymyksen aihealue ei ollut entuudestaan kovin tuttu, arvailulla ja omalla päättelyllä ei ollut toivoa päästä kovinkaan pitkälle. Loppupään tehtävät olivatkin sitten jo niin vaikeita, että niistä täydet pisteet sai neljästä sadasta osallistujasta vain pari neroppattia.

Kannattaako mennä Blagoevgradiin?

No, kiinnostaako melkein ilmainen viikon loma Bulgariassa? Tapahtumassa on kilpailusta huolimatta rento tunnelma, ja jos matematiikka on lähellä sydäntäsi, pääset siellä kunnolla nörtteilemään ja verkostoitumaan muiden opiskelijoiden kanssa. Kilpailijoita oli paikan päällä yllät-

tävän kattavasti ympäri maailmaa, ja oli hauska tutustua ja hengaila heidän kanssaan. Krääsää tarttui mukaan myös mukavasti, mm. kaksi paitaa sekä bluetooth-kajari.

Jos haluaa oikeasti pärjätä kilpailussa, suosittelen vahvasti viime vuosien kysymysten harjoittelemista ja englanninkielisen matemaattisen sanaston opettelu. Taustatietoa on tietenkin hyvä olla; esimerkiksi reaali-analyysin perustulokset on hyvä muistaa ulkoa, kuten myös yleisimmät epäyhtälöt. Mitään mieletöntä ei periaatteessa tarvita, sillä matematiikan perusopinnoilla ja pakollisilla aineopinnoilla pääsee jo pitkälle. Kilpailu-matematiikkahan on luonteeltaan aika erilaista verrattuna yliopiston kurssien harjoitustehtäviin, ja pelkän tiedon lisäksi tarvii puhdasta nokkeluutta ja ”out-of-the-box” -ajattelukykyä. Netistä löytyy kyllä hyvin teoksia ja tehtäväsarjoja, joiden avulla voi harjoitella juuri tällaisia taitoja.

Olisi hauska, jos IMC olisi hieman näkyvämpi suomalaisille matematiikan opiskelijoille, itsehän päädyin kilpailuun melkein vahingossa. Säännöllisempi osallistuminen, joukkueiden koon kasvattaminen ja mahdollinen kilpailumenestys voisi myös tehdä rahoituksen hakeemisesta luotettavampaa. Jos IMC:hen osallistuminen tai matematiikan opiskelu ylipäättäänsä kiinnostaa, lisätietoa voi saada artikkelin kirjoittajalta Telegramissa @matskuman5, tai saapumalla syksyn IntegraatioFesteihin Lappeenrantaan, jossa kilpailumatematiikkaa voi harjoitella Juo ja derivoi -kilpailussa!

Odotukseni olivat harjoittelun puutteesta johtuen olemattomat. Petyin silti. •

Problem 1. Find all functions $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ that have a continuous second derivative and for which the equality $f(7x + 1) = 49f(x)$ holds for all $x \in \mathbb{R}$.

Problem 6. Ivan writes the matrix $\begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$ on the board. Then he performs the following operation on the matrix several times:

- he chooses a row or a column of the matrix, and
- he multiplies or divides the chosen row or column entry-wise by the other row or column, respectively.

Can Ivan end up with the matrix $\begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$ after finitely many steps?

Molempien päivien ensimmäiset tehtävät. Ratkaisut ja (uskaliaille) loput tehtävät löytyvät täältä: <https://www.imc-math.org.uk/?year=2023&item=problems>.

PILKKU

TEKin pilkunviilaajat - rakkaudesta suomen kieleen ja tekniikkaan

Kuva: Pixabay

TEKin pilkunviilaajat saivat oman kerhonsa keväällä 2023. Perustajajäsenet olivat useassa aiemmassa yhteydessä todenneet, että TEKin pilkunviilaajat tarvitsisivat oman kerhonsa, ja huhtikuussa 2023 Johanna Ahopelto kutsui perustamiskokouksen koolle.

Pilkun perustamiskokous järjestettiin TEKin silloisen Jäsen- ja järjestövaliokunnan kokouksen jälkeen Helsingissä 13.4.2023. Kerhon puheenjohtajaksi valittiin **Johanna Ahopelto**, varapuheenjohtajaksi **Ilkka Raatikainen**, sihteeriksi **Lars Miikki** ja rahastonhoitajaksi **Martti Annanmäki**.

Perustamiskokouksessa päätettiin, että Pilkkukerhon tarkoituksena on kiinnittää huomiota suomen kielen puhtauteen, erityispiirteisiin sekä kielen käyttöön erityisesti tekniikan alalla sekä toimia jäsentensä yhdyssiteenä, seurata ja edistää alansa ja yleensä tekniikan kehitystä Tekniikan Akateemiset ry:n sääntöjen 2§ hengessä.

Mainittujen sääntöjen mukaisesti TEKin tarkoituksena on toimia diplomi-insinöörien, arkkitehtien ja muiden jäsentensä yhdyssiteenä ja tukea näiden yhteisiä pyrkimyksiä, valvoa jäsentensä yleisiä etuja, edistää teknillisiä tieteitä, tekniikkaa ja teollisuuden kehittämisen yleisiä edellytyksiä, edustaa alan asiantuntemusta sekä toimia maan talouselämän yleisten edellytysten kehittämiseksi ihmisen ja hänen elinympäristönsä parhaaksi. Tähän myös Pilkku pyrkii osaltaan.

Ensimmäisenä jäsentilaisuutenaan Pilkku järjesti syyskuussa 2023 Pilkusta asiaa 1 -keskustelutilaisuuden. Kaikille avoimessa hybriditilaisuudessa suomen kielen merkityksestä ja asemasta tieteen ja tutkimuksen kielenä TEKin Tohtori-kokoustilassa Pasi-

lassa ja Teamsin välityksellä muualle Suomeen alusti kustantaja, tietokirjailija ja kääntäjä **Kimmo Pietiläinen**. Hänen perustamansa Terra Cognita -kustantamo on julkaissut erityisesti ulkomaista luonnontieteellistä, teknistä ja matemaattista kirjallisuutta suomeksi käännettynä. Pietiläinen on suomentanut yli 150 tietokirjaa.

Illan aikana keskustelimme suomen kielen merkityksestä ja asemasta tieteen ja tutkimuksen kielenä ja kuulumme tietokirjallisuuden suomentamisesta ja pohdimme suomenkielisen tietokirjallisuuden merkitystä nyt ja tulevaisuudessa. Tilaisuus avasi Pilkusta asiaa -luentotilaisuuksien sarjan, jonka ydinteemana on rakkaus suomen kieleen ja tekniikkaan.

Marraskuisen Pilkusta 2 -tilaisuuden asiantuntijapuheenvuoron pitäjäksi ja keskustelunavaajaksemme lupautui dosentti, kielitieteilijä ja tietokirjailija **Janne Saarikivi**, joka on toiminut mm. Helsingin yliopiston Suomen kielen, suomalais-ugrialaisten ja pohjoismaisten kielten ja kirjallisuuksien laitoksen professorina. Saarikivi on myös kolumnisti ja ahkera yhteiskunnallinen keskustelija. Keväällä 2023 hän laati opetus- ja kulttuuriministeriön asettamana selvityshenkilönä selvityksen kansalliskielten asemasta yliopistoissa.

Tilaisuudessa Saarikivi kertoi selvitystyönsä tuloksista, suomen kielen asemasta tieteen ja tutkimuksen kielenä sekä sen merkityksestä luovuudessa. Lopuksi pohdimme yhdessä suomenkielisen tekniikan alan sanaston ja kirjallisuuden merkitystä nyt ja tulevaisuudessa. Parituntinen tilaisuus vierähti ohi niin nopeasti, että yleisö pyysi tilaisuudelle jatkoa lähitulevaisuudessa.

Maaliskuussa 2024 Pilkusta asiaa 3 sai otsikokseen ”Suomen kieli käytettynä, pitääkö olla huolissaan?” ja alustajanamme toimi kielitieteilijä, tietokirjailija **Vesa Heikkinen**. Illan keskustelun teemoina olivat suomen kielen uhkakuvat - onko uhkana englantia, onko se lukemisen väheneminen ja sanavaraston supistuminen, onko se kielen ns. höttöistyminen (epätäsmällisyys,

abstraktisuus, monitulkintaisuus, väärinymmärtämiset), onko se some, joka suosii nopeaa kuvallista informaatiota, ovatko ne lukuisat erikoiskielet (mm. tekniikan, talouden, juridiikan, harrastusten ym. kielet), jotka valtaavat alaa yhteiseltä yleiskieleltä? Lähes 30 etä- ja läsnäosallistujaa pohti asiaa parin tunnin ajan innokkaasti keskustellen.

Koneen Säätiön tiede- ja taiderahoituksen johtaja **Kalle Korhonen** kertoi toukokuussa järjestetyssä Pilkusta asiaa 4 -hybriditilaisuudessa suomenkielisen Vuoden Tiedekynä -palkinnon syntyhistoriasta ja tavoitteista. Koneen Säätiö myöntää Vuoden Tiedekynä -palkinnon vuosittain tieteellisestä julkaisusta, jossa suomen kieltä on käytetty erityisen ansiokkaasti ja palkinnon tarkoitus on tukea suomenkielistä tieteellistä kirjoittamista ja nostaa sen arvostusta.

Palkinnon perusteluista löytyikin useita yhtymäkohtia Pilkun esiin nostamiin tärkeisiin näkökohtiin. Illan aikana nostimme myös esiin mm. huolen siitä, miten erityisesti tekniikan alalla olemme vapaaehtoisesti luopumassa suomenkielisestä korkeimmasta koulutuksesta, opetuksesta ja myös osaamisesta, ja yhä kiihtyvämällä tahdilla. Yleisö piti olennaisena sitä, että myös suomenkielistä tutkimusta arvostetaan ja tuodaan esiin laadultaan tasavertaisena englanninkielisten tutkimusten rinnalla.

Syksyllä jatkamme jälleen Pilkusta asiaa -tilaisuuksiemme järjestämistä. Toivotamme kaikki suomen kielestä ja tekniikasta kiinnostuneet mukaan tilaisuuksiimme ja myös Pilkun jäseniksi! MALin jäsenkuntaa onkin jo liittynyt mukaan ilahduttavissa määrin. Otamme myös mielellämme vastaan ehdotuksia kiinnostavista alustajista seuraaviin Pilkusta asiaa -tilaisuuksiimme! •

Johanna Ahopelto

Pilkun puheenjohtaja
pilkku.tek.fi

MALin ekskursio Loviisaan

MAL:n ekskursiolle Loviisaan oli ilmoittautunut 17 osallistujaa. Ryhmä nousi linja-autoon ja lähti Mikonkadun tilausajolaiturista aikataulussa klo 8:30 kohti Loviisaa kuljettajamme Bjarnen kyydissä. Matka taitui nopeasti ja saavuimme ensimmäiseen kohteeseemme klo 10 tutustumaan Loviisan ydinvoimalaan. Tämä tapahtui toki Fortumin näyttelyhuoneistossa Loviisan keskustassa, koska vain harvoilla on enää pääsy voimalan alueelle.

Saimme tuhden paketin tietoutta ydinvoimalan historiasta ja tekniikasta Fortumin edustajien **Mian** ja **Taijan** opastuksella. Lisäksi tapahtuman toinen järjestäjä **Taneli Prittinen** kirjoitti kaikille jaettavaksi erittäin ansiokkaan selostuksen Suomen ja erityisesti Loviisan ydinvoimalan vaiheista.

Pää pyörällä uudesta tiedosta olikin hyvä jatkaa lounaalle Bistro Kronaniini, jossa meille tarjottiin maittava lounas hyvässä seurassa. Vatsa täynnä olikin hyvä jatkaa tutustumista Loviisaan.

Tässä vaiheessa joukkoon liittyi **Maija Hanson** Loviisan Oppaat ry:stä. Istuimme bussissa ja päät pyörivät kuin tutkapallot Bjarnen ohjatessa bussia kapeilla kaduilla Maijan selostaessa Loviisan nähtävyyksiä. Tuuksi tulivat niin suola-aitat kuin Ungernin ja Rosenin maalinnakkeet.

Tämän jälkeen oli vuorossa kahvitauko Tuhannen tuskan kahvilassa, jossa saimme nauttia kahvi posliinikupeista maukkaan raparperi-toscapiirakan kera. Yritimme urkkia reseptiä, mutta se jäi edelleen salaisuudeksi. Tästä olikin hyvä jatkaa matkaa kohti viimeistä etappia eli Malmgårdin kartanoa. Kartanossa meitä opasti itse kreivi **Henrik Creutz**, joka kertoi kartanon vaiheista ja suvun historiasta. Ennen kotimatkan alkua piipahdimme vielä kartanon puodissa, jossa oli tarjolla kartanon omia luomutuotteita. Puodista oli mahdollista ostaa esim. erilaisia viljatuotteita sekä kiinteässä että nestemäisessä muodossa. Monen reppuun sujahti Malmgårdin oman panimon olutta sekä erilaisia luumujauhoja ja puurohiutaleita. Matkanjohtajalla oli vielä yksi yllätys ennen paluuta Helsinkiin. Jokainen sai kotiin viemisiksi tuoreen Hardomin saaristolaisleivän. Oli ihan pakko maistaa heti kotiin päästyä ja hyvää oli!

Merja Korpela sai lopuksi osallistujilta ansaitut kiitokset hyvin järjestetystä matkasta. •





Kaukolämpöä ydinvoimalla?

VTT:llä harjoitetun pienydinvoimaloiden tutkimuksen spin-offina on toimintansa toukokuussa 2023 aloittanut Steady Energy Oy, jonka tuotteena on kaukolämmön tuotantoon erikoistunut pieni ydinvoimala LDR (Low temperature District heating Reactor). Kiinnostusta on jo löytynyt ainakin Helsingistä ja Kuopiosta. Pienreaktoriteknologiavetäjä Ville Tulkki VTT:ltä kertoi MAL-lehdelle LDR-kehityksen taustoista ja historiasta.

Kuva: Pixabay

Mistä teholuokasta tässä puhutaan?

Pienreaktorit ovat sateenvarjotermit, jonka alle mahtuu paljon erilaisia teknologioita ja ratkaisuja. Perinteisesti niissä puhutaan ydinreaktoreista, joiden sähköteho per reaktori on 300 megawattia tai alle, ja joiden valmistuksessa pyritään hyödyntämään sarjatuotantoa ja modulaarisuutta. Käytännössä termistä on tullut suosittu ja sitä on haluttu käyttää alkuperäistä määritelmäänsä laajemmin, esimerkiksi brittiläisen Rolls Roycen SMR on sähkötehoaan 470 MW. Kun puhutaan tuotetusta lämmöstä, nuo sähkötehot pitää kertoa noin kolmella, jolloin on aika selvää, että pienreaktoreiden skaalan isommassa päässä olevat reaktorit ovat turhan suuria suureen osaan suomalaisia kaukolämpöverkkoja ainakin pelkässä lämmöntuotannossa. Kaukolämpöverkkojen mittakaavaa lähempänä ovatkin kymmenien megawattien mikroreaktorit.

Monet mikroskaalan reaktorit, joita maailmalla kehitetään, perustuvat jäädytteisiin ja polttoaineen muotoihin, jotka ovat eri kuin nykyisin käytössä olevissa ydinvoimaloissa. Näillä uusilla teknologioilla mahdollistetaan korkean lämpötilan tuotanto esimerkiksi teollisuuden ja vedyntuotannon tarpeisiin. Kaukolämmön tuotannossa vaaditaan kuitenkin matalampia lämpötiloja kuin sähköntuotannossa, jolloin perinteinen kevytesiteknologia on hyvin riittävä. Suomalaisen kaukolämpöverkkojen vaatima teho yksittäisessä tuotantopisteessä on kymmenistä megawateista muutama sataan kaupungin koosta riippuen.

VTT:llä kun aikanaan lähdimme selvittämään ydinenergian käyttöä kaukolämmön tuotannossa, niin nopeasti havaitsimme, että eurooppalaisiin kaukolämpöverkkoihin soveltuvaa reaktoria ei ole markkinoilla. Niitä oli kehitetty aiemmin, esimerkiksi suomalais-ruotsalainen SECURE 1970-luvulla, mutta konseptit olivat jääneet historiaan. Aloitimmekin työn LDR-reaktorin esisuunnittelussa vuoden 2020 alussa jotta voisimme tarjota jotain konkreettista aiheesta kiinnostuneille mahdollisille loppukäyttäjille ja alihankintaketjun toimijoille.

Missä suhteessa pienydinvoimalat ovat suuria yksinkertaisempia? Toisaaltahan usein puhutaan "skaaladusta". Onko esimerkiksi reaktorin turvallisuus oleellisesti helpompaa taata?

Ydinenergian turvallisuuden peruspilarit ovat reaktorin tehon hallinta, jälkilämmön poistaminen, ja radioaktiivisten aineiden leviämisen estäminen. Monissa onnettomuustilanteissa jälkilämmön poistaminen on keskeistä, jotta voidaan välttyä reaktorin vahingoittumiselta. Pienreaktoreissa on pienemmät reaktorit, ja jo fysikaalisesti jälkilämmön poistaminen on helpompaa: reaktorin lämpöteho on suhteessa sen tilavuuteen, kun taas lämpö poistuu suhteessa ulkopinta-alaan. Lisäksi pienemmät tehot mahdollistavat niin kutsuttujen passiivisten, eli luonnonvoimiin kuten tilavuuseroihin ja painovoimaan perustuvien, turvallisuustoimintojen käytön. Tällöin pienreaktoreissa voidaan vaadittu turvallisuustaso taata periaatteessa yksinkertaisemmillä ratkaisulla, joiden kautta pyritään saamaan kustannusetua.

Pienreaktoreilla on yhä haasteensa suuruuden ekonomiaa vastaan kilpaillessa pelkässä sähköntuotannossa. Siksi monilla pienreaktoreilla onkin tarkoitus tehdä myös muita energiapalveluita kuin pelkkää sähköntuotantoa verkkoon: paikallisen tehon ja lämmön tarve teollisuudelle, vedyntuotantoa, vedenpuhdistusta, tai kaukolämpöä. VTT:n ydinkaukolämpötarkastelut lähtivät aikanaan liikkeelle, kun teimme sisäisessä projektissa vuonna 2017 selvitystä siitä, mitkä olisivat pienreaktoreiden potentiaaliset käyttökohteet Suomessa. Silloisilla oletuksilla näytti siltä, että pelkkä sähköntuotanto ei Suomessa olisi pienreaktoreiden keskiössä, mutta kaukolämpö ja vedyntuotanto nousivat lupaaviksi käyttökohteiksi.

Onko lämpöydinvoimala pientä sähköntuotanto-voimaa yksinkertaisempi muutenkin, kuin että turbiinit ym. sähköelementit vain puuttuvat?

Jos tuotetaan vain kaukolämmön vaatimaa vähän päälle sadan asteen lämpötilaista lämpöenergiaa sähkön sijaan,

mahdollistuvat paljon sähköntuotantoa kevyemmät rakenteet. Ydinreaktoreissa jäädytteenä toimiva vesi ei saa kiehua liikaa, jolloin sähköä tuottavissa reaktoreissa primääripiirin paineet ovat seitsemästä viiteentoista megapascalin riippuen siitä onko kyseessä painevesi- vai kiehutusreaktori. Kaukolämpöreaktorissa vastaava primääripiirin paine on alle yhden megapascalin, jolloin rakenteiden rasitukset ovat paljon pienempiä ja ne voidaan valmistaa kevyemmiksi. Mittaluokan hahmottamiseksi: kaukolämpöverkossa käytettävien rakenteiden pitää mitoitaa 16 barin eli 1,6 megapascalin paineeseen – eli periaatteessa suurempaan kuin mikä olisi painetaso kaukolämpöreaktorissa.

Matala lämpötila mahdollistaa myös innovatiiviset turvallisuustoiminnot, ja LDR:n jälkilämmön poisto perustuu VTT:llä innovoituun ratkaisuun osittain vedellä täytetystä paineastian välitilasta, jolle on myönnetty patentti. Normaalityn primääripiirin matalat lämpötilat pitävät välitilan veden nestemäisenä, mutta jos normaali lämmönpoisto estyy ja primääripiirin lämpö nousee, alkaa välitilan vesi kiehua ja lauhtuessaan ulkoisen altaan jäädyttämään seinään muodostaa tehokkaan, ilman ulkoista voimaa tai aktivointia toimivan, lämmönpoistotoiminnon.

Mahtuisivatko lämpövoimaloiden ydinjätteet samaan loppusijoitukseen Suomen isojen voimaloiden kanssa?

Yksi LDR-suunnittelun reunaehdoista oli se, että laitos käyttää kevytesitelaitoksen polttoainetta, jonka loppusijoitus on teknisesti ratkaistu. Jättemäärät lämpölaitoksissa ovat sellaisia, että kuvitteellisessa tilanteessa, jossa Suomen koko kaukolämpö tuotettaisiin ydinenergialla, niin jättemäärät olisivat verrannollisia yhden Olkiluodon reaktorin jätteisiin. Joten teknisesti ongelmaa ei ole. Suomessa nyt luvituksessa oleva Posivan loppusijoitusluola on tarkoitettu vain Posivan omistajien jätteille, ja jätehuolto mahdollisilla uusilla toimijoilla on asia mikä pitää ratkaista. •



Kuva: Wikipedia

Fysiikan nobelisti vierailulla Suomessa

Anne L'Huilier, yksi vuoden 2023 fysiikan Nobel-palkinnon saajista **Pierre Agostinin** ja **Ferenc Krauszin** ohella, kävi 6.3. vierailulla Helsingissä. Vierailu oli järjestetty yhteistyössä Suomen Akatemian, Suomalaisen Tiedekatemian, Suomen Tiedeseuran, Helsingin yliopiston, Aalto-yliopiston, Ranskan Suomen-suurlähetystön ja Ranskan instituutin kanssa.

Professori L'Huilier kävi ensin puhumassa lukio-laisille Helsingin Suomalais-Ranskalaisessa koulussa, jonka jälkeen hän suuntasi Helsingin yliopiston suureen saliin pitämään luentoa tutkimuksestaan Fysiikan päivien konferenssissa. Tämän jälkeen Ranskan suurlähetystö isännöi vastaanottoa nobelistin kunniaksi, myös MAL oli paikalla edustettuna hallituksen jäsenen ja jäsenpalveluvaliokunnan puheenjohtaja Taneli Prittisen muodossa.

Suurlähetystössä professori yllättyi siitä kuinka paljon ranskaa puhuvia suomalaisia tieteenekijöitä Helsingistä löytyi. Kutsuvierastilaisuuteen oli myös saapunut runsaasti vieraita erilaisista luonnontieteellisistä järjestöistä, mikä selvästi ilahdutti kutsuvierasta. Hän myös piti puheen osallistujille, muttei enää päivällisen luennon jälkeen kerrannut tutkimuksensa yksityiskohtia sillä lähes koko yleisö oli paikalla myös aikaisemmin yliopiston suuressa salissa.

Nobel-palkinnon saamisessa professori L'Huilieria liikutti paitsi itse palkinto, myös se että kovin moni

nainen ei ole saanut kyseistä kunniaa palkinnon historiassa ja hänellä oli nyt mahdollisuus olla etujoukoissa. L'Huilier oli vasta viides naispuolinen fysiikan nobelisti.

Tuoreen fysiikan Nobel-palkinnon saaneen kolmikunnan voittoisana aiheena olivat kokeelliset menetelmät atomekunnan pulssien luomiseksi elektronien dynamiikan tutkimiseksi aineessa. Jos etuliite atto ei ihan heti muistu mieleen, ei hätää, jopa allekirjoittanut ja professori L'Huilier joutuivat miettimään hetken keskustellessaan siitä mikä luku 10 potenssiin pitäisi sijoittaa. Atto siis merkitsee triljoonasosaa eli 10⁻¹⁸. Attosekunti ja sekunti ovat suhteessa yhtä etäällä toisistaan kuin sekunti ja unversumin ikä, skaaloja suhteuttaaksemme.

Koska elektronit viilettävät erittäin nopeasti atomien ytimissä, oli niiden liikkeestä mahdotonta saada tarkkaa kuvaa. Nämä elektronejakin nopeammat pulssit kuitenkin avaavat oven elektronien maailmaan ja ensimmäistä kertaa on mahdollista havainnoida niiden liikettä tarkasti ja ymmärtää niiden hallitsemia prosesseja atomissa.

Attosekuntifysiikka ei myöskään ole pelkästään teoreettinen kuriositeetti, vaan sillä on lähitulevaisuudessa mahdollista kehittää entistä tarkempia elektronimikroskooppeja ja paljon nopeampaa elektroniikkaa. Tämä mahdollistaa esimerkiksi sairauksien havaitsemisen paljon aikaisemmin kuin nykyisillä menetelmillä on mahdollista. •



Ilkka Norros

EU:n tekoälysäädös tulossa

Kuvat: Pixabay

Euroopan Unionin pitkään valmisteltu tekoälysäädös on viimeisten silausten vaiheessa ja astunee voimaan ennen syksyä. Valmisteluun kiinteästi osallistunut Anna-Mari Wallenberg kertoi MAL-lehdelle mielellään, mistä on kysymys.

Wallenberg väitteli tohtoriksi tieteenfilosofiasta ja toimii kognitiotieteen yliopistonlehtorina Helsingin yliopistossa. Tekoälyn kehitys rupesi 2010-luvulla etene-mään suurin hyppäyksin, ja sekä tekoälyhyype että kriittisten puheenvuorojen painokkuus nousivat voimakkaasti. Vuonna 2020 EU:n komissio katsoi aiheelliseksi tuottaa asiasta niin valmistajien kuin ihmisoikeusaktivistienkin näkökantoja huomioon ottavan white paper'in. Näin EU alkoi valmistella tekoälyn käytön sääntelyä. Suomessa valmistelua koordinoi Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM).

Ajatus, että tekoälyn käytölle on syytä luoda juridisia pelisääntöjä, ei tunnu toivottomalta, kun ajattelee, miten hyvin GDPR on omaksuttu turvaamaan henkilötietojen yksityisyyttä Euroopassa ja esimerkin voimalla osin muuallakin.

Toisaalta ei ole vaikea ymmärtää niitäkään, jotka pelkäävät EU:n sääntelevän itsensä hengiltä, kun tämän komission aikana on valmisteltu viittisen muutakin datasäädöstä. Wallenberg huomauttaa, että tekoälyn kehitys ei noudata teknologiateollisuuden normaaleja kaavoja kuten suurten aineellisten resurssien kokoamisen välttämättömyyttä: Internet, datakeskukset ja suurteholaskenta on jo nyt saatettu alustaksi, jolla asiantunteva ja innovatiivinen ja toimija voi tehdä pienillä omilla resursseilla suuria asioita.

Säädöksen rakenne

Wallenberg kertoo, että tekoälysäädöksen rakenne seuraa tuoteturvallisuuslainsäädännön logiikkaa. Eri-tyyppisiin sovelluksiin liitetään riskitasoja, ja kyseessä ovat riskit kansalaisten perusoikeuksien toteutumiselle.

Vaikeuksia oli toki jo tekoälyn määrittelemisessä. Lopulta päädyttiin käyttämään ”OECD:n määritelmää”: *tekoälykäs järjestelmä oppii itsenäisesti sääntöjä ja on toiminnassaan autonomisesti adaptiivinen (mukautuva).*

Riskitasoja on asetuksessa neljä:

- riski, jota on mahdoton hyväksyä
- korkea riski
- rajoitettu riski
- minimaalinen riski.

Riskit, joita ei voida hyväksyä

Säädös kieltää tekoälysovellukset, joiden voidaan katsoa selvästi uhkaavan ihmisten turvallisuutta, toimeentuloa ja perusoikeuksia. Esimerkkeinä mainitaan sosiaalinen pisteyttäminen hallitusten toimesta ja vaaralliseen käyttäytymiseen kehottavat puhuvat lelut.

Tässä yhteydessä on syytä huomata, että tekoälyn sotilaalliset sovellukset on rajattu säädöksen ulkopuolelle. Näidenkin sääntelyä maailmassa kyllä yritetään, sillä YK:n piirissä on käynnissä neuvotteluprosessi tappjarobotit kieltävästä sopimuksesta.

Korkea riski: vastuun antaminen tekoälylle

Korkean riskin järjestelmiksi luokitellaan sellaiset, joissa tähän asti jonkun ihmisen vastuulla ja arvostelukyvyyn varassa ollut tehtävä annetaan tekoälyn huoleksi. Tällainen sovellus voidaan korkeasta a priori riskitasosta huolimatta sallia, jos se läpäisee perusteellisen arvioinnin. Vaatimukset täyttävä järjestelmä voidaan asettaa EU:ssa markkinoille, kun se on julistettu kriteerit täyttäväksi ja saanut tästä CE-merkinnän. Jos järjestelmään tehdään oleellisia muutoksia, se on pantava uudelleen arviointiin.

Tähän luokkaan lasketaan hyvin monenlaisia tekoälyn sovelluksia, ja jo pelkkä listan pituus osoittaa, miten suurten muutosten kynnyksellä saatamme olla:

- kriittiset infrastruktuurit kuten liikennejärjestelmät
- valintamenettelyt opetuslaitoksiin ja työharjoitteluun – nämä päätökset voivat olla ratkaisevia ihmisen koko ammattialalle
- tuotteiden turvallisuuskriittiset komponentit, esimerkkinä robottikirurgia
- työhönotto sekä hallinnolliset päätökset työelämässä
- keskeiset yksityiset ja julkiset palvelut, esimerkkinä lainojen myöntäminen
- oikeudelliseen päätöksentekoon liittyvät sovellukset
- pakolaisten vastaanotto ja maahanmuutto
- demokratian toimintaan liittyvät prosessit

Moninaisia ovat myös tällaisten sovellusten arviointikriteerit, kuten nämä:

- pätevät riskiarviot ja riskienhallinta
- järjestelmien syöttötietojen laadun takaaminen
- lokitietojen kerääminen ja tulosten jäljitettävyyden tarkka dokumentaatio systeemistä ja sen tarkoituksesta
- selkeät ja asianmukaiset käyttöohjeet
- selvitys riskien minimoimisen takaavista ihmisen suorittaman yleistason valvonnan menettelyistä
- korkea robustisuus, turvallisuus ja toimintatarkkuus

Nämä kriteerit ovat minusta hyvin motivoituja, sellaisia, jotka tekoälykkäältä systeemiltä mielellään edellyttäisi, jos sille annetaan kuvattun kaltaisia vastuullisia tehtäviä. Jotkut niistä ovat niin vaativia, että niiden käytännöllinen tulkinta lienee vähitellen etenevä prosessi. Esimerkiksi tekoälyn black box -tyyppisten päätösten selittäminen on vielä paljolti tutkimuksellinen haaste, vaikkei käsitteäkseni toivoton.

Rajoitettu riski: toden ja lumeen erottaminen

Rajoitetun riskin sovelluksiksi luokitellaan sellaiset, joissa on kysymys tekoälyn luomusten erottamisesta reaali maailman ilmiöistä. EU:n tekoälysäädös vaatii järjestelmiltä läpinäkyvyyttä sen suhteen, milloin kommunikoidaan tekoälyn kanssa. Tämä vaatimus koskee esimerkiksi chat-palveluja. Myös tekoälyn generoimat kulttuurituotteet – tekstit, kuvat, videot, musiikki jne - on sellaisiksi merkittäviä. Syvävääreännökset (deep fake) on siis kielletty.

Minimaalinen tai olematon riski:

uusja algoritmeja vaarattomiin tarkoituksiin

Tämä luokka käsittää valtaenemmistön nykyisistä tekoälysovelluksista, ja kenties tekoälyn suurin vaikutus käytännön elämään tuleekin tätä kautta. Esimerkiksi kielten automaattisen kääntämisen kokonaisvaikutus lienee vasta alullaan, erittäin vaikeiden optimointitehtävien kuten proteiinien laskostumisen ratkaisu alkaa juuri nyt mullistaa biokemian ja lääketiedettä, jne. On hyvä ymmärtää, että myös tällaisilla sovelluksilla on lopulta valtavia vaikutuksia ihmisten työhön ja elämään – ei vain sellaisilla, joilla ihmistyöstä yritetään syystä tai toisesta päästä eroon.

Sanktiot

Tekoälysäädöksen liittyvien sanktioiden pääsääntö on Wallenbergin mukaan yksinkertaisesti se, että sitä rikokiva yritys voi saada todella suuria sakkoja. Vastaavahan on jo nähty GDPR:n yhteydessä. Viranomainen voi tarvittaessa myös kieltää tekoälyä säädöksen vastaisesti hyödyntävän järjestelmän tai tuotteen.

Säädöksen voimaantulo - mistä tietoa?

Tekoälysäädös hyväksyttiin lopullisesti alkukesästä 2024. Säädös on paksun kirjan kokoinen eli noin 500 sivun laajuinen tekstikokonaisuus, jota ollaan parhaillaan kääntämässä kaikkien EU:n jäsenvaltioiden kielille. Säädöksen odotetaan astuvan voimaan tämän kesän aikana, ja se ohittaa jäsenvaltioiden lainsäädännön. Kiellettyjen käytänteiden osalta siirtymäaika on 6 kuukautta säädöksen julkaisemisesta.

Koska säädöksestä nousee sen julkaisemisen jälkeen varmasti suurtakin epäpäteisyyttä siitä, mitä se käytännössä edellyttää ja miten nopeasti, ja erilaisia huhuja voi lähteä liikkeelle, Wallenberg suosittelee seuraamaan asian vastuuministeriön TEM:n viestintää täsmällisen tiedon lähteenä.

Tämän artikkelin lähteenä on Anna-Mari Wallenbergin haastattelun ohella käytetty lähinnä EU:n verkkosivua AI Act, digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai.





Niklas Hietala

Darwinia kiinnosti Kuun synty

Charles Darwinin poikaa kiinnosti lajien syntyä enemmän Kuun synty. Hän esitti matemaattisen mallin, jota pidettiin pitkän aikaa varteenotettavana selityksenä.



Sanoin kaverilleni olevani iloinen siitä, että tv-sarjan nimessä on viittaus matematiikkaan. Netflixin suosituksen uutuussarjan mainoskampanja oli tällöin huipussaan. Ystäväni vastasi hölmistyneellä katseella. Hän tiesi kyllä sarjan, mutta oli luullut, että *3 Body Problem* olisi kolmen ruumiin ongelma. **Liu Cixinin** kirjoihin perustuvan scifisarjan nimi ei viittaa kuolemantapauksiin, vaan matemaattiseen kolmen kappaleen ongelmaan.

Kolmen pistemassan liikeyhtälöiden laskeminen Newtonin lakeja käyttäen on varsin ongelmallista. Suljetussa muodossa esitettävää ratkaisua ei löydy.

Suomalainen matemaatikko ja tähtitieteilijä **Karl F. Sundman** (1873–1949) osoitti, että ratkaisu voidaan esittää suppenevien potenssisarjojen avulla.

Käytännön hyötyä Sundmanin todistuksesta ei ole. Vaikka käytössä olisi hyvinkin tehokas supertietokone, ei kolmen kappaleen ongelmaa kannattaisi selvittää Sundmanin eksaktilla ratkaisulla. Sundmanin potenssisarjat suppenevat aivan liian hitaasti.

Kuu pyrkii karkuun

Kolmen kappaleen ongelman alkuna pidetään yleensä **Isaac Newtonin** (1642–1727) esittämiä pohdintoja ja laskelmia. Newton tutki Maan, Kuun ja Auringon liikkeitä. Siinä missä hänen painovoimalakinsa kertoi, että kappale kiertää toista kappaletta elliptisellä radalla, tulisi sen myös kertoa miten rata poikkeaa tästä, kun otetaan kolmas kappale mukaan tarkasteluun.

Eryityisesti on pohdittu Auringon, Maan ja Kuun muodostaman systeemin vakautta. Tämä ei ole mitenkään pieni kysymys. Olisihan se kiva tietää, että voiko kaunis kiertolaisemme joskus sinkoutua kauas tähtienväliseen avaruuteen. Kolmen kappaleen liike on yleensä nimittäin melko kaaottista – toki alkutilanteesta riippuen. Maan kiertolainen on kuitenkin pysytellyt lähistöllä hyvin tiiviisti, eikä tarvitse pelätä, että se yhtäkkiä jonnekin huitelisi. Saamme vielä pitkän aikaa nauttia kauniista kuutamoista.

Kuu on kyllä karkaamassa. Ei tarvita vaikeita kolmen kappaleen liikeyhtälöitä, jotta voidaan päätellä, että Kuu koko ajan loittonee Maasta. Tosin loittominen on hidasta.

Maa ja Kuu eivät ole pistemassoja. Niinpä niiden keskinäistä liikettä laskiessa tulee huomioida vuorovesivoimat. Vuorovesivoimat hidastavat Maan pyörimistä akselinsa ympäri. Pyörimismäärä ei kuitenkaan katoa minnekään, vaan vastaavasti Kuu siirtyy kaukaisemmalle radalle tasatakseen tilit.

Apollo-lentojen mukana Kuuhun vietiin takaisin heijastimet, joiden avulla Kuun etäisyyttä voidaan mitata tarkasti. Maasta suunnataan laserpulssi heijastimeen, ja valon paluujasta voidaan laskea etäisyys. Kuu loittonee Maasta 38 millimetriä vuodessa.

Darwinin poika pohti Kuun menneisyyttä

Kuun loittoneminen ymmärrettiin jo kauan ennen avaruuslentojen aikakautta. Se on laskettavissa, jos ymmärtää vuorovesivoimien fysiikkaa. **George Darwin** ymmärsi.

Charles Darwin selvitti lajien syntyä. Hänen poikansa, George Darwin (1845–1912), selvitti Kuun syntyä.

George oli neljätoistavuotias, kun isän kirjoittama *Lajien synty* julkaistiin. Isä ei tuputtanut tieteitä lapsilleen, mutta tuki heidän kiinnostustaan. George sai käydä koulua, jossa luonnontieteitä painotettiin filosofian, uskonnon ja klassisten aineiden rinnalla.

Charles Darwin ei elämänsä loppupuolella käynyt paljoa ulkona. Sen sijaan oli tapana, että sunnuntaisin Darwinien kotiin kerääntyi Charlesin tuttavien ja kollegojen keskustelemaan tieteellisistä ja poliittisista aiheista. Darwinin lapset saivat varmaan kuulla monia mielenkiintoisia keskusteluja. Harva lapsi saa yhtä hyvät lähtökohdat luonnontieteilijäksi kasvamiseen.

George ei pohtinut ainoastaan Maa-Kuu-systeemin tulevaisuutta, vaan käänsi katseensa myös menneisyyteen. Jos Kuun etäisyys Maasta kasvaa koko ajan, tarkoittaa se sitä, että Kuu on joskus ollut huomattavasti lähempänä Maapalloa kuin nykyään.

Kun filmiä alkaa kelaamaan taaksepäin, lähenee Kuu Maata ja samalla sekä kuukauden että vuorokauden pituudet lyhenevät. Lopulta Kuu on hyvin lähellä ja kuukausi ja vuorokausi ovat yhtä pitkiä, neljästä viiteen tuntia. Tällöin Maa ja Kuu ovat tasapainotilassa. Tämän jälkeen filmiä takaisin kelaamalla ei Maan ja Kuun välinen etäisyys enää pieneneisi. Jos on kuitenkin käynyt läpi tapahtumat mielessään näinkin pitkälle, ei ole suurikaan harppaus ajatella askelta pidemmälle. Ehkä Kuu on irronnut Äiti-Maasta.

Vuorovesivoimat kiskoivat napanuoran katki

Darwin ajatteli, että sula alku-Maa tiivistyessään pyöri yhä nopeammin. Pyöriessään se litistyi ja lopulta sai sikarimaisen muodon. Pyörievien nesteiden tasapainotiloja selvittänyt **Henri Poincaré** osasi kertoa, että muoto voisi muuttua myös päärynämäiseksi. Päärynän uloke repeytyi lopulta irti, ja näin Äiti-Maa synnytti Kuun.

Poincarén laskuissa ei kyllä mitään repeytymistä tapahtunut. Reseptistä puuttui vielä yksi ainesosa. Darwin ymmärsi, että silloinkin kuin Maa ja Kuu olivat vielä samaa sulaa klönttiä, oli mukana kolmaskin kappale.

Aurinko, vaikka onkin kaukana, aiheuttaa sekin vuorovesi-ilmiön. Darwinin laskujen mukaan Aurin gon vuorovesivoimat olivat resonanssissa Maapallon luonnollisen taajuuden kanssa. Samoin kuin oikeanlainen nuotti voi saada juomalasin hajoamaan, katkaisi vuorovesivoimien resonanssi Kuun napanuoran.

Darwin teoriasta innostunut geologi **Osmond Fisher** ehdotti, että Tyyni valtameri olisi arpi, joka jäi Kuun irrotessa emostaan.

Darwinin kehitysoilla oli tiettyä selitysvoimaa. Kuun tiheys ei ole sama kuin Maan, mutta se on hyvin lähellä maan vaipan tiheyttä. Näin tulisikin olla, jos Kuun irtautuessa maan ydin oli jo muodostunut. Teoria selittää myös sen, että Kuu kiertää Maata hyvin ympyrämaisellä radalla ja samaan suuntaan kuin Maa pyörii akselinsa ympäri. Näin ei välttämättä olisi, jos Kuu esimerkiksi olisi Maan kaappaama kappale.

Teoriaan liittyi toki ongelmia. Kuun radan tulisi olla suunnilleen samassa tasossa Maan päiväntasaajan kanssa. Todellisuudessa se on lähempänä Maan ratatasoa.

Kuun ei myöskään pitäisi pysyä kokonaisena sen ollessa hyvin lähellä Maata. Samasta syystä Saturnuksen renkaat eivät ole kasaantuneet yhdeksi kuuksi. Renkaiden kappaleet kiertävät emoplaneettaansa niin kutsutun Rochen säteen sisäpuolella, missä repivät vuorovesivoimat voittavat kappaleita kokoon kasaavan painovoiman.

Darwin koki, että matematiikka tuki hänen fission teoriaansa. Eihän sille varsinaisesti kokeellista todistusaineistoa ollut. Darwinin elinajan teoria oli varteenotettava vaihtoehto. Lopulta matematiikka kuitenkin petti sen.

Fission teoria vaiuu unholaan

Harold Jeffreys (1891–1989) oli alkujaan Darwinin fission teorian kannattaja. Tarkempia laskelmia tehtyään joutui hän hylkäämään sen. Nestemäisen klöntin sisäiset kitkavoimat olisivat liian suuret, ja vuorovesien resonanssi ei saisi Kuuta irtoamaan.

Jeffreys esitti laskelmansa 1930, mutta vielä ennen Apollo-lentoja fission teoriolla oli kannattajia. 1960-luvun alussa sitä yritettiin elvyttää esittämällä vuorovesivoimien resonanssille vaihtoehtoisia mekanismeja, joka selittäisi Kuun irtautumisen. Fission teoria kilpaili kaappausteorian ja yhdessä syntyminen kanssa. Kaappausteorian mukaan Kuu olisi Maapallon kaappaama asteroidi. Toiset taas ajattelivat, että Kuu syntyi Maan tähteistä samaan aikaan kuin Maapallon muodostava aines kasaantui planeetaksi.

Koska luonnontieteet ovat kokeellisia tieteitä, odotettiin Kuussa tehtyjen mittauksen ja sieltä kerättyjen näytteiden ratkaisevan ongelman. Aina kokeet ja havainnot eivät kuitenkaan tarjoa suoralta kädeltä helposti tulkittavaa ratkaisua. Kuu piilotteli syntymätodistustaan. Havainnot eivät vahvistaneet mitään teoriaa.

Nykyymmärryksen mukaan Aurinkokunta oli miljoonia vuosia sitten hyvin väkivaltainen paikka. Suuret kappaleet törmäilivät toisiinsa. Kun suunnilleen Marsin kokoinen kappale törmäsi proto-Maahan, kasaantui törmäyksessä syntyneestä irtoromusta Kuu.

George Darwin oli eräs aikansa merkittävimmistä tiedemiehistä. Hän oli myös suuren yleisön tuntema, sillä hän oli suosittu esitelmöijä. Tänäpäin hänen isänsä kyllä muistetaan, mutta poika on vaipunut unholaan. Nykytiedon valossa oli hän Kuun syntyä arvuutellesaan aivan kuutamolla.

Historia muistaa voittajat, ja tieteen historia muistaa ne, jotka olivat oikeassa. Kuitenkin moni viisas ja arvostettu tutkija on samoillut tieteen historian harhapoluilla.

Darwinin perintö elää. Hän oli tärkeässä asemassa tuomassa matemaattisen fysiikan menetelmiä osaksi geologiaa. Jeffreys, joka oli osaltaan tappamassa fission teoriaa, kutsui Darwinia modernin geofysiikan isäksi. •



Ilmastotietoutta vuosikokouksesitelmästä

MAL:n vuosikokous pidettiin 25.4.2024 Helsingin Jätkäsaarella, hotelli Clariohin tiloissa. Kokousta edelsi kahdeksan vuotta Maailman ilmatieteen järjestön WMO:n pääsihteerinä toimineen, hiljattain Ilmatieteen laitoksen pääjohtajaksi palanneen **Petteri Taalaksen** esitelmä. Taalas on kansainvälisesti arvostettu ilmastoasiantuntija, joka nimitettiin pääsihteerikautensa jälkeen Suomen pysyväksi edustajaksi WMO:hon. Toisaalta hän on WMO:n pääsihteerinä saanut sekä tiedeyhteisössä että luonnonsuojelujärjestöiltä arvostelua lausunnoista, joiden on tulkittu vähättelevän hiilinielujen merkitystä. Taalas painottaakin viestinnässään kasvihuonepäästöjen vähentämistä. Suurimmat päästövirrat tulevat energiantuotannosta, teollisuudesta ja liikenteestä.

Vuosikokouksesitelmän viesti oli kaunistelematon mutta yhä toiveikas. Vuonna 2015 solmitussa Pariisin ilmasopimuksessa mainittu pyrkimys planeettamme keskilämpötilan nousun rajaamisesta alle 1,5 asteeseen esiteollisesta ajasta on karannut. Taalas kuitenkin uskoo, että tavoite lämpenemisen pitämisestä alle kahdessa asteessa on yhä saavutettavissa: tarvittava teknologia päästöjen vähentämiseen on jo olemassa ja energiantuotannossa on tapahtumassa nopea murros ilmastoystävällisempään tuotantoon. Taalas myös huomautti, maakohtaiseen pylväsdiagrammiin tukeutuen, ettei talouskasvu ole automaattisesti tarkoittanut päästöjen kasvua.

Jo aiheutuneen lämpenemisen seuraukset ovat joka tapauksessa vakavia ja pitkäkestoisia. Taalaksen sanoin jäätiköiden osalta peli on menetetty. Jäätiköiden sulamisesta aiheutuva merenpinnan nousu jatkuu vielä tuhansia vuosia. Tropiikin ja napojen lämpötilaeron väheneminen aiheuttaa paikalleen jämähäviä korkeapaineita ja päivästä toiseen samoja reittejä vaeltavia matalapaineita. Toisaalla siis kärsitään kuivuudesta, kun toisaalla sataa ongelmaksi asti. Näimme karttoja siitä, miten ilmastonmuutos vaikuttaa eri puolilla maailmaa. Kuulimme myös lämpenemisen vaikutuksista Suomessa. Kasvukauden lämpösunnan kasvu ei automaattisesti hyödytä maataloutta, sillä lämpenemiseen liittyy voimakas sään vaihtelu. Tästä hyvänä esimerkkinä toimii kulunut kevät poikkeuksellisine takatalvineen.

Matemaattis-luonnontieteellinen yleisö oli huomioitu erityisesti esitelmän sääfysiikkaosuudessa. Saimme kuulla säähavaintojen keräämisestä sekä siitä, millaiseen fysiikkaan säämalli perustuu ja miten ilmastonmuutosta pystytään ennustamaan. Meteorologin työ on muuttunut konsulttımaisempaan suuntaan, kun tehtäviin sisältyy ennustetun sään vaikutusten pohtimista asiakkaan kanssa. Esimerkiksi ilmailussa, liikenteessä, pelastustoimessa ja sähköyhtiöissä ennakkoon varautuminen on tärkeää.

Itse esitelmän mielenkiinnolla kuunnelleella yleisöllä riitti jälkepäin kysymyksiä laidasta laitaan: Suomen tämänhetkisestä ilmastopolitiikasta globaaliin varautumiseen ja ilmastonmuokkauksesta sääennusteissa ilmoitettaviin sateen todennäköisyyksiin. Mainittakoon, että julkisessa keskustelussa toisinaan esiin nousevan ilmastonmuokkauksen arvioidut vaikutukset olisivat kuuleman mukaan rajut: otsonikato, Intian monsuunisateiden menettäminen ja merten edelleen jatkuva happamoituminen. •

Kiitämme Petteri Taalasta mielenkiintoisesta esitelmästä ja asiantuntevista vastauksista yleisön kysymyksiin!



MAL verkostoitumaan



Otsikosta huolimatta MAL on jo nyt kohtuullisesti verkostoitunut, mutta ei lisää pahaa tekisi. Piilomatematiikan mielestä meillä voisi olla yhteistä tekemistä liittomme edustamia ammattikuntia lähellä olevien tieteellisten seurojen ja ammatillisten yhdistysten sekä tietyistä yliopistojen kanssa.

Monien näiden organisaatioiden kanssa meillä ei ole ollut juuri tekemistä, joten alkajaisiksi voisimme esittäytyä toisillemme. Relevantteja tieteellisiä yhdistyksiä olisivat ainakin Suomen Matemaattinen Yhdistys, Suomen Fysikkoseura, Tietojenkäsittelytieteen Seura, Suomen Tilastoseura ja Tähtitieteellinen Yhdistys URSA. Kolme ensimmäistä eivät perusteluja kaipaa, ja Tilastoseuran ja URSA:n toiminnassa matematiikan ja fysiikan osuudet ovat ilmeisiä.

Tieteellisten yhdistysten lähimaastossa toimii yhdistyksiä, jotka yhdistävät vahvasti ”meidän” tieteitämme käytäntöön. Niitä voitaisiin kutsua ammatillis-tieteelliseksi yhdistyksiksi. Suomen Aktuaariyhdistys on vakuutusmatematiikkojen yhdysside, jonka jäsenet toimivat monilla tärkeillä paikoilla vakuutusyhtiöissä. Suomen Operaatiotutkimusseura FORS yhdistää operaatiotutkimuksen ja management sciencen osajia yliopistoissa ja liike-elämässä. Erityisen runsaasti sovelluksia seura on esitellyt teollisuuden puolelta.

Kaikilla edellä luetelluilla yhdistyksillä on aktiivista kansainvälistä toimintaa, johon jo sinänsä jäsenillämme olisi mielenkiintoista tutustua.

Jo tällä hetkellä meillä on hyvät yhteydet MAOLiin ja tietysti TEKiin. TEKin osalta Piilomatematiikko tietää, että sen Väitöskirjapalkintotoimikunnassa on suunnitteilla hanke, jonka mukaan muidenkin kuin kunkin vuoden voittajan töitä esiteltäisiin jäsenistölle. Piilomatematiikan arvion mukaan tekniikan huippuväitöskirjat olisivat kiinnostavia ”meidän” tieteiden edustajille.

Yliopistoissa vuorovaikutusta kannattaa harrastaa erityisesti matemaattis-luonnontieteellisten ja teknisten tiedekuntien kanssa. Lisäisin tähän kauppa- ja korkeakoulut ainakin siltä osin, kun ne käyttävät tutkimuksessaan matematiikkaa. Helsingin yliopisto ja Aalto-yliopisto olisivat tässä luontevia kumppaneita muita maan yliopistoja unohtamatta. Muista organisaatioista tulevat mieleen ainakin VTT ja taloudelliset tutkimuslaitokset.

Edellä tuli mainittua koko joukko kumppaniehdokkaita MAL:n verkostoitumisen kehittämiseksi. Aluksi olisi käytännöllistä valita muutama taho, jolle ehdotettaisiin tutustumista ja molemminpuolisten yhteistyöhalujen kartoittamista. Näiden kumppaniehdokkaiden valinta onkin sitten MAL:n hallituksen tehtävä. •

{ 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

Juulia Kärki (opiskelijaedustaja)

Painettu lehti ilmestyy joulukuussa

Sähköinen lehti: toukokuu ja syyskuu

Julkaisija varaa itselleen oikeuden ilmestymisaikojen muutoksiin.

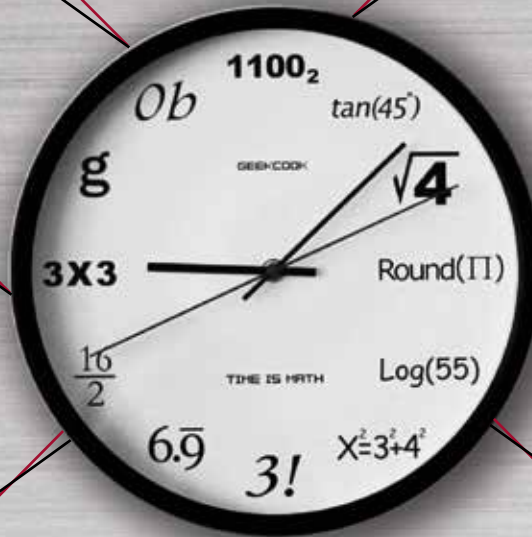
**Seuraavan lehden aineistopäivä:
30.8.2024**

Formaatti: 220x280 mm

Taitto: Sivupainajainen Kirsi Pääskyyvuori

Paino: Copy-Set Oy, Helsinki

Painosmäärä: 2500



{MAL}

Ratavartijankatu 2, 00520 Helsinki

puh. (09) 229 121

www.mal-liitto.fi

toimisto@mal-liitto.fi