



Topologiasta ja matematiikan soveltamisesta

Marjatta Näätänen

Matematiikka on menetelmätiede, joka on aina ollut vuorovaikutuksessa luonnontieteiden ja tekniikan kanssa. Näiden alojen ongelmat ovat johtaneet uusien matemaattisten teorioiden luomiseen, ja toisaalta hyvinkin abstrakteille matemaattisille teorioille on, usein myöhemmin ja yllättäenkin, ilmaantunut sovelluksia. Moderni, tekniikkaa laajasti käyttävä yhteiskuntamme perustuu matematiikalle – joka ei ole luonnontieteiden ja tekniikan kaavakokoelma, vaan koko ajan kehittyvä, itsenäinen tiede. Nykymatematiikan laaja-alaisuuden vuoksi yliopisto-opetus perustutkintovaiheessa tyytyykin tarjoamaan matemaattisen pohjan, jolta voi jatkaa.

Monien matemaatikkojen mielestä matematiikkaa tulisi opettaa koulutasolla tuomalla esiin sen kauneus ja sen tarjoamien älyllisten haasteiden mielihyvä. Tärkeintä on kuitenkin oikean päättelytavan oppiminen – tätähän tarvittaisiin yhteiskunnan kaikilla aloilla, politiikasta alkaen, ongelmien kunnolliseen analysointiin. Matematiikan opiskelu edesauttaa selkeän, järkevän ja luotettavan ajattelutavan kehittymistä. Kuten lihaksia, on aivojakin harjoitettava. ”Use it or lose it” pätee tässäkin.

Matematiikkadiplomin X tehtävissä¹ pääset kurkistamaan muutamiin sellaisiin matematiikan aloihin, kuten lukuteoria, solmuteoria, kombinatoriikka, topologia, joihin koulukursseillasi tuskin törmäät.

Esimerkiksi topologiasta tarjottavat tehtävät ovat as-

kartelua. Toivottavasti ne herättävät kiinnostusta ja poistavat valitettavan yleistä käsitystä, että matematiikka on lähinnä luvuilla laskemista. Matematiikan yhtenäisyys tulee myös esille tehtävissä, joissa eri alat kietoutuvat toisiinsa ja ratkaisutavat voivat olla monenlaisia.

Kiinnostuneille on reittejä jatkoon Solmunkin tiedostojen avulla. Yksi esimerkki topologian käytöstä löytyy Solmusta 1/2025², suomeksi yliopistotason oppikirjoja on kirjoittanut mm. Jussi Väisälä.

Hyvin abstraktin teorian käyttömahdollisuuksia on tutkinut prof. Eero Hyry, joka kuvailee seuraavassa lyhyesti tutkimustaan:

Tässä lyhyt yleistajuinen kuvaus topologisesta data-analyysistä.

Big datan kasvava merkitys edellyttää myös uusia matemaattisia menetelmiä sen käsittelemiseksi. Topologinen data-analyysi on suhteellisen uusi matematiikan osa-alue, joka hyödyntää algebrallista topologiaa datan muodon tutkimiseen ja analysointiin. Topologia tutkii muotoja ilman tarkkoja mittauksia. Homologia on algebrallisen topologian työkalu, jonka avulla voidaan löytää datasta yhtenäisiä komponentteja, reikiä, onkaloita ja näiden korkeampiulotteisia vastineita.

Topologinen data-analyysi on yllättävä käytännön sovellus algebralliselle topologialle, jota pidettiin ai-

¹<https://matematiikkalehtisolmu.fi/2008/diplomi/diplomitehtavat10.pdf>

²<https://matematiikkalehtisolmu.fi/2025/1/talutushihna.pdf>

kaisemmin täysin teoreettisena matematiikan osa-alueena. Se soveltuu erityisesti korkeampiulotteisen ja ei-lineaarisen datan tutkimiseen, ja pystyy näin usein havaitsemaan piirteitä, jotka jäävät perinteisiltä tilastollisilta menetelmiltä piiloon. Topologisen data-analyysin avulla voidaan dataa tutkia eri mittakaavoissa. Mittakaavan muuttuessa datan todelliset ominaisuudet erottuvat kohinasta.

Tämä aihe on todellakin kiinnostanut tiedetoimittajia. Esimerkkeinä

Precision Problem Solving: Topological Data Analysis Driving Advances in Medicine and Biology | Department of Mathematics

The Mathematical Shape of Things to Come | Quanta Magazine

Ayasdi Analyzes Shape Of Big Data | InformationWeek

How Mathematicians Use Homology to Make Sense of Topology | Quanta Magazine

Prof. Hyry on työskennellyt vain topologisen data-analyysin teorian parissa. Mutta Tampereella 2021 väitellyt Henri Riihimäki, joka kirjoitti väitöskirjan KTH:ssa ja sen jälkeen toiminut tutkijana Tukholmassa ja Aberdeenissa, on soveltanut sitä biologisiin neuroverkkoihin.