

Matemaattiset tieteet 2025

Marjatta Näätänen

dosentti, Helsingin yliopisto

USA:ssa on kansallisen tiedeakatemian (NSF) toimesta julkaistu raportti Matemaattiset tieteet 2025, http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=15269. Tässä on siitä lyhyt yhteenveto.

Aluksi todetaan, että maan matemaattisten tieteiden tilanne on erinomainen, merkittävää edistystä on tapahtunut sekä perusteoriassa että keskeisillä sovel-lusalueilla. Tällaisia ovat esimerkiksi monimutkaisten mallien epävarmuustekijöiden suuruuksien luokittelu, uusien mallintamis- ja analysointimenetelmien kehittäminen monimutkaisille systeemeille kuten sosiaalisille verkoille ja tiedon louhinta massiivisista datapankeista biologiassa, tähtitieteessä, internetistä, käänteiset ongelmat.

Yhä useammat tieteenalat, insinööritieteet, biologia, lääketiede, liike-elämä, korkeatasoinen muotoilu, ilmas-totutkimus, uudet materiaalit ja kansallinen puolus-tus ovat riippuvaisia monimutkaisista tietokonesimu-laatioista ja yhä kasvavien datamäärien analysoinnis-ta. Niinpä matemaattiset tieteet, matematiikka, tilas-totiede, tietojenkäsittely väistämättä näyttävät yhä suurempaa osaa, neidän antavat peruskielen konesimu-laatioille ja datan analysoinnille.

Matemaattiset tieteet ovat yhä tärkeämpi perusta yh-teiskuntatieteille ja monille uusille teollisuudenaloille. Kaikki tämä on ratkaisevaa taloudellisen kasvun, kil-pailukyvyn ja kansallisen turvallisuuden kannalta ja tulisi huomioida matemaattisten tieteiden resurssoin-nissa. Yliopistojen ja hallituksen tulisi tukea perustut-kimusta, jotta se voisi menestyä myös tulevaisuudessa. Nämä sijoitukset eivät tuota heti suorissa sovelluksis-sa, vaan pitkällä aikavälillä tutkimuksen säilyttäessä elinvoimansa. Tästä teoreettisesta perustutkimuksesta saadaan tulevaisuuden innovaatioita ja sen laiminlyö-minen olisi perin lyhytnäköistä.

Matematiikan osajille on nykyään kysyntää kaikkial-la maailmassa. Nyt kuitenkin muut maat ovat alkaneet aggressiivisesti houkutella takaisin omia, USA:ssa kou-lutettuja lahjakkuuksiaan. Tämä huolestuttaa USA:ssa ja siellä pyritäänkin tehostamaan sekä omien lahjak-kuuksien että muualta houkutelujen saamista maa-han. Myös aliedustettujen ryhmien, kuten naisten ja etnisten vähemmistöjen saaminen alalle on edelleen on-gelmallista, vaikkakin edistystä onkin tapahtunut vii-meisten 10–20 vuoden aikana. Näiden ongelmien hoi-toon tarvitaan erityistä rahoitusta.

Vaikka matematiikan tutkimus onkin USA:ssa hyvin korkealla tasolla, matemaattisten tieteiden merkitys koko kansakunnalle kasvaisi, jos nykyistä useammat matematiikan ja tilastotieteen osaajat olisivat oman alansa lisäksi laajasti perehtyneitä muidenkin alojen ongelmiin. Koska tiedot matemaattisten tieteiden yh-teyksistä muihin tieteenaloihin ovat hyödyksi tulevien matemaatikkopolvien koulutuksessa, tulisi luoda talou-delliset edellytykset matemaatikkojen ja muiden tie-teenalojen edustajien väliselle yhteistyölle.

Koska käytetyt matemaattiset menetelmät ovat nyky-ään keskeisiä monissa tutkimushankkeissa, pitäisi ot-taa enemmän matemaatikkoja mukaan jo heti alkuvai-heessa tieteidenvälisen tutkimuksen rahoitusta suunnit-teltaessa, onnistumismahdollisuuksia arvioitaessa ja ra-hoituksesta päätettäessä.

Matemaattisten tieteiden päämääränä on selittää maa-ilmaa abstraktien struktuurien avulla sekä ymmärtää syvällisesti tällaisten struktuurien välillä vallitsevia yh-teyksiä. Ympäristömme tietyt piirteet vangitaan mal-lintamalla, minkä jälkeen päättelyn ja tieteellisen las-kennan avulla voidaan tehdä ennusteita. Tämä joh-taa usein vaiheittain tarkentuvaan prosessiin. Näin yhä useammat tutkimusalat ovat tulleet syvästi matemati-soiduiksi.

Englannissa tehtiin vastaava raportti v. 2010 ja siinä todettiin mm. että matemaattiset tieteet ovat tuloksil-laan antaneet merkittäviä panoksia koko yhteiskunnan hyvinvoinnille, mikä koskee niin puhdasta perus- kuin soveltavaakin tutkimusta, tilastotiedettä sovellutuksi-neen, samoin kuin operaatiotutkimusta, jossa teoria ja käytäntö limittyvät.

Raportti ei pidä oikeana jakoa ”puhtaaseen” ja ”sovel-lettuun” matematiikkaan, se on yhä keinotekoisempi. Nykyisin on vaikea löytää matematiikan alaa, jolla ei olisi merkitystä sovellusten kannalta. Edelleen on teo-reemoja itseohjautuvasti johtavia, rohkeasti seikkaile-via matemaatikkoja ja niitä, jotka pääosin luovat ja ratkovat malleja – mutta molempia tarvitaan.

Laskennallisen simuloinnin kehittyminen ja tarjolla ole-van datamäärän eksponentiaalinen kasvu ovat kak-si keskeistä syytä matemaattisten tieteiden kasvavaan tarpeeseen, ja datan vaivaton liikkuminen internetin kautta vain vahvistaa tätä kehitystä. Useilla tieteiden, tekniikan ja teollisuuden aloilla tutkimus- ja kehitys-tyo perustuu matemaattisten mallien rakentamiseen se-kä simuloinnista ja mittaustuloksista saatavan valtavan

datamäärän laskennalliseen analysointiin. Tämä kaikki on luonteeltaan matemaattista, eikä eri tieteiden rajoja voi tässä tarkasti paaluttaa. Reuna-alueilla on erilaisia toimijoita, kuten geotieteissä, yhteiskuntatieteissä ja bioinformatiikassa toimivia tilastotieteilijöitä, kryptografiaa tutkivia lukuteoreetikkoita tai koneoppimista kehittäviä analyysin tutkijoita.

Näyttää siltä, että USA:ssa matematiikan ohella jotain muutakin alaa, kuten esimerkiksi biologiaa tai insinööritieteitä, opiskelevien jatko-opiskelijoiden määrä on voimakkaasti kasvamassa. Tästä tulisi kerätä järjestelmällisesti tietoa ja huomioida tällaiset opiskelijat myös resurssien jaossa.

Matemaattisten tieteiden avautuminen yhä uusille alueille on hyvä suuntaus, jota tulisi resurssoida. Raportti toteaa, että vaikka matemaattisten tieteiden rahoitusta on viime vuosikymmeninä vahvasti lisätty, ei lisäys lainkaan vastaa näiden tieteiden kasvanutta merkitystä.

Matematiikan eri osat yhdistyvät entistä tiiviimmin, esimerkiksi todennäköisyys ja kombinatoriikka, joita ei aikaisemmin juuri käytetty yhdessä. Tämä merkitsee, että tutkijoiden on omaksuttava yhä suurempia tietomääriä. Voi olla, että jo väitelleiden tutkijoiden jatkokoulutus tulee yhä tarpeellisemmaksi. USA:ssa on myös

perustettu instituutteja, joissa eri vaiheissa olevat matemaattisten tieteiden tutkijat voivat saada yhteyttä muiden alojen tutkijoihin tai teollisuuden edustajiin.

Raportissa ilmaistaan huoli matemaattisen tutkimuksen kirjoitettujen tulosten säilymisestä pitkien aikojen kuluessa tekniikan luodessa yhä uusia muotoja. Haasteena mainitaan myös lahjakkaiden nuorten saaminen yhä kasvavan tarpeen tyydyttämiseksi.

Myös eri aloilta tulevat, matemaattista koulutusta tarvitsevat opiskelijat asettavat omilla tarpeillaan matemaattisten tieteiden laitokset tärkeään, mutta vaikeaan tehtävään. Matemaattisten tieteiden edustajien on otettava aktiivisesti osaa yhteiskunnalliseen keskusteluun, luotava kurssisisällöt ja opiskelutavat, jotka vastaavat tämänhetkistä tarvetta, sekä selvitettävä opiskelijoille matemaattisten tieteiden nykyinen merkitys. Raportissa suositellaan myös hallitukselle kansallisen ohjelman rahoittamista, jotta matemaattisesti erityisen lahjakkaille koululaisille tarjottaisiin mielenkiintoista ohjausta siinä toivossa, että he myöhemmin jatkaisivat opintoja matemaattisissa aineissa. Säästösyistä pyritään myös antamaan opetusta verkkokursseilla. Tässä on matemaatikkojen itse oltava aktiivisia, jotta kursien sisällön taso ei ole huonompi kuin tavanomaisten luentokurssien.