

Yhteistyöhakuinen matematiikka

Professori Olavi Nevanlinna nimitettiin tutkijaprofessorin virkaan syyskuun alusta lukien. Haastattelussa hän kertoo matematiikan tutkimuksen ajankohtaisista asioista.

Mikä on tieteenalasi?

Koen itseni insinööri-taustan omaavaksi matemaatikoksi. Nu-meerinen matematiikka, jota tutkin, sijaitsee ulkomailla usein computer sciencen yhteydessä.

Insinöörimatematiikka tuli Teknillisen korkeakoulun ope-tukseen mukaan vuonna 1965, kun teknillisen fysiikan osasto jakautui kahtia: osa opiskeli-joista keskittyi teknilliseen fy-siikkaan, osa teknilliseen mate-matiikkaan. Itse aloitin opinnot 1967.

Millainen on tutkimushanke, jota teet tutkijaprofessorina ol-lessasi?

— Tutkimukseni ei jaksotu erillisiksi hankkeiksi. Sen kes-keinen ongelma on ollut esillä 1970-luvun alusta, ja todennä-köisesti joku toinen tutkii edel-leen samaa aihetta eläkkeelle jäätyäni. Aihe on ajasta riippu-vien systeemien likimääräisen laskemisen menetelmät, erikoi-sesti sellaiset, jotka soveltuvat ns. kankeille differentiaaliyhtä-löille.

Differentiaaliyhtälöiden nu-meerinen ratkaisu on vanha asia, eräät planeetat löydettiin yhtälöiden avulla viime vuosisa-dalla. Nykyisin vaikeutena on laskettavien määrien suuruus. Laskemisessa voi valita nopean tai hitaan menetelmän, joista

jälkimmäisessä laskutyötä ker-tyy mahdollisesti miljoonia ker-toja enemmän. Arvatenkin kehi-tän nopeita menetelmiä. Tulok-sia voi soveltaa mitä moninai-simmilla aloilla, mutta tutki-muksessani suunnittelen kysy-myksenasetteluja siltä kannalta, että tuloksia käytettäisiin integ-roitujen virtapiirien suunnitte-lussa.

Matemaatikolle esittäisin on-gelman seuraavasti:

Suurten differentiaaliyhtälöi-den kuvaamien prosessien, sys-teemien, käyttäytymistä simuloi-daan tavallisesti jakamalla aika pieniin askeliin ja siirtymällä hetkestä toiseen pienellä aske-leella. Eräs tyypillinen laskenta-vaikeus syntyy siten, että systee-min tila muuttuu olennaisen hi-taasti. Silloin taloudellinen las-kenta voisi harppoa pitkin aske-lin, mutta huonon simulointime-netelmän takia joudutaan stabiili-suusvaikeuksiin, jotka pakot-tavat laskemaan kertaluokkia liian pieninä — viime kädessä massiivista laskentaa suorittava tietokone tekee tavattoman pal-jon turhaa työtä.

Onko tutkimuksen edetessä löytynyt mielenkiintoisia sivu-polkuja?

— Kyllä, ja mielestäni poik-keamat tutkimussuunnitelmasta täytyy sallia.

Löysimme viime keväänä uu-



Eero Olavi Nevanlinna

s. 1948

diplomi-insinööri 1972

tekniikan tohtori 1974

*Suomen Akatemian van-
hempi tutkija 1975—77*

*Oulun yliopiston sovelle-
tun matematiikan apulaispro-
fessori 1978*

*Teknillisen korkeakoulun
matematiikan professori
1980*

*varttuneen tieteenharjoitta-
jan apuraha 1983 ja 1986*

tutkijaprofessori 1987—92

den tavan ratkaista niinsanottu-
ja lineaarisia yhtälöryhmiä. Lu-
kiossahan opitaan kahden
muuttujan yhtälön ratkaisu eli
eliminointi. Menetelmämme on
sellainen, että ratkaisun etene-
misjärjestys suurten yhtälöryh-
mien kohdalla tuottaa ratkaisul-
le hyvän likiarvon jo paljon en-
nen kuin koko ryhmä on tullut
eliminoitua.

**Millaisen tutkimusryhmän
kanssa työskentelet?**

— Ryhmässä on kaksi työn-
tekijää, varttunut tutkija ja väi-
töskirjaa valmisteleva lisensiaat-
ti. Lisäksi muutama assistentti
tekee Teknillisessä korkeakou-
lussa aiheeseeni väljästi liittyvää
tutkimusta.

**Mitä mieltä olet tutkijaprofes-
sorin asemasta?**

— En ole vielä ehtinyt saada
kokemuksia, miten tutkijapro-
fessori sijoittuu oman korkea-
kouluni hierarkiassa.

Kummastelen sitä, että on
vain yksi pysyvä tutkijaprofes-
sorin virka, vaikka on aloja,
joilla tutkijaprofessoreita tarvit-
taisiin enemmän - sellaisia ovat
mielestäni alat, joilla tutkimus-
työ edellyttää runsaasti henkilö-
kuntaa ja laitteita. Kun iso osa
tutkijaprofessorin työstä muo-
dostuu yksikön johtamisesta,
riittävän tason ylittävän henki-
lön kohdalla voisi harkita viran
pysyväksi muuttamista. Mate-
matiikan kaltaisella alalla mää-
räaikaiset professuurit ovat taas
sopivia.

Myös palkka voisi olla suh-
teutettu siihen, että tutkijapro-
fessorin virka on tutkijanuran
huippu. Professoriksi saakka
palkkakehitys oli yhtä hyvä kuin
kurssitovereillani. Sen jälkeen
peruspalkka on polkenut pai-
koillaan ja asuntolainat makset-
tu sivutuloilla. Tutkijaprofesso-
rin virassahan ei odoteta hankit-
tavan sivutuloja.

**Kansankunnan henkinen
tila kaipaa vanhan
akatemian
virka-akateemikkoja**

On vaikea kannustaa oppilaita tutkijanuralle, joka ei taloudellisesti kannata; tutkijanuran valinneelta vaaditaan enemmän kieltämyksiä kuin muilta.

Tutkijoiksi olisi toivottavaa saada henkilöitä, jotka menestyvät muuallakin — tutkijan on pysyttävä järjestämään rahoitus hankkeelleen, toimittamaan tuloksista artikkeli tieteelliseen julkaisuun, osallistuttava järjestötoimintaan, oltava hyvä johtaja. Tutkijana menestymiseksi vaaditaan siis annos käytännöllisyyttä.

Nykyinen palkkarakenne ei tue tätä, vaan tutkijaksi hakeutuu henkilöitä, jotka luonteensa puolesta tuntevat vetoa tutkimukseen. Halu uhrata elämänsä tieteelle ei kuitenkaan riitä!

Uskoakseni suurempi osa aivo-
vuodosta kuin halutaan myöntääkään johtuu heikoista palkoista eikä määrärahasyistä.

Nykyinen tutkijaprofessorin virka on luonteeltaan virkamies-

mäisempi kuin akateemikon. Tällä hetkellä akateemikko on pelkkä kunnianimi; kansakunnan henkinen tila kaipaisi vanhan akatemian virka-akateemikkoja.

Olet ottanut kantaa sen puolesta, että Suomeen hankittaisiin supertietokone. Kuulutko niihin, jotka käyttäisivät sitä omassa työssään?

— Tutkimuksessani en käytä enkä tule tarvitsemaankaan supertietokonetta.

Miten Suomessa kannattaisi menetellä koneen hankinnassa?

— Pelkkä supertietokone ei riitä — sen ympärille on luotava tutkimusyksikkö, joka koostuu koneen käytöstä kiinnostuneista tutkijoista.

Konetta tarvitsevat matematiikan naapurialojen tutkijat, esimerkiksi fyysikot, jotka joutuvat suorittamaan pitkiä ja hankalia laskuja. Yksikön ansiosta matematiikan ja naapuritieteiden tutkijoiden yhteistyö kehittyy; matematiikka on monen muun tieteenalan tarvitsema aputiede. Matematiikalle itselleen on hyödyksi, että se on kosketuksissa muiden tieteiden kanssa. Yksikön katalysoiva vaikutus on siis tärkeä.

Jos saadaan pelkkä tietokone, ollaan muiden sille tekemien ohjelmien varassa. Vaikka toimitaisiin tieteen eturintaman tutkimassa, sitä ei ohiteta.

Valtion tietokonekeskukseen löyhästi kiinnittyvä tutkimusyksikkö olisi sopiva paikka Suomeen hankittavalle supertietokoneelle. Yksikön perustamisbudjetti olisi pienehkö verrattuna koneen hankintahintaan.

Entä jos konetta ei hankita?

— Supertietokonetta pitää tarkastella niiden potentiaalisten tulosten kannalta, joita sillä voisi saavuttaa. Pienellä kapasiteetilla ei päästä yhtä pitkälle. Jos työväline puuttuu, lahjakkaat tutkijat paneutuvat muihin tutkimusongelmiin, siirtyvät toisille aloille tai muuttavat ulkomaille.

Perusteluja vaikeuttaa luonnollisesti se, että tieteen supertietokoneella saamaa potentiaalista voittoa on vaikea mitata. Kustannukset sitävastoin ovat konkreettisesti nähtävissä.

En pidä supertietokonetta ja minisuperkoneita toistensa vaihtoehtona. Eihän liikenneyhteyksiäkään rakenneta sillä periaatteella, että Tokion linjalle hankittava DC-10 sulkee pois metron jatkamisen Espooseen. Kummallakin on omat käyttäjänsä.

**Supertietokone ei
itsessään riitä, vaan sen
ympäristö on luotava
oma tutkimusyksikkö.**

Lontoon yliopiston laskenta-keskuksessa (ULCC) on suurtietokone Cray-1S, johon suomalaisilla on käyttöoikeus. Konetta tarvitseva tutkija saa valtion teknistieteelliseltä tai luonnontieteelliseltä toimikunnalta matka-apurahan konetta tarvittaessaan. Koneeseen saa myös yhteyden omasta työhuoneestaan. Tarvitaanko Suomeen silti oma supertietokone?

— Edellä oli puhetta siitä, että koneen ympärillä työskentelevä tutkimusyksikkö on välttämätön, jotta koneen käyttö olisi hedelmällistä. Tutkijanuralla työskentely on pitkäjänteistä eikä onnistu satunnaisten matkojen turvin. Sama koskee Suomesta käsin työskenteleviä: omassa työhuoneessa ei voi olla yhteistyössä tutkimusyksikön kanssa. Nykytilanteen jatkuessa tutkija pysyy korkeintaan muiden maiden tutkijoiden tasolla.

Yhteistyösopimus Lontoon yliopiston kanssa on väliaikaisratkaisu omaa konetta odotellessa, mutta sen varaan ei voi rakentaa vakavaa pitkäjänteistä työskentelyä.

Keväällä perustettiin Rolf Nevanlinna -instituutti, valtakunnallinen matematiikan tutkimuslaitos, jonka johtokunnan varapuheenjohtaja olet. Mihin instituuttia tarvitaan?

— Instituutti perustettiin erikoisesti koordinoimaan palvelututkimusta. Sen välityksellä muiden tieteiden ja teollisuuden edustajat pääsevät yhteyteen matemaatikkojen kanssa. Instituutti on leimallisesti kaikkien matemaatikoiden yhteinen "alkukoti". Sen kautta voi myös lähestyä koko suomalaista matemaattikkokuntaa ulkomailta ja säästyä lukuisilta erillisiltä yhteydenotoilta.

Matematiikkaa on jossain muodossa kaikissa korkeakouluissamme. Niinpä yksiköt ovat pieniä. Vertaan mielelläni Suomen tilannetta Yhdysvaltain keskilämmen osavaltioihin, esimerkiksi Wisconsiniin ja Minnesotaan, joissa väestön määrä on samaa kertaluokkaa kuin Suomessa. Kuitenkin: siinä missä Suomessa on 17 korkeakoulua, kussakin osavaltiossa kaikki matemaatikot työskentelevät samassa laitoksessa.

Maamme pyöreästi 70 matematiikan viranhaltijaa ovat yksimielisiä siitä, miten yhteistyötä tehdään, ja muodollinen puoli on toissijainen. Jotta palvelututkimukselle kuitenkin olisi konkreettinen kanava, pidettiin instituutin perustamista tarpeellisena.

Suuryrityksillä on kehitysyksikkönsä, mutta niissä on harvoin matemaatikoita — tutkijoilla on usein insinöörin tai fyysikon pohjakoulutus. Kun tutkimusprojekteissa tulee laskeamiseen liittyviä vaikeuksia, tutkijat voivat kääntyä instituutin puoleen.

Kehitysyksiköiden kannalta iso ja tyypillinen ongelma matemaattisten ongelmien ratkaisussa on aika. Kehitysprojektit liittyvät usein tiukasti ajoitettuihin teollisuushankkeisiin. Kun aikataulussa on pysyttävä, matemaattisia ongelmia ei ehditä ratkaista vaan kierretään tinkimällä optimaalisesta ratkaisusta, panemalla "tarpeeksi rautaa mukaan". Työtä voi tällaisessa tilanteessa nopeuttaa yksikkö, joka ottaa keskitetysti palvelututkimuksia vastaan.

Instituutti ei siis keskity pelkästään "puhtaan" matematiikan tutkimukseen?

— Tieteellisen ohjelman osalta instituutin on tarkoitus toi-

Syksyllä toimintansa aloittaneen Rolf Nevanlinna -instituutin välityksellä muiden alojen tutkijat ja teollisuuden edustajat pääsevät yhteyteen matemaatikkojen kanssa.

mia koko matematiikan kentällä.

Yhteistyö muiden tieteiden kanssa on ylivoimaisesti tärkein muoto, jolla matematiikka hyödyttää yhteiskuntaa. Matemaatikoiden pitäisi päästä joustavasti mukaan muiden alojen hankkeisiin. Pelkästään matematiikan varassa eläviä tutkimusprojekteja on hyvin harvoja, eivätkä ne ole olemassaolon oikeutus matematiikalle. Jos instituutin ohjelmaan ilmestyy paljon puhtaasti matemaattisia hankkeita, pidän tilannetta keinotekoisena.

Esimerkkinä siitä, millaisia palvelututkimukset parhaimmillaan ovat, voisin mainita tutkimussopimuksen amerikkalaisen Alcon ja Teknillisen korkeakoulun matematiikan laitoksen välillä. Matematiikan laitoksella selvitetään, miten alumiinin muotti on tehtävä, jotta vaikkapa nelikulmaisesta alumiinitangosta puristetaan poikkileikkaukseltaan I:n muotoista. Muotin on oltava sellainen, että tanko pursotuksen jälkeen on

Matematiikalle on edullista, että muut tieteet ovat sen kanssa kosketuksissa.

mahdollisimman laadukas. Ratkaistavana on aidosti vaikea matemaattinen ongelma.

Millaisena instituutti aloittaa toimintansa?

Instituutissa on vt.johtaja, apulaisprofessori Aatos Lahtinen Helsingin yliopistosta, joka vastaa palvelututkimuksen suunnittelusta. Yksi tutkimus-assistentin paikka on haussa ja täytetään ensi vuoden alusta. Toinen assistenttuuri saadaan vuoden päästä. Kolmantena laitoksessa on sihteeri.

Instituuttiin tulee johtajan lisäksi esimies suunnittelemaan tieteellistä toimintaa. Professori Olli Martio Jyväskylän yliopistosta huolehtii tällä hetkellä oman toimen ohella tehtävistä, jotka johtosääntö määrää esimiehelle.

Muodollisesti instituutti on Helsingin yliopiston erillinen tutkimuslaitos. Johtokunnassa on sen ja muiden korkeakoulujen matemaatikkokunnan edustajat sekä kaksi elinkeino-

elämän ja valtionhallinnon edustajaa.

Oletko tyytyväinen instituutin kokoon sellaisena kuin se perustettiin?

Instituutti olisi saanut olla isompi. Tärkeintä kuitenkin on, että se on saatu aikaan. Uskon sen lähtevän kasvamaan nyt alkuun päästyään.

Miten instituutin toiminta on lähtenyt käyntiin?

— Toiminta käynnistyi syksyn alussa. Parhaillaan on suunnitteilla instituutin tieteellisen ohjelman runko kolmeksi vuodeksi eteenpäin. Siihen sisältyy symposiumeja ja kongresseja. Miljoonan markan rahoitus on

Jenny ja Antti Wihurin säätiöltä. Runko-ohjelman valmistuttua toimintaa yritetään "lihottaa" muulla rahoituksella.

Myös palvelututkimus käynnistyy lähiaikoina. Instituutti siirtyy uusiin tiloihinsa syksyn aikana, kun Teollisuuskadun kiinteistö valmistuu. Avajaiset ovat syyskuun lopulla, ja vuodenvaihteen jälkeen päästään omaan kerrokseen.

Nevanlinna-instituutti on mainittu Euroopan teollisuusmatemaatikkojen konsortiumin yhteydessä. Mikä tämän organisaation tehtävä on?

— The European Consortium of Mathematics in Industry — ECMI — on ollut esillä siksi, että se on katto-organisaatio,



jonka kautta Nevanlinna-instituutti on solmimassa normaaleja kansainvälisiä yhteyksiä.

Matematiikan tutkijat ja teollisuuden edustajat eivät aina tiedä, miten lähestyä toisiaan. ECMI on uusi kattojärjestö, jonka tarkoitus on saattaa yhteen eri yksiköissä toimivia matemaatikkoja.

Muodollisesti Suomi on vasta hakeutumassa ECMI:n yhteyteen. Epävirallisia yhteyksiä on ollut toki aikaisemminkin, Teollisuusmatematiikkapäivien järjestäjät esimerkiksi ovat olleet mukana toiminnassa joitakin vuosia.

Suuryritykset ja pankit ovat ryhtyneet tukemaan jatko-opiskelua. Kaivavatko niiden toimenpiteet maata korkeakoulujen alta?

— En näe suurta vaaraa pitkällä tähtäimellä. Kiusallista voi kyllä olla se, että tilapäisesti rahoitettu kurssi imaisee oppilaat ja opetusvoimia korkeakoulun jatkuvilta toiminnoilta.

Yritysten rahoittama jatko-opetus ei heikennä korkeakoulujen asemaa. Korkeakouluhan joka tapauksessa valvoo opetusta. Opiskelijasta ei tule Nokian lisenssiaattia, vaan korkeakoulu myöntää lisenfaatintutkinnon niille, jotka sen ovat ansainneet.

Kyse on pienehköstä asiasta, joka liittyy yritysten pr-toimintaan. Se jatkunee tulevaisuudessakin ja oletan, että lehdistö oppii suhtautumaan siihen vähemmän ennakkoluuloisesti.

Ilahduttava asia tieteenalalta?

— Matematiikan tutkimuksen traditio ja taso on Suomessa

on perinteisesti ollut kansainvälisesti korkeatasoista, ja Suomea pidetään ulkomailla korkean profiilin maana. Alan tutkijoiden parissa vallitsee miellyttävä ilmapiiri.

Mitä korjaamisen varaa matematiikan tutkimuksessa on?

— Toivoisin, että enemmän lahjakkaita opiskelijoita hakeutuisi tutkijoiksi. Tietotekniikan ylikuumenemisen aikana matematiikka jäi hiukan syrjään opiskelijoiden mielissä. Sama ilmiö on näkynyt muissakin maissa. Kahtena viime vuonna on kuitenkin Yhdysvalloissa numeerikan alalla nuorten tohtorien kysyntä teollisuudessa noussut huimasti. Myös palkkakehitys on parantunut suuryrityksissä. Meilläkin saattaa tapahtua samaa pienessä mittakaavassa.

Matematiikkona minua häiritsee, että Suomen lukioissa matematiikan osuus on jäänyt niin pieneksi. Siitä ei ole haittaa matematiikan tutkimukselle vaan muille tieteenaloille, joilla matematiikkaa käytetään. Mate-

Matematiikka on kansainvälinen tiede, koska se itsessään on oma kieli ja erittäin vähän sidoksissa muihin kieliin.

matiikan opiskelijat opetetaan alusta lähtien uudestaan — meille on tärkeää, että opiskelemaan tuleva matemaattisen taipumuksen ohella osaa englantia, toivottavasti myös ranskaa, ja tuntee luonnontieteitä, jotta pystyy mieltämään matematiikan osuuden niiden tutkimuksessa. Sen sijaan Teknillisen korkeakoulun opiskelijan olisi tärkeää tuntea matematiikkaa, koska insinööriopinnoissa ei ole varaa käyttää aikaa sen opettamiseen. Oma lääkkeeni olisi matematiikan tuntimäärien kasvattaminen. □

RS