



Emmy Noether mursi sukupuolirajan

Matti Lehtinen ja Vadim Kulikov
Helsingin yliopisto

Matematiikka leimautuu miespuoliseksi alaksi, halutaan tai ei. Suomessa on noin 70 virassa toimivaa matematiikan professoria, ja heidän sukupuolijakaumansa on aika epätasainen: naispuolisia on tulkintatavasta riippuen yksi tai kaksi. Kansainvälisten matematiikkaolympialaisten yli viidestäsadasta kilpailijasta on vuosittain säännönmukaisesti tyttöjä vain noin 40. Emme ota kantaa siihen, miksi näin on. Mutta sen, että yksi tekijä kaiken takana on historian painolasti, voi lukea myös monien mielestä kaikkien aikojen merkittävimmän naispuolisen matemaatikon, *Emmy Noetherin* elämäntarinasta.

Amalie Emmy Noether syntyi 23.3.1882 Erlangenissa, Nürnbergin lähellä olevassa baijerilaisessa yliopistokaupungissa. Emmyn lähtökohta matemaatikon uralle oli sinänsä paras mahdollinen. Hänen isänsä *Max Noether* (1844–1921) oli etevä ja kuuluisa matemaatikko, algebrallisen geometrian uranuurtaja ja matematiikan professori Erlangenin yliopistossa – yliopistossa, jonka matematiikka muistaa ennen muuta siellä jo ennen Emmy Noetherin syntymää jonkin aikaa vaikuttaneen matematiikan voimamiehen *Felix Kleinin* (1849–1925) *Erlangenin ohjelmasta*, virkaanastujaisitelmässä osoitetusta geometrian ja tuolloin voimakkaasti kehitymässä olleen ryhmäteorian yhteydestä. Emmy oli Max Noetherin neljästä lapsesta vanhin. Hänen nuorempi veljensä *Fritz Noether* (1884–1941) oli myös matemaatikko, Fritzin poika *Gottfried Noether* (1915–1991) puolestaan merkittävä tilastotieteilijä. Sekä Emmyn että Fritzin elämään tuli aikanaan merkittävästi vaikuttamaan se,

että Noetherin perhe oli juutalainen.



Emmy kävi koulunsa Erlangenin *Höhere Töchter Schule* ("Korkeampi tyttärkoulu") -nimisessä tyttökoulussa. Koulun opetusohjelma painottui nykykieliin, ja laskentoakin toki oli mukana. Emmy otti myös pianotunteja, muttei juuri edistynyt. Myöskään kotitalous ei ollut

hänen alaansa. Tanssi Emmyä viehätti – seuralämään kuuluivat yliopiston professoreiden kodeissaan järjestämät tanssiaiset, ja niistä Emmy piti. Koulun päätyttyä, 18-vuotiaana, Emmy otti aika luonnollisen odotettavissa olevaan elämäntyöhön johtavan askeleen. Hän sai valtiollisessa tutkinossa pätevyyden opettaa ranskaa ja englantia tyttöoppilaitoksissa. Tähän ei yliopistopintoja tarvittu. Emmy Noetherin arvosanat olivat parhaat mahdolliset, paitsi käytännön opetustaidossa.

Emmy ei kuitenkaan hakeutunut kieliä opettamaan, vaan päätti jatkaa opintojaan Erlangenin yliopistossa. Päätös oli rohkea. Erlangenin yliopiston asiakirjoista käy ilmi, että talvilukukautena 1900–01 yliopistossa oli kirjoilla 984 miespuolista ja kaksi naispuolista opiskelijaa, toinen näistä Emmy Noether. Itse asiassa Noether ei voinut sukupuolensa vuoksi kirjoittautua varsinaiseksi opiskelijaksi, vaan vain ”kuuntelijaksi”. Emmy Noether opiskelikin samanaikaisesti *Reifeprüfungia* eli ylioppilastutkintoa varten, jonka suoritettuaan hän siirtyi maineikkaaseen Göttingenin yliopistoon, edelleen kuuntelijaksi. Göttingenissä Emmy seurasi mm. Felix Kleinin ja Kleiniakin kuuluisamman *David Hilbertin* (1862–1943) luentoja.

Ajat olivat muuttumassa. Vuonna 1904 Saksassa tuli voimaan uusi laki, jonka mukaan naisetkin saattoivat opiskella yliopistossa oikeina opiskelijoina. Emmy palasi kotikaupunkinsa Erlangenin yliopistoon ja ilmoitti oppiaineeksensa matematiikan. Erlangenin yliopiston matematiikan professorit olivat Emmyn isä Max ja *Paul Gordan* (1837–1912). Gordan oli merkittävä tutkija, johtohahmo 1800-luvun lopulla muodikkaalla invarianttiteorian alalla. Invariantit ovat esimerkiksi tietynlaisten polynomien kertoimien lausekkeita, jotka eivät muutu, kun polynomien muuttujille tehdään tiettyjä muunnoksia. Esimerkiksi toisen asteen polynomien $ax^2 + 2bxy + cy^2$ eräs invariantti tason kiertoa vastaavien muuttujanvaihtojen suhteen on diskriminantti $b^2 - ac$. Emmy Noetheristä tuli Paul Gordanin tohtorioppilas. Väitöskirja, joka käsitteli kolmen muuttujan neljännen asteen polynomien invariantteja, valmistui 1907. Gordanin ja siten hänen oppilaansakin lähestymistapa oli periaatteessa ankara muodollinen laskeminen. Noetherin väitöskirjan liitteenä on luettelo yli 300 löytyneestä invariantista.

Emmy Noether oli nyt matemaatikko. Hän saattoi liittyä matemaattisiin yhdistyksiin ja osallistua niiden kokouksiin. Noether liittyi ensimmäiseksi italialaiseen *Circolo matematico di Palermoon* ja vuonna 1909 Saksan matemaatikko yhdistykseen *Deutsche Mathematiker-Vereinigungiin*. Jo vuonna 1909 Noether piti ensimmäisen esitelmänsä DMV:n kokouksessa. Myöhemmin, vuosina 1913–1929 näitä esitelmiä kertyi kahdeksan lisää.

Gordan eläköityi vuonna 1910. Häntä seurasi *Ernst Fischer* (1875–1954). Fischerin ja Noetherin matemaattinen ajatustenvaihto oli vilkasta ja jatkui senkin

jälkeen, kun he suuntautuivat eri yliopistoihin. Fischer oli hänkin osallistunut invarianttiteorian tutkimukseen, mutta hän oli sisäistänyt Hilbertin siihen tuoman uuden, Gordanin suosimia muodollisia laskuja abstraktimman ajatusmaailman ja johdatti Noetherinkin tälle tielle. Mitään muodollista tehtävää tai virkaa Noetherillä ei ollut. Hän auttoi kuitenkin iäkästä ja sairasta isäänsä tämän virkatehtävien hoidossa.

Vuonna 1915 Einsteinin yleinen suhteellisuusteoria oli muotoutumassa. Hilbert ja Klein kävivät vilkasta kirjeenvaihtoa tuolloin Berliinissä vaikuttaneen Einsteinin kanssa suhteellisuusteorian matematiikasta, joka myös monella tapaa sivusi invarianttiteoriaa. Luultavasti tähän liittyen Hilbert ja Klein kutsuivat Emmy Noetherin Göttingeniin, tuon ajan merkittävimpään matemaattiseen keskukseen, pari sataa kilometriä Erlangenista pohjoiseen. Tarkoitus oli, että Noether suorittaisi *habilitaation*, joka oikeuttaisi hänet yliopiston dosentiksi. (Saksassa tohtori, joka pyrki yliopiston opettajaksi, joutui kirjoittamaan toisen väitöskirjan, *habilitaatiokirjoituksen*, ja puolustamaan sitä.) Noetherin sukupuoli nousi kuitenkin taas esteeksi. Habilitaation hyväksymisestä päätti koko filosofisen tiedekunnan professoreista koostuva neuvosto, ja siellä syntyi vastarintaa. ”Jos myönnämme naiselle dosentin arvon, hänestä voi tulla professorikin ja sitä myöten jopa yliopiston senaatin jäsen. Ei kai senaatissa voi naisia olla?” Hilbert kehotti professoreita muistamaan, että senaatti ei ole kylpylaitos, mutta tämä ei auttanut. Noether jäi ilman dosentuuria.

Neuvokas Hilbert ei kuitenkaan lannistunut. Emmy Noether sai pitää luentojaan, mutta niiden pitäjäksi ilmoitettiin virallisesti professori Hilbert, ”neiti tohtori Noetherin avustamana”. Ensimmäisen maailmansodan päätyttyä, 1919, Noetherille viimein sallittiin habilitaatio, ja hän saattoi ryhtyä luennoimaan omissa nimissään. Palkkaa hänelle ei maksettu: saksalaisessa yliopistojärjestelmässä *Privatdosentin* oikeus oli luennoida ja saada ottaa palkkionsa suoraan opiskelijoilta. Vuonna 1922 Noetherin akateeminen status kohosi jälleen. Hänestä tuli *nicht beamteter ausserordentlicher Professor*, palkaton ylimääräinen professori.

Noetherin elämässä ei pääosaa näytellyt raha vaan matematiikka. Hänen kehittymisensä suureksi matemaatikoksi ei ollut salamannopeaa. Vasta Göttingenissä 1920-luvun alussa hän alkoi olla omimmalla alallaan, puhtaassa abstraktissa algebrassa ja sen aksiomaattisissa rakenteissa. Eryyisen merkittävä hänen panoksensa on ns. ideaalien teoriassa; ideaalit ovat tietystä mielessä lukujen yleistyksiä. Ideaaliteorian alkuunpanijoita oli esittämästään reaalityyppien määritelmästä tunnetuin saksalainen matemaatikko *Richard Dedekind* (1831–1916), ja merkittävän Emmy Noetheria edeltäneen panoksen sille oli antanut saksalainen *Emanuel Lasker* (1868–1941), mies, joka parhaiten tunnetaan siitä, että hän piti hallussaan šakin maailmanmestaruutta

27 vuotta, 1894–1921.

Noetherin menetelmät ja tulokset, joihin tässä emme voi käydä lähemmin, olivat ehdottoman abstrakteja, aivan erilaisia kuin hänen nuoruudentyönsä invarianttien parissa. Noetherin ympärille Göttingeniin syntyi elinvoimainen algebrallinen koulukunta, jonka yksi merkittävä edustaja, hollantilainen *Bertel van der Waerden* (1903–1996) kirjoitti vuonna 1930 abstraktin algebran kannalta keskeisen oppikirjan *Moderne Algebra*. Kirja ilmestyi lukuisina painoksina ja vuonna 1955 se oli muodostunut jo niin klassikoksi, että nimeksi jäi pelkkä *Algebra*. Van der Waerden tunnustaa jo kirjansa nimisivulla velkansa Emmy Noetherille: vielä seitsemännessäkin painoksessa (jonka toinen tämän kirjoittajista omistaa), tekijän nimen alla lukee *Unter Benutzung von Vorlesungen von E. Noether* (E. Noetherin luentoja hyväksi käyttäen). Noetherin perintö ja henki elävät yhä niin algebrassa kuin muillakin abstraktin matematiikan alueilla.

Vuosi 1932 oli Emmy Noetherille hyvä. Hän täytti 50 vuotta ja sai ainoan taloudellistakin arvoa sisältäneen julkisen tunnustuksen työstään, *Albert Ackermannin muistopalkinnon matemaattisten tieteiden hyväksi tehdystä työstä*, palkinnon arvo oli nykyrahassa pari sataa euroa. Samana vuonna Noetherillä oli kunnia pitää yksi Kansainvälisen Matemaatikkokonferenssin pääesitelmistä Zürichissä. Mutta ajat olivat jälleen muuttumassa, eikä muutos nyt ollut Noetherille eduksi.

Saksan poliittisen historian tapahtumat mullistivat myös matematiikan aseman Saksassa. Kansallissosialistien valtaannousua seurasi nopeasti yliopistojen puhdistus juutalaistaustaisista opettajista. Ehkä tuhoisimmin tämän päätöksen seuraukset koki Göttingen. Emmy Noether sai 2. huhtikuuta 1933 kiellon opettaa yliopistossa. Sama kohtalo koski suurta osaa Göttingenin matemaatikoista. Noether yritti ensin jatkaa seminaarejaan asunnossaan, mutta hyväksyi pian tosiasiat, joiden valossa Saksasta poistuminen oli järkevintä.

Saksasta ja Saksan vaikutuksen alle jäävistä maista joutui 1930-luvulla poistumaan suuri määrä rodullisista tai poliittisista syistä epäkelvoiksi tulleita ja hengenvaaraan joutuneita tiedemiehiä ja -naisia. Useimpien määränpääksi muodostui Yhdysvallat. Vaikka amerikkalaiset pyrkivät ottamaan tulijat vastaan, ei sopivia ja tulijoiden kykyjä vastaavia paikkoja tietenkään voinut olla tarpeeksi. Emmy Noetherille järjestyi opettajan paikka *Bryn Mawr Collegesta* Pennsylvaniasta, läheltä Philadelphiää. Bryn Mawr College on naisopiskelijoille tarkoitettu tasokas oppilaitos, mutta ei tieten-

kään paikka, joka olisi voinut täysipainoisesti hyödyntää maailman johtavan algebran tutkijan panosta tai tarjota hänelle oikeantasoisia oppilaita. Bryn Mawr oli onneksi melko lähellä Princetonia, jonne oli muodostumassa merkittävä tieteellinen keskus, Princetonin yliopiston ja vuonna 1930 perustetun yksityisen *Institute for Advanced Study* -tutkimuslaitoksen ansiosta. Viime mainitun laitoksen henkilökuntaan kuuluivat mm. tieteen suurmiehet *Albert Einstein*, *John von Neumann* ja *Kurt Gödel*, monen muun ohella. Emmy Noether luennoi Bryn Mawrin ohella Princetonissa ja saattoi siellä tavata tasoisiaan matemaatikkoja.

Emmy Noetherin Amerikan-kausi jäi lyhyeksi. Huhtikuussa 1935 Noether hakeutui lääkäriin hoitoon lantiokipujen vuoksi. Hänelle tehtiin leikkaus, joka näytti, että vaivat eivät johtuneet pahanlaatuisesta kasvaimesta. Leikkaus aiheutti kuitenkin komplikaation, joka johti nopeasti kuolemaan 15. huhtikuuta 1935.

Emmy Noetherin veli Fritz joutui tietysti myös erotetuksi professuuristaan. Hän löysi uuden työpaikan Neuvostoliitosta, Tomskista. Fritz Noetherin kohtaloksi koituivat Stalinin vainot; hänet ammuttiin epäiltynä vakoilusta Hitlerin Saksan hyväksi. Noetherit eivät olleet poliittisesti aktiivisia, mutta kuitenkin vasemmistosuuntautuneita. Emmy Noether oli jopa vierailut luvkuuonna 1929–30 Moskovan yliopistossa.

Emmy Noether julkaisi 43 tieteellistä artikkelia ja ohjasi noin 15 tohtorinväitöskirjaa. Hän oli yksi arvostetun *Mathematische Annalen* -aikakauskirjan merkittävimpiä toimittajia. Opettajana häntä ei aina kiitetty. Hänen luentonsa saattoivat olla tilanteita, joissa uudet matemaattiset ideat pyrkivät esiin, eivätkä ne silloin olleet pedagogisesti kiillotetussa muodossa.

Kuuluisa matemaatikko *Hermann Weyl* (1885–1955), joka mm. oli Göttingenin matematiikan laitoksen johdossa myrskyisenä kesänä 1933, kuvaa kauniisti Emmy Noetherin ulkoista olemusta ("ei voida sanoa, että Sulottaret olisivat seisseet hänen kehtonsa äärellä") ja luonnetta ("avoin ja suorapuheinen, muttei milloinkaan hyökkäävä; elämässään vaatimaton ja äärimmäisen epäitsekkäs... huumorintajuinen ja seurallinen... valtavat matemaattiset kyvyt aiheuttivat jonkinlaisen elämän epätasapainon..."). Göttingenissä Noetheriin joskus leikillisesti viitattiin sanoilla "Der Noether". Tämän maskuliinisen ilmauksen keksijän sanotaan olleen merkittävä venäläinen topologi *Pavel Alexandroff* (1896–1982), Noetherin hyvä ystävä, ja Weyl viittaa sillä Noetherin mahtaviin hengenvoimiin, joilla tämä mursi sukupuolesta johtuneet rajoitteet.