

TULLIO LEVI-CIVITA

Tullio Levi-Civita oli itaalia matemaatik, kes on tuntud oma tööde poolest absoluutse diferentsiaalrehkenduse vallas ja tensorite teoorias. Nagu paljud juudi päritolu teadlased, kannatas ka tema fašistliku Itaalia rassiseaduste tõttu.



Tullio Levi-Civita (1873 – 1941)

Tullio Levi-Civita (edaspidi Levi-Civita) sündis Paduas advokaadi, itaalia juudi päritolu Giacomo Levi-Civita perekonnas. Isa sai mõned aastad hiljem Itaalia kuningriigi senaatoriks. Levi-Civita käis Paduas keskkoolis, kus ilmned tema erakordsed võimed. Keskkooli lõpetamise järel asus ta õppima Padua ülikooli matemaatika teaduskonnas, kus tema õpetajateks olid Giuseppe Veronese ja Ricci-Curbastro ¹. Oma diplomitöö absoluutsete invariantide kohta tegi ta just Curbastro juhtimisel ja seda tema tööd võib vaadelda kui tensorite kasutamise algust.

Ta lõpetas ülikooli 1892. a ja tema väitekiri avaldati aasta hiljem, kui ta oli teinud selles mõned parandused. Talle anti õpetaja diplom ja ta asus tööle õpetajate kolledžis, mis kuulus loodusteaduste teaduskonna juurde Pavias.

¹ Gregorio Ricci-Curbastro (1853 – 1925) – itaalia matemaatik, kes saavutas oma kuulsuse tensorarvutuse leiutajana.

Levi-Civita asus tööle Padua ülikooli ratsionaalse mehaanika ² kateedrisse 1898. a, kuhu ta jäi kahekümneks aastaks (1896. a oli surnud selle kateedri juhataja, Accademia dei Lincei liige professor Ernesto Padua). Selle 20 aasta kestel tegi Rooma ülikool kangelaslikke jõupingutusi, et saada Levi-Civita endale. Eriti pingutas selleks Castelnuovo ³, küll esialgu asjatult, sest Levi-Civita meeldis Padua. Võib-olla sellepärast, et vaikne linnake erines oluliselt rahvusvahelisest Roomast. Ja ta oli selles linnas abiellunud oma õpilase Libera Trevisaniga 1914. a.

20. sajandi alguses tundis Levi-Civita elavat huvi analüütilise dünaamika vastu ja paljud tema tööd käsitlevad kolme keha probleemi. 1920. a koostas ta sellest kokkuvõtte *Acta Mathematicas*. Oma karjääri lõpul huvitus Levi-Civita n -keha probleemist. Üheksa aastat pärast Levi-Civita surma avaldati tema raamat *Le problème des n corps en relativité générale*, mis käsitles n -keha probleemi üldrelatiivsusteoorias.

Pärast I maailmasõda otsustas Rooma ülikool kindlalt haarata kaasa rohkem kuulsaid õpetlasi ja selleks ajaks oli Levi-Civita oma meelt muutnud – tõenäoliselt oli ta rohkem huvitatud väga heade õpilaste leidmisest, sest selle koha pealt oli Rooma kindlasti Paduast parem. 1918. a nimetati Levi-Civita Kõrgema analüüsi kateedri juhatajaks Rooma ülikoolis ja kaks aastat hiljem mehaanikakateedri juhatajaks.

Selleks ajaks oli I maailmasõda lõppemas ja USA president Woodrow Wilson oli kirja pannud 14 punkti, mille najal sõda lõpetada ja mis, kuigi paljude riigijuhtide arvates naiivne, sai tegelikult Versailles' rahulepingu aluseks. Kõik liitlased Wilsoni kirjaga rahul ei olnud, nagu näiteks Suur-Britannia ja Prantsusmaa, mistõttu tekkis ebameeldiv olukord. Sellest ülesaamiseks pakkus Wilson neile ideed luua uus struktuur – Rahvusvaheline Teadusnõukogu, mille ülesandeks oleks taastada rahvusvaheline koostöö teaduses. See nõukogu tegutseks iga Entente'i riigi vastava organi kaudu ja sel

² Ratsionaalne mehaanika on spetsiifilistest jõududest põhjustatud liikumise uurimine.

³ Guido Castelnuovo (1865 – 1952) oli itaalia matemaatik, kes on tuntud panuse eest algebraalse geomeetria arengusse ning statistika ja tõenäosusteooria uurimisse.

oleks õigus kutsuda sellega liituma teisi riike, kuid mitte teljeriike. 1919. a selline organ tõesti loodi, kuid Saksamaa, Austria, Ungari ja Bulgaaria jäeti välja.

Sellisele lähenemisele oli aga Levi-Civita kindlalt vastu. Ja kui Theodore von Kármán⁴ pani Levi-Civitale ette korraldada 1922. a vedelike dünaamika alane konverents, siis Levi-Civita mõistis, et see ei saa olla ametlik, kui nii saksa kui itaalia teadlased ei saa osaleda. Ta arvas, et see konverents peaks olema mitteametlik. Sama aasta septembris selline konverents Innsbruckis toimuski, kuid Entente'i riikidest oli kohal vaid Levi-Civita oma uurimisrühmaga. Sellest hoolimata pani see konverents aluse rahvusvahelistele kongressidele rakendusmehaanika alal ja vastuvõetud otsuses leiti, et need kongressid peavad käsitlema rakendusmehaanika kõiki alasid. Esimene selline kongress toimus Delftis 1924. a. Levi-Civita oli selle kongressi aktiivne organisator ja jäi selleks oma elu lõpuni.

Tema elu hakkas tumestama nii totalitarism kui ka antisemitism. 1931. a pidid kõik Itaalia professorid alla kirjutama fašismi truudusvande. Volterra keeldus ja kaotas kõik oma ametid. Kuigi Levi-Civita oli teravalt fašismi vastu, andis ta siiski oma allkirja oma perekonna ja uurimisrühma tõttu.

Ta käis loenguid pidamas USAs 1933. a ja Moskvas ning Kiievis 1935. a. 1936. a oli ta Einsteini kutsel taas USAs, pidades loenguid Harvardis, Princetonis ja Rice'i instituudis.

Houstonis andis ta intervjuu, mis Itaalia võimudele tundus kriitiline ja Itaalia konsul päris Levi-Civitalt aru. Levi-Civita kutsuti koju tagasi, kuid midagi hullemat ei toimunud – oli ju Levi-Civita väga tuntud teadlane. Nöökimata teda siiski ei jäetud – teda ei lubatud 1936. a Oslos toimunud rahvusvahelisele matemaatikute kongressile. Kongress vastas sellele sammule Levi-Civita valimisega Fields'i medali⁵ määramise komisjoni.

⁴ Theodore von Kármán (1881 – 1963) – ameerika-ungari matemaatik, lennundusinsener ja füüsik, kes tegutses lennunduse ja astronautika valdkonnas.

⁵ Fieldsi medal on rahvusvaheline tunnustus, mida annab välja Rahvusvaheline Matemaatikaunioon iga nelja aasta tagant toimuvatel rahvusvahelistel matemaatikute kongressidel. See antakse iga kord mitmele eriti väljapaistvale alla 40 aasta vanusele matemaatikule.

1938. a septembris võeti Itaalias vastu rassiseadused, mille kohaselt juudi päritolu teadlased kaotasid ülikoolides, koolides, akadeemiates ja teistes asutustes oma töö. Levi-Civita kaotas oma professorikoha ning ta pidi lahkuma ajakirja *Zentralblatt für Mathematik* toimetusest. Ka ei pääsenud ta V Rakendusmehaanika kongressile USAs.

Niisugune tagakiusamine mõjus suurele teadlasele väga halvasti – ta sai infarkti ja suri oma Rooma korteris 29. detsembril 1941.

Kui Einsteini käest küsiti, mis talle Itaaliast kõige rohkem meeldib, siis vastas ta, et spaghetti ja Levi-Civita.

Jättes spaghetti kõrvale, vaatleme nüüd lühidalt, miks Levi-Civita Einsteinile meeldis.

Kõigepealt tuleb öelda, et Levi-Civita kasutas vabalt puhast matemaatikat, kusjuures eriti hästi oli tal arenenud matemaatiline intuitsioon, mida ta oskas hästi kasutada erinevate matemaatiliste probleemide lahendamiseks. Kõige paremini on ta tuntud oma töödega absoluutses diferentsiaalrehkenduses ja selle kasutamises relatiivsusteoorias. 1886. a avaldas ta Christoffeli ⁶ eeskujul artikli, kus pani kirja tensorarvutuse koos kovariantse diferentseerimisega. Neli aastat hiljem avaldas ta koos Ricci-Curbastroga tensorite teooria artiklis *Méthodes de calcul differential absolu et leurs applications* just sellises vormis, mis sobis Einsteinile kasutamiseks 15 aastat hiljem.

Kui Klein ⁷ kohtus Levi-Civitaga 1899. a, siis soovis ta seda artiklit, et avaldada see ajakirjas *Mathematische Annalen*.

1917. a tegi Levi-Civita oma olulisima panuse matemaatikasse, tuues üldistes kõverates ruumides sisse paralleelse nihke mõiste. See mõiste leidis kohe palju rakendusi ja relatiivsusteoorias on see alus elektromagnetilise ja gravitatsiooni välja ühendatud esitamiseks.

⁶ Elwin Bruno Christoffel (1829 – 1900) - saksa matemaatik ja füüsik. Ta kirjeldas diferentsiaalgeomeetria alusmõisteid, sillutades sellega tee tensorarvutusele, mis sai hiljem üldrelatiivsusteooria matemaatiliseks aluseks.

⁷ Felix Christian Klein (1849 – 1925) - saksa matemaatik, kes on tuntud oma töödega rühmateoorias, kompleksmuutuja funktsioonide teoorias, mitteeuclidilises geomeetrias ning töödega geomeetria ja rühmateooria vaheliste seoste valdkonnas.

Puhtas matemaatikas oli see mõiste väga instrumentaalne kaasaegse diferentsiaalgeomeetria arenguks.

Enne oma üldrelatiivsusteooriat oli Einsteinil valmis nn *Entwurf* teooria ehk eesti keeles siis Mustandteooria. Kui Einstein sellega välja tuli, siis üks kriitikuist oli Levi-Civita. Asi oli selles, et *Entwurf* teoorias oli Einsteini gravitatsioonivälja tensor kovariantne tensor vaid valitud koordinaatsüsteemis. Need kaks meest vahetasid kirju, et probleemi klaarida ja Einstein tahtis kogu hingest oma teooriat päästa. Lõpuks suutis Levi-Civita Einsteini veenda, et Einstein eksis, kuid alles 1916. a kevadel sai ta aru, milles oli koos Grossmanniga ⁸ 1914. aastal leitud gravitatsioonitensoris viga. 1915 aasta sügisel leidis Göttingeni matemaatik David Hilbert ⁹ olulise vea Einsteini gravitatsioonitensori 1914. a tuletuskäigus.

Weyl ¹⁰ kasutas Levi-Civita ideid, et kirja panna gravitatsiooni ja elektromagnetismi ühendatud teooria. Lisaks sellele oli Levi-Civita töö erakordse tähtsusega relatiivsusteooriale ja Weyl avaldas lausa seeria artikleid staatilisest gravitatsiooniväljast. Seda probleemi käsitlesid Levi-Civita ja Einstein oma kirjavahetuses, mille Levi-Civita alles hoidis, aga Einstein hävitas. Levi-Civita kirjade abil oli aga Einsteini kirjade sisu võimalik taastada.

Loomulikult ei jäänud Levi-Civita autasudeta – 1922. a sai ta Kuningliku seltsi Sylvesteri medali, 1923. a valiti ta Edinburghi Kuningliku seltsi liikmeks, 1924. a sai ta Londoni matemaatika seltsi auliikmeks, 1930. a Kuningliku seltsi liikmeks ja 1930. a Edinburghi matemaatika seltsi auliikmeks.

Tema järgi on nimetatud kraater Kuul.

⁸ Marcel Grossmann (1878 – 1936) - šveitsi matemaatik ja Albert Einsteini klassivennast sõber. Temast sai matemaatikaprofessor Zürichi föderaalises polütehnilises koolis (praegu ETHZ), kes spetsialiseerus kujutavas geomeetrias.

⁹ David Hilbert (1862 – 1943) – saksa matemaatik, kes oli üks mõjukamaid 19. ja 20. sajanditel. Hilbert avastas ja arendas paljudes matemaatika alades fundamentaalseid ideid, kaasa arvatud invariantide teooria, variatsioonarvutus, kommutatiivne algebra, algebraline arvuteooria, geomeetria alused, operaatorite spektraalteooria ja selle kasutamine integraalvõrrandis, matemaatilises füüsikas ja matemaatika alustes (eriti tõestuste teoorias).

¹⁰ Hermann Klaus Hugo Weyl (1885 – 1955) - saksa matemaatik, laia huviringiga arvuteooriast kuni teoreetilise füüsika ja filosoofiani välja, üks viimaseid matemaatika universaliste.

Kasutatud kirjandus

<https://www.encyclopedia.com/people/science-and-technology/mathematics-biographies/tullio-levi-civita#2830902594>

https://en.wikipedia.org/wiki/Tullio_Levi-Civita

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Levi-Civita/>

<https://arxiv.org/abs/1202.4305>

J. Norton, *How Einstein found his field equations: 1912-1915*. JSTOR, vol. 14, nr. 2, pp. 253 – 315, 1984.