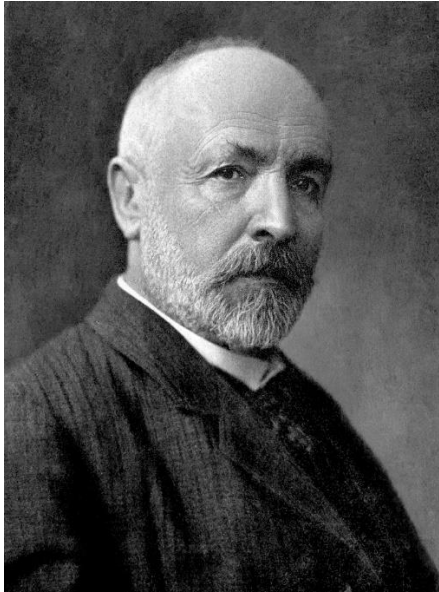


# GEORG FERDINAND LUDWIG PHILIPP CANTOR



*Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor (1845-1918)*

Georg Cantor oli Venemaal sündinud juudi päritolu Saksa matemaatik, kes lõi hulkade teooria. Ta tõestas, et reaalarve on rohkem kui naturaalarve ja näitas üksiti, et on olemas lõpmatu arv lõpmatusi. Tema suhtumine matemaatikasse on tugevasti seotud filosoofiaga, mistõttu mitte kõik matemaatikud polnud tema tulemustega nõus.

Georg Cantor (edaspidi Cantor) sündis 3. märtsil 1845 Peterburis, kus Cantori isa Georg Waldemar oli Peterburi börsil maakleriks. Cantori isa oli sündinud Kopenhaagenis ja ta armastas väga kultuuri ning kunsti. Cantori ema Maria Anna Böhm oli väga musikaalne venelanna. On loomulik, et Cantor päris oma vanematelt armastuse kunsti ja muusika vastu ning oli ise väljapaistev viiuldaja. Cantori isa oli luterlane ja hoolimata sellest, et Cantori ema oli rooma katoliiklane, kasvatati Cantor üles luterlasena.

Cantor elas Peterburis kuni üheteistkümne aastaseks saamiseni, siis lahkus pere Saksamaale, sest isa nõrgad kopsud ei pidanud vastu Peterburi karmidele talvedele. Pehmemate talvede otsingul jäi pere peatuma Frankfurdis. Cantor on ise kirjutanud, et ta mäletab oma Venemaa aastaid suure nostalgiaga ja et ta ei tundnud end Saksamaal hästi, kuigi ta mitte kunagi ei kirjutanud midagi vene keeles.

Cantoril oli kogu elu probleeme oma nõrga psüühika pärast, milles üks põhjus oli ilmselt päritolu. Cantori vend, väga hea pianist, sai Saksa armee ohvitseriks (mis oli haruldane tema päritolu tõttu), Cantori õde oli väga hea disainer. Cantori ema vanaisa

oli dirigent, üks vanaonu oli Viinis olnud kuulsa viuldaja Joseph Joachimi õpetaja. Cantori onu oli muusik ja üks ema vennatütardest maalikunstnik.

Cantor sai alghariduse Peterburis, esmalt koduõpetaja käest ja siis algkoolis, kus ta juba näitas oma suurt matemaatikahuvi. Saksamaal käis ta alguses erakoolides Frankfurdis ja siis Darmstadtis Reaalkoolis, kus ta demonstreeris suuri oskusi matemaatikas, eriti aga trigonomeetrias, ning siis astus 1860. a Wiesbadeni gümnaasiumi. Cantor ise tahtis matemaatikat õppida, kuid isa pressis talle peale inseneriks saamist, et siis oleks leib alati laual. Isa kiri Cantori leeri lõpetamise puhul andis liigagi selgesti märku isa kavadest ja selles oli isegi Jumalat appi kutsutud poisi pööramiseks inseneriõppe teele. Tänapäeva noor oleks vilistanud isa soovidele ja läinud pea püsti enda valitud teed, kuid Cantori puhul oli asi teisiti. Ta armastas oma isa ega näinud, et isa tahab tema kaudu oma absurdseid ambitsioone rahuldada. Lõpuks isa küll taipas, et tema pressing võib poja elu täielikult rikkuda ja „lubas“ poisil valida matemaatika. Tegelikult oli õnnetus juba juhtunud ja poisi hinge kahtluse seeme külvatud, mis hiljem ta psüühika hävitas.

Cantor alustas oma matemaatikaõpinguid Zürichi Polütehnilises koolis 1862. a, kuid läks järgmisel aastal üle Berliini ülikooli, spetsialiseerudes seal matemaatikas, filosoofias ja füüsikas. Ta kuulus seal Weierstrassi, Kummeri ja Kroneckeri loenguid. Järgides saksa ülikoolide tava, veetis ta ühe suvesemestri Göttingeni ülikoolis. Olles põhjalikult uurinud Gaussi raamatut *Disquisitiones Arithmeticae*, sai ta doktorikraadi juba 1867. a. Tema doktoritöö *De aequationibus secundi gradus indeterminatis* kohta on öeldud, et see oli suurepärane, kuid sellest polnud kuidagi paista tulevast matemaatikageeniust.

Berliini ülikoolis valiti Cantor tudengite Matemaatikaseltsi presidendiks aastatel 1864-1865 ja kohtus ka rühma noorte matemaatikutega iga nädal veiniklaasi juures.

Pärast doktorikraadi saamist töötas Cantor õpetajana Berliini tüdrukute koolis. 1868. a liitus ta Schellbachi seminariga, mis ühendas matemaatikaõpetajaid. Kogu selle aja töötas ta oma habilitatsiooni kallal ja kohe pärast seda, kui teda nimetati matemaatikaõpetajaks Halle ülikoolis, esitas ta oma teesid arvuteooriast ning teda habiliteeriti.

Kuid uurides trigonomeetriliste ridade koonduvust läks ta palju sügavamale, kui kehtas varem ja leidis midagi, mis muutis matemaatika igaveseks. Ta avaldas oma tulemused Crelle ajakirjas ning hiilgav matemaatik oligi sündinud.

Kuid Cantor ei saanud kunagi kohta Berliini ülikoolis, mida ta igatses, vaid pidi oma produktiivse perioodi veetma eradotsendina Halle ülikoolis, mis oli kolmandajärguline ülikool. 1872. a sai ta dotsendiks ja alles 1879 sai ta täisprofessoriks.

1873. a tõestas Cantor, et ratsionaalsed arvud on loenduvad, st et neid saab üks-ühesesse vastavusse seada naturaalarvudega. Ta näitas ka, et algebralised arvud, st need arvud, mis on täisarvuliste koefitsientidega polünoomvõrrandite juured, on samuti loenduvad.

1874. aastal abiellus Cantor oma õe sõbranna Vally Guttmanniga. „Frau Vally“ oli päikeselise iseloomuga, ja sellisena tasakaalustas ta oma abikaasa melanhoolset iseloomu. Neil oli kuus last, kellest Rudolf oli viimane (1886). Cantor suutis lähedasti oma suurt peret üleval pidada, sest kuigi ta palk polnud suur, oli tal kasutada isa pärandus. Oma mesinädalad veetis noorpaar Interlakenis mägedes, kus Cantor sai palju aega kulutada vestlustele Richard Dedekindiga, kellega ta oli tutvunud kaks aastat varem puhkusereisil Šveitsis.

Cantor sai täisprofessoriks 34-aastaselt, mis polnud just igapäevane saavutus toleaeagsel Saksamaal ja ta soovis saada töökohta prestiižsemas ülikoolis kui Halle ülikool seda oli, eriti aga Berliinis. Kuid selle vastu oli otsustavalt Kronecker, kes siis oli Berliini akadeemia liige ja kellel oli õigus Berliini ülikoolis loenguid pidada ja kellele Cantori töö tundus jaburana, sest käsitles objekte, mille olemasolusse Kronecker ei uskunud. See vastuolu läks isegi niikaugale, et Kronecker pidas kinni Cantori esimese suure töö avaldamise 1874. a.

$$\begin{array}{l}
 s_1 = 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ \dots \\
 s_2 = 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ \dots \\
 s_3 = 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ \dots \\
 s_4 = 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ \dots \\
 s_5 = 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ \dots \\
 s_6 = 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ \dots \\
 s_7 = 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ \dots \\
 s_8 = 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ \dots \\
 s_9 = 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ \dots \\
 s_{10} = 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ \dots \\
 s_{11} = 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ \dots \\
 \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \ddots
 \end{array}$$

$$s = 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ \dots$$

*Illustratsioon Cantori diagonaalargumendile (alusel 2), mis tõestab loendamatu hulkade esinemise, sest järjestus s ei saa esineda mitte kusagil ülaltoodud järjestustes.*

1881. a suri Cantori kolleeg Eduard Heine, vabastades kateedrijuhataja koha. Cantor soovitas sellele kohale Dedekindi, Heinrich M. Weberit ja Franz Mertensit, kuid kõik

nad ütlesid sellest ametikohast ära, mistõttu Dedekindi ja Cantori suhted jahenesid oluliselt. Cantor alustab kirjavahetust Rootsi matemaatiku Gösta Mittag-Leffleriga ja üksiti ka oma artiklite avaldamist Mittag-Leffleri ajakirjas *Acta Mathematica*. Selline olukord ei kestinud kaua, sest kolme aasta pärast leidis Mittag-Leffler, et Cantori artiklid muutuvad liiga filosoofilisteks ja ta palus Cantoril oma artikkel tagasi võtta. Sellega nendevahelised suhted ka lõppesid ja Cantor hakkas kannatama teda vaevavate depressioonihoogude all. Kas just nende hoogude tõttu, kuid ta hakkas kahtlema selles, et Shakespeare kirjutas ise oma näidendid. Et äkki kirjutas need hoopis Francis Bacon.

Pärast paranemist kirjutas Cantor kaks olulist tööd, ühe diagonaalargumendi kohta ja teise vastava teoreemi kohta. Ta otsis lepitust Kroneckerilt puhkuse ajal Harzi mägedes ja saavutas selle, kuid kumbki ei suutnud unustada neid raskeid sõnu, mida nad teineteise tööde kohta öelnud olid.

1886. a ostis Cantor endale ja perele maja Händelstrassel ja pöördus oma uurimustes rohkem matemaatika filosoofiliste probleemide poole. Sündis pere viimane laps – poeg Rudolf.

Cantor tõstis üles Rudolf Friedrich Alfred Clebschi visatud kinda – luua Deutsche Mathematiker-Vereinigung – ning juba 1890. a juhatas selle esimest kogunemist Halles 1891. a. Cantor kutsus Kroneckeri pidama avaloengut, kuid Kronecker ei saanud tulla, sest tema naine oli saanud väga tõsiselt viga eelmisel suvel toimunud matkal mägedesse. Üsna peatselt Kroneckeri abikaasa suri. Cantor valiti uue seltsi esimeheks kuni 1893. aastani. Tema nimele tuleb kirjutada esimese Rahvusvahelise Matemaatika Kongressi kokkukutsumine Zürichis 1897. a. Sellel kongressil kohtus Cantor Dedekindiga ja nad taastasid oma vana sõpruse, kuid mitte kauaks, sest Cantori haigushood takistasid seda.

Samal ajal avastas Cantor hulkade teooria esimese paradoksi <sup>1</sup>. Cesare Burali-Forti avastas selle paradoksi sõltumatult, kui ta oli Giuseppe Peano assistent ja avaldas selle 1897. a.

Kuid Cantori paranemine oli olnud ajutine. 1899. a sattus ta taas haiglasse ja siis sai ta teate oma noorima poja Rudolfi surmast, mis võttis Cantorilt huvi matemaatika vastu. 1903. a läks ta taas haiglasse. Ja just siis püüdis Julius (Dyula) König tõestada, et Cantori transfiniitsete hulkade teooria on vale. Kuigi Saksa matemaatik Ernst Friedrich Ferdinand Zermelo tõestas päev hiljem, et hoopis Königi tõestus oli vale, muutus Cantori depressioon krooniliseks ja ta pidi aeg-ajalt haiglates viibima. Tegelikult seepärast ta veel matemaatikat ei jätnud, vaid pidas loenguid hulkade paradokside kohta. 1911. a oli Cantor kutsutud Šotimaale St Andrewsi ülikooli 500. aastapäevale, kus ta lootis Bertrand Russellit kohata, kuid kahjuks seda ei juhtunud.

---

<sup>1</sup> Paradoksides vabanemiseks formuleerisid Ernst Zermelo ja Abraham Fraenkel 20. sajandi alguses aksiomaatilise süsteemi, milles paradoks, nagu näiteks Russelli paradoks, olid kõrvaldatud. Tänapäeval on Zermelo-Fraenkeli hulgateooria, kaasa arvatud ajalooliselt vastuoluline valiku aksiom (AC), aksiomaatilise hulgateooria standardvorm ja sellisena kõige tavalisem matemaatika aluspõhi.

Järgmisel aastal andis St Andrews ülikool talle Seaduste audoktori kraadi, kuid Cantor oli liiga haige sõitmaks Šotimaale selle tiitli vastuvõtmiseks.

Cantor pensioneerus 1913. a ja I maailmasõja ajal kannatas ta suures vaesuses. Cantori 70. sünnipäeva tähistamine 1915. a tuli tühistada sõja tõttu, kuid väike kodune kokkutulek siiski toimus. 6. jaanuaril 1918 suri Cantor haiglas infarkti.

## **Kasutatud kirjandus**

E.T. Bell, *Men of mathematics*, Simon & Schuster, Inc., New York, 1986.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Georg\\_Cantor](https://en.wikipedia.org/wiki/Georg_Cantor)

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

<https://www.encyclopedia.com/people/science-and-technology/mathematics-biographies/georg-cantor#2830900779>

P.E. Johnson, The Genesis and Development of Set Theory, *The Two-Year Mathematics Journal*, vol. 3, No 1, pp.55-62, 1972