

F.W. BESSEL – F.G.W. STRUVE KOLLEEG JA SÕBER

T. Viik

Kuulsast astronoomist ja matemaatikust F. W. Besselist juttu tegemine on igati kohane vähemalt kahel põhjusel – esiteks olid tema esivanemad üht liini pidi pärit Liivimaalt ja teiseks oli ta meie suure astronoomi F.G.W. Struve kolleeg ja hea sõber. Tõsi küll, see Liivimaa seos kaob aegade hämarusse, kuid üks paremaid Besseli elulookirjutajaid Kazimir Kleofasi poeg Lavrinovitš väidab oma raamatus “Friedrich Wilhelm Bessel” selle seose olemas olevat.

Mis puutub sõprusesse Struvega, siis siin pole vähimatki kahtlust. Oma Euroopa-reisidele minnes või sealt tulles tavatses Struve Besselit Königsbergis külastada. Samal ajal olid need kaks meest ka mõnes mõttes rivaalid, sest nad mõlemad püüdsid mõõta tähtede kaugust Päikesesüsteemist. Mõlemal see ka õnnestus, suuremate või väiksemate vigadega loomulikult.

1. Lapsepõlv

Friedrich Wilhelm Bessel (edaspidi Bessel) sündis 22. juulil 1784.a. väikeses Mindeni linnakeses Weseri kaldal Westfaali provintsis. Weser oli (ja ilmselt on ka praegu) laevatatav jõgi, mille kaudu toimus elav kauplemine Breemeniga, kus oli suur kaubasadam. Nagu juba öeldud, elasid Besseli esivanemad vähemalt XV sajandil Liivimaal, kuid tema hilisemad esivanemad nii ema kui isa poolt pärinesid samast Kirde-Saksamaalt. Nende hulgas oli kaupmehi, ametnikke, käsitöölisi, teolooge ja pastoreid. Nagu arvata võib – mitte ühtegi astronoomi!

Besseli isa Karl Friedrich Bessel oli Mindenis õigusnõunikuks. Ema Ernestina, neiupõlvenimega Schrader, pärines pastoriperest. Ema hoidis väga oma perekonda, kus oli lisaks Besselile veel kaks poega ja kuus tütart. Pere polnud kuigi jõukas, kuid Bessel meenutas oma lapsepõlve alati kui kuldset aega. Poiss oli uudishimulik ja ärgas,



Friedrich Wilhelm Bessel

kuid koolis tal hästi ei läinud. Eriti kehv oli seis ladina keelega – mis on eriti kummaline, sest oma hilisemad teadustööd kirjutas ta laitmatu ladina keeles. Nagu märgivad tema biograafid, oli asi ilmselt selles, et Besselile ei meeldinud õppida midagi vaid õppimise enda pärast, vaid õppimisel pidi olema eesmärk õpitut millekski kasutada. Seepärast meeldisid talle nii matemaatika kui tänapäeva mõttes bioloogia ja geograafia. Asi läks lõpuks niikaugemale, et pärast kolmandat aastat gümnaasiumis pöördus see kolmeteistaastane poiss isa poole – matemaatikaõpetaja toetusel muide, et see ta koolist ära võtaks. Isa jäi nõusse, muidugi tingimusel, et poiss iseseisvalt oma õpinguid kodus jätkaks ja et isa saab järelevaataja õigused.

Sellesse aega jääb ka Besseli esimene kogemus astronoomiast, mis näitab noormehe teravat silma ja uurivat mõistust. Tähistäeva vaatlustel märkas ta, et Lüüra tähtkujus võrdkülgse kolmnurga moodustavatest tähtedest üks on kaksiktäht, samal ajal kui tähekaardil oli seal vaid üksiktäht märgitud. Praegu tuntakse seda kaksiktähena ϵ ja 5 Lyrae. Võib-olla oli rõõm sellest avastusest kaalukeeleks, mis poisi hiljem kindlalt astronoomia poole kallutas.

Kuid see kõik oli siis veel kauge tulevik. Kohe aga tuli hakata mõtlema sellise ameti omandamisele, mis kindla sissetuleku annaks. Seepärast oli Bessel väga rõõmus, kui üks isa sõber talle pakkus õpilase kohta vanas ja kuulsas Breemeni kaubamajas “Andreas Gottlieb Kuhlenkamp ja pojad”.

2. Õpipoiss Breemenis

1799.a. esimesel päeval tõi isa Besseli Breemenisse, kus 14 aastane noormees pidi alustama iseseisvat elu. Ta oli tulvil rõõmsat ootust ja otsustavust saada edukaks kaupmeheks.

Vana kaubalinn Breemen oli ärisuhetes paljude Vana ja Uue maailma maadega ja Kuhlenkampi kaubamaja oli üks juhtivamatest ja edumeelsematest, ka suhetes Prantsusmaa ja Hispaania kolooniatega ning Hiinaga. Selles linnas, Pappenstrassel, algas Besseli seitse aastat kestnud äriõpilase elu. Lepingu kohaselt sai ta kosti ja korteri ja pidi omalt poolt tegema oskusi- ja jõudumööda kontoritööd.

Tema silmade all elas Breemen kärarikast ja tegusat elu. Ta sai osa suurejoonelistest kaubatehingutest, kui pidi kopeerima ärikirju. See elu haaras teda niivõrd, et ta jäi sageli pärast tööd kontoris kirju ümber kirjutama, et saada ettekujutust kogu selle suure kaubamaja tegevusest. Sellise püüdlikkuse juures polnud imestada, et noor õpilane tegi kiireid edusamme. Hea mälu aitas tal vanematele kolleegidele kiiresti mitmeid asju meelde tuletada, ja Besseli autoriteet aina kasvas – ta sai aasta lõpus preemiat 5 friedrichsdoori (see oli preisi münt, mis sisaldas umbes 6 grammi kulda).

Samal ajal hakkasid Euroopas toimuma suured sündmused, sest 1799.a. alustasid Venemaa, Inglismaa, Portugal ja mitmed Saksa riigid sõda Napoleoni Prantsusmaaga. Inglise vägede dessant Hollandisse tõi Kuhlenkampi kaubamajale soodsa tellimuse tarnida liitlastele leiba ja loomatoitu. Suurtellimus suurendas oluliselt ametnike tööd, kuid Bessel ei kurtnud, ta tuli kergesti toime suurenenud töökoormusega. Ja kui 1799.a. sügisel liitlased lüüa said, siis tekkis Besselil palju vaba aega, sest heade tellimuste ja suure töötegemise aeg oli selleks korraks möödas.

Ta hakkas aina rohkem mõtlema oma tulevikule. Lõpuks otsustas ta firma kaubaagendi ameti kasuks. Üks sellise mehe ülesandeid oli saata kaubalaevu retketel kaugetesse maadesse. Selles ametis sai täies ulatuses kasutada oma ärialaseid teadmisi ja üksiti rahuldada noorele omast huvi mereromantika vastu. Nii



Heirich Wilhelm Olbers

alustas ta ettevalmistusi oma plaani täideviimiseks. Kogu vaba aja kasutas ta kaubanduse ajaloo ning selle teooria ja praktikaga tutvumiseks. Ta luges raamatuid geograafiast, õppis võõrkeeli – näiteks kolme kuuga omandas ta inglise kõnekeelet. Ta uuris ka hispaania keelt, kusjuures hääldamist õpetas talle tuttav sepasell, kes oli varem Hispaanias elanud.

Kaubaagendi kohustuste hulka ei kuulunud navigatsiooni tundmine, kuid meresõitjale see oskus kuidagi kahjuks ei saa tulla – arvas Bessel. Ta vestles kaubalaevade kaptenitega, kes ei tahtnud midagi kuulda ei sekstantidest ega sekundkelladest, vaid arvasid, et umbkaudsetest rehkendustest ja kord päevas laeva laiuskraadi määramisest on küll ja küll. Aga kõige tähtsamaks pidasid nad silmsidet rannamärkidega. Niisugused arvamusel ei rahuldanud Besselit ja ta otsustas kindlasti meresõidu astronoomia endale selgeks teha.

3. Huvi astronoomia vastu

1800.a. märtsis kuulab Bessel merekoolis loenguid navigatsioonist. Kuid põhiline õppimine toimus tal nagu varemgi iseseisvalt. Asi hakkas liikuma edukalt, kui Bessel leidis J.G.F. Bohnenbergeri raamatu geograafiliste koordinaatide määramise kohta. Selle oli kirjutanud tõeline asjatundja ja mis veel tähtsam, kirjeldatud meetodid olid

toodud teoreetiliste põhjenduste ja saksa detailsusega. Seda oligi Besselile vaja (muide Bohnenbergerit peetakse esimese gürokompassi ehitajaks aastal 1817). On kummaline, et noormees, kes 1801.a. tundis vaid aritmeetikat ja elementargeomeetriat, suutis 4-5 aasta jooksul viia end matemaatika tippudele. Ometi nii see oli. Besselit aitas muidugi linnakodanike suur huvi teaduste vastu. Huvi keskuses oli siis linnamuuseum, kus oli väga hea raamatukogu ja kollektsioon loodusteaduslikest eksponaatidest. Muuseumis peeti populaarteaduslikke loenguid ja Bessel oli sageli kuulajate hulgas. Siin kuulis ta ka esmakordselt kahe astronoomi – Heinrich Wilhelm Olbersi ja Johann Hieronymus Schröteri nimesid.

Tasapisi hakkas Bessel tundma huvi ka “puhta teaduse” vastu. Selle üheks põhjuseks oli kaks tähtsat Olbersi avastust. Esiteks avastas Olbers 1802.a. jaanuaris uuesti asteroid Cerera, mille Piazzi oli varem avastanud ja siis silmist kaotanud ja sama aasta märtsis avastas ta teise asteroidi, mida hakati nimetama Palladaks. Nende avastuste mõjul hakkas Bessel uurima planeetide orbiitide arvutamise kunsti. Ta pöördub tõsiste astronoomiliste ajakirjade poole, nagu seda tollal olid Franz Xaver von Zach ja Johann Elert Bode omad.

Ent Besseli tegus loomus ei saanud jääda vaid pelgalt astronoomilise raamatutarkuse juurde - ta tahtis ka ise vaadelda, et Breemeni geograafilisi koordinaate määrata. Selleks aga oli vaja instrumente. Rahanappuse tõttu valmistas ta instrumendid osaliselt ise. Sekstandi puitosad punasest puust valmistas puusepp, elevantiluust limbi peale kandis Bessel ise jaotused iga 15 kaareminuti tagant, selleks kulusid tal nelja nädala vabad õhtud ja hommikud. Tal oli kasutada ka 17-tollise fookuskaugusega teleskoop, mille külge ta kinnitas sekstandi. Vajaliku kella aitas tal valmistada tuttav kellaspepp. Vaadelda ta oma korteri aknast ei saanud, sest see oli põhja poole. Hädast aitas välja sõber, kelle majal on tänaseni mälestustahvel Besseli vaatluste kohta. Bessel õppis kõigepealt kella parandit määrama ja kui see meetodika oli selge, siis sai määrata ka Breemeni geograafilise pikkuse. See edu tiivustas Besselit ja ta otsustas hakata tõsiselt astronoomiaga tegelema. Ta leidis kahe inglise astronoomi vaatlused 1607.a. Halley komeedi kohta ja pärast paar kuud kestnud pinevaid öiseid rehkendusi ja 330t täiskirjutatud lehekülge olid tal komeedi orbiidi elemendid leitud. Ja kuna kuulus tolleaegne meditsiiniharidusega astronoom Heinrich Wilhelm Olbers elas samuti Breemenis, siis otsustas Bessel talle oma tööd näidata. Olbers oli sellest tööst vaimustuses ja soovitas seda Zach'ile, kes tollal andis välja raamatukest “Igakuine korrespondents”, publitseerida. Artikkel ilmuski ja Besseli unistus vaid astronoomiaga tegelda ainult tugevnes. Olbers kinkis Besselile ka

mitmeid raamatuid astronoomiast ja oma eluõhtul ütles nimekas astronoom, et kui ta ka midagi muud astronoomias pole teinud, siis Besseli suunamine astronoomia juurde on küll suures osas tema teene.

1804.a. toimus Besseli elus veel üks oluline sündmus, sest tema poole pöördus Karl Friedrich Gauss palvega aidata tal rehkendada Päikese koordinaate. Me võime praegu vaid ette kujutada, kuidas niisugune asi Besselile mõjus – lihtsa kontoriametniku poole pöördub abipalvega juba tollal väga kuulus matemaatik ise. Muidugi täitis Bessel palve suure rõõmuga. Kirjavahetus nende kahe mehe vahel, mis algas 1804. aastal, kestis 40 aastat, lõppedes vaid kaks aastat enne Besseli surma.

Samal ajal tema kontoritöö jätkus aina edukamalt, kolmeaastase teenistuse järel tõsteti Besseli palka 12le friedrichsdoorile ja õpetusaja lõpuks 30le friedrichsdoorile. Sellest rahast jätkus poissmehele uhkesti ja raha jäi ka raamatute muretsemiseks. Enam ei pidanud ta isa käest toetust paluma.

4. Suur elumuutus

1804.a. talvel hakkas Bessel kahtlema oma valitud elutee õigsuses. Äkki ei tundunudki talle kauged maad ja meresõidud nii ahvatlevatena kui nad alguses olid paistnud. Sellel kahtluste ajal tuli talle appi Olbers, kes ammu oli tahtnud Besselit suunata täielikult astronoomia poole, ent sobivat juhust polnud avanenud. Siis aga vabanes Lilienthali observatooriumis assistendi koht, sest senine assistent Karl Ludwig Harding pidi minema Göttingeni Gaussi assistendiks (või teistel andmetel professoriks).

Nüüd tuleks veidi rääkida Lilienthali observatooriumist. See oli eraobservatoorium, mille omanik Johann Hieronymus Schröter polnud hariduselt mitte sugugi astronoom, vaid jurist. Kuna ta oli suur muusikaarmastaja, siis sai ta kokku kuulsa astronoomi William Herscheli isa Isaak Herscheliga, kellega ta samas orkestris pilli mängis. Ja see andis viimase tõuke astronoomiks hakkamisel ja Lilienthali observatooriumi asutamisel. Seal tegeldi põhiliselt Päikesesüsteemi uurimisega – sest ainult see huvitas Schröterit - ja seal avastas Harding ka kolmanda väikeplaneedi, millele ta pani nimeks George'i Juno – kuna Inglise kuningas George III oli ka Hannoveri kuurvürst. Selle eest kuningas andiski Hardingile koha Göttingenis! Olbersi kaudu pakuti vabanenud assistendi kohta Besselile. Pärast päev kestnud pingsaid mõtisklusi langetas Bessel otsuse ja teatas Kuhlenkampile

oma äraminekust. Otsekohe pakuti väga väärtuslikule töötajale enneolematut palgakõrgendust – 700 taalrit aastas (see võrdub 140 friedrichsdooriga). Etteruttavalt olgu öeldud, et Königsbergis professorina töötades sai Bessel vaid 800 taalrit aastas). Ent Bessel oma otsust ei muutnud, kuigi Schröter sai talle vaid 200 taalrit aastas maksta. Siis aga läks situatsioon keeruliseks, sest Harding, ilmselt tundes end kuninga protežeeena, nõudis, et talle ametikoht ja palk Lilienthali observatooriumis säiluks, kuigi ta Göttingeni läks. Praegu nimetatakse niisugust käitumist väljapressimiseks. Olbers arendas energilist tegevust, et Bessel koha ikkagi saaks ja lõpuks lepiti kokku, et Harding (kes muide oli hariduselt teoloog!) saab 100 taalrit aastas (tegelikult siis mitte millegi eest) ja Bessel 100 taalrit. See ei töotanud just mugavat äraelamist, ent lubas Besselil tegelda armsaks saanud tööga, ja 19. märtsist 1806 oli Bessel Lilienthalis kohal.

5. Lilienthali observatooriumis

Observatooriumi omanik Schröter oli tasapisi oma tähetorni instrumentaariumi ajakohastanud. 1783.a. tellis ta W. Herschelilt 4-jalase teleskoobi, 1786.a. - 7 jalase teleskoobi, mis suurendas 1200 korda, ja kui Schröter oli tööle võtnud optiku, kes lihvis talle 20 tollise (48.4 cm) peegli, siis sai Schröter teleskoobi, mis oli kontinendi suurim.

Schröter kasutas seda põhiliselt Kuu pinnavormide kaardistamiseks.

Bessel kasutas oma aega instrumentide uurimiseks, sest heade ja väga heade vaatlustulemuste saamiseks peab teadma vaatlusriista vigu.

Ent siis hakkas end tundma andma Napoleoni sõdade aeg ja Besselit taheti võtta nekrutiks. Ainult Napoleoni poolt loodud Westfaali kuningriigi ministri J. Mülleri vahelesegamine päästis noormehe väeteenistusse sattumisest.

Lisaks hea sõbra J.G. Helle kaotusele elas Bessel sel ajajärgul üle ka vastamata armastust ühe noore neiu vastu. Siiski kõik see ei takistanud tal nelja Lilienthalis veedetud aasta jooksul publitseerimast 51 teaduslikku tööd komeetide, väikeplaneetide ja tähtede Kuuga kattumiste kohta. 1807.a. sai Bessel oma tööde eest Lalande'i preemia. Eriline koht nende tööde seas on mikromeetritel mõõtmistel põhineva Jupiteri kuju matemaatilisel uurimisel. Lilienthalis alustas Bessel ka James Bradley poolt saadud vaatlustulemuste töötlemist. See Olbersi soovitusel alustatud monumentaalne töö valmis alles Königsbergis.



Preisimaa kuningas Friedrich Wilhelm III

6. Esimesed aastad Königsbergis

Kui nendele ilmunud 51 tööle lisada veel 6 Breemenis valminut, siis oli see 25-aastase noormehe kohta kõrgelt hinnatav saavutus. Ja pole midagi imestada, kui teda kutsuti tööle nii Düsseldorfis ja Leipzigisse kui Greifswaldi. Kõige peibutavam kutse oli siiski Gothast, ja just siis kui Bessel koos sõpradega seda arutas, tuli uus kutse asuda tööle rajatavasse Königsbergi observatooriumi ja ühtlasi asuda ülikooli astronoomia professori kohale. See oli suurepärane pakkumine, kuid Bessel ei sööstnud ülepeakaela Königsbergi, vaid kaine inimesena soovis ta täpsustada oma tulevase töö tingimusi. Berliinist saabunud info kohaselt tahtis kuningas, et ta ehitaks üles observatooriumi, varustaks selle kroonu kulul instrumentidega ja asuks selle etteotsa aastapalgaga 800 taalrit pluss ühekordne kolimistoetus 300 taalrit. Lisaks veel tasuta korter ja küte. Need tingimused võttis Bessel vastu ja 1810. aasta mai keskpaiku saabus ta Königsbergi. Ülikooli Königsbergis – Preisi kuningate kroonimise linnas - oli rajanud hertsog Albrecht I 1544. aastal. Rajaja nime järgi kutsuti ülikooli ka Albertinaks. Ülikool oli väike ja vaene, koosnedes kolmest kõrgemat teaduskonnast – teoloogia-, õigus- ja arstiteaduskonnast

ja ühest madalamast – filosoofiateaduskonnast, kuhu kuulusid ka loodusteadused. 1806. aastal oli ülikoolis vaid 332 tudengit. Observatooriumi ehitamine oli kerkinud päevakorda vaid sellepärast, et pärast Jena ja Auerstädti lahingute kaotamist Napoleonile oli Preisimaa kuningas Friedrich Wilhem III teinud oma riigi pealinnaks Königsbergi, sest Berliin läks Tilsiti rahuga prantslaste kätte.

Besselil oli raskusi oma teaduskonna vanemate professoritega, kes temast lugu ei tahtnud pidada, sest tal puudus igasugune teaduskraad, veel enam, ta polnud ju ülikoolis üldse õppinudki. Seati isegi kahtluse alla tema õigus loenguid pidada. Kui valitsus teatas, et kuninglikul astronoomiaprofessoril on kindlasti õigus lugeda astronoomialoenguid, siis matemaatika kohta see õigus automaatselt ei laienenud. Sellel raskel hetkel pöördus Bessel oma sõprade Gaussi ja Olbersi poole. Gauss pani Göttingenis kõik rattad käima ja 1811. aasta aprillis võis ta Besselile teatada, et Göttingeni ülikool on Besselile mitte magistrikraadi, mida taotleti, vaid koguni doktorikraadi andnud.

Sellega olid siis asjad korras, kuid observatooriumi ehitamise alustamine ei läinud nii libedalt, sest esialgu polnud Besselil muud ette näidata kui vaid observatooriumi plaan.

Järgnes koha otsimine. Bessel leidiski vana linnavalli lääneosas kena koha nimega Butterberg ehk siis eesti keeli Võimägi. Aga seal seisis tuuleveski, mille omanik nõudis soliidset kompensatsiooni oma ehitise eest. Kaua käisid kirjad Berliini ja Königsbergi vahet, kuni kuningas oli lõpuks nõus veski kinni maksma. 1811.a. veski lammutati ja algasid ehitustööd, kuid riigi majanduslik olukord oli nii kehv, et vahepeal kõik soikus.

1812.a. suvel algas Napoleoni Venemaa ofensiiv ja imperaator ise saabus Königsbergi. Linna üle vaadates nägi ta ka ehitatavat observatooriumi. Kui ta lõpuks aru sai, et tegu pole mitte militaarse objektiga, olevat ta sõnanud: “Jumal hoidku küll, et Preisimaa kuningas praegu niisugustest asjadest suudab mõelda!”

Kõikidest raskustest hoolimata sai ehitus 1813.a. suveks niikaugele, et võis hakata vaatlusriistu üles seadma. Sama aasta 10. novembril kolis 29-aastane direktor oma uude korterisse observatooriumi teisel korrusel ja 12. novembril tegi ta esimesed vaatlused.

Observatooriumi instrumentarium koosnes esialgu vaid krahv Friedrich von Hahnile kuulunud vaatlusriistadest. See mees oli pidanud Remplinis Mecklenburgi lähedal üht Euroopa paremini varustatud observatooriumi. Pärast krahvi surma läksid instrumendid müüki ja Bessel ostis need kuningalt saadud 2065 friedrichsdoori eest. Kõige olulisemateks neist olid Dollondi passaažiriist, meridiaaniring ja Repsoldi pendelkell. Aga observatoorium pole ainult vaatleja ja vaatlusriistad, see on ka raamatukogu. Ka

sesta hakkas Bessel kohe komplekteerima. Tema eluajal raamatukogus kataloogi polnud, sest ta teadis niigi täpselt, kus mingi raamat asub. Pärast tema surma kataloog koostati ja leiti, et kogus oli 1600 raamatut, neist 42.4% astronoomilised, 16% matemaatilised ja 11.8% geodeetilised-geograafilised.

7. Perekond

Besselit aitas oma uut kodu sisse seada õde Amalie, kes oli temaga Königsbergi kaasa tulnud ja kes jäi majja ka pärast Besseli naitumist. Vend ja õde olid olnud väga lähedased, nii et kui Amalie 1821.a. suri, siis vend elas seda kaotust raskelt läbi.

1811.aastal armus noor astronoom Königsbergi ülikooli vanima professori Karl Gottfried Hageni tütar Johannasse. Noored kihlusid 1812.a. kevadel ja Bessel kirjutas sõber Gaussile: "Mõned päevad tagasi kihlusin ma tuntud loodusuurija ja keemiku professor Hageni tütrega. Minu pruut on täis südamlikkust ja hingestatust, ta on ilus, noor ja haritud – ühe sõnaga selline, keda ma olen alati endale tahtnud." Abielu sõlmiti 1812.a.sügisel.

Besseli äi oli kaua aega olnud ainuke loodusteaduste esindaja Königsbergi ülikoolis. Ta luges füüsikat, mineraloogiat, botaanikat ja zooloogiat, hiljem ka keemiat ja farmaatsiat. 1778.a. avas ta oma raha eest saksa ülikoolide ajaloos esimese farmaatsia labori. Tema eestvõttel muudeti Butterbergi mäe nõlval asuv park ülikooli botaanikaaiaks.

Õnnelikust abielust sündis Besseli peresse kaks poega ja kolm tütar. Kahjuks suri noorem poeg varases lapseeas ja vanem poeg Wilhelm lahkus samuti siitilmast liiga vara, 26 aastasel. Noorena oli ta tundnud huvi astronoomia vastu ja publitseerinud isegi ühe artikli Boguslavski komeedi orbiidi elementidest. Kuid hiljem hakkas ta huvituma arhitektuurist ja sõitis õppima Berliini. Seal ta haigestus rängalt ja suri. Poja surm oli isale kohutavaks löögiks, millest oli võimalik üle saada vaid tööga. Teleskoobi juures tundis ta end hästi ja eriti sellel leinaajal kartis ta iga pilves ilma. Oma mures tundis Bessel ka sõprade ja kolleegide toetust. Kuningas Friedrich Wilhelm IV tegi talle ettepaneku käia Inglismaal ja Prantsusmaal, ning see sõit mõjuski Besselile hästi.

Kuigi Bessel oli ilma jäänud poegadest, säilis tema perekonnanimi tema kolme tütre vanematel poegadel – nii oli olnud Besseli soov. Kõik tütreid abiellusid tublide meestega ja lapselapsi oli Besselil palju.

Kui Bessel sai 60, siis halvenes ta tervis järsult ning ta kaebab spasme rinnus ja

raskeid peavalusid. Mõni aasta hiljem ilmnevad tal pahaloomulise kasvaja tunnused. Kuid ta vaatleb ikka edasi ja võtab isegi osa Königsbergi ülikooli 300. aastapäeva pidustustest, kus talle antakse täht Preisimaa Punase Kotka ordeni juurde. Haigus aina süveneb, ka kuninga enda ihuarst Schönlein ei suutnud Besselit aidata.

17. märtsil 1846 Bessel sureb. Kuulsa astronoomi ja linnakodanikuga tulevad hüvasti jätma pea kõikide seisuste esindajad Königsbergis. Ta maeti observatooriumi lähedale. Hauakivil, mida tema eluruumidest näha oli, seisis:

**Friedrich Wilhelm Bessel,
geb. in Minden 22. Juli 1784,
gest. in Königsberg 17. März 1846**

Besseli abikaasa Johanna elas oma mehest peaaegu 40 aastat kauem, oli aukülaliseks Besseli 100. sünnipäeva tähistamisel Königsbergis ja suri 1885.aastal 91 aasta vanuselt.

8. Eestimaalastest sõbrad

Albertinasse oli 1817. aastal tulnud tööle Eestist pärit Karl Ernst von Baer, kes asus täitma prosektori kohuseid arstiteaduskonnas. Ta leidis endale elukoha kirurgiakliinikus, mis asus otse tähetorni kõrval. Baer jäi Albertinasse tööle 17 aastaks, töustes zooloogia professoriks ja isegi rektoriks. Kõik see aeg olid Bessel ja Baer suured sõbrad. Nende suhted muutusid eriti soojaks pärast Baeri abiellumist Königsbergist pärit neiu Auguste von Medemiga, sest läbi käima hakati perekonniti. Kaht sõpra sidus peale isikliku sümpaatia veel ühiskondlik tegevus, sest mõlemad olid teaduse populariseerimisega tegeleva Königsbergi füüsikalise-majandusliku ühingu liikmed. Besseli äi oli olnud selle ühingu esimees ja hing, aga kui ta 1829. aastal suri, siis ühing praktiliselt lagunes. 1831. aastal valiti ühingu esimeheks Baer, kes senise kinnise elitaarse ühingu muutis avatuks. See raskustega langetatud otsus – osa liikmeid olid sellele kindlalt vastu, muutis ühingu erakordselt populaarseks ja juba kolmandal ettekandekoosolekul ei suutnud saal huvilisi mahutada. Bessel pidas selles ühingu regulaarselt ettekandeid peaaegu 12 aasta jooksul.

Ka teine kuulus eestimaalane Friedrich Georg Wilhelm Struve oli Besseli sõber.

Kahel astronoomia suurmehele oli palju ühist – kumbki neist ei valmistunud nooruses saama astronoomiks. Nagu me teame, tahtis Bessel saada kaubaagendiks ja Struve

mõttes filoloogi ameti peale. Mõlemad alustasid oma karjääri 1810. aastate paiku. Mõlemad pidasid astronoomia põhiülesandeks tähtede süstemaatilisi ja täpseid vaatlusi. Mõlemad püüdsid võimalikult heade vaatlusriistade poole. Mõlemal oli suur rahvusvaheline astronoomide sõpruskond. Mõlemad tegelesid ka geodeetiliste mõõtmistega. Mõlemad olid esimeste tähe kauguste määrajate hulgas. Just seda viimast kiputakse tänapäeval unustama, sest aina uued ja uued teadussaavutused matavad meid enda alla. Kuid tegelikult anti sellega Universumile kindel dimensioon. Esimest korda kohtusid tulevased suured sõbrad 1814. aastal, kui Struve külastas Saksamaad ja koju tagasi tulles käis läbi Königsbergist. Hiljem külastas Struve Besselit veel vähemalt kolm korda (1820, 1834 ja 1838). Ka 1830. aastal veetis Struve Königsbergis kümme päeva oma venna Karli pool, kes oli seal gümnaasiumi direktoriks, kuid pole teada, kas ta siis Besseliga kohtus.

Tartu Tähetorni hilisema direktori Konstantin Pokrovski sõnade kohaselt olid “Tartu ja Königsberg tänu Struvele ja Besselile kaheks tsentriks, millele oli koondunud kogu toleaeegse maailma tähelepanu, sest sealt tuli kõik uus ja värske: uued meetodid, uued uuringud, uued huvitavad ja tähtsad tulemused ...”

Nende kahe mehe kõige olulisemaks koostöö tulemuseks oli vast tähekataloog “Kinnistähtede keskmised asukohad ...”, mis hiljem sai tuntuks kui “Weisse kataloog”, sest Krakowi observatooriumi direktor Maximilian Weisse oli Besseli tsoonvaatlused redutseerinud. Struve oli nende vaatluste alusel teinud olulisi järeldusi tähtede jaotuse kohta meie Galaktikas – nende koondumise kettasse ja Galaktika tsentri suunas.

Vaatamata suurele sõprusele ei külastanud Bessel Struuet kordagi. Ja see ainus kord, kui Struve tahtis sõpra (ja teisi suuri teadlasi Läänest) ametlikult kutsuda uue, Pulkovo observatooriumi avamisele, ei tulnud sellest midagi välja, sest tsaar Nikolai I kirjutas Struve palvekirjale: *“Не нам их звать, а им к нам проситься.”* Vaat nii.

9. Tähtsamad teadustulemused

Juba 19. sajandi alguseks oli selge, et astronoomiliste vaatlustulemuste kvaliteedi tõusu ei saa enam saavutada sel teel, et optilised vaatlusriistad lähevad aina paremaks. Oli vaja midagi muud ja tee selle millegi muu juurde avas Bessel, kes näitas ära rohkearvuliste vaatlusvigade allikad ja töötas välja meetodid nende arvestamiseks või hoopis kõrvaldamiseks. Bessel andis ka tänaseni kehtiva vaatlusvigade klassifikatsiooni: süstemaatilised ja juhuslikud. Mõlemat tüüpi vead

tekivad kolmest põhilisest allikast: instrumendi ebatäiuslikkusest, välistingimuste mittekonstantsusest ja vaatleja psühhofüsioloogilistest iseärasustest. Nende vigade arvestamiseks lõi Bessel universaalse vaatlustulemuste reduktsiooni teooria. Besseli tuletatud valemeid kasutatakse veel praegugi.

Teiseks oluliseks Besseli sammuks oli matemaatiliste meetodite laialdane kasutamine astronoomiliste probleemide lahendamiseks. Nendest esimeseks võiks lugeda refraktsiooniteoorias ettetulnud integraalse logaritmi reaksarenduse leidmise, mille kohta isegi Gauss häid sõnu ütles.

Bessel käsitles samuti trigonomeetriliste polünoomide kasutamist funktsioonide lähendamiseks ja leidis valemid, mis minimiseerivad sellise lähenduse vigu ja mis praegu kannavad Besseli nime.

Uurides planeetide liikumise häiritusi, jõudis Bessel teatud tüüpi integraalideni, mille jaoks lõi ta sisse kindla tähistuse ja leidis üsiti nende funktsioonide kõikjal koonduvad read. Ta ei piirdunud ainult sellega, vaid esitas ka omakäeliselt rehkendatud ulatuslikud tabelid nende funktsioonide jaoks, mis praegu on kõikidele tuntud kui Besseli funktsioonid. Hiljem selgus, et need funktsioonid rahuldavad teist järku diferentsiaalvõrrandit

$$x^2 y'' + x y' + (x^2 - n^2) y = 0.$$

Siit võiks tõmmata paralleeli tänapäeva ühe põhilise tegevuseni, nimelt trummilöömiseni (popmuusikud, poliitikud jt), sest Besseli funktsioonid ehk silindrilised funktsioonid kirjeldavad just ümmarguse trummi naha võnkumisi.

Siia võiks lisada veel Besseli tööd komeedi orbiitide häirituste arvutamisest, Saturni kaaslaste süsteemist, tööd tähtede Kuuga kattumisest, kõrgema geodeesia mitmete probleemide lahendamise, sekundpendli pikkuse määramise meetodid jpm.

Teaduslike tulemuste hulka tuleb kahtlemata lugeda ka James Bradley Greenwichi vaatluste töötlemine ja nende publitseerimine raamatus "Fundamenta Astronomiae", kus Bessel lõi ära 3222 tähe väga täpsed positsioonid. See Bradley vaatluste redutseerimine töö oli kestnud kuus aastat, kuid andis tõepoolest tugeva vundamendi astronoomia arengule.

Järgmine selline suur töö oli fundamentaalkataloogi "Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad 1850 computatae". Selles töös on lisaks tähtede positsioonidele ka pretsessiooni, nutatsiooni ja aberratsiooni teooria ja valemid. Raamatus toodud fundamentaalsüsteem oli Berliini Astronoomilise Aastaraamatu aluseks kolmkümmend aastat. Hiljem veel kasutas seda süsteemi Simon Newcomb 1872.

aasta astronoomilise aastaraamatu koostamiseks.



Besseli kraater Kuul Selguse meres

Vaatluste poolest oli Besseli suurim programm tähtede nn tsoonvaatlused, millega ta tegeles 11 aastat, tehes 75 011 vaatlust. Eesmärgiks oli tähtede süstemaatilised vaatlused heleduseni 9^m käänete vahemikus -15° kuni $+45^{\circ}$. Hiljem laiendas vaatlustsooni Besseli kuulsaim õpilane Friedrich Wilhelm August Argelander – Turu (hiljem Helsinki ja Bonni) Ülikooli Tähetorni direktor.

Me oleme juba maininud Besseli tööd tähe 61 Cygni kauguse mõõtmisel. Mitmeaastaste vaatluste tulemusena sai ta selle tähe parallaksiks $0",3136 \pm 0",0202$, mis annab kauguseks 3.19 parsekit ehk 10.4 valgusaastat. Tänapäeva mõõtmised annavad selle tähe kauguseks 11.4 valgusaastat, seega viga on vaid 9.6%!

Bessel oli ka väga lähedal planeet Neptuuni avastamisele, sest ta kahtlustas Uraani liikumishäirete tekitamises veel kaugemat planeeti. Kuid tema õpilane Fleming, kes oli kogunud suure vaatlusmaterjali uue planeedi otsimise alustamiseks, haigestus tüüfusse ja suri 28 aasta vanuselt. Samal ajal suri Besseli poeg ja ta ise haigestus raskesti – nii jäi see programm Besselil täitmata.

Kontrollide Siiriuse ja Prooküoni omaliikumisi, leidis Bessel 1844. aastaks, et need on ebakorrapärased, st mitte sellised nagu teistel tähtedel. See avastus viis Besseli

mõttele nende tähtede kaaslastest. Oma viimases kirjas Gaussile kirjutab ta 1844.a.: “Minu arvamus on, et nende tähtede ümber on tumedad taevakehad.” See oli liig mis liig paljudele teistele astronoomidele, kes seda arvamust ei toetanud. Isegi sõber Struve oli mitteuskujate hulgas. Kuid aeg näitas, et Besselil oli õigus – 1862. aastal avastati Siiriuse kaaslane ja 1896. aastal Prooküoni kaaslane. Need polnud küll tumedad kehad, vaid täiesti uut tüüpi tähed – valged kääbused.

Bessel tegeles ka Maa täpse kuju määramisega, organiseerides ja läbi viies geodeetilisi mõõtmisi Ida-Preisimaal ja ühendades need mõõdetud võrgud kindral Carl Tenneri mõõdetud geodeetilise võrguga Balti provintssides. Oma ja teiste geodeetide mõõtmistele toetudes lõi Bessel Maa matemaatilise mudeli, nn Besseli ellipsoidi, mis tollal oli Maa täpsemaks mudeliks.

Bessel töötas välja ka Preisimaa pikkusetaloni, kasutades sekundpendli pikkuse täppismõõtmisi.

10. Lõpetuseks

Oma eluajal sai Bessel Berliini, Bostoni, Müncheni, Palermo, Pariisi, Peterburi ja Stockholmi akadeemiate liikmeks, Edinburghi, Göttingeni, Haarlemi, Kopenhaageni, Londoni, Manchesteri, Modena, Philadelphia, Uppsala ja Saint-Andrewsi teadusühingute liikmeks, aga samuti Amsterdami instituudi, Londoni Astronoomilise ja Meteoroloogilise Ühingu, Berliini Geograafiaühingu, Danzigi Loodusuurijate Seltsi liikmeks, Briti Assotsiatsiooni korrespondentliikmeks ja Kaasani Ülikooli auliikmeks. Ta nimetati Preisimaa salanõunikuks ja kaunistati nii Preisi, Taani, Venemaa kui Rootsi ordenitega. Ta oli mitmete teaduspreemiate laureaat. Tema järgi on nimetatud kraater Kuul. Mälestus temast jäi Königsbergi püsima, linna, kus oli möödunud suurem osa Besseli elust. 1856. aastal nimetati tema järgi observatooriumi juurde viiv tänav ja ka väljak Butterbergi jalamil.

Viimases suures sõjas hävis pea kogu Königsberg, rääkimata siis tähetornist. Tänu Immanuel Kanti nimelise Kaliningradi Riikliku Ülikooli astronoomi ja teadusajaloolase K.K. Lavrinovitši pingutustele on alates 1989. aasta jaanuarist Kaliningradis jälle Besseli nimeline tänav olemas.

Tähtsamad daatumid F.W. Besseli elus

1784, 22. juuli – sünd Mindenis, Westfaalis

1799 – sõitis Breemenisse, kus asus tööle õpilasena Andreas Gottlieb Kuhlenkampi kaubamajas

1803 – esimesed astronoomilised vaatlused omatehtud instrumentidega (Breemeni geograafilise pikkuse mõõtmine)

1804 – valmis esimene teadustöö Halley komeedi orbiidi elementide arvutamise. Tutvus G.W. Olbersiga, esimese teadustöö publitseerimine

1806 – asus tööle J.J.Schröteri observatooriumis Lilienthalis. Alustas professionaalse astronoomi elu

1807 – alustas J. Bradley vaatluste töötlemist. Isiklik tutvumine K.F. Gaussiga Olbersi majas

1810 – sõitis Königsbergi, kus sai astronoomia professoriks ja alustas observatooriumi ehitamist

1812 – Abiellus Johanna Hageniga

1813, 12.nov – esimesed vaatlused uues observatooriumis

1814 – Valiti Peterburi Teaduste Akadeemia liikmeks. Sündis poeg Wilhelm. Tutvus Struvega

1815 – ilmus I köide “Astronomische Beobachtungen zu den königlichen Universitäts-Sternwarte zu Königsberg”

1816 – sündis tütar Marie

1818 – ilmus vast kõige tähtsam Besseli töö “Fundamenta Astronomiae”

1819 – esimene kodukandi külastus. Reichenbachi meridiaanringi ülesseadmine

1820 – sündis tütar Elisabeth

1821 – tsoonvaatluste algus. Suri õde Amalie

1823 – pakkus välja Uraani-taguse planeedi olemasolu hüpoteesi

1824 – tõi taevamehhaanikasse silindrilised funktsioonid (Besseli funktsioonid), uuris nende omadusi ja koostas vastavad tabelid

1828 – avaldati Königsbergi sekundpendli pikkuse uurimistulemused

1829 – observatooriumisse paigutati Fraunhoferi heliomeeter

- 1830** – avaldati “Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1830 computatae”
- 1831** – kraadimõõtmise algus
- 1833** – tsoonvaatluste lõpetamine (tähed kuni 9m käänete -15 kraadi kuni +45 kraadi vahel)
- 1836** – pani aluse komeetide füüsikalisele teooriale. Kraadimõõtmise välitööde lõpetamine
- 1837** – Maakera ellipsoidi elementide esialgne tuletamine
- 1838** – tähe 61 Cygni parallaksi mõõtmine. Ilmus raamat “Gradmessung in Ost-Preussen”. Viimane kohtumine Struvega
- 1839** – avaldati Preisi pikkusetaloni uurimise tulemused. Viimane kohtumine Olbersiga Breemenis
- 1840** – tähe 61 Cygni parallaksi mõõtmise teise seeria lõpetamine. Sureb poeg Wilhelm
- 1841** – avaldati Maakera ellipsoidi täpsustatud elemendid. Repsoldi meridiaanringi ülesseadmise
- 1842** – viimane kohtumine Gaussiga Göttingenis. Sõit Prantsus- ja Inglismaale
- 1843** – haigestumine vähki
- 1844** – oletus Maailmapooluse liikumise reaalsuse kohta. Matemaatiliste rehkestustega kinnitatud oletus Siiriuse ja Prooküoni kaaslaste kohta. Viimased vaatlused meridiaanringil
- 1845** – raske haiguse aasta
- 1846** – 22. veebruaril kirjutas viimase kirja Schumacherile; 7. märtsil dikteeris viimase kirja ajakirjale “Astronomische Nachrichten”. Suri 17. märtsil. Maeti Neurossgärteri kalmistule. Kalmistu on pärast II maailmasõda hävitatud.

Kasutatud kirjandus

1. К.К. Лавринович, Фридрих Вильгельм Бессель, Москва, “Наука”, 1989, 320 стр.
2. <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Bessel.html>
3. http://www.astro.uni-bonn.de/~pbrosche/persons/pers_bessel.html
4. http://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Bessel
5. <http://www.seds.org/messier/xtra/Bios/bessel.html>
6. <http://www.nndb.com/people/059/000094774/>