

## **F.G.W. Struve Maa kuju täpsustajana**

**T.Viik**

### **1. Sissejuhatus**

Kui Struve alles kavandas oma hiiglaslikku kraadimõõtmist, siis oli teadlastele juba selge, et Maa on poolustelt lapik. Selle olid selgeks teinud kaks olulist ekspeditsiooni kraadimõõtmiseks: Pierre Louis Moreau de Maupertuis ja Alexis Claude Clairaut mõõtsid aastatel 1736 – 1737 umbes ühekraadise kaare Lapimaal, Tornio ja Kittisvaara vahel ning Charles-Marie La Condamine ja Pierre Bouguer umbes kolmekraadise kaare aastatel 1735 – 1743 Peruu, Tarqui ja Cotchesqui vahel. Üks siis pooluse lähedal ja teine ekvaatori lähedal, et Maa lapikuse hindamine täpsemalt toimuks. Kuni selle ajani oli käinud vaidlus Cassini teooria pooldajate vahel, kes arvasid, et Maa on pooluste kohalt välja venitatud nagu ameerika jalgpall, ning Newtoni teooria pooldajate vahel, kes arvasid, et Maa on lapik pooluste kohalt. Ekspeditsioonid andsid kindlalt õiguse Newtoni teooria pooldajatele. Ja nii see pidigi olema, sest Newton toetus mitte oletustele, nagu Cassini, vaid tõsistele rehkendustele oma võrdlemisi värske gravitatsiooniteooria raamides. Hea küll, olgu siis lapik, aga ikka millise kujuga? Algul arvati, et see on pöördellipsoid, sest nii tuli välja puhtast teoriast. Geodeetilised mõõtmised aga näitasid, et see polnud siiski päris nii. Friedrich Wilhelm Bessel oli üks esimestest, kes andis Maa kuju kõige paremini iseloomustava kirjelduse – kui kõik mandrid oleksid läbi uuristatud omavahel ühendatud kanalitega ja need omakorda ühendatud ookeanidega, siis veepind ookeanides ja kanalites olekski see ideaalpind. Ja alles 1873. aastal andis saksa matemaatik Johann Benedict Listing sellele pinnale nime – geoid.

## 2. Struve kujunemine astronoomiks ja geodeediks

F.G.W. Struve sündis ja kasvas Altonas, mis tollal oli väike linn Hamburgi lähedal. Tema isa oli gümnaasiumi rektor ja Struvele anti klassikaline haridus. Kuna Napoleoni nekrutivärbajad hakkasid Struve vastu liigset huvi üles näitama, siis põgenes poiss 1808. aastal Tartusse, kus ta vanem vend Karl juba eradotsendina ja gümnaasiumiõpetajana leiba teenis. Ta immatrikuleerus ülikooli ja pani end kirja õppima filosoofiat, filoloogiat ja astronoomiat. Kuna ta materiaalne olukord oli kaunis kehv ja vend Karl teda toetada ei saanud oma pere pärast, siis võttis ta vastu pakkumise hakata krahv Bergi poegade koduõpetajaks. Nii veetis ta oma suved Sangastes ja ilmselt seal küpses ta plaan edaspidi ka maamõõtmisega tegelda. On teada, et ta Sangastes harjutas maamõõdukunsti, sest 1812. aasta suvel võttis Vene armee patrull ta kinni, kahtlustatuna salakuulamise Prantsusmaa kasuks. Sest kui ikka üks ratsamees mingi keerulise aparaadiga – Struve oli nimelt oma raha eest ostetud Troughtoni sekstanti proovimas – ringi kappab, siis on ta ilmingimata Prantsuse spioon! Asi lahenes alles Pärnu sõjakohtus.

Siinkohal on oluline märkida, et üks krahv Bergi poegadest, kolm korda krahviseisusesse tõstetud Friedrich Wilhelm Rembert von Berg tegi võimsat militaarset ja poliitilist karjääri, jõudes kindralfeldmarssali auastmeni ja olles Soome kindralkuberneriks ning Poola riigihoidjaks (Statthalter). Tema ja Struve eluaegne sõprus sillutas edaspidi teed paljudele Struve ettevõtmistele.

Struve õppis hoolsalt ja juba 1810. aastal sooritas ta kandidaadieksami filoloogias ja sai kuldmedali Aleksandria poetide loomingu kriitilise käsitluse eest. Aga astronoomia huvitas teda rohkem ja 1813. aastal kaitses ta hiilgavalt korraka nii magistri- kui doktoritöö uue Tartu tähetorni geograafiliste koordinaatide määramise kohta ning samal aastal nimetati ta astronoomia erakorraliseks professoriks kohustusega lugeda ka matemaatikat. 1815. aastal palus Liivimaa Üldkasulik ja Ökonoomiline Sotsieteet Tartu ülikoolil teha mõõtmisi Liivimaa uue kaardi jaoks. See töö anti Struvele ja ilmselt mängis siin kaasa ka Struve suur sõprus rektor Georg Friedrich Parrot poja Fritzuga. Struve tegi seda tööd 1816.-1818. aastate suvedel, sest talvel pidas ta ju loenguid ja vaatles. Ainuke talvine töö oli baasjoone mõõtmine kinnikülmunud Võrtsjärvel Uniküla ja Rannaküla vahel. Kaart ise ilmus alles 1839. aastal, kui Struve juba Pulkovosse läks. Kogu töö tegi ta peaaegu üksi, abiks olid Karl Knorre ja Wilhelm Lieven.

### 3. Suur kraadimõõtmine

Struve nimi sai kiiresti tuntuks mitte ainult maailma astronoomide hulgas, vaid seda panid tähele ka Venemaa toleleagused juhid. Nii tegi Vene kindralstaabi ülem vabahärra von Diebitsch juba 1825. aastal (teistel andmetel 1822. aastal) Struvele ettepaneku kindralstaabi ohvitseridele teoreetilist ja praktilist astronoomiat õpetada. Struve koostaski vastava kursuse, mille jaotas kolme aasta peale. Arthur Joachim von Oettingen kirjutas: "Selle ettevõtmisega algas suurejooneline tegevus, mis pani aluse geodeesia õpetamisele kogu Vene riigis."

Liivimaa triangulatsiooni kordaminekust innustatuna pakkus Struve nüüd ülikooli nõukogule projekti mõõta 3 kraadi 35 minuti pikkune meridiaanikaar Soome lahe saarest Hoglandist (praegu ainuke Struve kaare punkt Venemaa piires) kuni Jacobstadtini (praegune Jekabpils Lätimaal). Nõukogu jäi nõusse ja see töö sai tehtud. Aga ega asjata ei öelda, et süües kasvab isu – Struve vaatas nüüd juba Soome poole, kus oli küllalt ruumi kaare pikendamiseks, ja kuna Vene tsaarile oli vaja täpseid maakaarte, siis sai Struve loa koos vastava rahaga viia kaaremõõtmine üle Soome lahe Hoglandi saare kaudu. Kõige selle juures tsaari muidugi Maa kuju sugugi ei huvitanud, Kuid Struvel küll. Nii et see tsaari jaoks täiesti rakenduslik projekt andis kaasproduktina Struvele võimaluse Maa kuju täpsustamiseks.

Samal ajal tegutses lõuna pool 1783. aastal Auveres sündinud eesti päritolu sõjamees Karl Tenner, kes tegeles samuti kaaremõõtmisega, küll eesmärgiga saada Vene tsaaririigile täpsemad topograafilised kaardid. Kui Struve sellest kuulis, rõõmustas ta väga, sest see andis võimaluse pikendada meridiaanikaart ka lõuna poole. Struve kutsus Tenneri Tartusse ning mehed kohtusid 1828. aastal. Siis lepiti ka kokku selles, et kraadimõõtmine liigub lõunasse kuni Doonau suudmeni. Väga tähtis punkt läbirääkimistes oli see, et tuli ühtlustada pikkusühik, milleks Struvel oli prantsuse *toise* (umbes 1.949 m) ja Tenneril vene süld (umbes 2.134 m ehk 7 inglise jalga).

#### 4. Tulemused

Nii mõõdeti 25 kraadi ja 20 minuti pikkune meridiaanikaar. Põhimõõtmised lõpetati 1852. aastal, kuid kolme aasta jooksul pärast seda mõõdeti veel mõned kahtlased kohad üle. Ja alles 1860. aastal ilmus Struve kapitaalse teose "Arc du Meridien" esimene osa, mis oli pühendatud Aleksander II-le ja Karl XV-le (nii hilja, sest Struve oli vahepeal haigestunud). Kaaremõõtmise lõpetamiseks püstitati nii põhja- kui lõunaotsa graniidist mälestussambad, lõunas ladina- ja venekeelsete tekstidega ning põhjas ladina- ja norrakeelsete tekstidega. Ka mitmetes baasjoonte otstes oli Struve käsul püütud tööd jäädvustada – nii oli Soomes kaljudesse puuritud auke, millesse pandi jäme raudnael, mis valati sulatinaga kinni. Niisiis suure kaaremõõtmise käigus oli mõõdetud 258 kolmnurka ja 10 baasjoont, neist kolm Tenneri instrumentidega ja 7 Struve instrumentidega. See oli tehtud nii täpselt, et kui 100 aastat hiljem mõõdeti mõned punktid üle, siis viga ei ületanud kusagil 10 cm! Mis siis sellest hiiglaslikust tööst kasu oli? Nagu juba öeldud, sai niisuguse täpse mõõtmise abil konkretiseerida Maa kuju. Kuna selle hiidkaare pikkuseks oli Struve rehkendanud 1 447 787 *toise'i* (2 821 833 m), siis sferoidikaujulise Maa pikema pooltelje pikkuseks saadi 3 272 539 *toise'i* ehk siis 6 378 178 m. Siit Maakera lapikuseks saadi 1:294.73. Praegu on Euroopas võetud kasutusele 1980. aastast alates rahvusvaheline ellipsoid GRS80, mille parameetrid on: pikem pooltelg 6 378 137 m ja lapikus 1:298.2572 (samad parameetrid on ka WGS84 ülemaailmsel geodeetilisel süsteemil).

Lisaks teaduslikule resultaadile oli Struve mõõtmisel ka puhtalt praktiline väärtus, sest nii kõrgekvaliteediline triangulatsioonivõrk sai aluseks täpsete topograafiliste kaartide koostamisele. Ka on Struve punktid olnud aluseks uutele kaaremõõtmistele, kasvõi Friedrich Wilhelm Besseli tööle Vene- ja Ida-Preisimaa triangulatsioonivõrkude ühendamisel.

Kogu see ülemaailmse tähtsusega töö on kindlasti väärt, et meie järeltulijatena seda hindaksime ja mäletaksime. Seepärast pandigi ette Struve geodeetilise kaare mõõtmine kanda UNESCO Maailmapärandi nimekirja. Ürituse põhilised eestvedajad olid Soome Maa-ameti peadirektor Jarmo Ratia ja peainsener Pekka Tätilä. Suurt abi osutasid ka Maamõõtjate Rahvusvahelise Föderatsiooni alla kuuluva Maamõõdu ajaloo rahvusvahelise institutsiooni töötajad Jan de Graeve ja James R. Smith.

Ning 2005. aasta 15. juulil istus kokku UNESCO Maailmapärandi Komitee Durbanis (LAV) ja 19. juulil jõudis Struve kaar UNESCO Maailmapärandi nimekirja.

## Maa parameetrid

Aasta	Nimi	Suur pooltelg (m)	Lapikus	Meridiaanikvadrant (m)
1819	Walbeck	6 376 896	1:302.8	10 000 091
1841	Bessel	6 377 397	1:299.15	10 000 966
1853	Struve	6 378 398	1:294.73	10 002 174
1880	Clarke	6 378 249	1:293.5	10 001 869
1924	Rahvusvaheline	6 378 388	1:297	10 002 288
1940	Krassovski	6 378 245	1:298.3	10 002 069
1980	Rahvusvaheline	6 378 137	1:298.2572	10 001 965.7293

Avaldan tänu Eesti Maaülikooli emeriitprofessor Jüri Randjärvele kasulike näpunäidete eest.

## Kirjandus

1. <http://convertplus.com/en/convert/units-length-sazhen>
2. [http://www.aai.ee/~viik/STRUVE\\_ARC\\_150\\_selts.html](http://www.aai.ee/~viik/STRUVE_ARC_150_selts.html)
3. J.R. Smith, The Struve Geodetic Arc,  
[http://www.fig.net/hsm/struve/struve\\_arc\\_smith\\_2005.pdf](http://www.fig.net/hsm/struve/struve_arc_smith_2005.pdf)
4. J. Randjärv, Geodeesia õpik, Tartu, 2006.