

Yleisluentasarja: Struven ketjulla maapalloa mittaamaan

Struven ketjun merkitykset – yleiskartat ja kolmiomittaukset

Kari Rantalainen

19.9.2017



Maanmittaus ja kartoitus

Mittaus- ja kartoitustekniikan osa-alueet, luentosarjan osalta

Geodesia : tieteenala, joka tutkii maapallon kokoa, muotoa ja painovoimakenttää

Käytännön geodesia: kartanvalmistuksessa ja muissa mittauksissa tarvittavien runkopisteiden määrittäminen, maastotiedon keruu ja laskenta, erikoismittaukset esim. rakennusmittaukset ja teollisuusmittaukset

Kartografia: tieteenala. Joka tarkoittaa karttojen suunnittelua, valmistusta ja karttatutkimusta

Geodesia

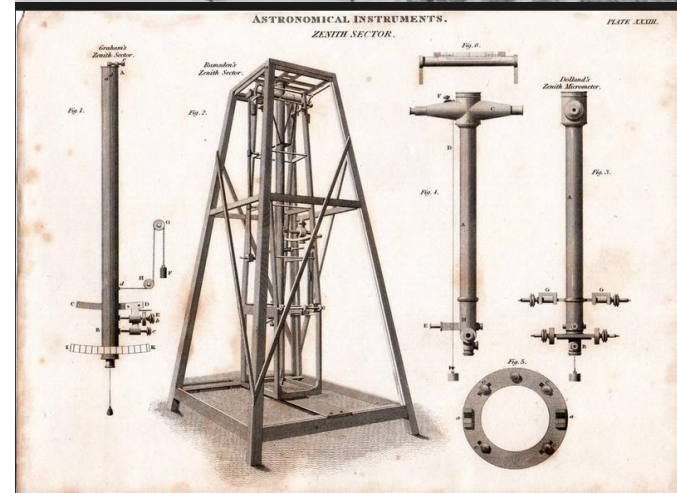
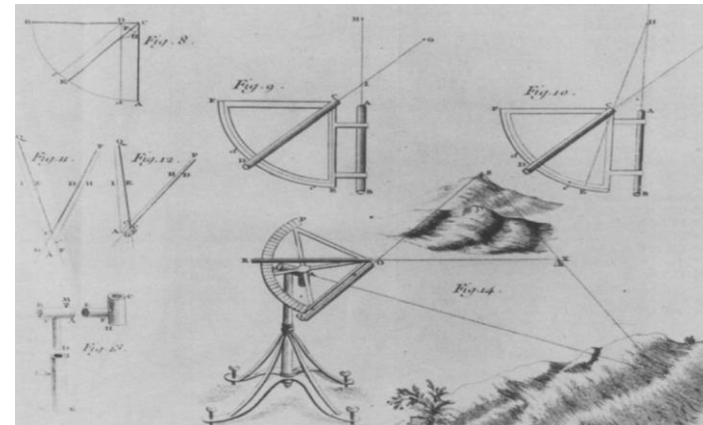
- Maan muoto on vuosituhansien aikana ollut ihmiskunnalle tärkeä asia; pannukakusta- navoiltaan litistyneeksi pyörähdysellipsoidiksi on pitkä matka
 - Jo 500 luvulla eaa Kreikassa (aloitti Pythagoras) oli päädytty tähtitieteellisissä laskelmissa, että maa on pallon muotoinen
 - N 276 195 eaa Eratoshenes kehitti laskelmat maapallon koon / muodon määrittämiseksi
 - 1687 Isaac Newton esitti että maa on navoiltaan litistynyt pallon muotoinen kappale (painovoimamittaus)
 - Asiasta syntyi sittemmin riitaa eurooppalaisten tiedemiesten keskuudessa (Ranska vs. Englanti)

Maapallon muodon astemittaus

- Asian ratkaisemiseksi esitettiin yhden asteen meridiaanikaaren mittausta
 - Mahdollisimman lähellä päiväntasaajaa
 - Mahdollisimman pohjoisessa
- Ranskan kuningas Ludvig XV myönsi rahat kahdelle retkikunnalle
- Pierre-Louis Moreau de Maupertuis, pohjoinen retkikunta Lapissa , ensimmäinen kolmiomittaus Suomessa 1736 - 1737
- Charles Marie de La Condamnie, eteläinen retkikunta etelä-Amerikassa Perussa (10 vuotta)

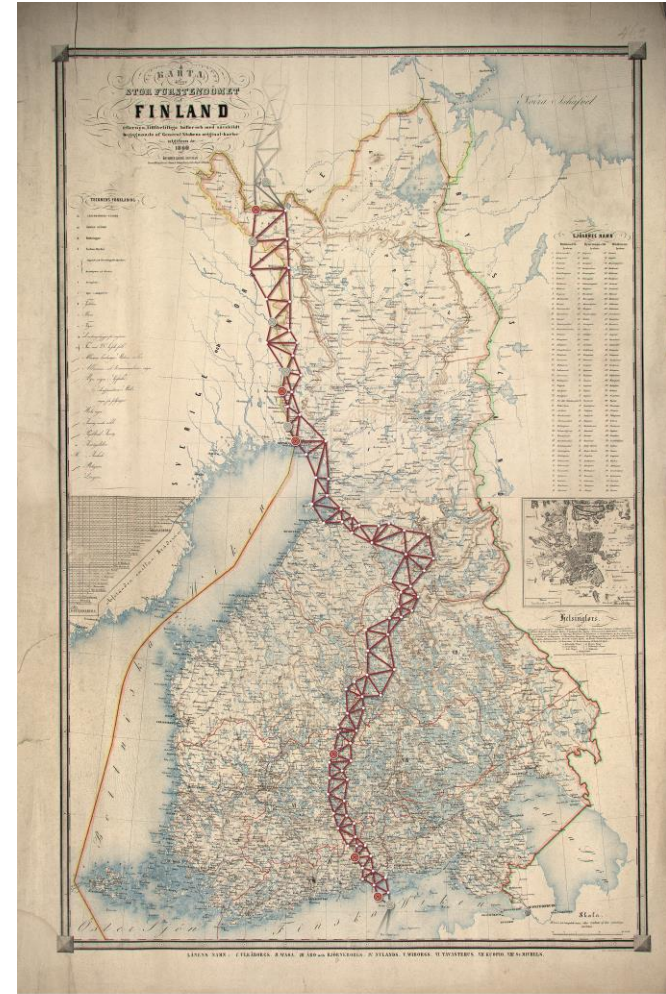
Mittausvälineet Maupertius´n aikana

- Kvadrantti (kulmien mittaukseen)
- Lämpömittareita ja ilmapuntareita
- Kelloja
- Sektori, paikanmäärittämiseen, tähden ohikulku



Struven ketju, Venäläis- Skandinavinen kolmioketju

- Mustalta mereltä Jäämerelle
- Mittaukset aloitettiin Venäjällä 1816
- Mittaukset lopetettiin Jäämeren rantaan 1855
- 258 kolmiota, 265 peruspistettä, 60 apupistettä
- 34 pistettä on valittu Unescon maailmanperintökohteeksi 2005
- 6 pistettä Suomessa, joista 1 Oravivuori-Puolakka

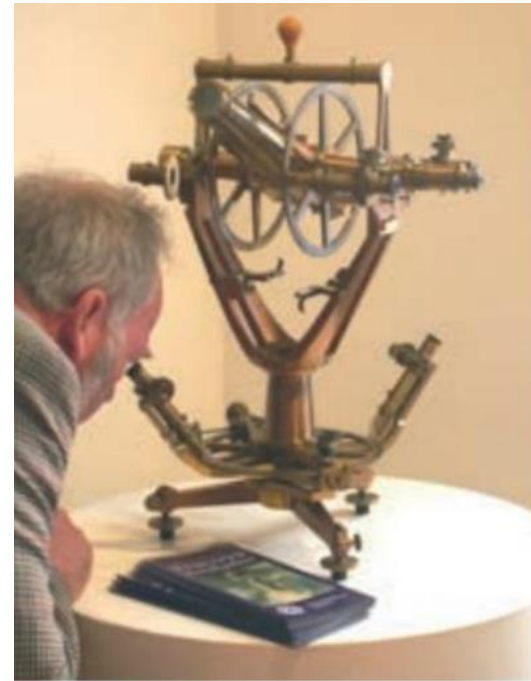


Struve Geodetic Arc in
The Grand Duchy of Finland
1830-1852



Struven ketju

- Mittaukset tehtiin huomattavasti kehittyneemmällä laitteilla kuin Maupertius n. 100 v aiemmin
- Käytössä oli teodoliitti ja tarkka kronometri ja ”pystykehä” tähtien korkeuden mittaukseen ja zeniitin määrittämiseen



A recently re-discovered Repsold theodolite used on the Struve Arc.

Lähde: The Struve Geodetic Arc, J.R. Smith International Institution for History of Surveying & Measurement September 2005

Struven ketjun mittakaavan määrittämisen perusviivat

Table 3. BASELINES (for arc metrology)

| Date | Triangle | Country | Latitude | Name | Reduced length Toises / Metres | Reduced to | Accuracy between bases |
|------|----------|-----------|----------|----------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 1850 | 252 | Norway | 69° 55' | Alten* | 1154.744 2250.67 | Arctic Ocean | 1/395 991 |
| 1851 | 230 | Finland | 66 22 | Ofver Torneä* | 1519.839 2962.27 | Gulf of Bothnia | 1/29 964 |
| 1845 | 216/7 | Finland | 65 00 | Uleåborg* | 1505.317 2933.96 | Gulf of Bothnia | 1/32 594 |
| 1844 | 162 | Finland | 60 50 | Elima* | 1348.746 2628.80 | Gulf of Finland | |
| 1827 | 150 | Estonia | 59 02 | Simonis* | 2315.133 4512.35 | Gulf of Riga | 1/58 502 |
| 1820 | 117 | Lithuania | 55 58 | Ponedeli** | 6055.162 11801.92 | Gulf of Riga | 1/35 130 |
| 1827 | 79 | Belarus | 52 14 | Ossownitza** | 5719.643 11147.97 | Gulf of Riga | 1/26 104 |
| 1838 | 53x | Ukraine | 49 42 | Staro-Konstantinow** | 4563.972 8895.49 | Gulf of Riga | 1/28 211 |
| 1848 | 42 | Ukraine | 48 30 | Romankautzi* | 2910.094 5671.97 | Gulf of Riga | 1/85 639 |
| 1849 | 6/ 7 | Ukraine | 45 35 | Taschbunar* | 2770.317 5399.33 | Gulf of Riga | |
| 1852 | | | | | 2770.246 5399.40 | | |

Conversion factor 1 toise = 1,949 067 metres * = with Struve apparatus ** = with Tenner apparatus
NB Taschbunar was measured twice

Lähde: The Struve Geodetic Arc, J.R. Smith International Institution for History of Surveying & Measurement September 2005

Struven ketjun atsimutit sijainnin ja orientoinnin määrittämiseksi

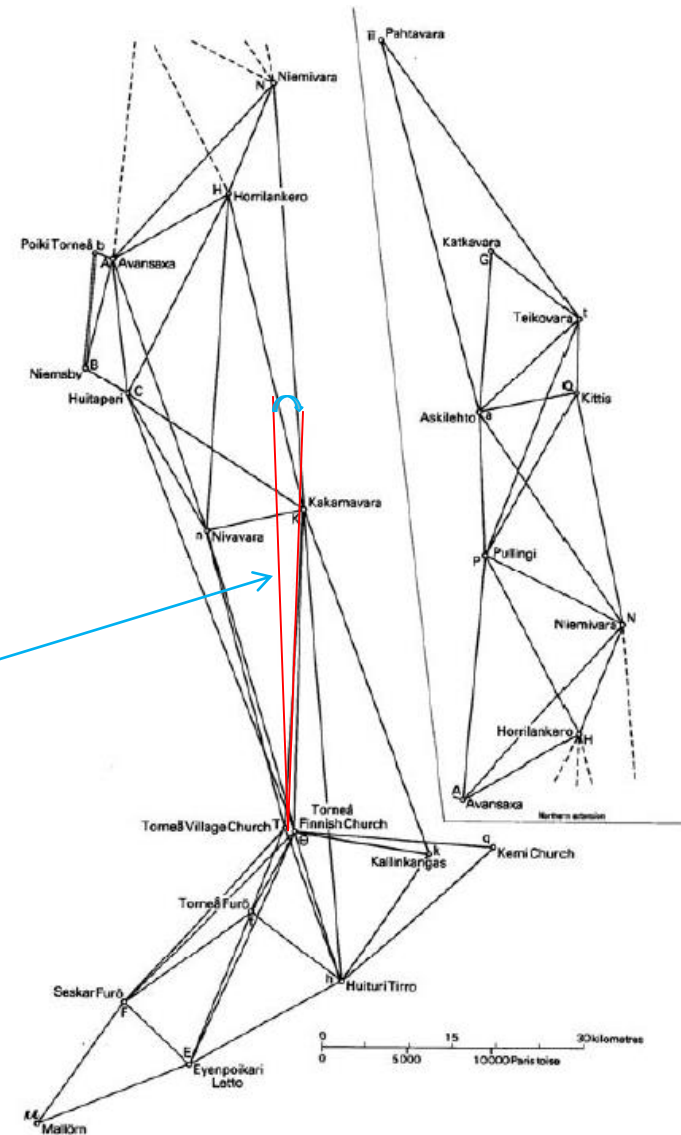
Table 4. AZIMUTHS (for astronomical positioning and orientation)

| Date | Station number | Country | Astro.Latitude ° ' " | From | To | Azimuth ° ' " |
|---------------|----------------|-----------|-------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------|
| 1850 | 1N– 4N | Norway | 70 40 11.2 | Fuglenaes | Jedki | 220 30 20.5 |
| 1850 | 16N–18N | Finland | 68 40 58.4 | Stuor-oivi | Pajtas-vaara | 168 22 59.4 |
| 1845 1851 | 2 – 1 | Finland | 65 49 44.6 | Neder-Torneä church | Kaakama-vaara | 03 01 30.9 |
| 1852 | 39 – 38 | Finland | 62 38 05.2 | Kilpi-mäki | Silmut-mäki | 274 48 04.3 |
| N1843 | 72 – 70 | Russia | 60 04 29.2 | E on Mäki-päällys | Ristisaari | 342 10 10.9 |
| S1826 | 72 – 73 | Russia | 60 04 29.2 | E on Mäki-päällys | Belfry Halljall | 209 09 17.3 |
| 1826- 1828 | 84 – 82 | Estonia | 58 22 47.6 | Centre Obsery. Tower Dorpat | Kersel | 337 36 39.6 |
| 1826 | 104 – 101 | Latvia | 56 30 05.0 | Jacobstadt astro pt. | Dabors-kalns | 312 22 02.4 |
| 1827, 1855 | 125 – 121 | Lithuania | 54 39 04.2 | Nemesch | Meschkanzi | 359 59 57.1 |
| 1827, 1853 | 154 – 153 | Belarus | 52 02 42.2 | Belin | Leskowitschi | 61 44 04.8 |
| 1837 | 172 – 170 | Ukraine | 50 05 50.0 | Kremenetz | Gurniki | 18 07 17.4 |
| 1838, 1852 | 187 – 186 | Ukraine | 48 45 03.0 | Ssuprunkowzi | Karatschkowzi | 311 35 47.6 |
| 1848 | 208 – 210 | Moldova | 47 01 25.0 | Wodolui | Dschamana | 157 41 27.1 |
| 1848, 1852 | 231 – 230 | Ukraine | 45 20 02.8 | Staro- Nekrassowka | Belfry Ismail | 270 56 05.5 |

Lähde: The Struve Geodetic Arc, J.R. Smith International Institution for History of Surveying & Measurement September 2005

Atsimuutti

- Atsimuutti on suunnan horisontaalinen komponentti (suuntima), joka mitataan horisonttia pitkin aloittaen yleensä pohjoisesta itään siis myötäpäivään ja yleensä mitaten asteissa
- Ala-Tornion kirkko – Kaakamavaara
- 0 , ,
- 03 01 30,9



Lähde: The Struve Geodetic Arc, J.R. Smith International Institution for History of Surveying & Measurement September 2005

Figure 9. Svanberg's network

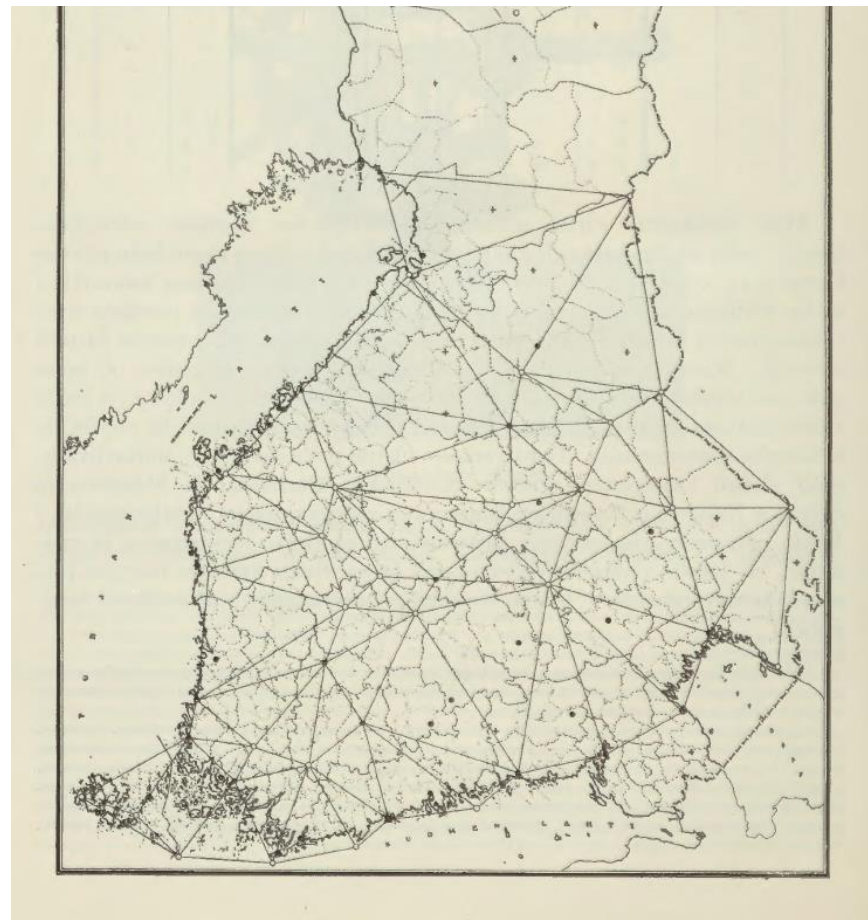
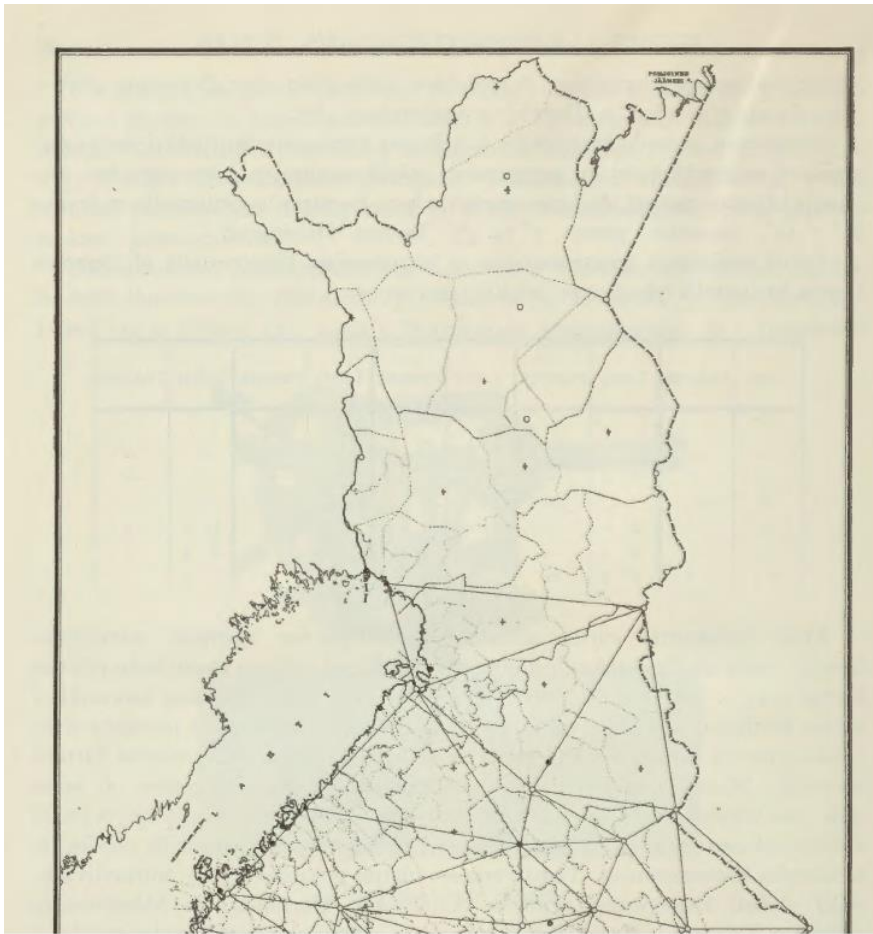
Kolmiomittaukset ja astronomiset paikanmääritykset Suomessa

- 1809 jälkeen syntyi Suomessa tarve yleiskartoille
- Lääninkarttojen ja yleiskartan konstruoimisen edellyttämiin projektiolaskelmiin ryhdyttiin 1842
- Otaksuma, maa on pallo, jonka säde on 6376,875 m
- -> karttojen mittakaavat: Pitäjänkartat 1:20 000, kihlakuntien kartat 1:100 000, läänien kartat 1:200 000 ja **yleiskartat 1:400 000**
- ”**Yleiskartan lehtijakoa** osoittavan yleissilmäyslehden mukaan oli yleiskartan pohjana käytetty 20 kolmiomitannollisesti ja 48 astronomisesti määrättyä kiintopistettä.” (Maanmittaus Suomessa 1633 – 1933, Mittaus- ja kartastotyöt v:n 1809 jälkeen s. 40 Alfred A Gustafsson)

Kolmiomittaukset ja astronomiset paikanmääritykset Suomessa (Yleiskartta)

- Geodeettiset pisteet 10 kpl: Gadolinin 1748 – 1750 ja 1752 – 1753 Turusta Ahvenanmaalle mittaaman kolmioketjun pisteitä, 7 kpl baltisen kolmioketjun (Viipurista –Ahvenanmaalle) kiintopisteitä ja **3 kpl venäläis-skandinavisen (eli ns. Struven ketjun) astemittauksen pisteitä**
- **Struven pisteet: Kemin kirkko, Murtomäki ja Oravavuori (Puolakka)**
 - **Muu ketjun käyttämättömyys johtui ehkä siitä, että ne eivät olleet kartalle merkittyjä kirkkoja eivätkä edes taloja, jollaisia kiintopisteitä tuolloin käytettiin**
 - **Pisteitä ei löydetty ja ketjun tarkkuutta ei ymmärretty hyödyntää**

Yleiskartan verkko ja kiintopisteet



Kolmiomittaukset ja astronomiset paikanmääritykset

Suomessa (Yleiskartta I -versio)

- Edellisten pisteiden lisäksi mittauksia tehtiin vielä 1860-luvulla
- Lopulliset kiintopistemäärät (Maanmittaus Suomessa 1633 – 1933, Mittaus- ja kartastotyöt v:n 1809 jälkeen s. 41 Alfred A Gustafsson)

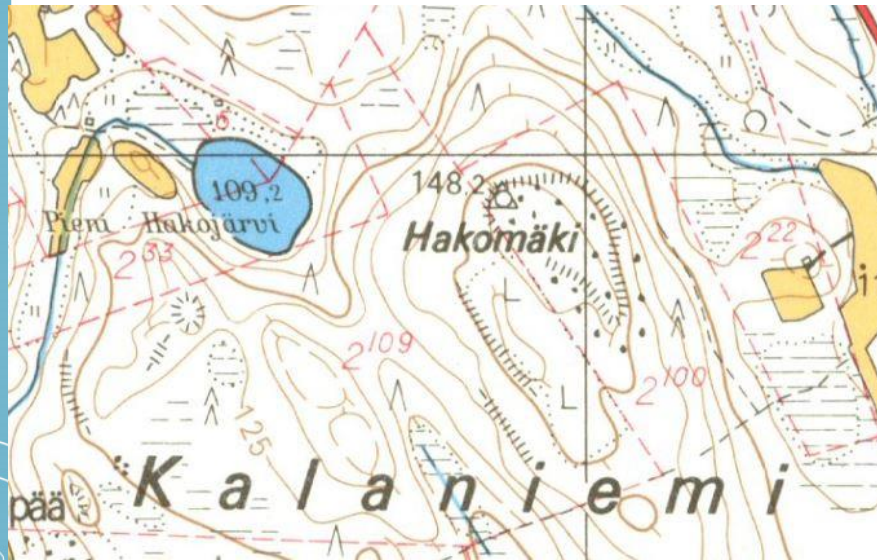
| Lehti | Pisteitä | Lehti | Pisteitä | Lehti | Pisteitä | Lehti | Pisteitä | Lehti | Pisteitä |
|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| — | — | A 2 | 2 | A 3 | 4 | A 4 | 1 | — | — |
| — | — | B 2 | — | B 3 | 3 | B 4 | 5 | — | — |
| — | — | — | — | C 3 | 3 | C 4 | 2 | — | — |
| — | — | D 2 | 1 | D 3 | 2 | D 4 | 3 | D 5 | 1 |
| — | — | E 2 | 4 | E 3 | 8 | E 4 | 3 | E 5 | 4 |
| F 1 | 3 | F 2 | 12 | F 3 | 5 | F 4 | 2 | F 5 | 1 |

Kolmiomittaukset 1900-luvulla

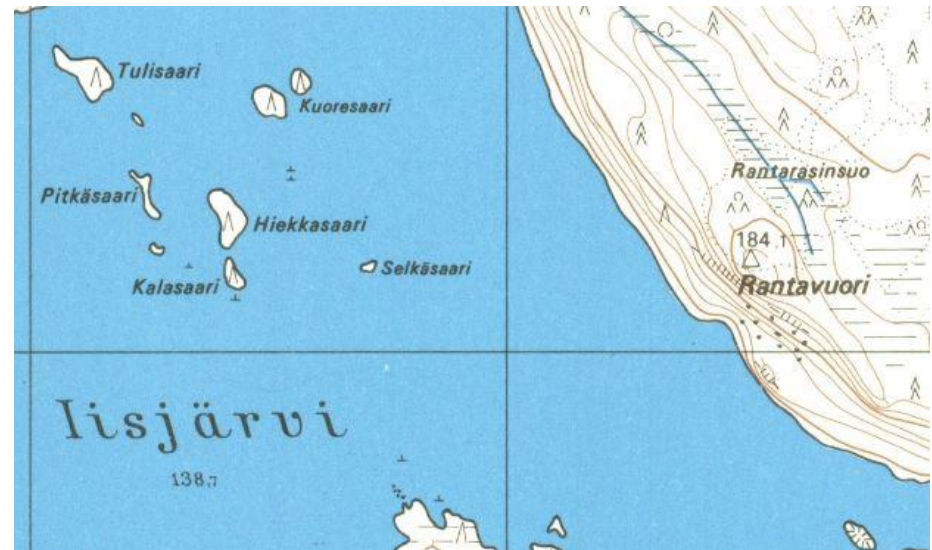
- Itsenäisyyden myötä MMH aloitti systemaattiset kolmiomittaukset, joista I kierros jatkui aina 1960-luvulle saakka
- Luotiin Helsingin järjestelmään perustuva verkko
- Työnajako: Geodeettinen laitos mittasi I-luokan komiopisteketjut ja MMH tihensi verkon II tornipisteillä ja puunlatvamerkeillä
- 1930-luvulta alkaen MMH tihensi I luokan ketjujen väliin jääviä silmukoita pääluokan kolmipisteillä ja se verkko tihennettiin vielä MMH:n II luokan pisteillä
- I ja II luokan mittaukset tehtiin torneista ja latvamerkit havaittiin eteenpäinleikkauksin (2200 tornia / 11 000 puunlatvapistettä), alemman luokan pisteitä tuhansittain

Peruskartan merkinnät

Kolmiopiste



latvamerkki



Kiitos

Lisätietoja
www.maanmittauslaitos.fi

