

# STRUVE GEODETIC ARC

The Measuring Tape of the Globe

SGA in FINLAND

Pekka Tätilä

1.7.2014, Kaliningrad, RUS



# STRUVE GEODETIC ARC

Izmail, Ukraine

< >

Hammerfest, Norway

- 2820 km
- about 300 sites
- measured in 1816-55
- under the leadership of

**F.G.W. STRUVE**



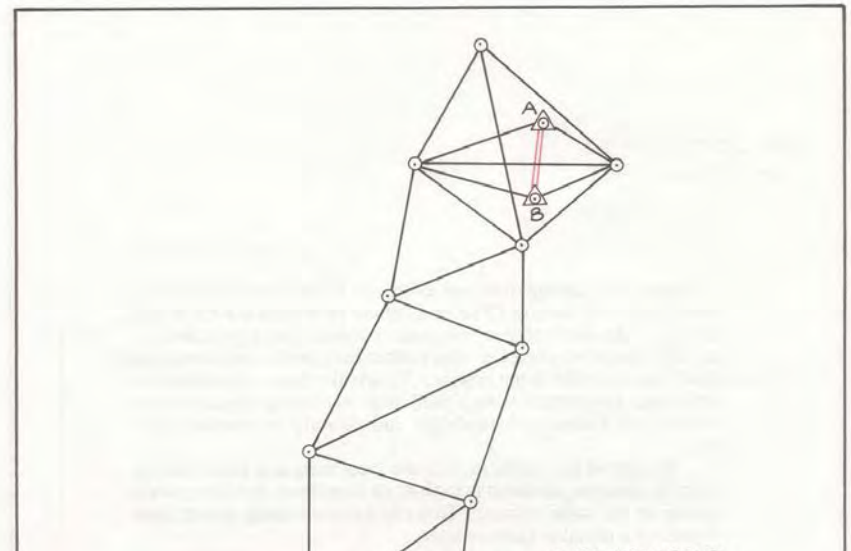
# The Arc Measurement

## Astronomical observations

- latitudes, azimuths

## Triangulation

- distance between astron. points

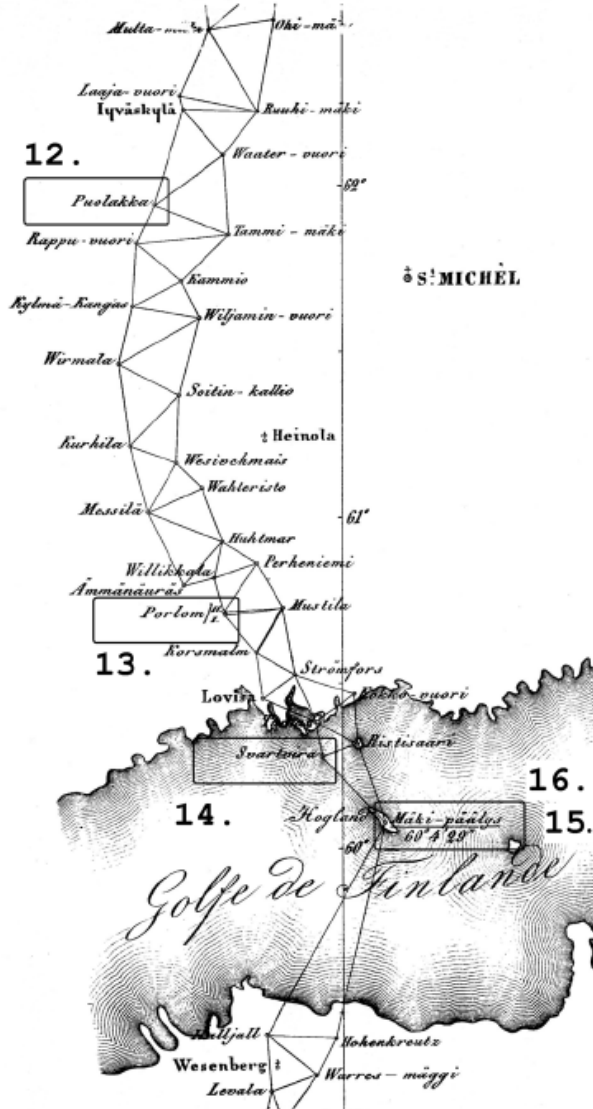


**Serial transboundary nomination  
Inscribed in 2005 to the**

**UNESCO  
WORLD HERITAGE LIST**

- **NORWAY**
- **SWEDEN**
- **FINLAND**
- **RUSSIA**
- **ESTONIA**
- **LATVIA**
- **LITHUANIA**
- **BELARUS**
- **MOLDOVA**
- **UKRAINE**

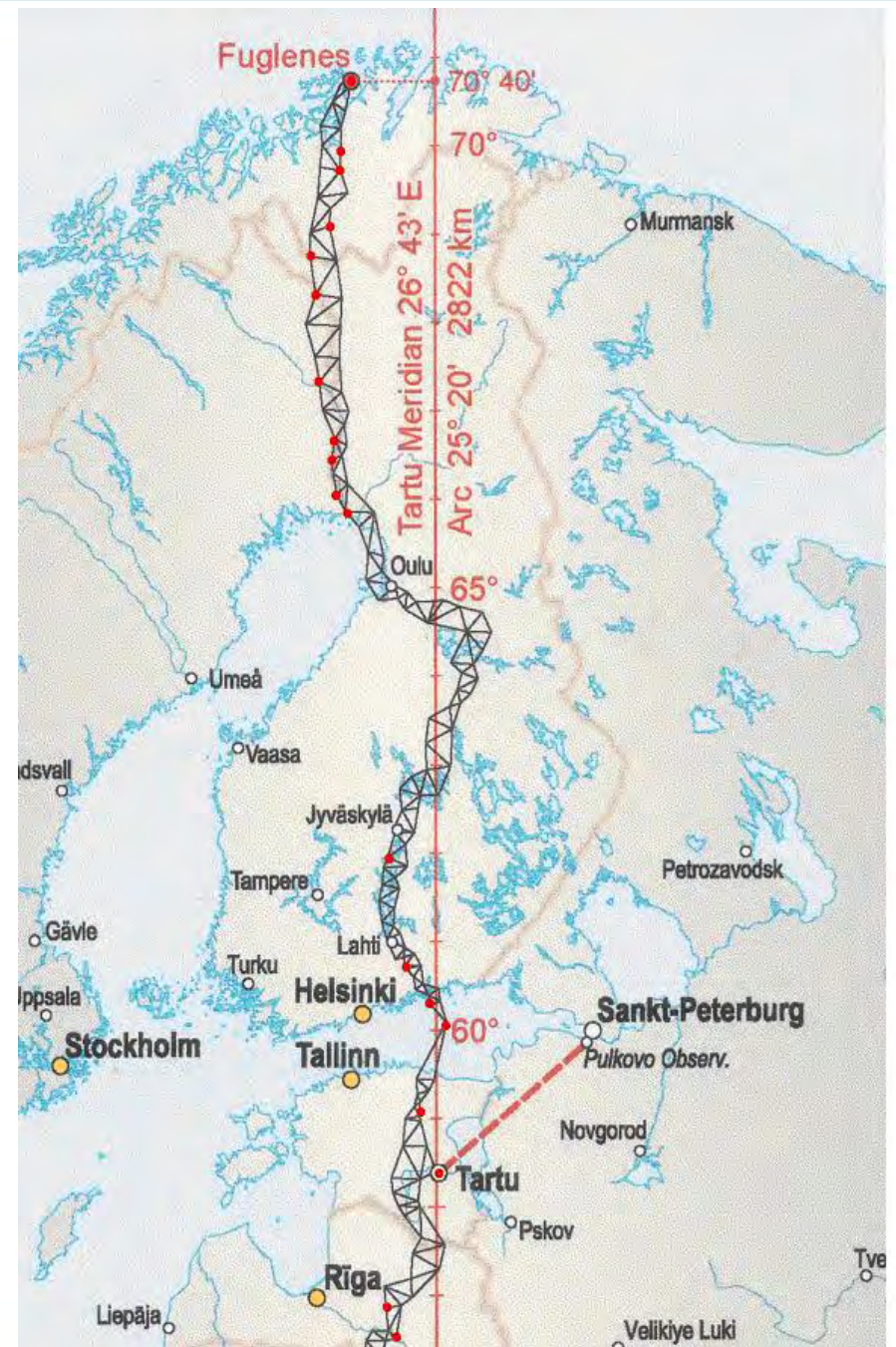




## In Finland

1830–51 Southern part  
W. Struve, M. Woldstedt

1845–52 Northern part  
N. H. Selander



# In Finland

**83 points**

**1/3 of Arcs totally 265 points**

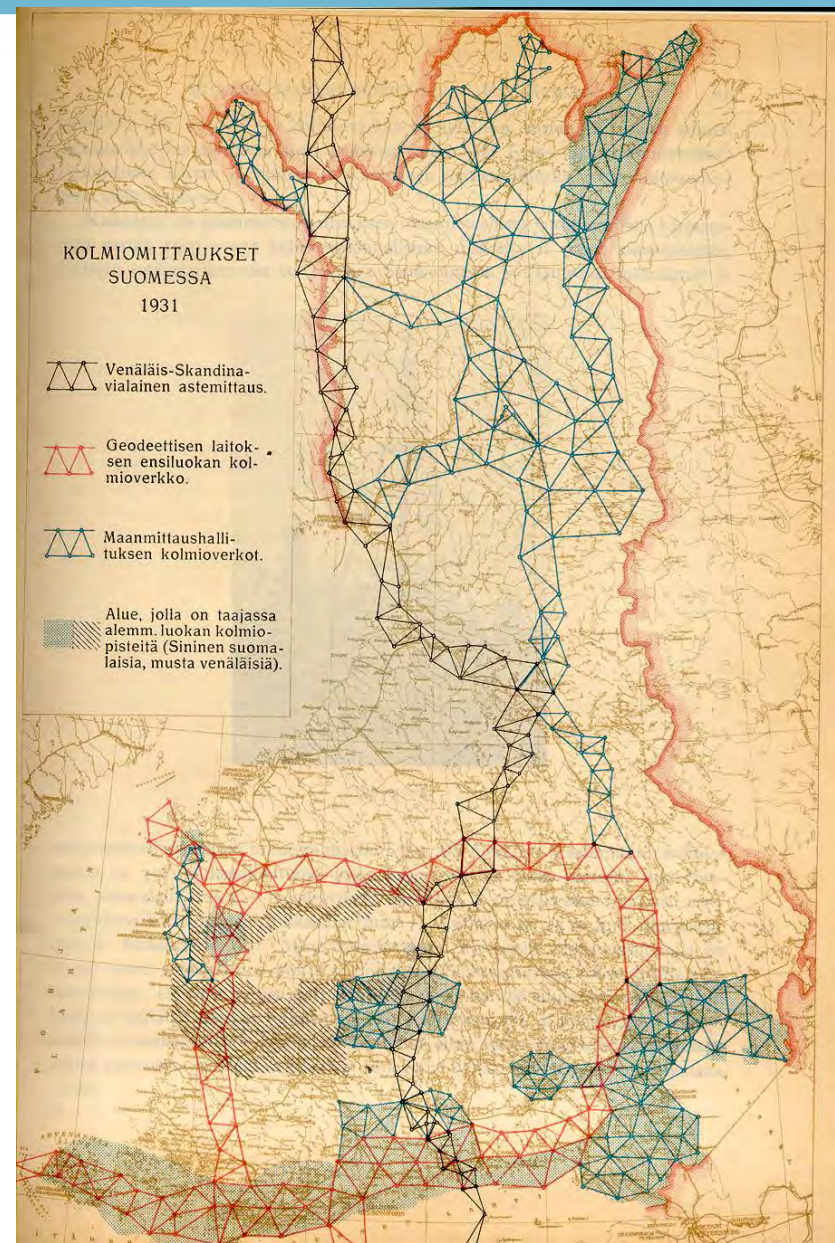
## Baselines

- **1844 Elimä** **60° 50'** **2628,80 m**
- **1845 Uleaborg** **65° 00'** **2933,97 m**
- **1851 Ofver-Tornea** **66° 22'** **2962,27 m**

## Astronomical points

- **Atsimuutit**
- **Kilpimäki** → **Silmutmäki**
- **Neder-Tornea** → **Kaakamavaara**
- **Stuor-oaivi** → **Patjasvaara (S)**

**SGA**  
was a back bone  
of the Finnish triangulation  
network un till 1960´s





## Finnish Expeditions to explore sites

- A. Alfred Petrelius in 1886, 1888 and 1889
- B. Seppo Härmälä / Aarne Veriö in 1968 and 1989
- C. Pekka T. in 2001 - today

	Sites	Found	No mark	Destr.	Unkn.	Survived
<b>A 1800's</b>	<b>71</b>	<b>51</b>	<b>8</b>	<b>12</b>		<b>81 %</b>
<b>B 1900's</b>	<b>92</b>	<b>61</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>79 %</b>
<b>C 2000's</b>	<b>83</b>	<b>50</b>	<b>16</b>	<b>17</b>		<b>80 %</b>

## **Geodetic Measured Points**

- Within normal triangulation since 1960's**
- During last years within WH activities**
- Coordinates for all found points within cm- level**  
**-- 50 sites (some not exactly on the original place)**

## **Calculation of coordinates for all other**

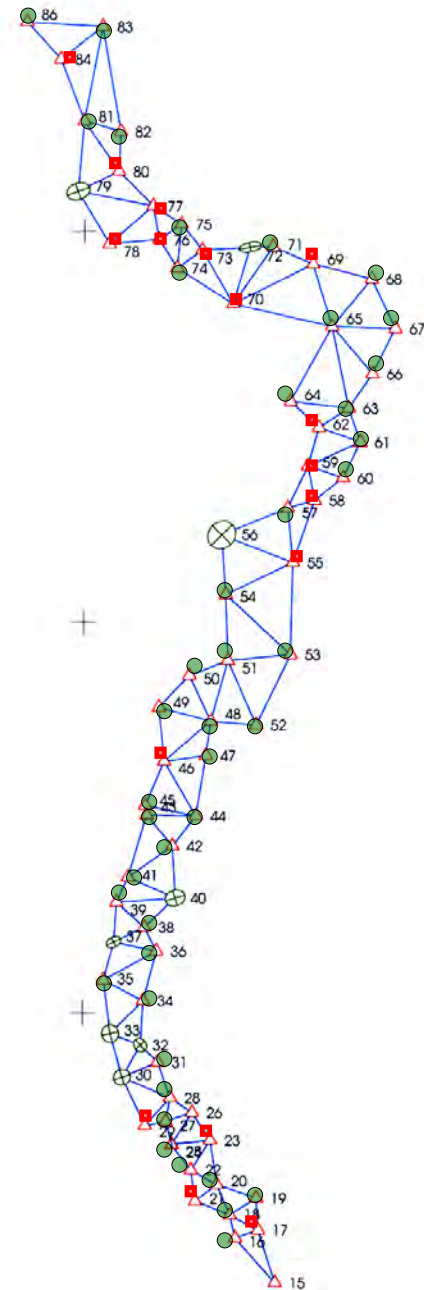
**Using original observations:**

**Accuracy on dm – level in ETRS/UTM**  
**Used to find unknown / hidden points**  
**When new found, new calculation ...**

## Status of the Finnish sites of SGA

### *Southern part*

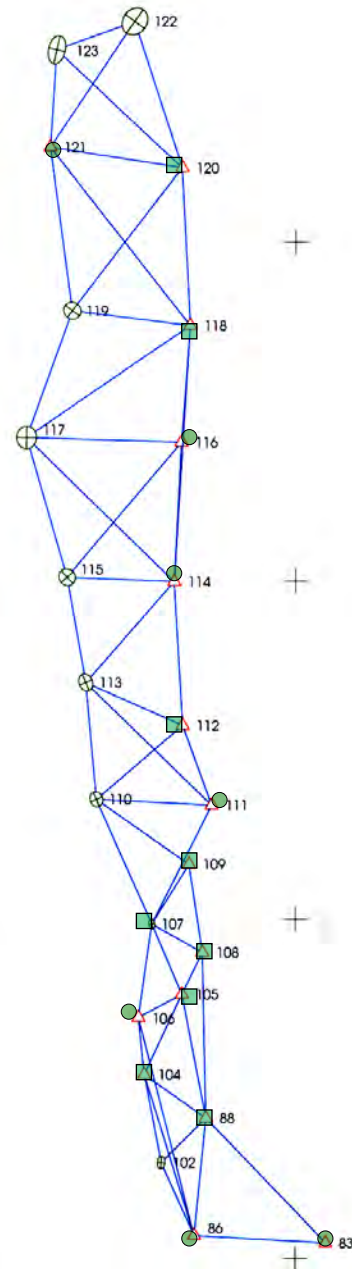
- **Survived**
- **Destroyed**
- ⊕ **Not marked**



## Status of the Finnish sites of SGA

### *Northern part*

- **Survived**
- **Not marked**
- ⊕ **Point in Sweden or Norway**



# MANAGEMENT of WORLD HERITAGE - STRUVE GEODETIC ARC

## International

- Adopted guidelines and rules 2004, rev. 2012
  - Protection, conservation, promotion, information
- Coordinating Committee of the ten partners
  - Meeting every second year
  - Chairmanship rotating
  - Reporting
  - Similar practices

## National

- Government
  - Cultural Heritage Organisations
  - National Land Survey Authorities
- Local
  - Municipalities
  - NGOs

# Struven ketju

## Astemittaus

on maapallon koon ja muodon selvittämiseksi tehty mittaus. Mittausketjun päätepisteiden välinen etäisyys maastossa määritetään kolmiomittauksella ja samojen pisteiden leveysasteiden ero tähtitieteellisellä paikannäytöksellä. Näiden määrittysten tuloksista laskeaan meridiaaniasteen kaaren pituus.

Teoreettisesti yhden leveysasteen suuruinen kaaren pitäisi olla yhtä pitkä kuin päiväntasaajalla kuin lähellä napojakin. Kuitenkin jo Isaac Newton 1600-luvulla uskoi, että maapallo on hiukan navoitaan litistynyt. Maapallon koko ja muoto askarrutti myös tähtitieteilijä Friedrich Georg Wilhelm Struvea ja sai hänet ryhtymään suurisuuntaiseen hankkeeseen, nykyään "Struven ketju" -nimellä tunnettuun astemittaukseen.

## Struven ketju

on kolmioketju, joka kulkee lähellä itäistä 26° pituuspiiriä Hammerfestistä, Pohjoisen jäämeren rannalta, Mustallemerelle Ukrainan Izmailiin. Ketjun pituus on noin 2820 kilometriä, ja se mitattiin vuosina 1816 – 1855 F.G.W. Struven johdolla.

Astemittauksen ketju muodostuu 258 kolmiosta, ja siinä on yhteensä 265 peruskolmiopistettä sekä 60 apupistettä. Ketjun pisteistä on valittu ja suojeltu yhteensä 34 edustamaan koko mittausta. Ketju kulkee nykyään kymmenen maan alueella: Norja (4 suojelua pistettä), Ruotsi (4), Suomi (6), Venäjä (2), Viro (3), Latvia (2), Liettua (3), Valkovenäjä (5), Moldova (1) ja Ukraina (4).

Ketju liitettiin Unescon Maailmanperintöluetteloon heinäkuussa 2005.

**Alatornion kirkon kellotornissa sijaitseva piste, alkuperäiseltä nimeltään Tornea mitattiin vuonna 1842. Mittauksen aikoihin tehtyjä kaiverruksia on edelleen nähtävissä kirkon tornin kellohuoneen seinissä.**

**Kellotornin huippu on noin 40 metriä merenpinnan yläpuolella ja siis luonnollinen paikka kolmiomittaukselle. Tornista oli hyvät näköyhteydet seuraaville mittauspisteille Haaparannan Perävaaralle ja Tornion Kaakamovaaralle. Kellotornia on Struven ajoista lähtien käytetty kolmiomittaukseen ja se on edelleen osa Tornion kaupungin mittauspisteistöä.**

**1730-luvulla Tornionlaaksossa oli liikkunut myös maapallon muotoa mitannut Pierre Louis Moreau de Maupertuis retkikuntineen. Hän käytti mittauspisteenä Suensaarella sijaitsevan 1600-luvulla rakennetun kirkon tornia.**

## Arc measurement

has been defined as a method for determining the size and shape of the Earth by measuring the length of the arc of triangulation and the astronomical coordinates of the ends of the arc. An arc of meridian is a line that runs in the true North-South direction.

Theoretically, a degree of latitude is a constant and would have the same value at the equator as at the pole. But already Isaac Newton believed that the earth was slightly flattened at the poles. This question of the shape and size of the earth inspired the astronomer Friedrich George Wilhelm Struve to come up with his famous Meridian Arc measurement.



## Alatornio, "Tornea"

# The Struve Geodetic Arc

**The station point located in the bell tower of Alatornio church, originally called Tornea, was measured in 1842. The carvings made at the time of the measurements are still visible on the walls of the bell chamber in the church tower.**

**The top of the bell tower is about 40 metres above sea level, making it a natural place for triangulation. There was good visibility from the tower to the next points on Perävaara hill in Haaparanda and Kaakamoavaara hill in Tornio. The bell tower has been used for triangulation since Struve's time and is still one of the station points for the City of Tornio.**

**In the 1730s, Pierre Louis Moreau de Maupertuis and his expedition, who were measuring the shape of the Earth, also travelled in the Tornionlaakso valley. He used the tower of the church on the island of Suensaari, built in the 17th century, as a measurement point.**

## The Struve Geodetic Arc

is a chain of triangulation stretching more or less down the 26° E line of longitude from near Hammerfest on the Arctic Ocean over 2,820 km south to Izmail on the Black Sea. The survey was carried out between 1816 and 1855 under the guidance of F.G.W. Struve.

The scheme included 258 main triangles with 265 main and over 60 subsidiary station points. The selection of points involves a total of 34 sites on the Struve Geodetic Arc. In today's geography, the Arc passes through ten countries, viz. Norway (4 station points),

# Struves meridianbåge

## Gradmätning

Genom gradmätning kan man bestämma jordklotets storlek och form. Avståndet mellan ändpunkterna för den uppmätta kedjan i terrängen bestäms genom triangelmätning och skillnaden mellan breddgraderna för samma punkter bestäms genom astronomisk positionsbestämning. På basis av resultatet beräknas längden av en meridianbåge motsvarande en grad.

Teoretiskt sett borde en båge motsvarande en grad längs meridianen vara lika lång vid ekvatorn som vid polerna. Redan Isaac Newton på 1600-talet hävdade emellertid att jordklotet är något tillplattat vid polerna. Jordklotets storlek och form var något som även astronomen Friedrich Georg Wilhelm Struve grubblade över och fick honom att ta initiativet till ett gigantiskt projekt, den gradmätning som idag går under benämningen "Struves meridianbåge".

## Struves meridianbåge

Struves meridianbåge är en kedja av trianglar som tätt följer meridianen 26° östlig longitud från Hammerfest vid Norra ishavets kust till Izmail i Ukraina vid Svarta havet. Triangelkedjan har en längd av cirka 2 820 kilometer och den uppmättes åren 1816 – 1855 under ledning av F.G.W. Struve.

Den uppmätta kedjan består av 258 trianglar omfattande sammanlagt 265 huvudpunkter och 60 stödpunkter. Sammanlagt 34 punkter har valts ut och skyddats som representativa för hela mätningen. Kedjan löper genom ett område där det idag ligger tio länder: Norge (4 skyddade punkter), Sverige (4), Finland (6), Ryssland (2), Estland (3), Lettland (2), Litauen (3), Vitryssland (5), Moldavien (1) och Ukraina (4).

Struves meridianbåge upptogs på Unescos världsarvslista i juli 2005.

**Nedertorneå kyrkas klocktorn, en punkt som ursprungligen benämndes Tornea, uppmättes år 1842. De inhuggningar som gjordes i samband med mätningarna är alltjämt synliga på väggarna i kyrktornets klockrum.**

**Klocktornets högsta punkt ligger cirka 40 meter över havet och är därmed en naturlig plats för triangelmätning. Från tornet hade man god utsikt till angränsande mätpunkter som var Perävaara i Haaparanda och Kaakamoavaara i Tornio. Klocktornet har alltsedan Struves dagar använts för triangelmätningar och fungerar alltjämt som en av Torned stads mätpunkter.**

**Även Pierre Louis Moreau de Maupertuis som mätte jordklotets form rörde sig med sin expedition i Tornedalen på 1730-talet. Han använde sig av en mätpunkt i kyrktornet på en kyrka som uppfördes på Suensaari (f. Suensaari) på 1600-talet.**

Sweden (4), Finland (6), the Russian Federation (2), Estonia (3), Latvia (2), Lithuania (3), Belarus (5), the Republic of Moldova (1) and Ukraine (4).

The Struve Geodetic Arc was added to the UNESCO World Heritage List in July 2005.





[www.nls.fi](http://www.nls.fi)



## **”Fuglenaes”, NOR**

The Northern Terminal







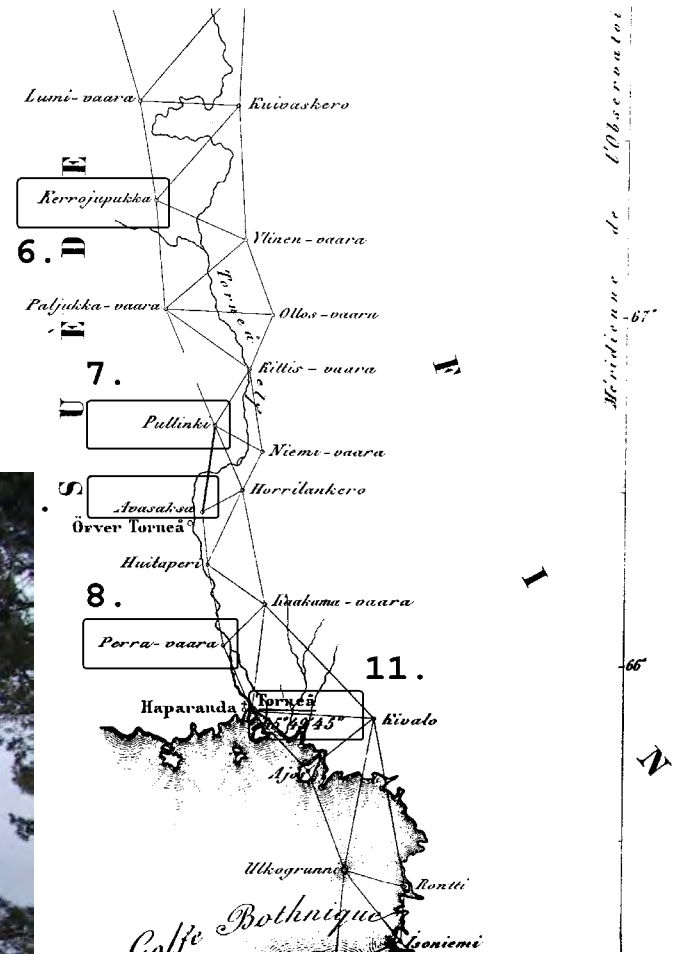
**”Stuor-oivi” Stuurrahanoaivi, FIN**

**”Avasaksa”  
Aavasaksa , FIN**



[www.sirk](http://www.sirk)

# "Tornea" Alatornion kirkko, FIN





**“Puolakka” Oravivuori, FIN**



**” Porlom II” Tornikallio , FIN**



**“Svartvira” Mustaviiri, FIN**

## **”Staro – Nekrassowka”, UKR**

The Southern Terminal



# More information

<http://whc.unesco.org/en/list/1187>

[www.nls.fi](http://www.nls.fi)

