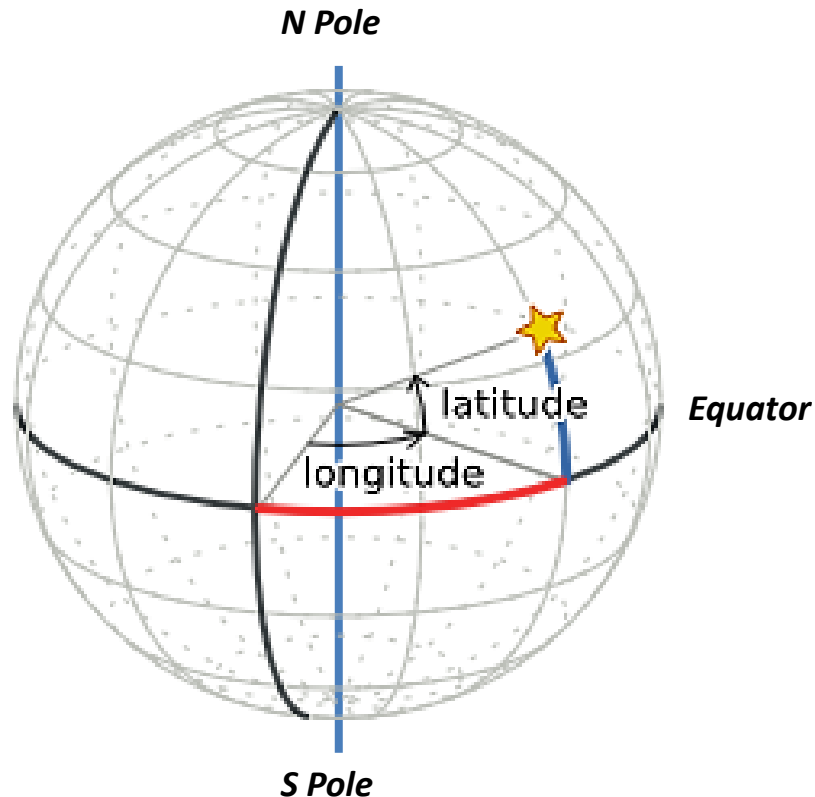


Greenwichin nollameridiaani – onko nolla yhä nolla ?



Jukka Hakala, Geopixel Oy

Maantieteellinen koordinaatisto



- ϕ, λ - yksikäsitteinen sijainti
- Latitudin luonnollinen referenssi on päiväntasaaja , arvoalue 0..90° N/S
- Longitudin referenssi on puhtaasti sopimuskysymys, arvoalue 0..180° W/E
- Mikä on sille sopiva sijainti ?

Nollameridiaaneja tarjolla

- nollameridiaaneja ollut käytössä yht. ~ 30 kpl eri puolilla maailmaa

COUNTRY.	FIRST MERIDIANS USED.
Great Britain and the British Colonies	Greenwich.
United States.....	Greenwich.
Norway.....	Christiania and Greenwich.
Italy	Naples and Greenwich.
Germany	Ferro, Greenwich and Paris.
France	Paris.
Spain.....	Cadiz.
Russia.....	Pulkova, Greenwich and Ferro.
Sweden	Stockholm, Greenwich and Paris.
Holland.....	Greenwich.
Greece.....	
Austria.....	Greenwich and Ferro.
Denmark..	Copenhagen, Paris and Greenwich.
Portugal	Lisbon.
Turkey	
Brazil, &c., S. America. . . .	Rio de Janeiro and Greenwich.
Belgium	Greenwich.
Japan, &c., Asia.....	Greenwich.



Standardointi

- International Meridian Conference of 1884

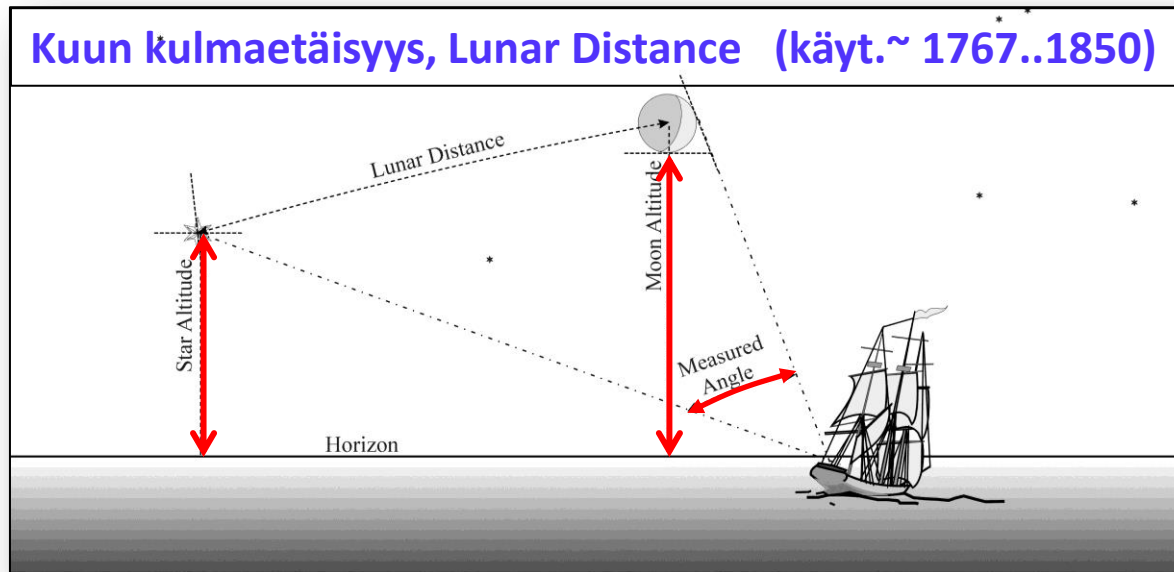
FROM.	SHIPS OF ALL KINDS.		PER CENT.	
	Number.	Tonnage.	Ships.	Tonnage.
Greenwich	37,663	14,600,972	65	72
Paris	5,914	1,735,083	10	8
Cadiz	2,468	666,602	5	3
Naples	2,263	715,448	4	4
Christiania	2,128	695,988	4	3
Ferro	1,497	567,682	2	3
Pulkova	987	298,641	1½	1½
Stockholm	717	154,180	1½	1
Lisbon	491	164,000	1	1
Copenhagen	435	81,888	1	½
Rio de Janeiro	253	97,040	½	½
Miscellaneous	2,881	534,569	4½	2½
	57,697	20,312,093	100	100

> 80 %

Äänestys → Greenwich : "Prime Meridian of the World 1884"

Longitudin määrittäminen

- longitudin määrittäminen merellä oli valtava ongelma (tarv. : referenssi & aika)
- saksalainen Johann Werner oli ehdottanut jo v. 1514, että kuuta voitaisiin käyttää astronomisena kellona; näennäinen liike $\sim 0.5^\circ/\text{h}$



- sekstantilla määritettiin aluksen paikallinen aika (LT)
- kuuetaisyysmenetelmällä saatiin aluksen Greenwichin aika (GT)

→ **Longitudi = (LT) - (GT), vastaavuus: 1h = 15°**

Greenwichin observatorio



Greenwichin observatorio

- nollameridiaanin ja GMT –ajan tyyssija
- perustettu 1675 (Kaarle II)
- 1. Kuninkaallinen Astronomi : John Flamsteed

Observatoriolle määrätty tehtävä:

“The specific and practical purpose of rectifying the Tables of the Motions of the Heavens, and the places of the fixed Stars, so as to find out the so much desired Longitude of Places for perfecting the art of Navigation”.

[118] OCTOBER 1772.

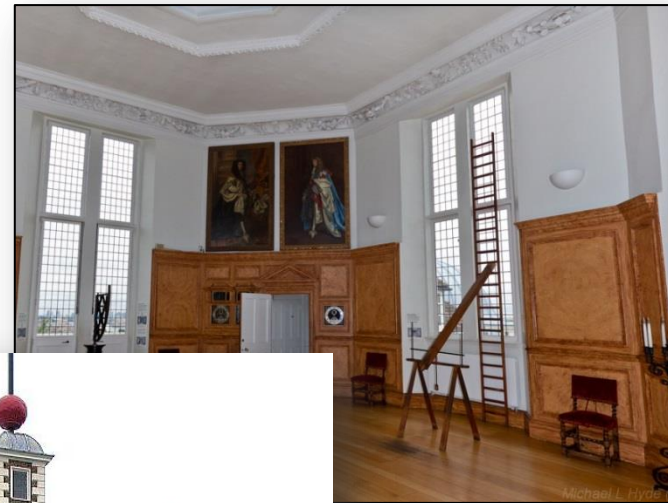
Distances of $\odot$'s Center from $\odot$, and from Stars west of her.

Days.	Stars Names.	Noon.	3 Hours.	6 Hours.	9 Hours.
		D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.	D. M. S.
1	The Sun.	62. 6. 55	63. 44. 49	65. 22. 18	66. 59. 22
2		74. 58. 25	76. 32. 59	78. 7. 10	79. 40. 56
3		87. 24. 0	88. 55. 28	90. 26. 35	91. 57. 21
4		99. 26. 2	100. 54. 47	102. 23. 14	103. 51. 23
5	Antares.	111. 7. 52	112. 34. 22	114. 0. 37	115. 26. 38
6		33. 0. 51	34. 36. 17	36. 11. 37	37. 46. 49
3		45. 40. 30	47. 14. 40	48. 48. 38	50. 22. 24
4		58. 8. 6	59. 40. 36	61. 12. 55	62. 45. 2
5		70. 22. 45			
6		15. 30. 17	17. 2. 20	18. 34. 12	20. 5. 52



Greenwichin observatorio

- nollameridiaanin sijainti ennen 1721 on epävarma
- todennäköinen paikka on Octagon Room / Flamsteed House



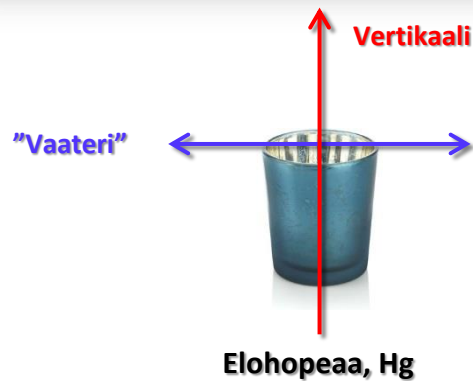
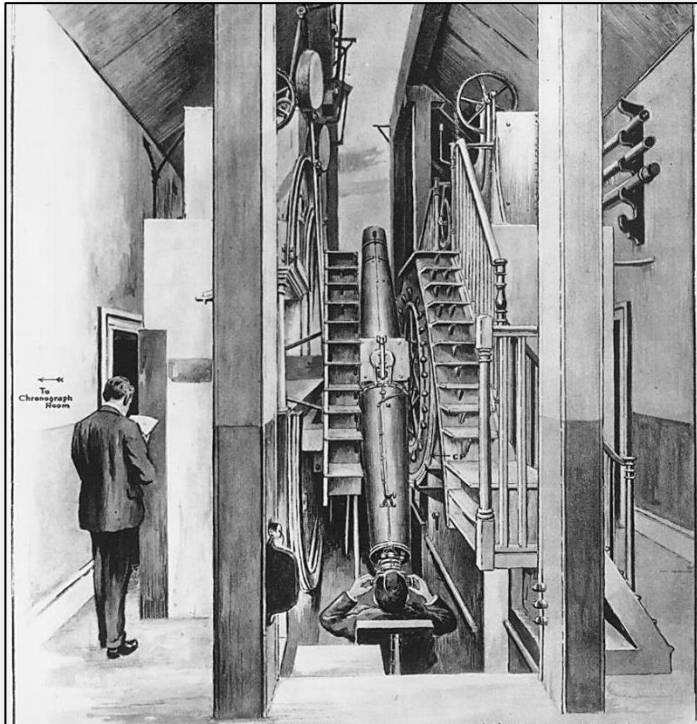
Greenwichin observatorion pääkojeet

Ohikulkukoje eli pasaasikoje:

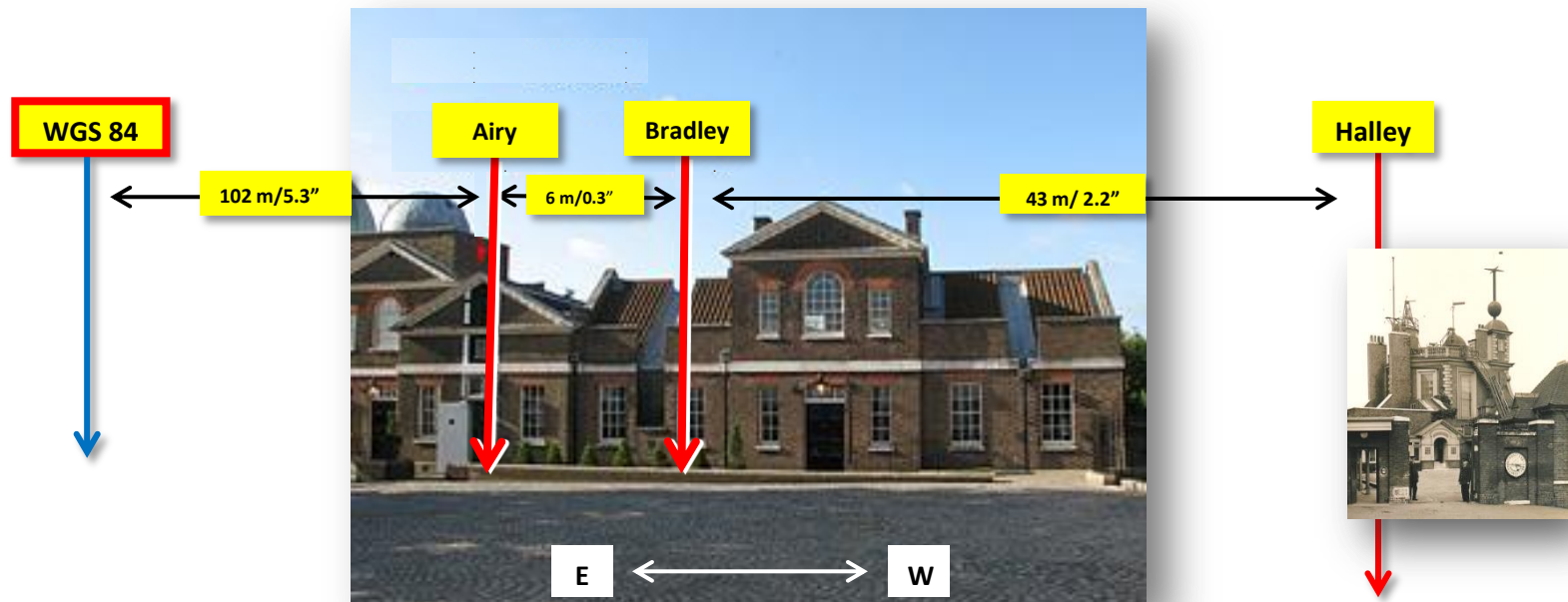
Vain itä-länsi-suuntaisen akselin ympäri kääntyvä kaukoputki. Kojeella voidaan havaita taivaankappaleen korkeus ja aika sen ohittaessa paikallisen meridiaanin.

- **1. ohikulkukoje (Halley Transit Circle & Meridian)**
 - rakensi 2. Kuninkaallinen Astronomi **Edmond Halley** vuonna **1721**
- **2. ohikulkukoje (Bradley Transit Circle & Meridian)**
 - rakensi 3. Kuninkaallinen Astronomi **James Bradley** vuonna **1750**
- **2. parannettu ohikulkukoje (Bradley Transit Circle & Meridian)**
 - rakensi 6. Kuninkaallinen Astronomi **John Pond** vuonna **1816**
 - uusi koje entiseen paikkaan korotettujen tukien varaan
 - vielä nykyäänkin Ordnance Surveyn karttojen **"Zero Meridian"**
- **3. ohikulkukoje (Airy Transit Circle & Meridian)**
 - rakensi 7. Kuninkaallinen Astronomi **George Airy** vuonna **1851**
 - **"Prime Meridian of the World 1884"**

Airy Transit Circle & Meridian



Nollameridiaanin sijaintivaiheet



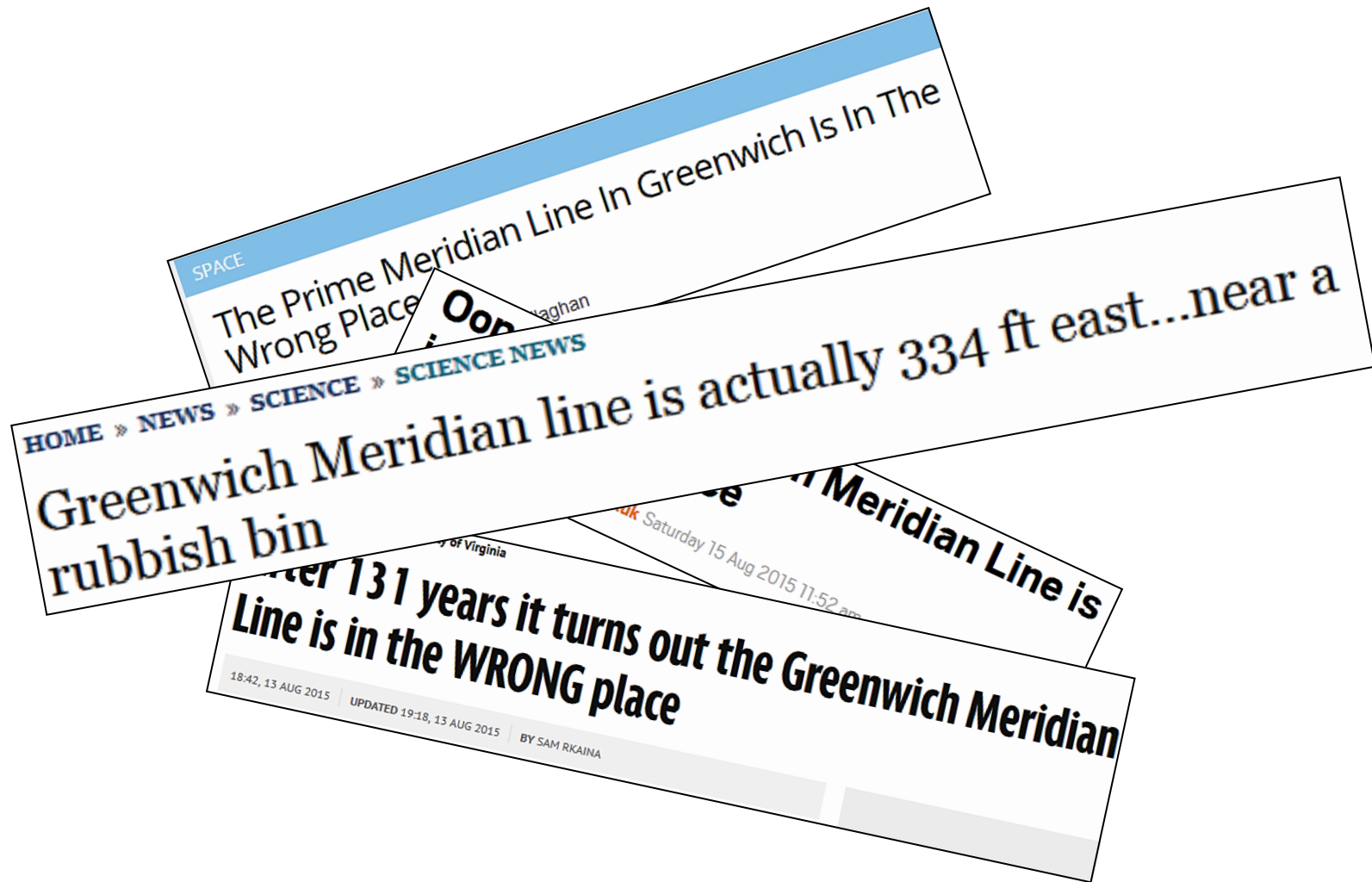
"Prime Meridian of the World 1884"



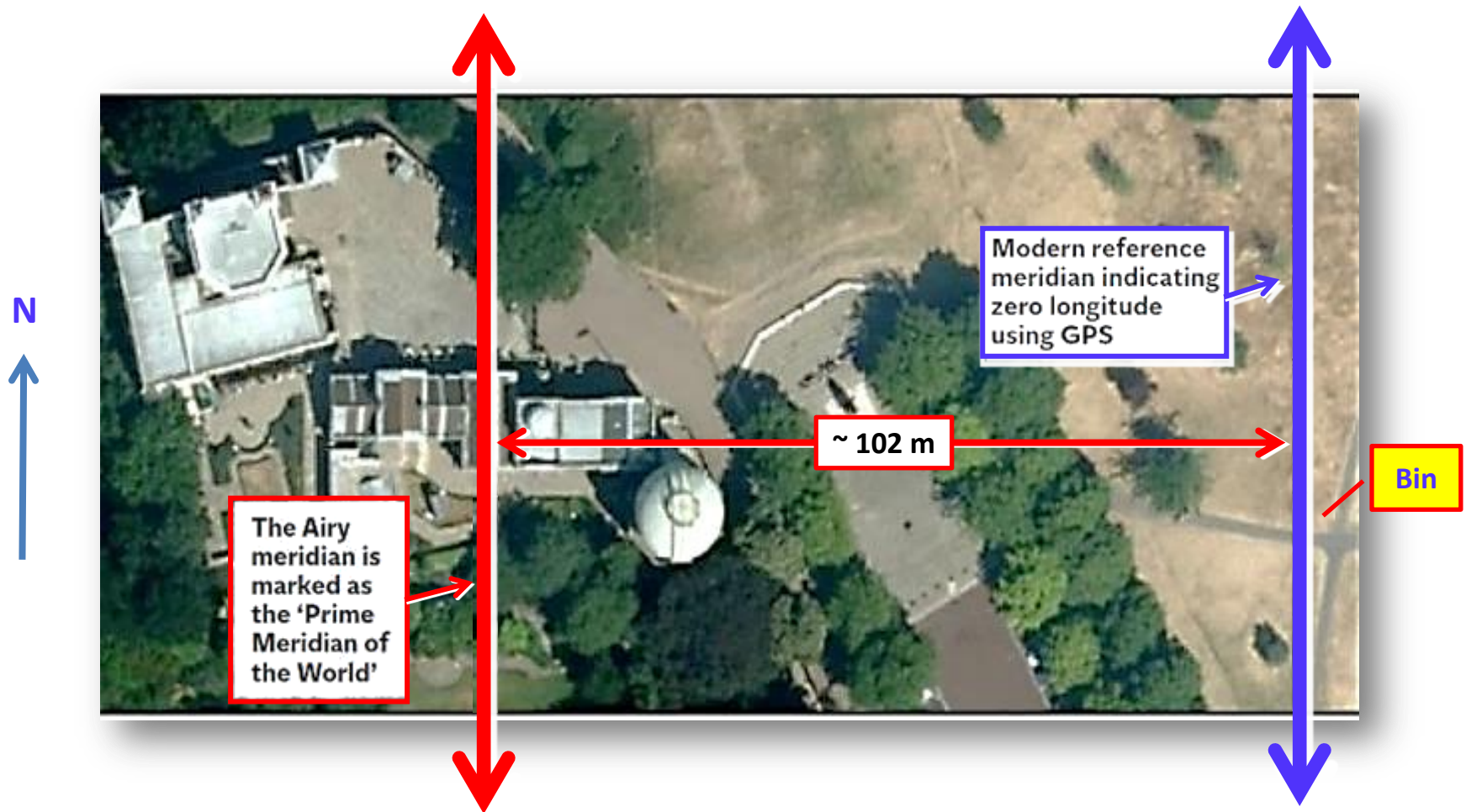
Uskaliaat geodeetit yhtä aikaa kummallakin pallonpuoliskolla...



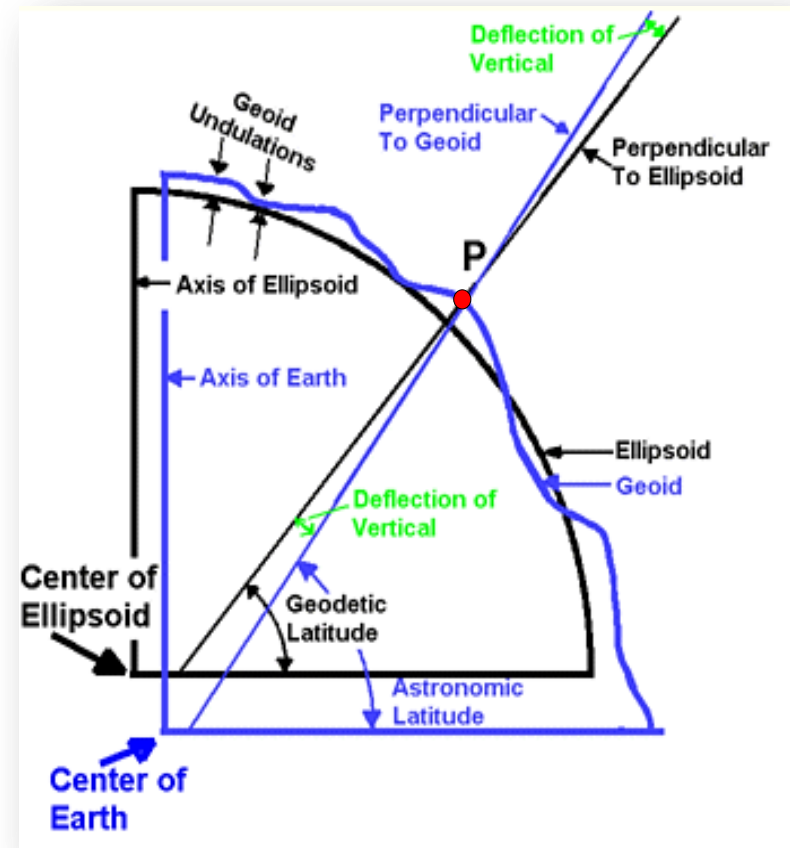
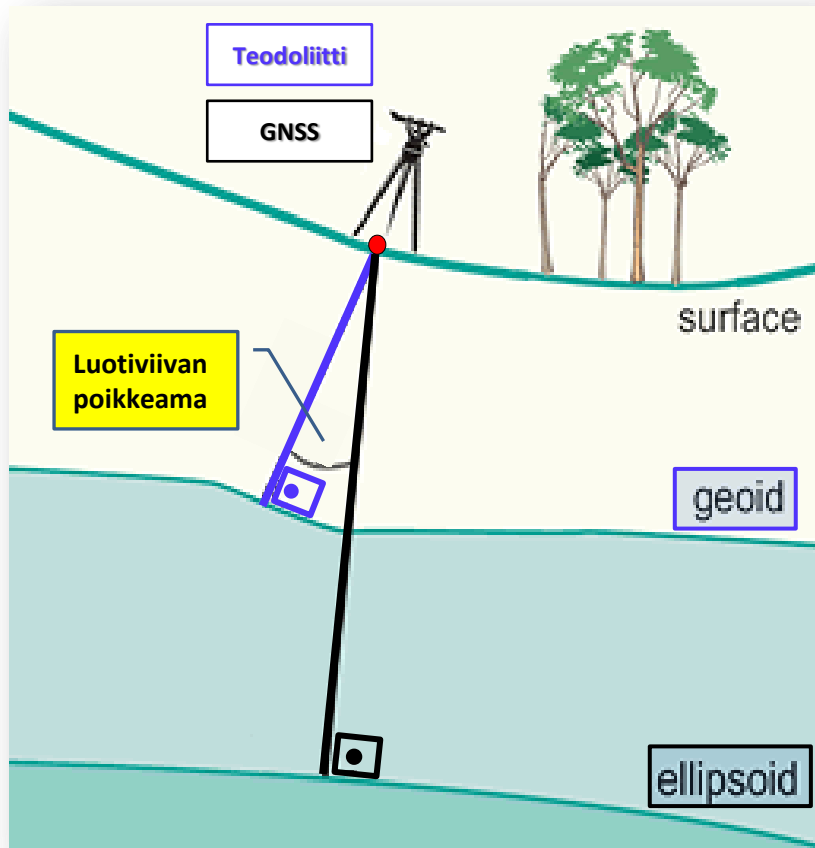
Englantilaisten ällistys v. 2015



Airy meridiaani vs. WGS84 meridiaani



“Heittoa” ~102 m, mistä johtuu ?



$$\begin{aligned}\xi &= \Phi - \varphi \\ \eta &= (\Lambda - \lambda) \cos \varphi \\ N &= h - H\end{aligned}$$

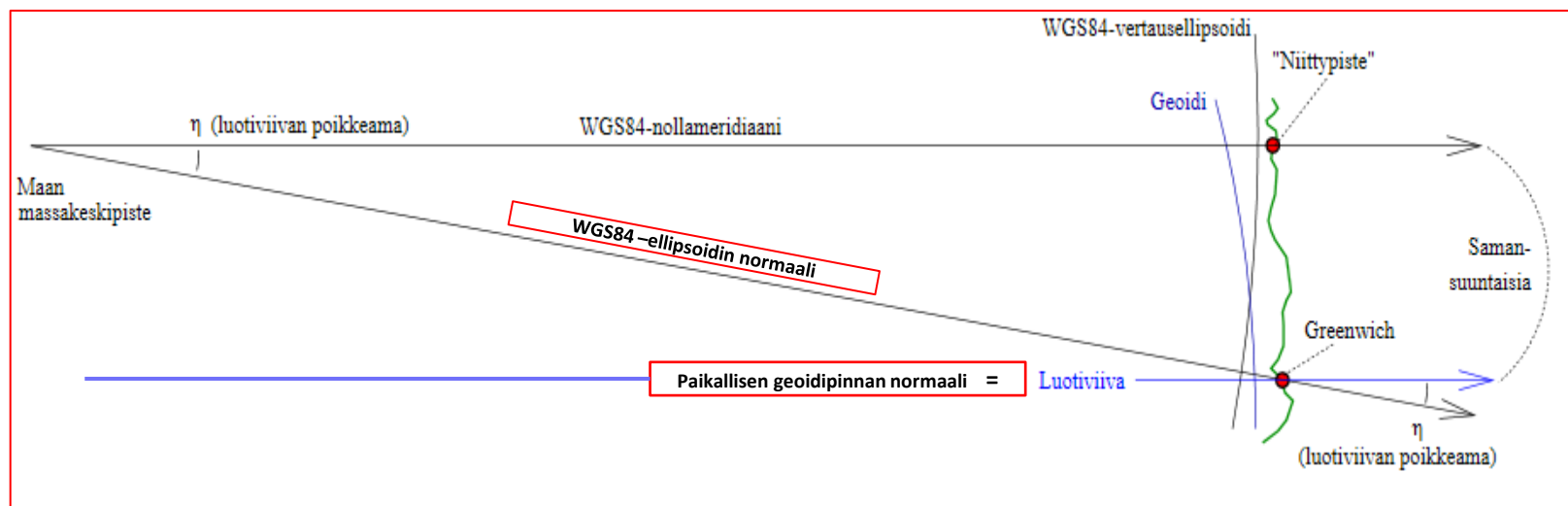
EUR ~ 150^{cc}
max. ~ -90^{cc}

ξ
 η

FIN max. ~ 10^{cc}
FIN keskim. ~ 3..5^{cc}

Himalaja max. ~ 300^{cc}

Kaksi eri järjestelmää - ei ristiriitaa !



"Prime Meridian of the World 1884" GNSS -järjestelmässä

Location	φ	λ	$H(m)$	$\Delta - \lambda (")$
Greenwich	51°28'40.1"N	0°00'05.3"W	41	5.3

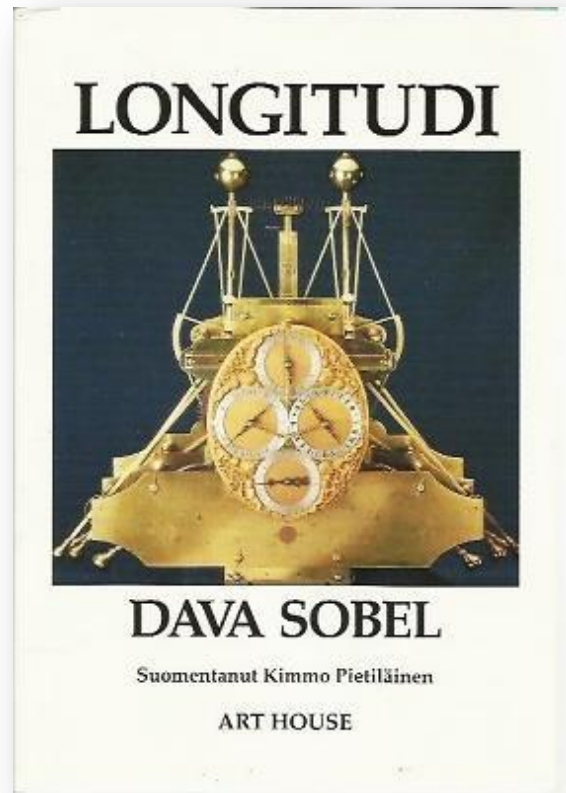
Kronometrin kehitysvaiheet

- tarkka kello oli välttämätön latitudin tarkkaan määrittämiseen merellä
 - The 1714 Longitude Act : jos tarkkuus $\leq 30'$ $\rightarrow$ palkkio £20,000
 - John Harrison, puuseppä – kelloseppä; kronometrit H1-H4; 1735-59
-
- testimatka 1761; GB $\leftrightarrow$ Jamaica (81 pv 5 h)
 - systemaattisten virheiden (3 min 39.5 sek) poistamisen jälkeen H4 -kello jättäti vain 5 sek tarkkaan paikallisaikaan verrattuna
 - virhe on longitudissa 1.25' $\rightarrow$ etäisyydessä n. 1 merimailia
 - merimaili = meripeninkulma = 1852 m



Harrison sai lopulta palkkioksi eri vaiheissa yhteensä £ 23,065 (2015 ~ £ 3 milj.) työstään käyttökelpoisen kronometrin kehittäjänä.

Kiitoksia mielenkiinnostanne!



Suosittelena !