

LIBRAATIO

– KURKISTUS KUUN ETÄPUOLELLE

Paula Wirtanen & Veikko Mäkelä
Aurinkokuntatapaaminen 2022

Libraatio

Mikä on libraatio?

Miten libraatio on helposti huomattavissa?

Mitä kaikkea voimme nähdä libraation ansiosta?

Esimerkkihavaintoja libraatiosta

Libraatiotilanteen tarkistus etukäteen

Mikä on libraatio?

Aivan täsmällistä suomenkielen vastinetta ei ole

Usein käytetty suomenkielinen termi ”huojunta” on huono, koska Kuu kiertää ja pyörii akselinsa ympäri säännöllisesti eikä huoju

Libraatio-sana tulee latinankielen sanasta *libra* (vaaka, tasapaino) ja se viittaa kahden vaakakupin huojumiseen tasapainotilan puolelta toiselle

Libraatio on yhdistelmä taivaanmekaniikkaa ja havaintogeometriaa

Vaikka Kuu kääntää aina suunnilleen saman puolen meihin päin, voimme pienten havaintogeometristen seikkojen ansiosta nähdä Kuun pinnasta yli puolet, yhteensä 59 %

Tässä tarkastellaan geometrista libraatiota

On myös fysikaalista libraatiota, mutta sitä ei voi käytännössä havaita visuaalisesti.

Kolmenlaista libraatiota

I. Pituusastelibraatio

Kuun radan soikeus sekä rata- ja pyörimisnopeuden ero saa aikaan libraation pituusasteen suunnassa

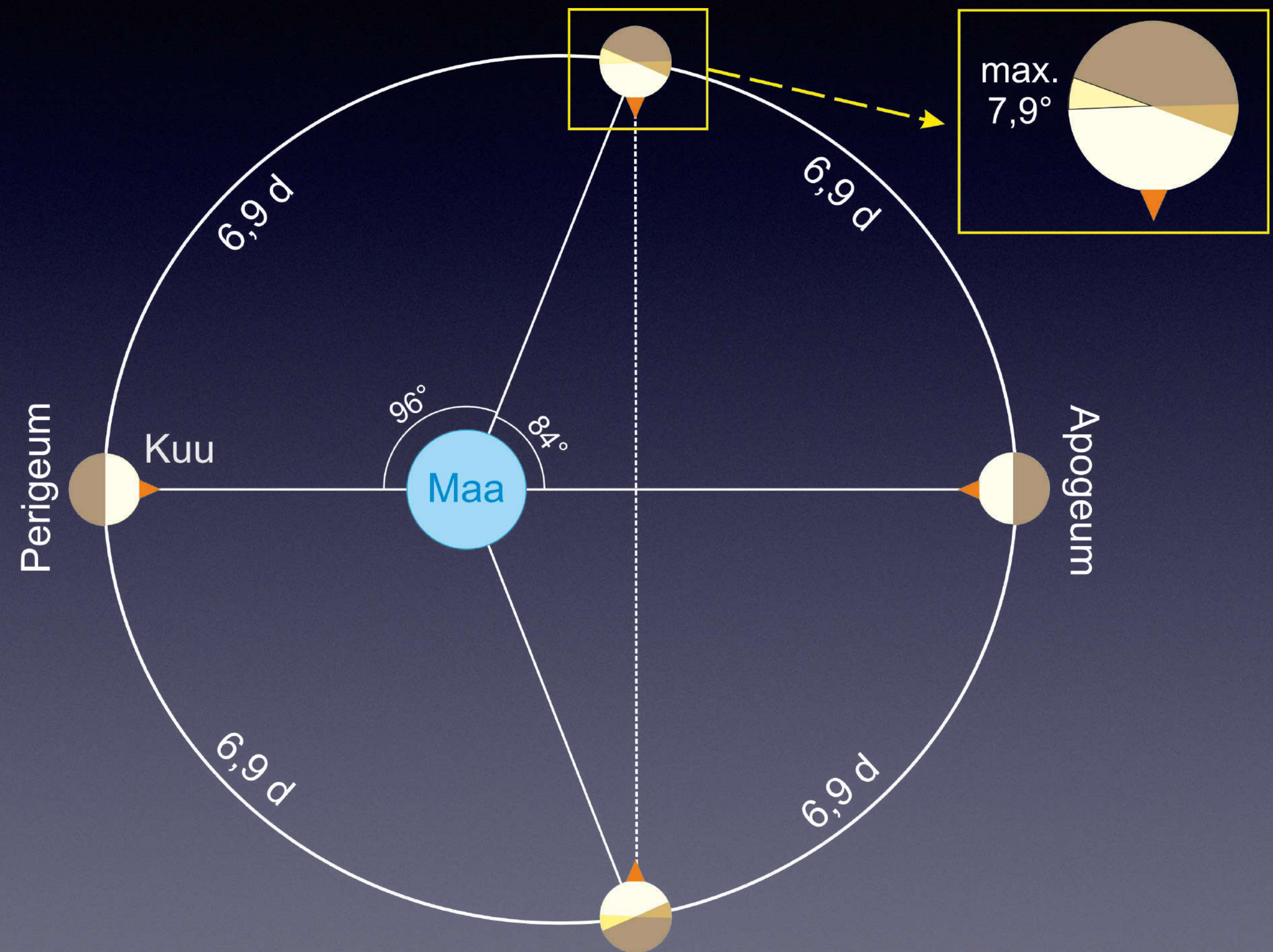
Kuu pyörii akselinsa ympäri tasaisella nopeudella, nollameridiaani osoittaa aina samaan pisteeseen rataellipsin isoakselilla

Maa ei ole rataellipsin keskipisteessä, lisäksi Kuun kiertonopeus vaihtelee etäisyyden mukaan (Keplerin laki)

Perigeumin molemmin puolin rataneljännes on 96° , kun apogeumin puolella se on 84°

Pituusasteen suunnassa voimme pinnasta nähdä noin $\pm 8^\circ$ etäpuolelle

Libraation maksimiarvo vaihtelee kuukausittain johtuen Kuun perigeum-etäisyyden jaksollisesta vaihtelusta



Kaavio: Veikko Mäkelä
Etäisyydet eivät ole mittakaavassa ja Kuun radan soikeutta sekä epäkeskisyyttä on liioiteltu

Kolmenlaista libraatiota

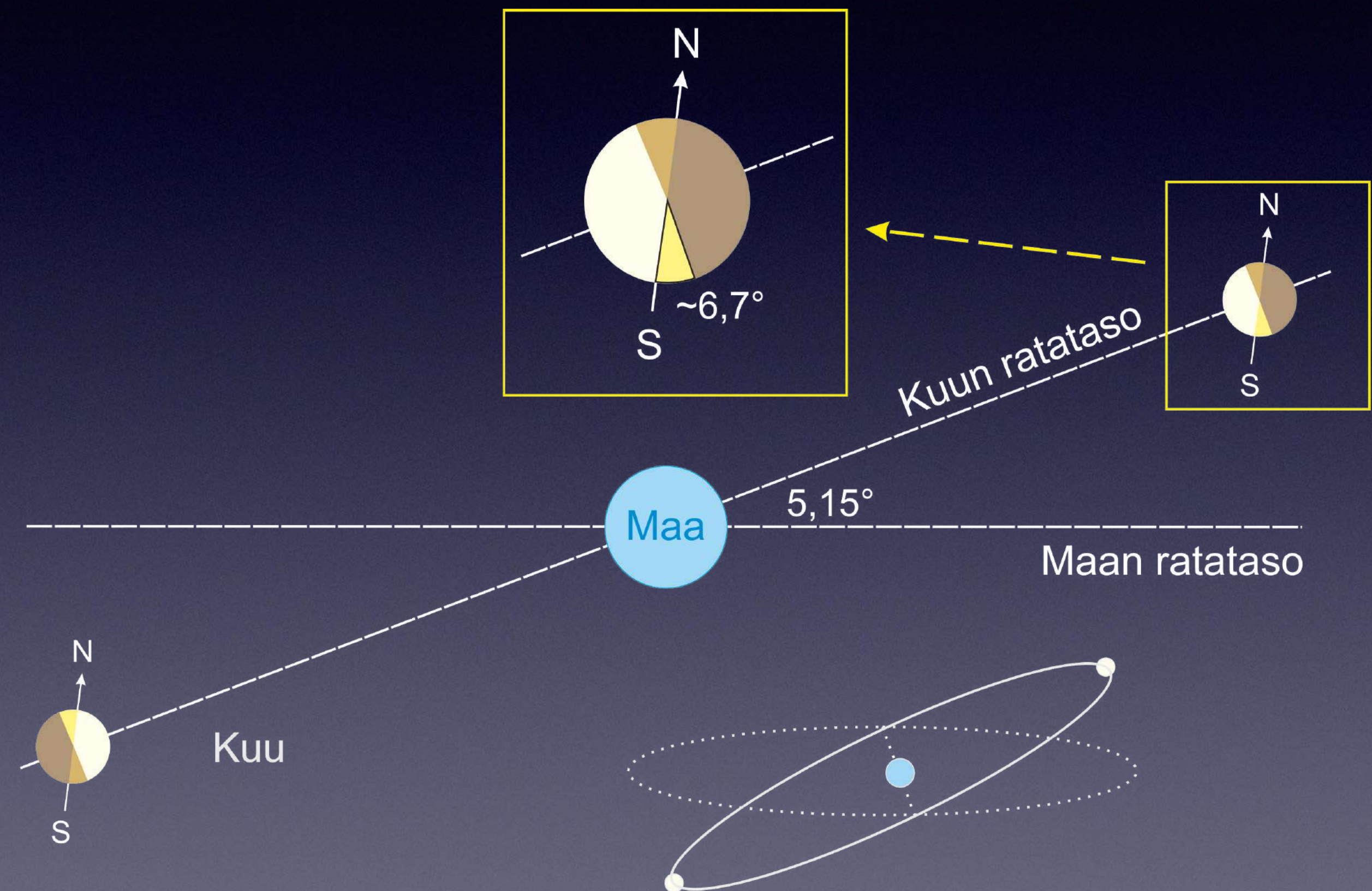
2. Leveysastelibraatio

Kuun akselin poikkeama sen ratatasosta on $6,7^\circ$

Tämä mahdollistaa kurkkimisen pohjois- ja etelänavan ympäristöön maksimissaan mainitun kulman verran

Maan ratataso poikkeaa Kuun vastaavasta $5,15^\circ$, mutta tämä ei varsinaisesti vaikuta libraatioon

Kuun rata kiertyy 18,6 vuoden jaksossa. Samaan tahtiin kiertyy (prekessoi) myös Kuun akselin suunta, niinpä Kuun ollessa Maan ratatason pohjoispuolella näemme etelänavan suuntaan. Vastaavasti toisella puolen pohjoisnavalle.

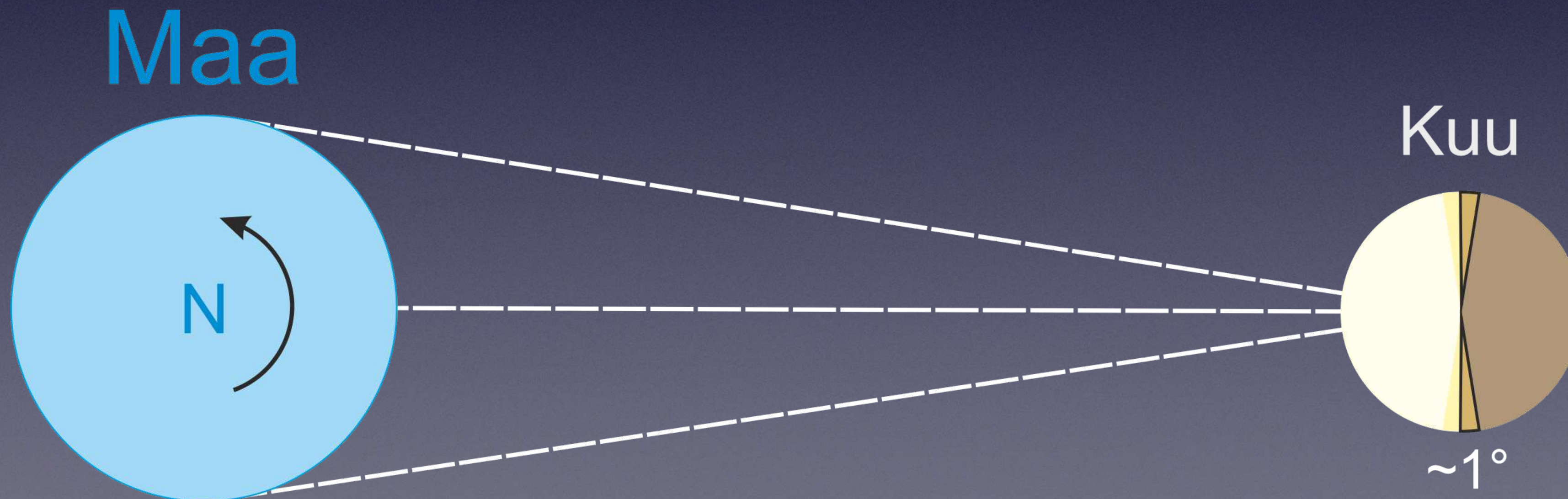


Kolmenlaista libraatiota

3. Vuorokautinen libraatio

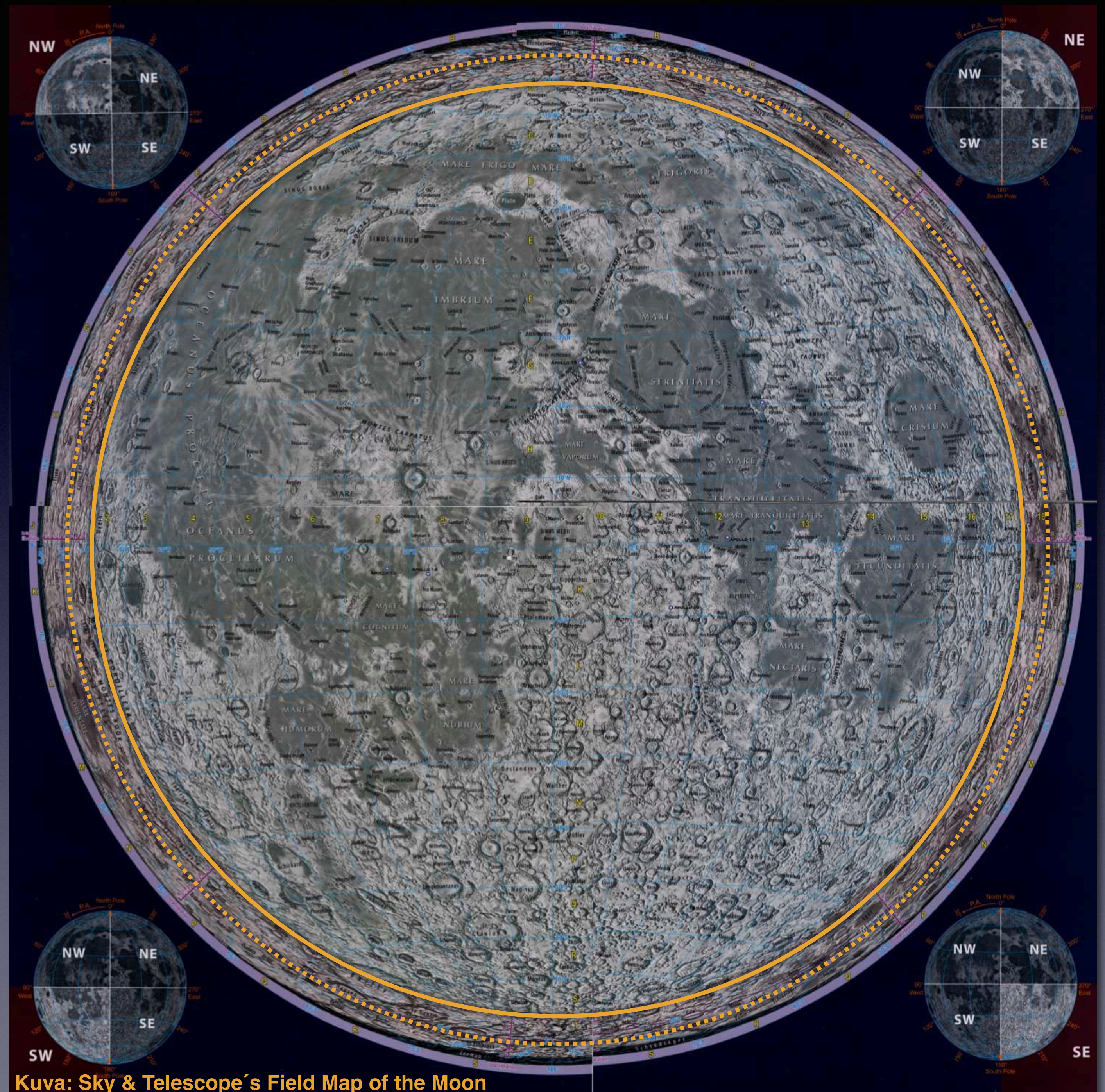
Vuorokautinen libraatio on parallaksi-ilmiö. Kuu on suhteellisen lähellä ja maapallon pyöriessä akselinsa ympäri katselemme Kuuta hieman eri suunnista. Tämän vaikutus on noin yksi aste, pääasiassa Kuun pituusastesuunnassa.

Vuorokautiselle libraatiolle on hiukan sukua havaintopaikan leveysasteen mukainen parallaksi. Se ei vaihtelee, vaan riippuu havaitsijan sijainnista maapallolla. Niinpä maapallon pohjoisnavan lähistössä pystymme hiukan paremmin näkemään Kuun pohjoisnavan puolelle.



Kuun näkyvä alue

Yhtenäinen viiva = aina näkyvä alue Kuusta
katkoviiva = nollalibraatio



Kuun näkyvä alue

Animaatio

(Tom Ruen / Wikimedia Commons)



2007 Apr 3 08:50:54 UT

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lunation_animation_April_2007.gif

Kuinka voi huomata libration?

Libraation voi huomata helppojen jo kiikarilla tai paljain silmin todennettavilla ”libraatiomarkkereilla”

Selkeimpiä tarkistuskohteita ovat

Mare Crisiumin etäisyys itäreunasta

Grimaldin etäisyys länsireunasta

Oceanus Procellarumin länsireuna

Mare Frigoriksen ja Platon etäisyys pohjoisreunasta ja

Tychon etäisyys eteläreunasta

Leveysastelibraation huomaaminen

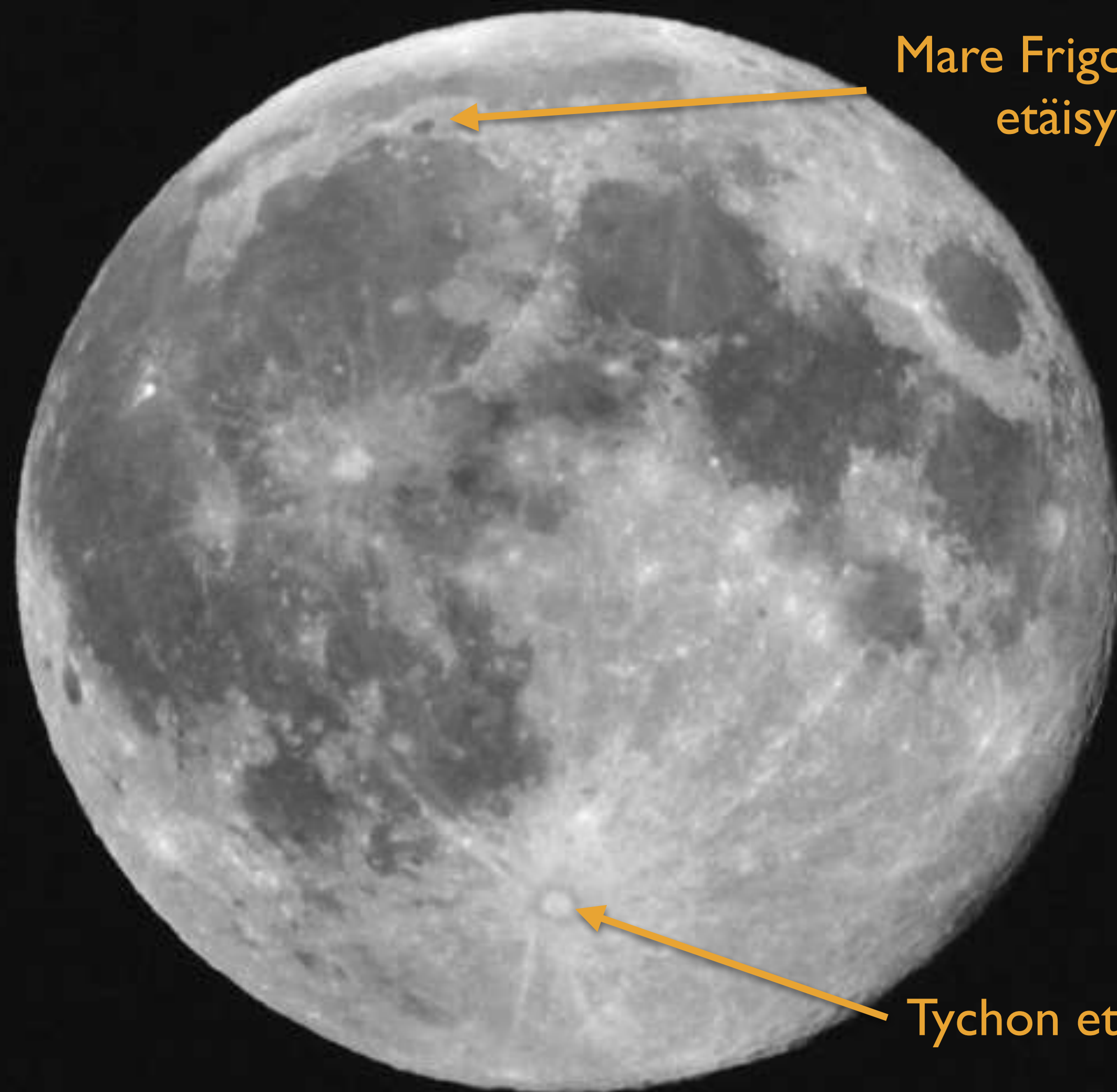


Kuva: Erkki Rauhala 23.6.2013



Kuva: Erkki Rauhala 25.1.2014

Leveysastelibraation huomaaminen



Mare Frigoriksen ja Platon
etäisyys reunasta

Tychon etäisyys reunasta



Mare Humboldtianum

Endymion

Pituusastelibraation huomaaminen

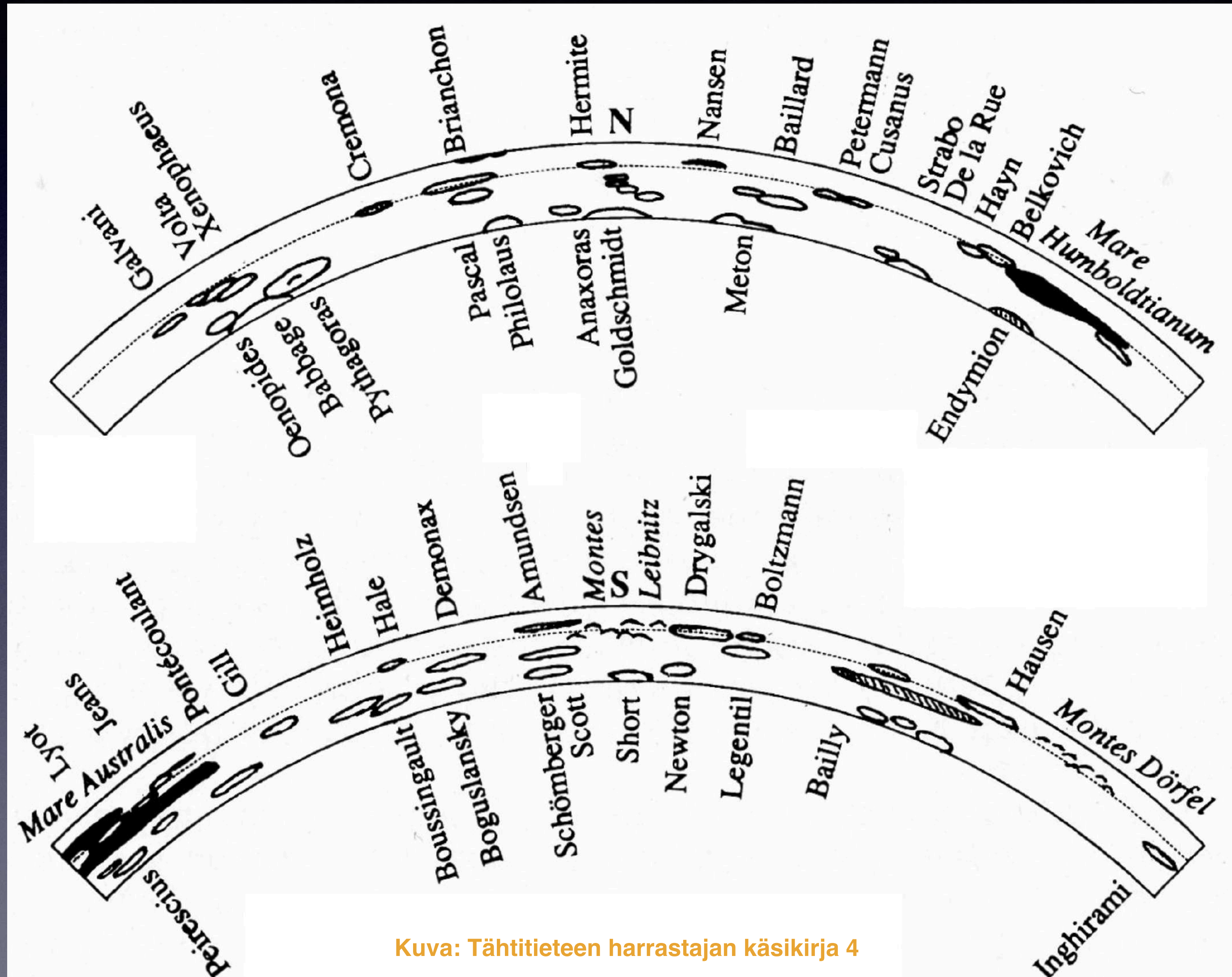


Kuvan lähde: Quora

Pituusastelibraation huomaaminen

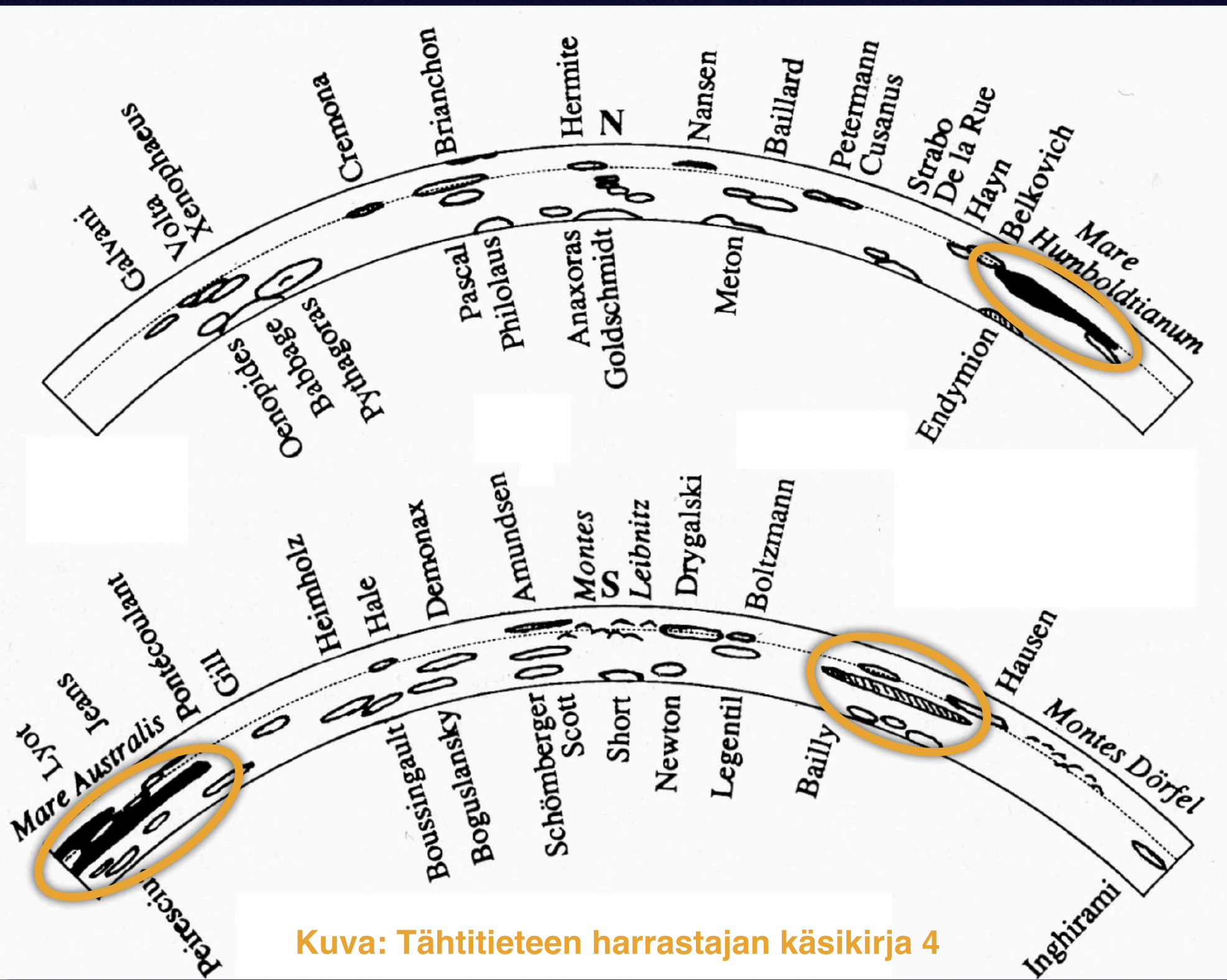


Libraatioalueet

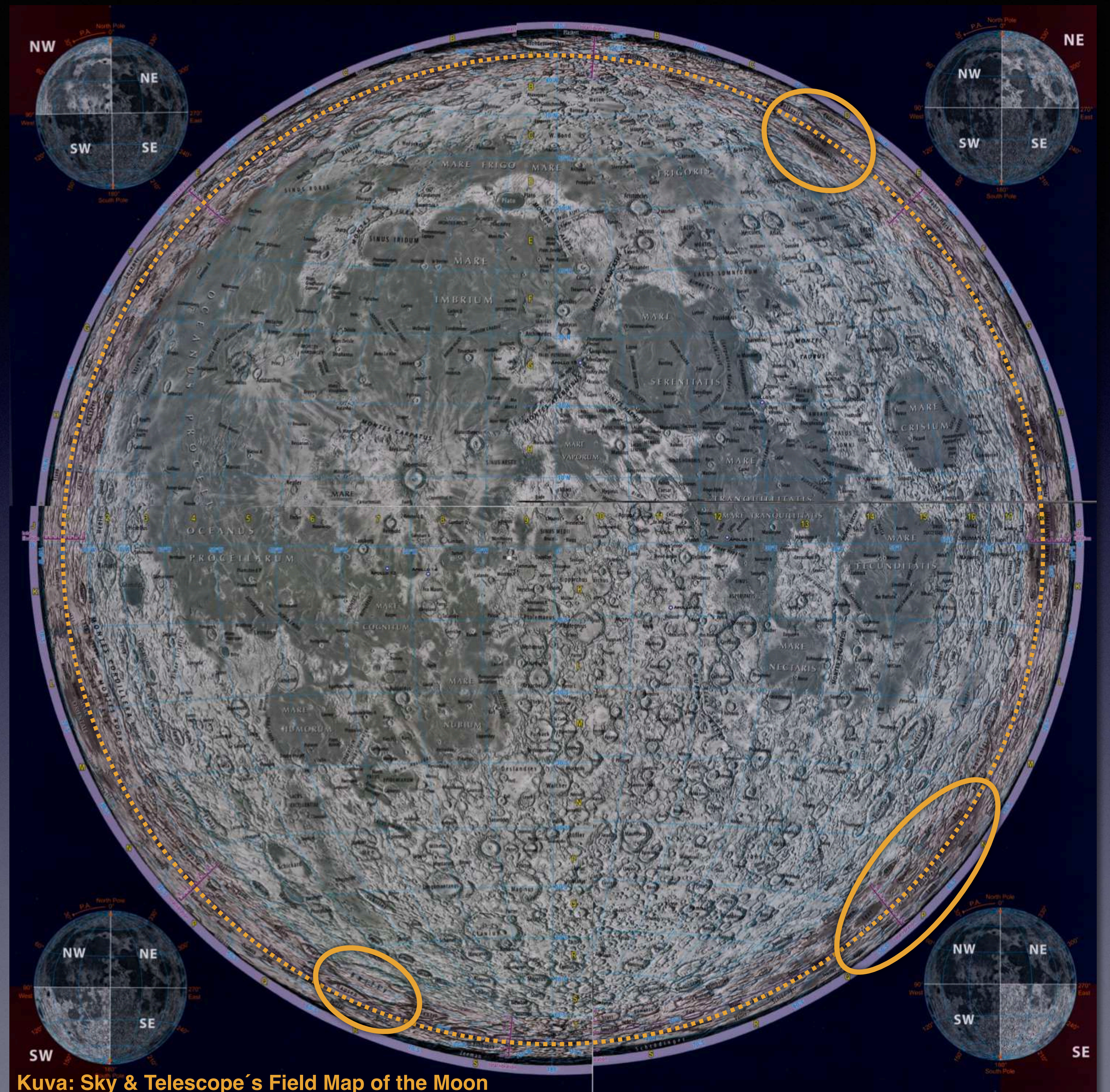


Kuva: Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4

Libraatio- alueet

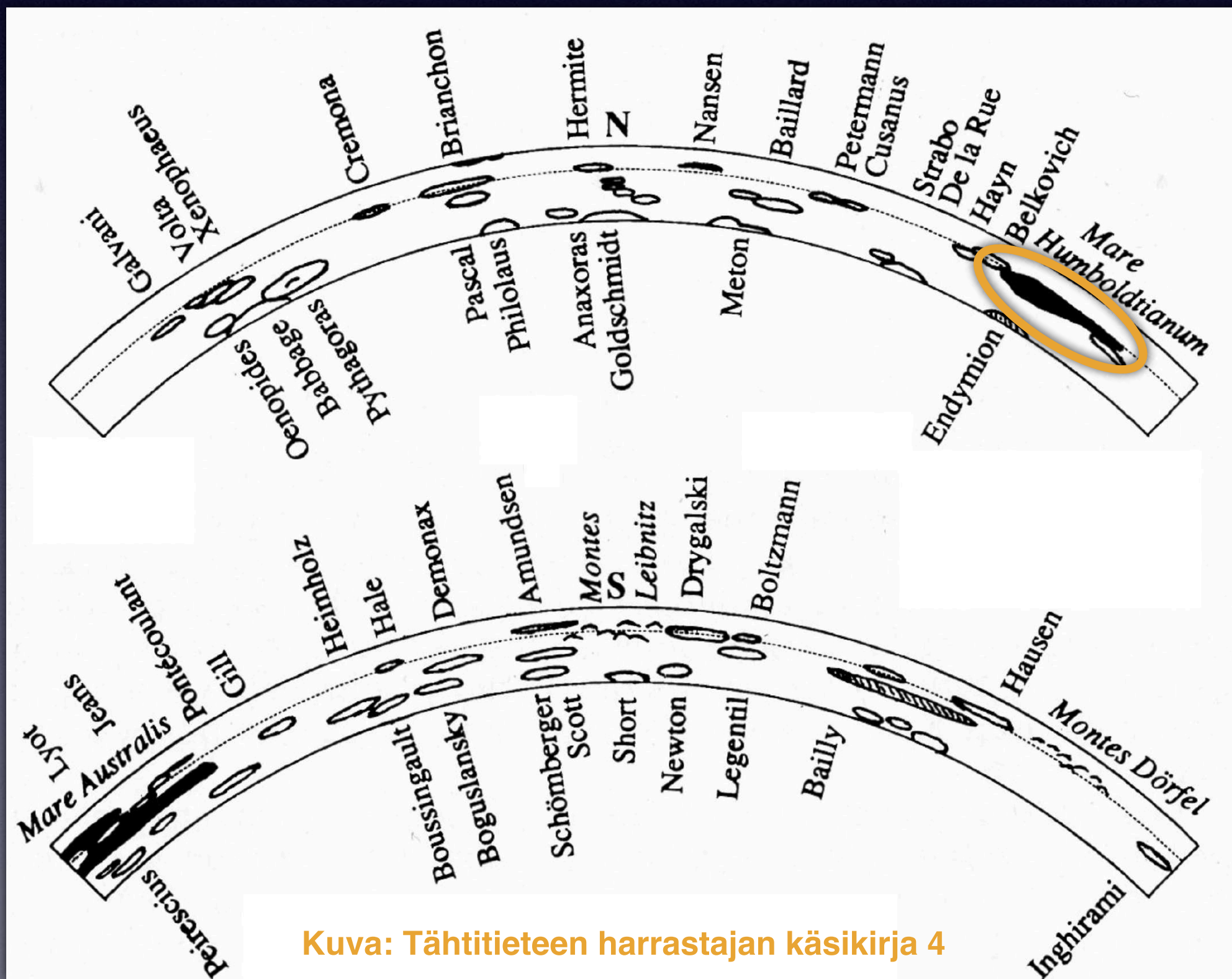


Kuva: Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4



Kuva: Sky & Telescope's Field Map of the Moon

Libraatio-alueet

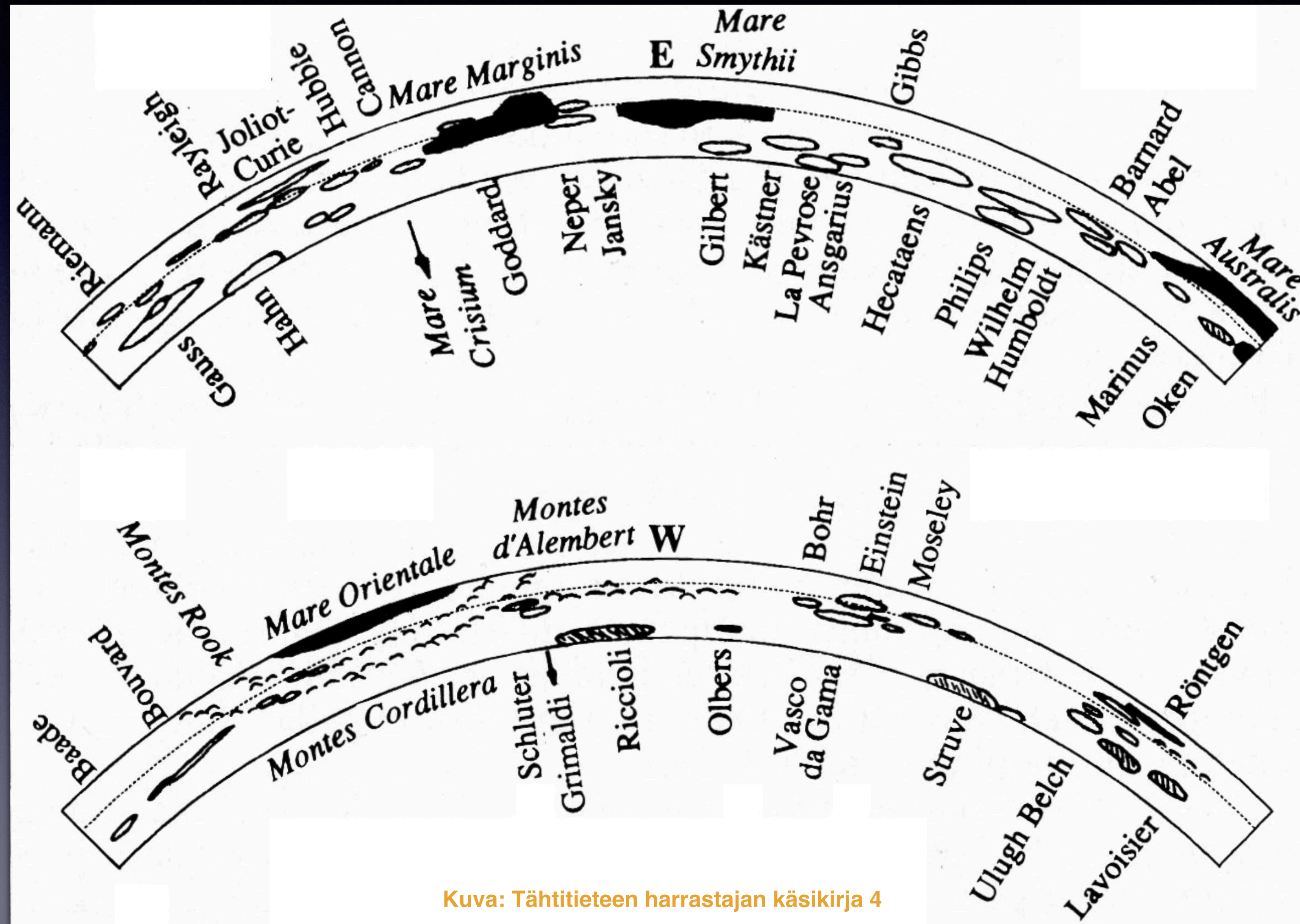


Kuva: Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4



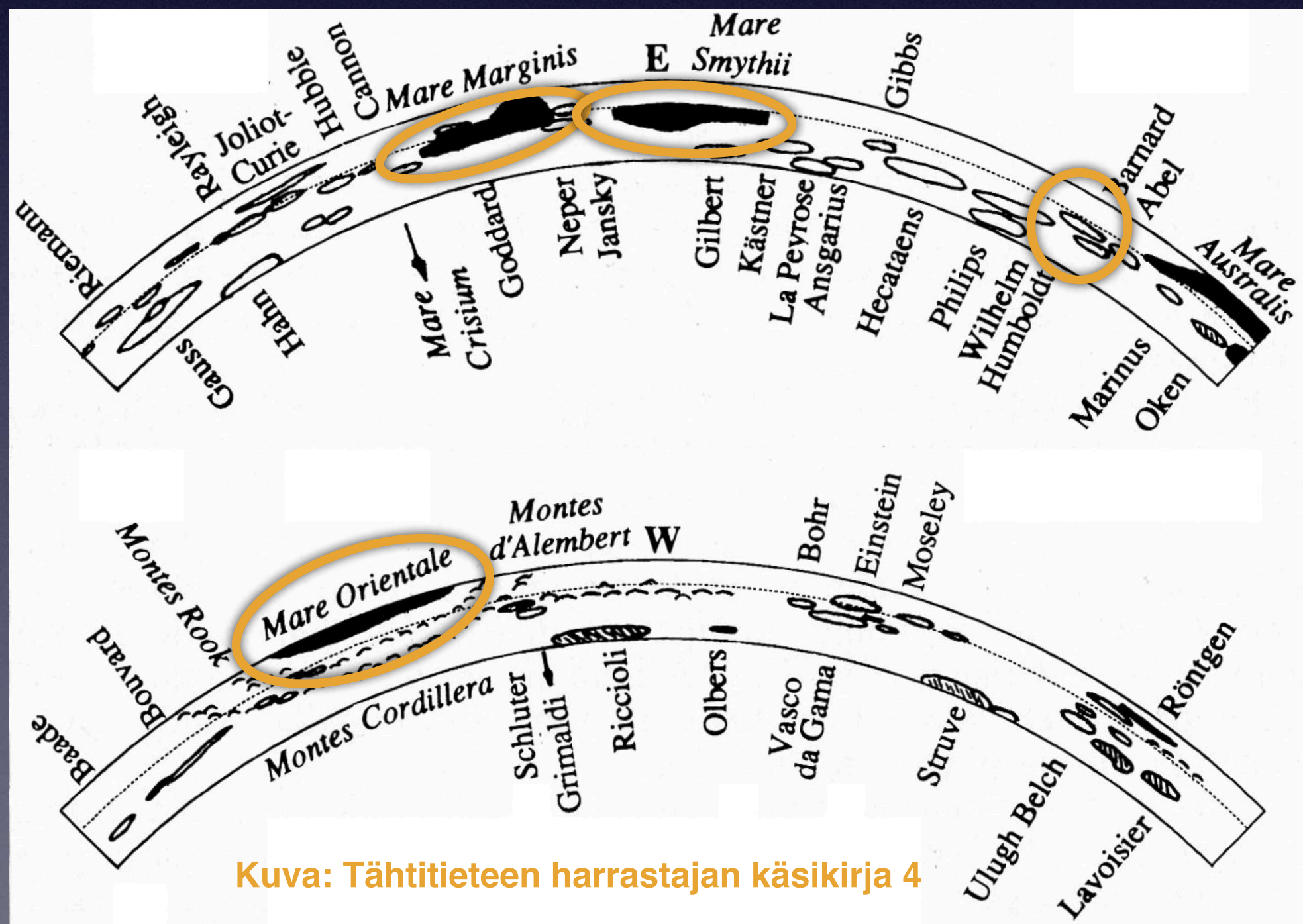
Kuva: Sky & Telescope's Field Map of the Moon

Libraatioalueet

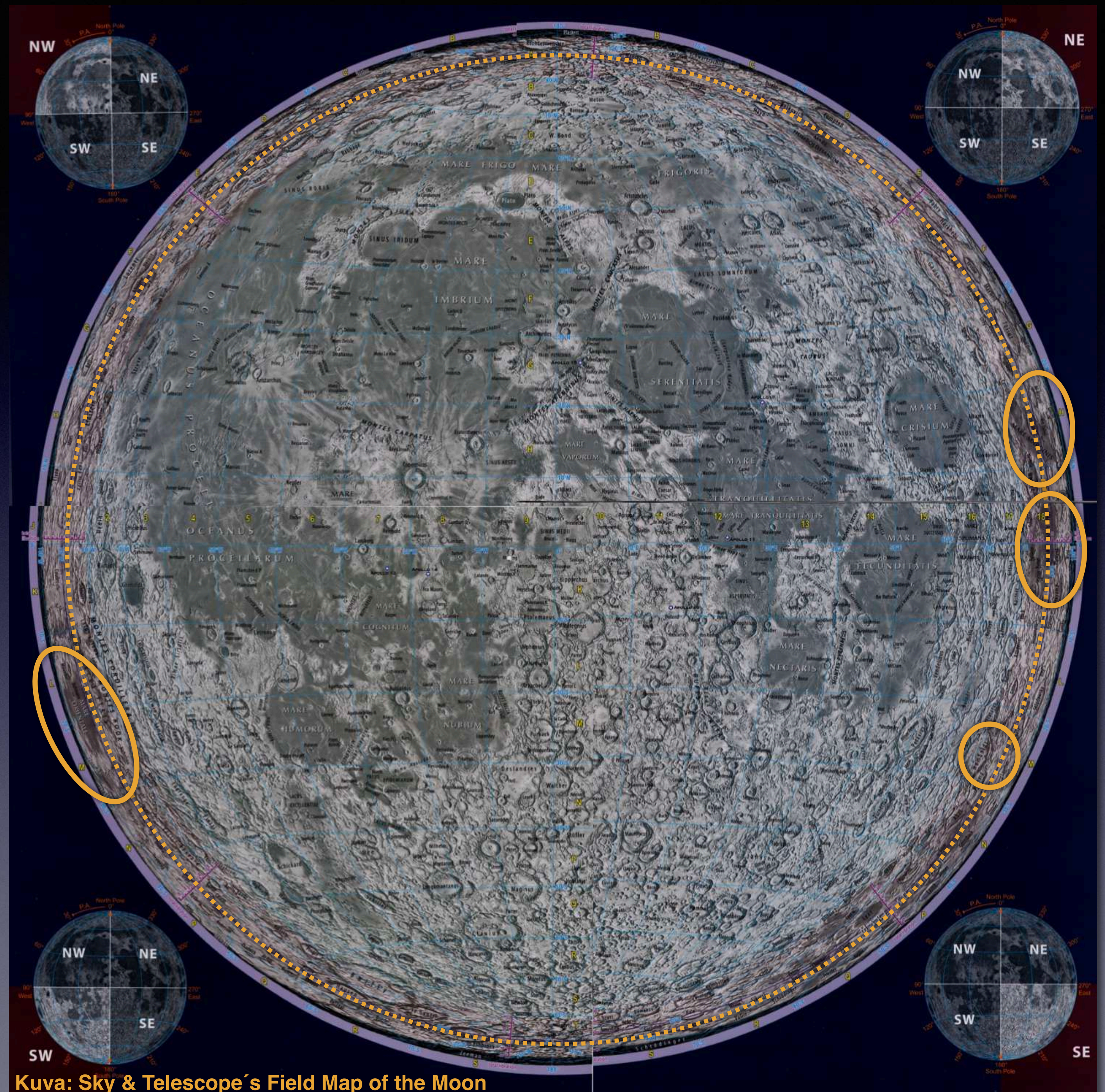


Kuva: Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4

Libraatio- alueet

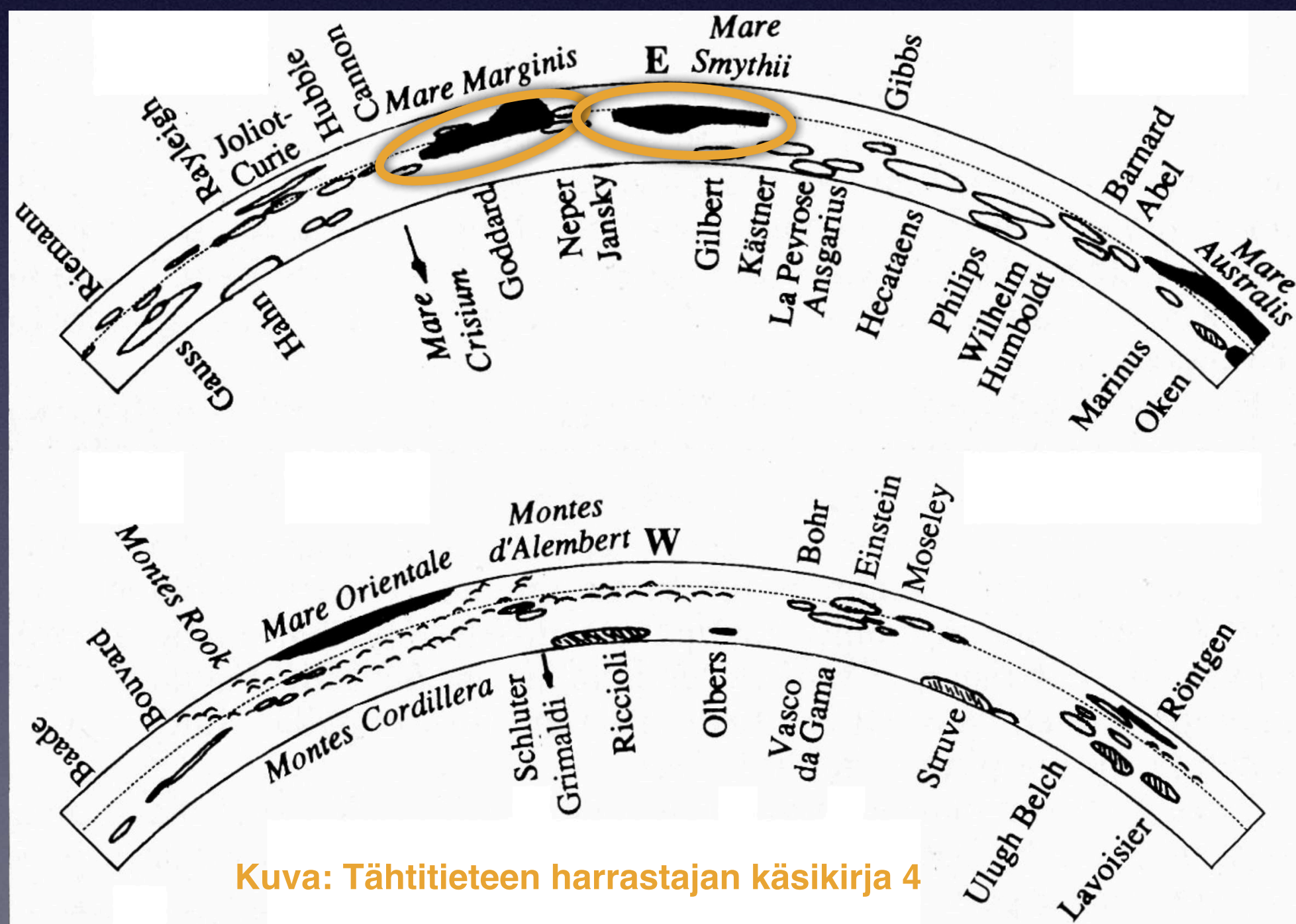


Kuva: Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4

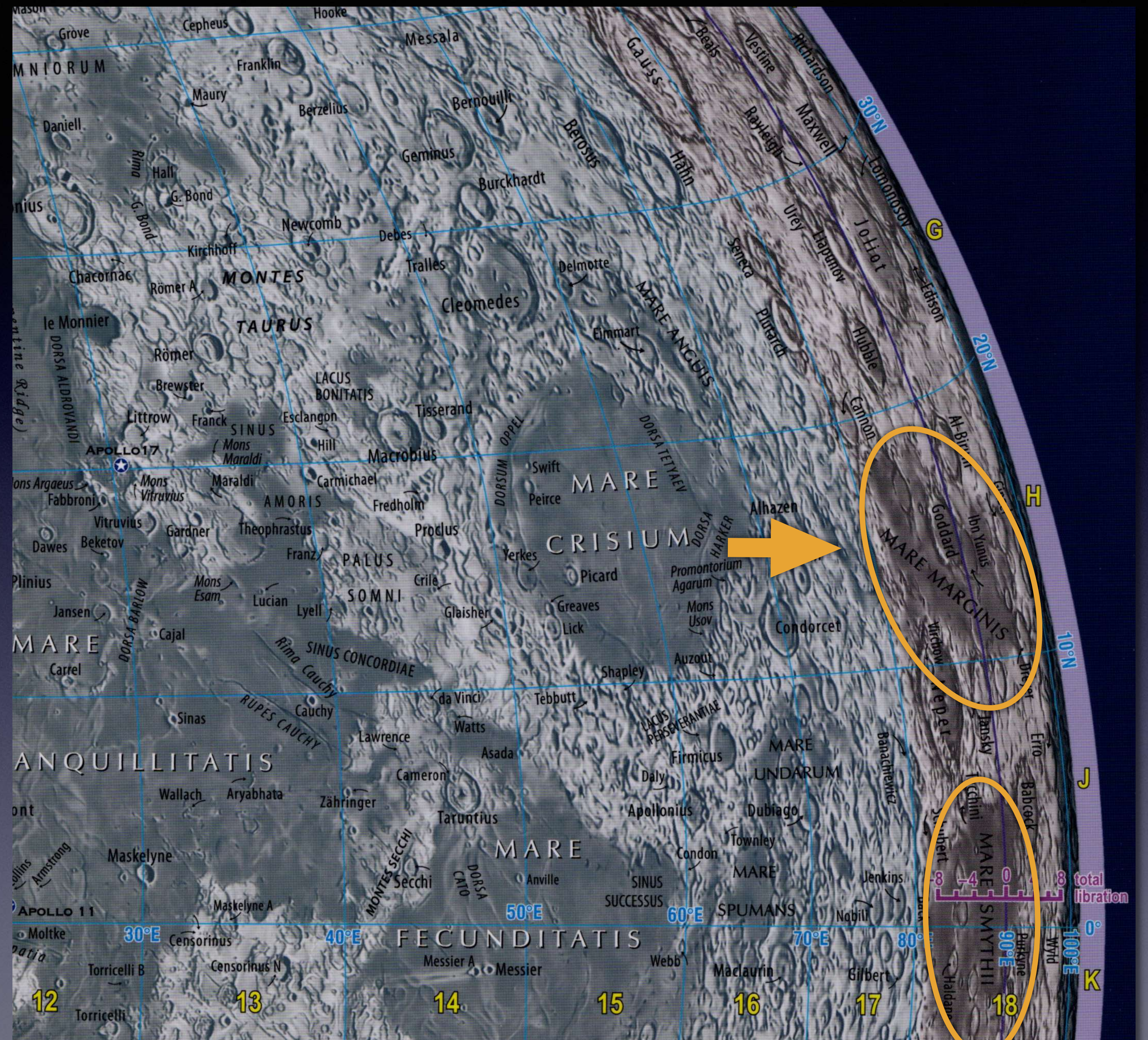


Kuva: Sky & Telescope's Field Map of the Moon

Libraatio-alueet

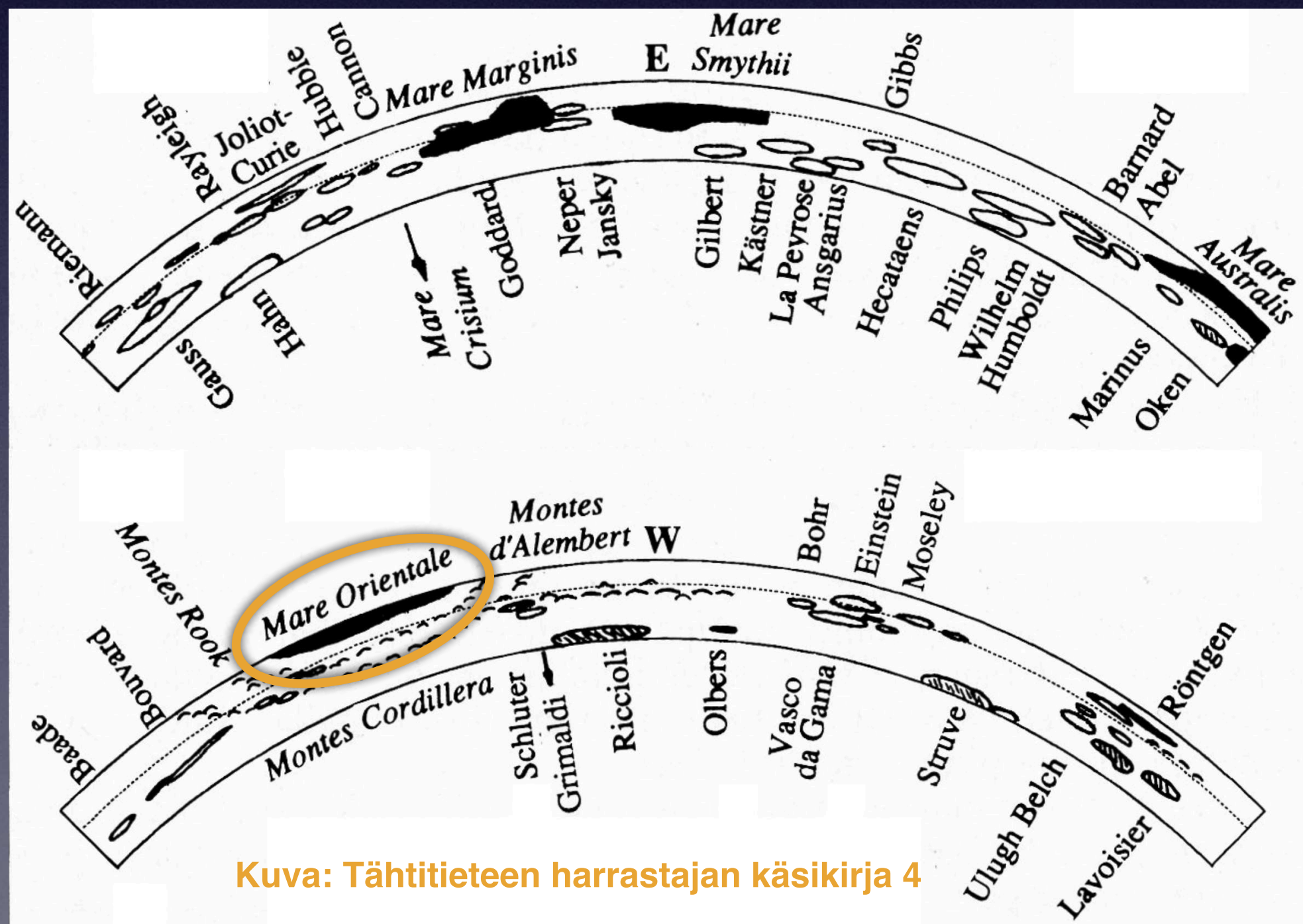


Kuva: Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4

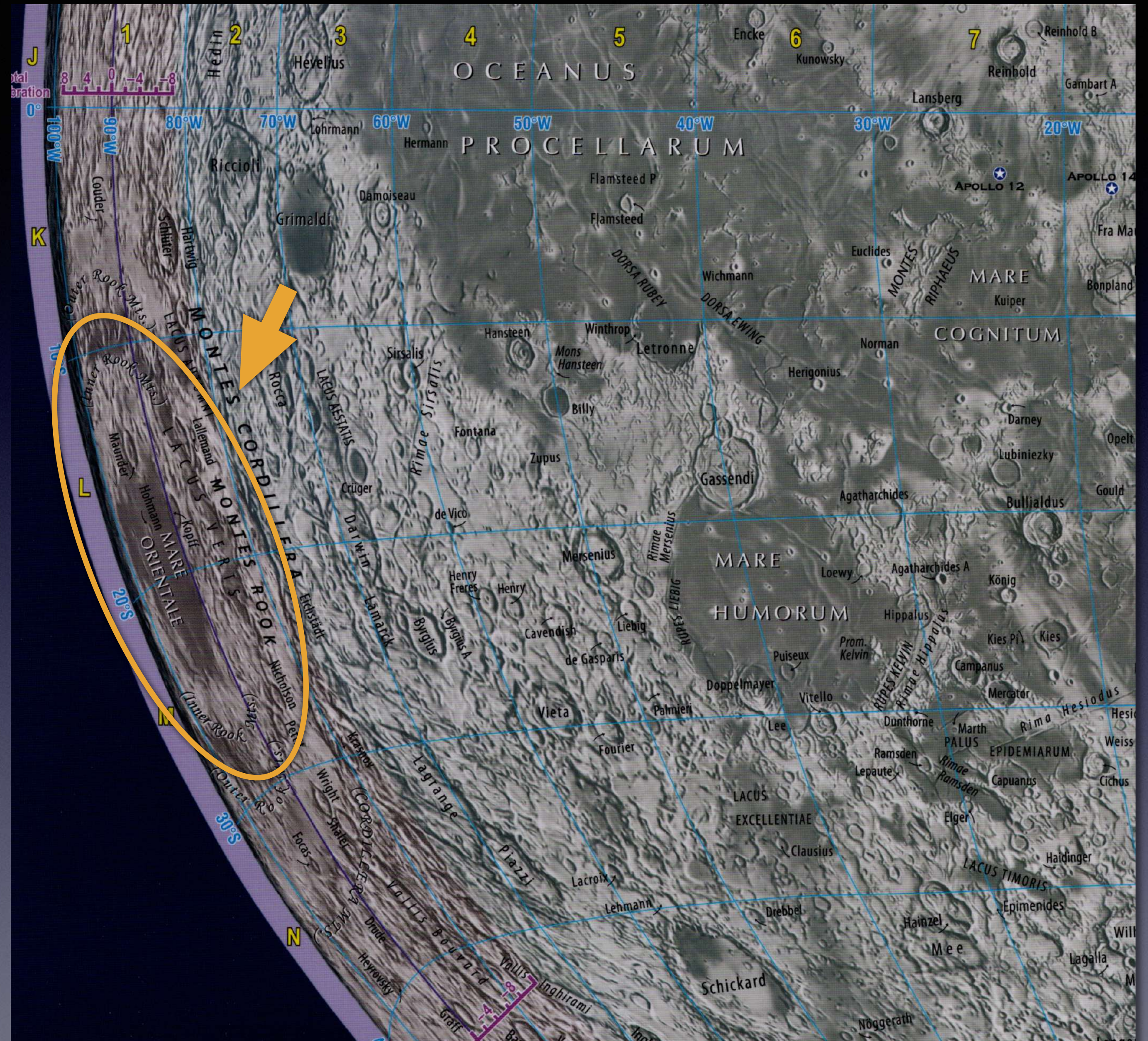


Kuva: Sky & Telescope's Field Map of the Moon

Libraatio-alueet

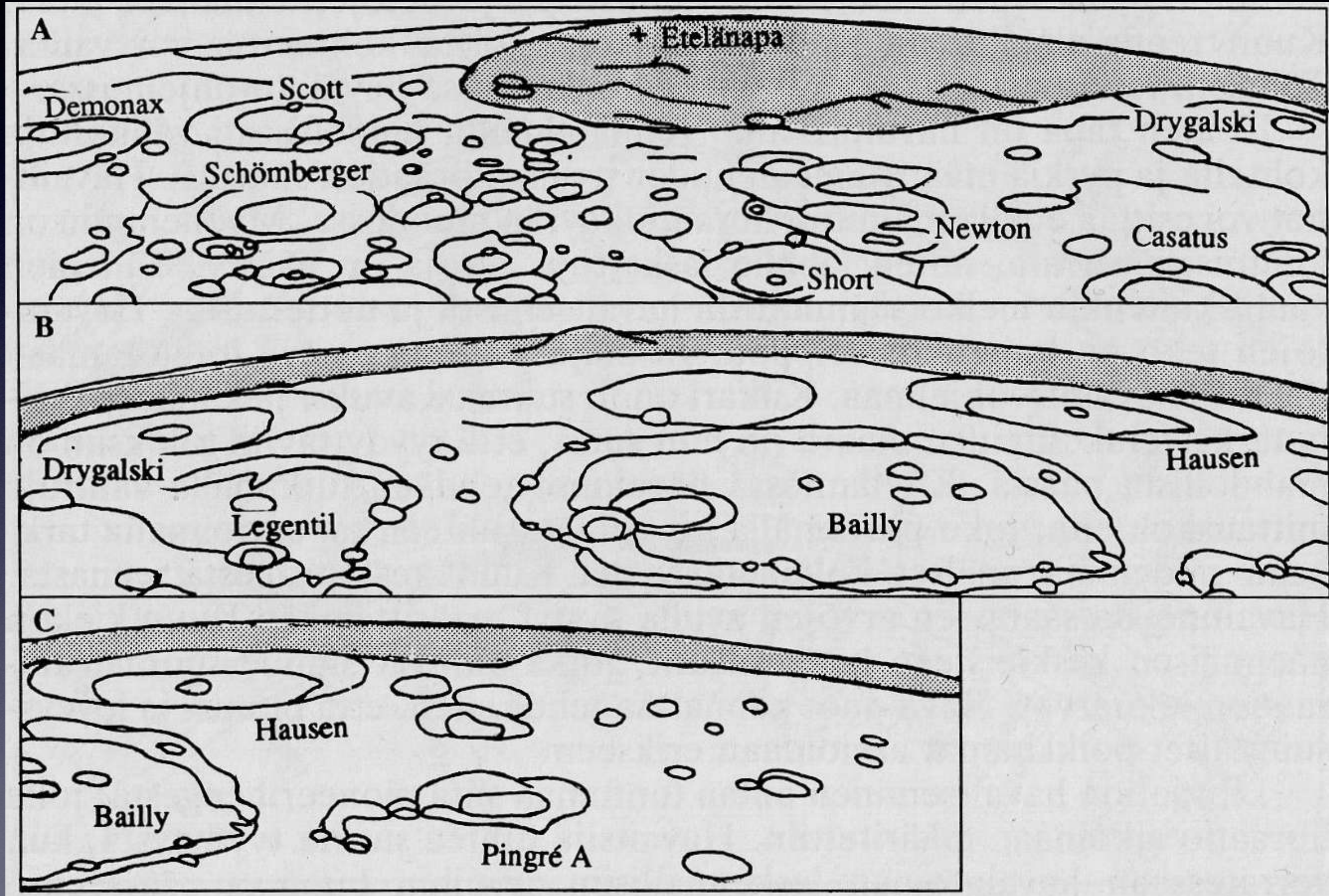


Kuva: Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4



Kuva: Sky & Telescope's Field Map of the Moon

Luna Incognita



ALPO:n projekti 1970-1990

Luotain- ja Apollo-lennoilla ei oltu saatu kartoitettua Kuun etelänavan seutua

Tuo alue tunnettiin nimellä
Luna Incognita (Tuntematon Kuu)

Clementine-luotaimen myötä 1994 alue kartoitettiin ja käsite vanhentui

Libraatiokohteiden havaitseminen

Pituus- ja leveysastelibraatiot eivät ole keskenään tahdissa
eivätkä mene samaan tahtiin Kuun vaiheiden kanssa

Kuu saattaa näyttää länsireunaansa kasvavan Kuun aikaan, jolloin se ei näy ja
valossa olevasta itäreunastakaan ei näe nollalibraation reunaa

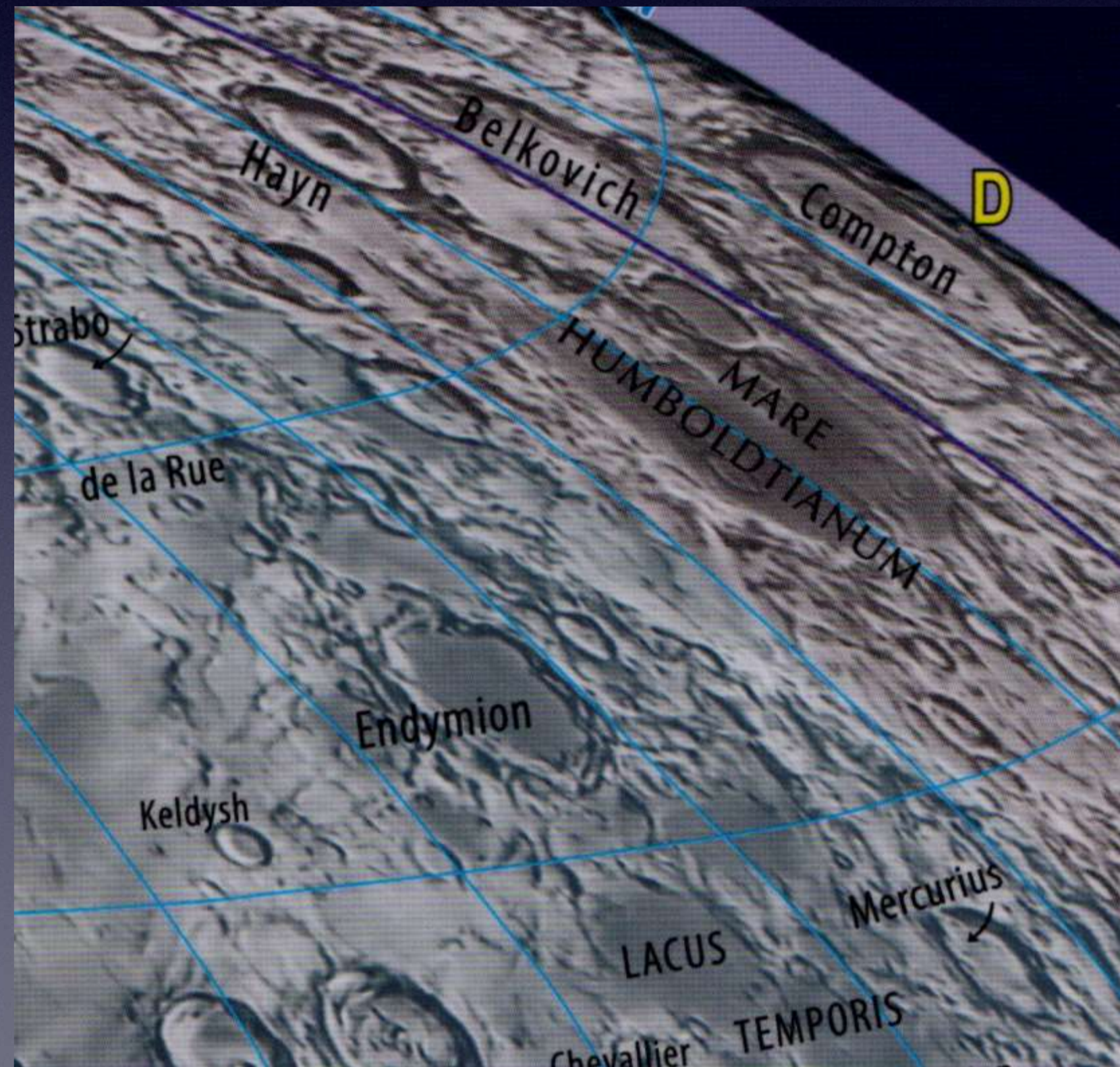
Tilanne vaihtelee kuukausittain

Havaintoja

Libraatiokohteiden havaintoja

Mare Humboldtianum

Ari Haavisto
26.4.2015 klo 12.47



Karttakuva: Sky & Telescope's Field Map of the Moon



Mare Orientale

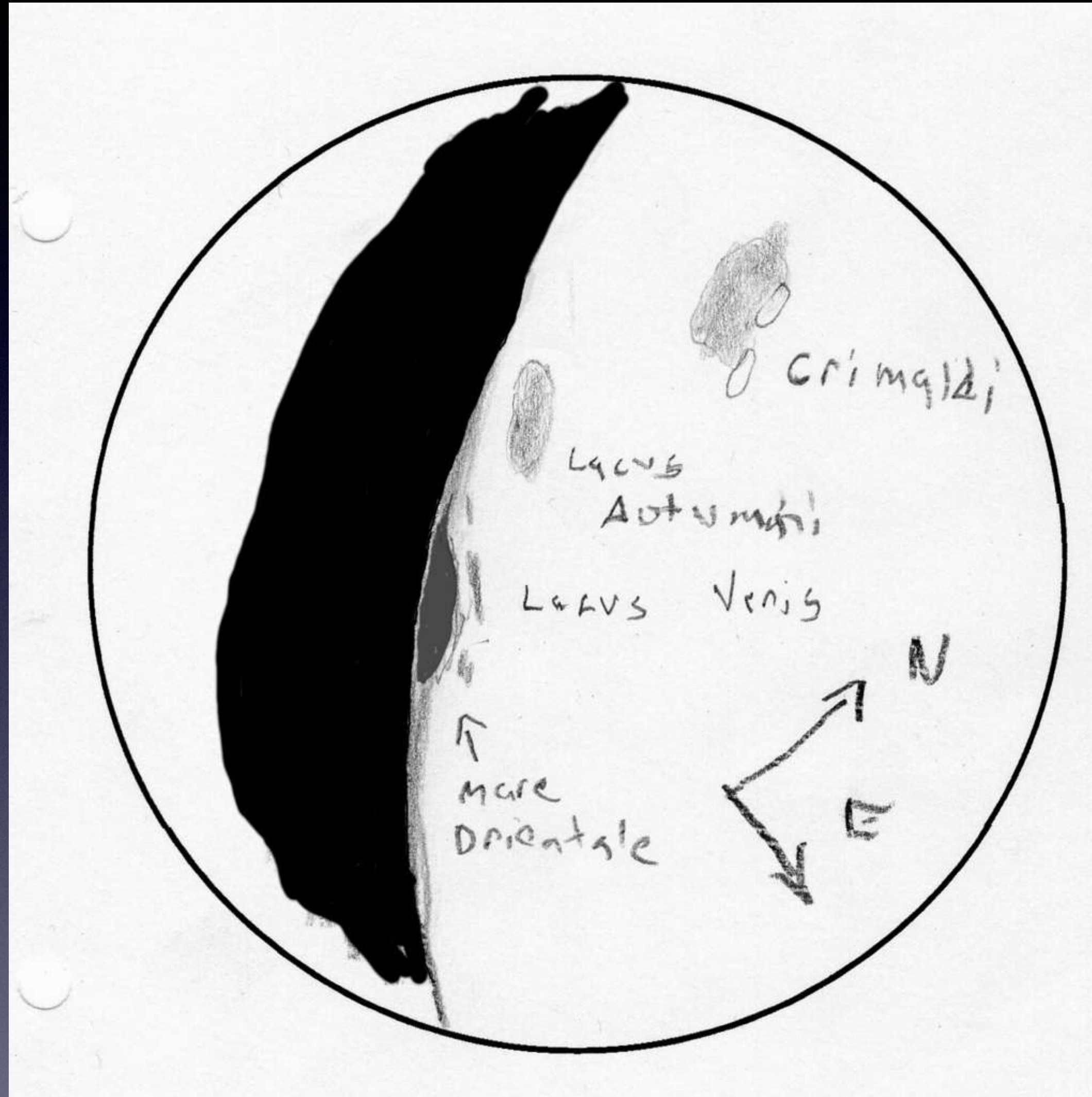


Karttakuva: Virtual Moon Atlas

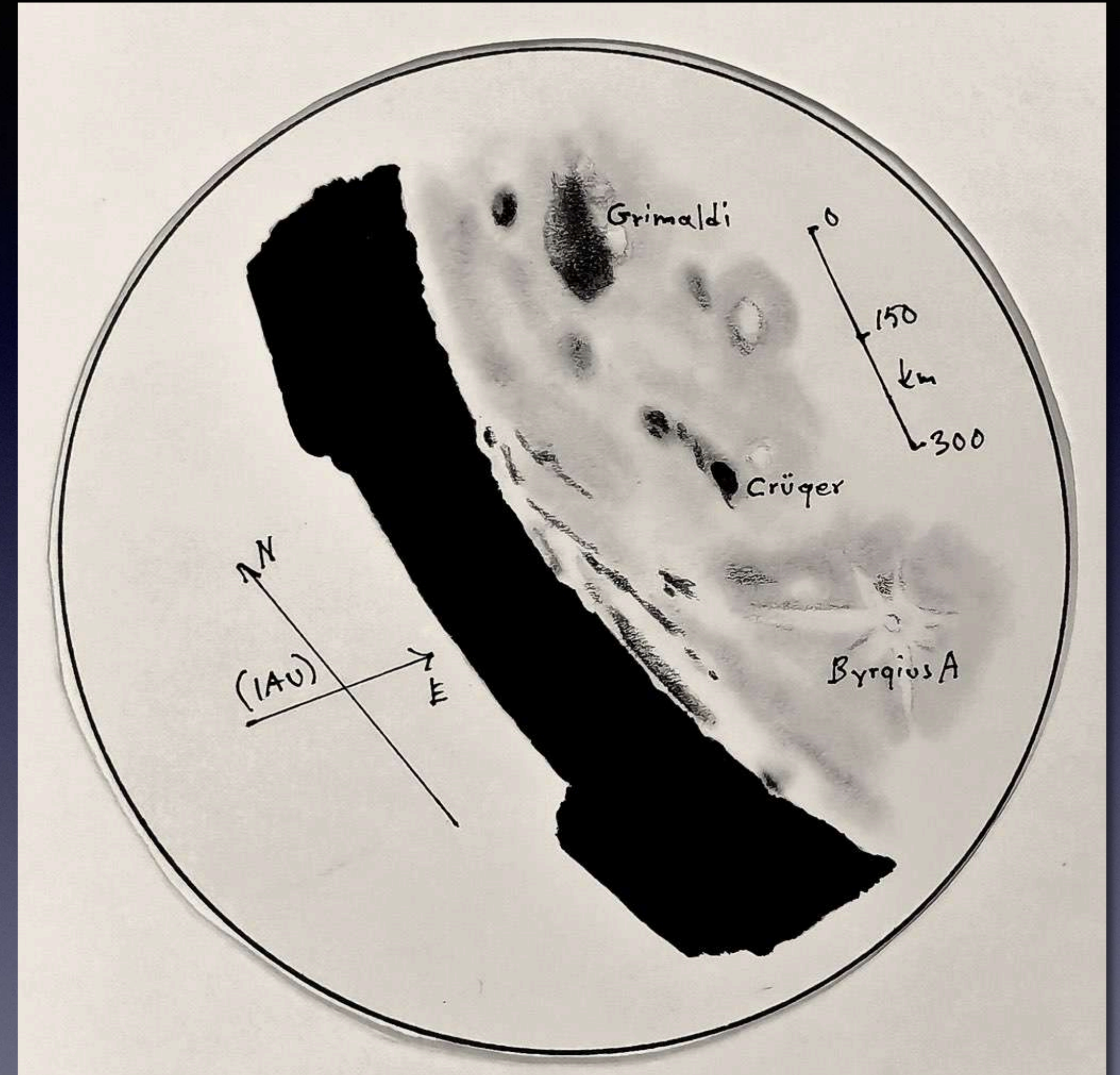


Petrus Kurppa 6.11.2020 klo 0.27
RFI50/2063

Mare Orientale

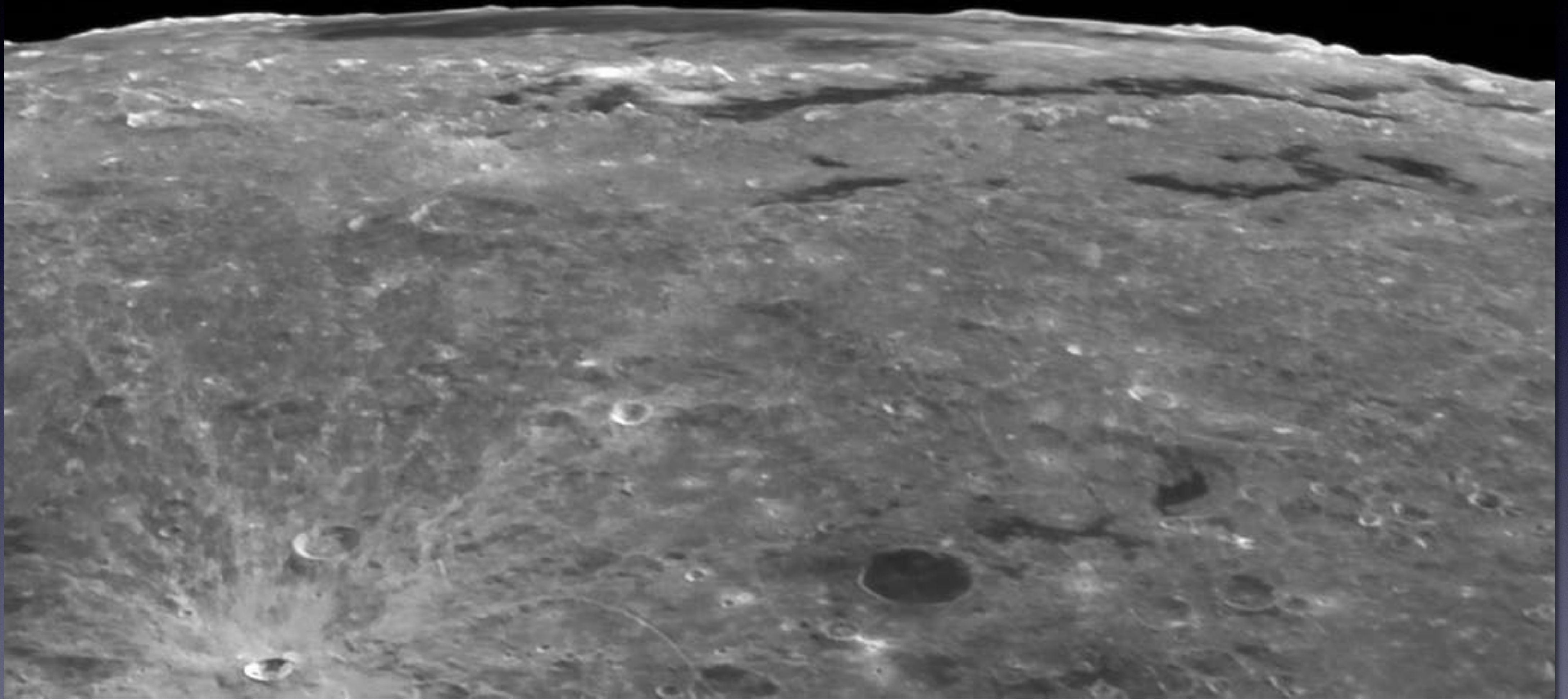


Paula Wirtanen 25.12.2021 klo 0.45
MI27/1500 (60x)



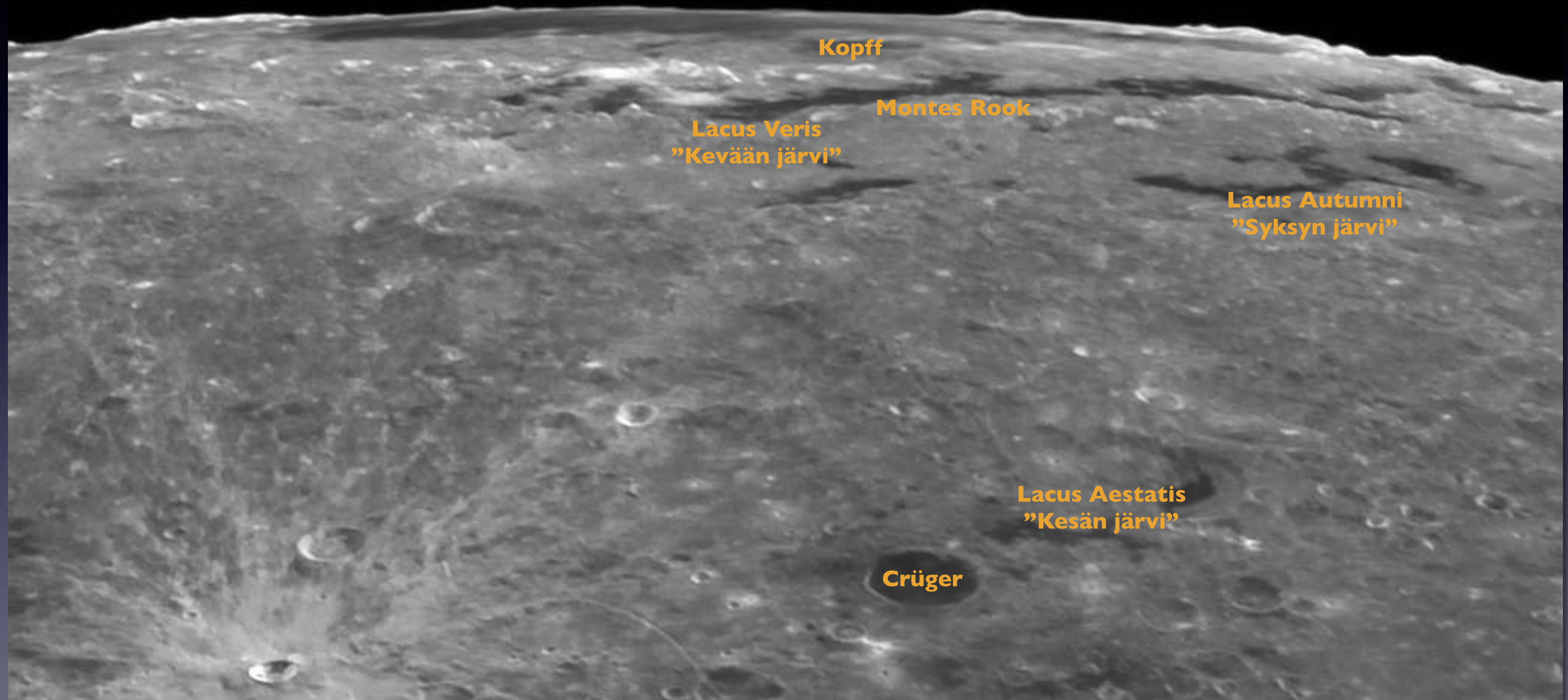
Jari Kuula 26.12.2021 klo 1.45-2.20
MI70/2550 (196x)

Mare Orientale



Antti Taskinen 8.12.2020 klo 9.00
Sky-Watcher Explorer 200 PDS, ASI120MM-S

Mare Orientale

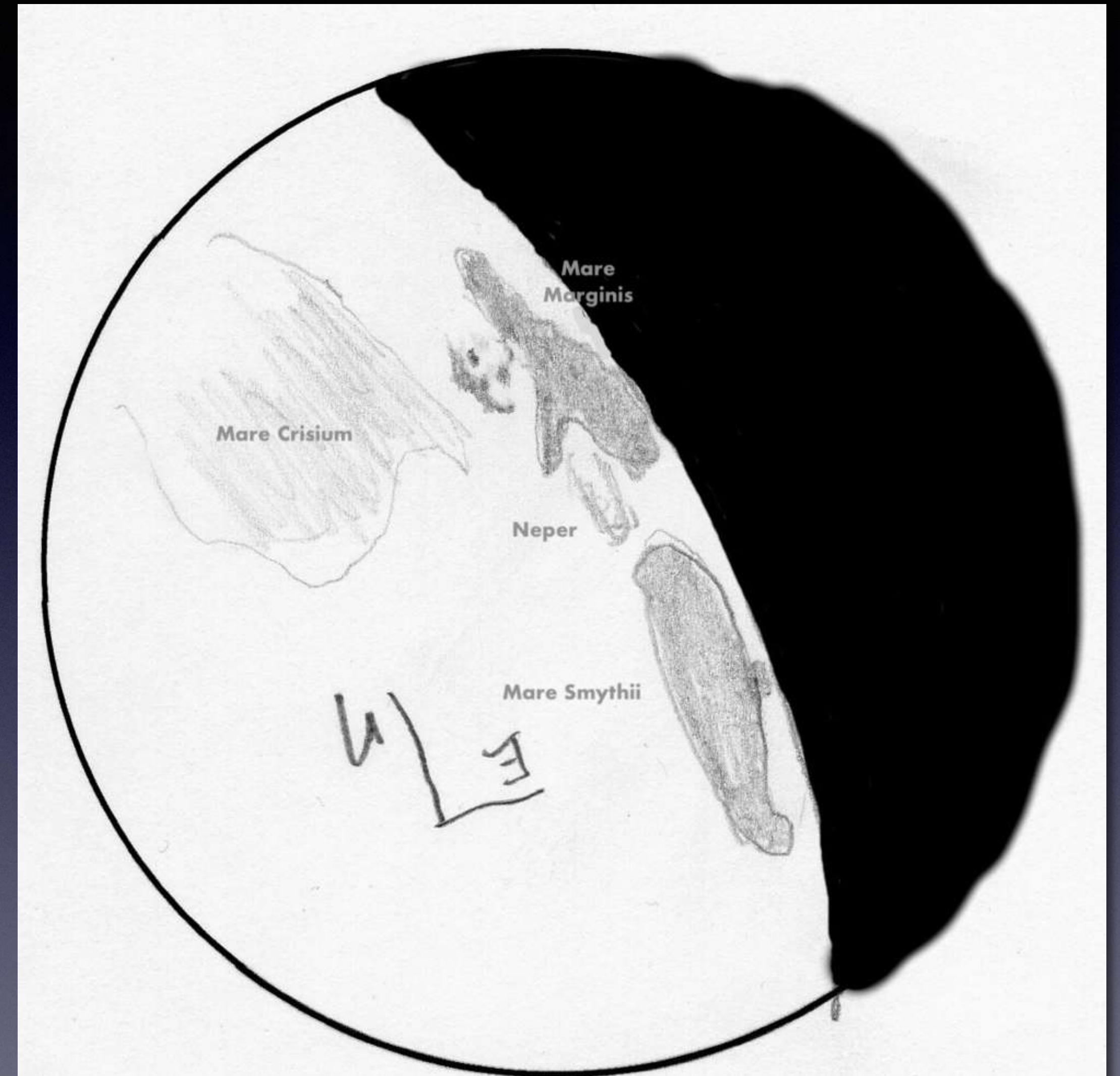


Antti Taskinen 8.12.2020 klo 9.00
Sky-Watcher Explorer 200 PDS, ASI 120MM-S

Mare Marginis & Mare Smythii

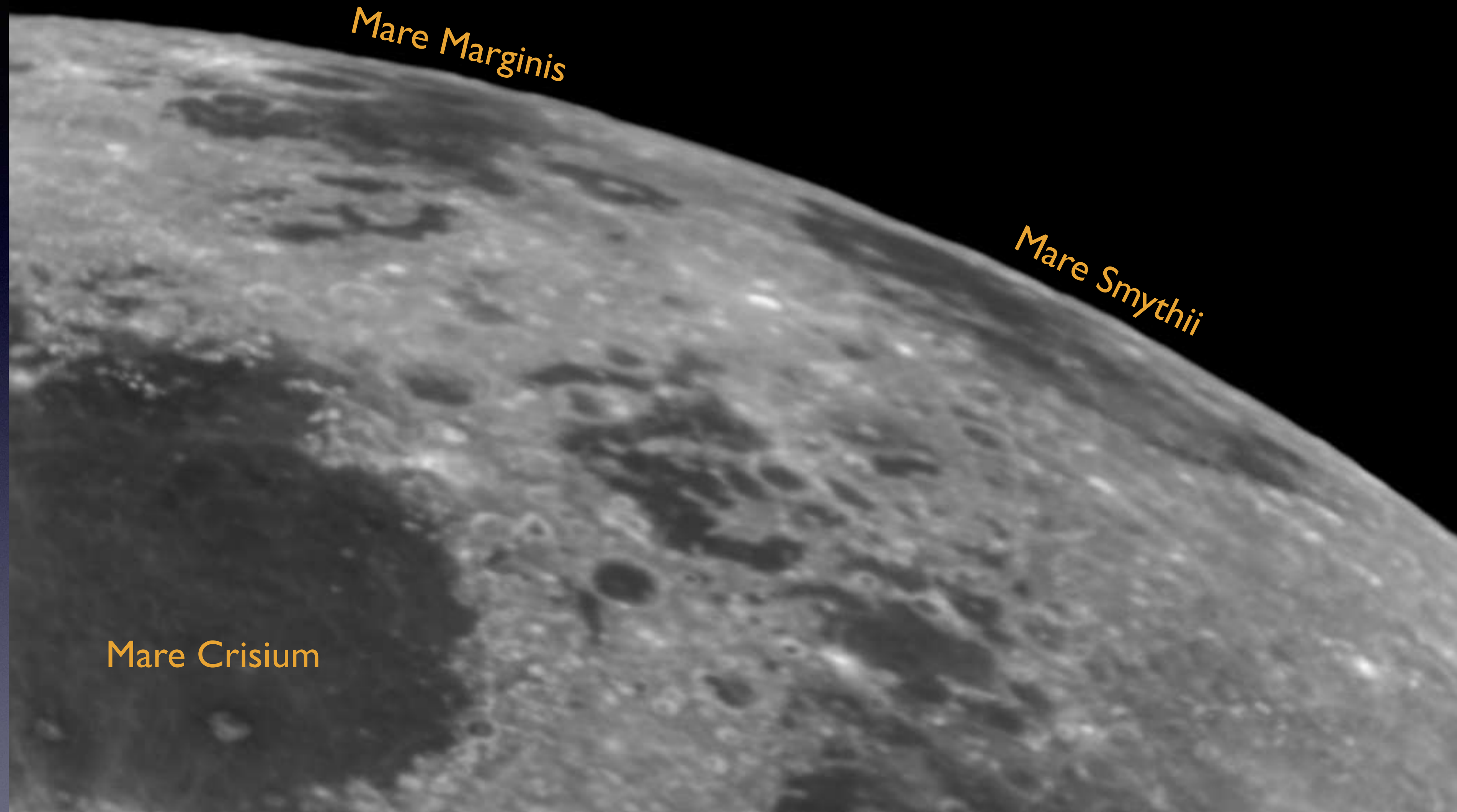


Paula Wirtanen 18.11.2021 klo 22.15
MI27/I500 (37x)



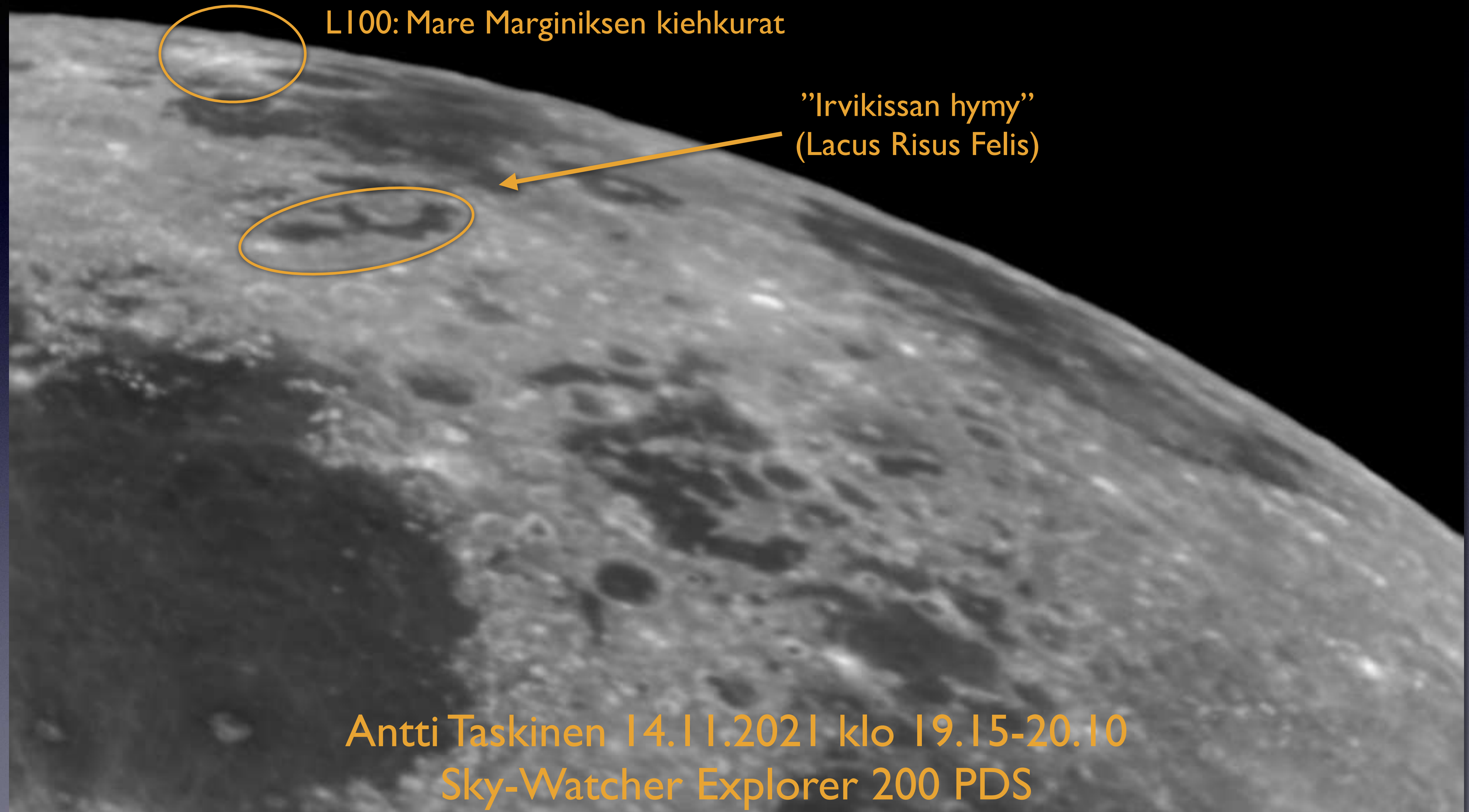
Paula Wirtanen 10.1.2022 klo 16.30-16.45
MI27/I500 (150x)

Mare Marginis & Mare Smythii



Antti Taskinen 14.11.2021 klo 19.15-20.10
Sky-Watcher Explorer 200 PDS

Mare Marginis & Mare Smythii

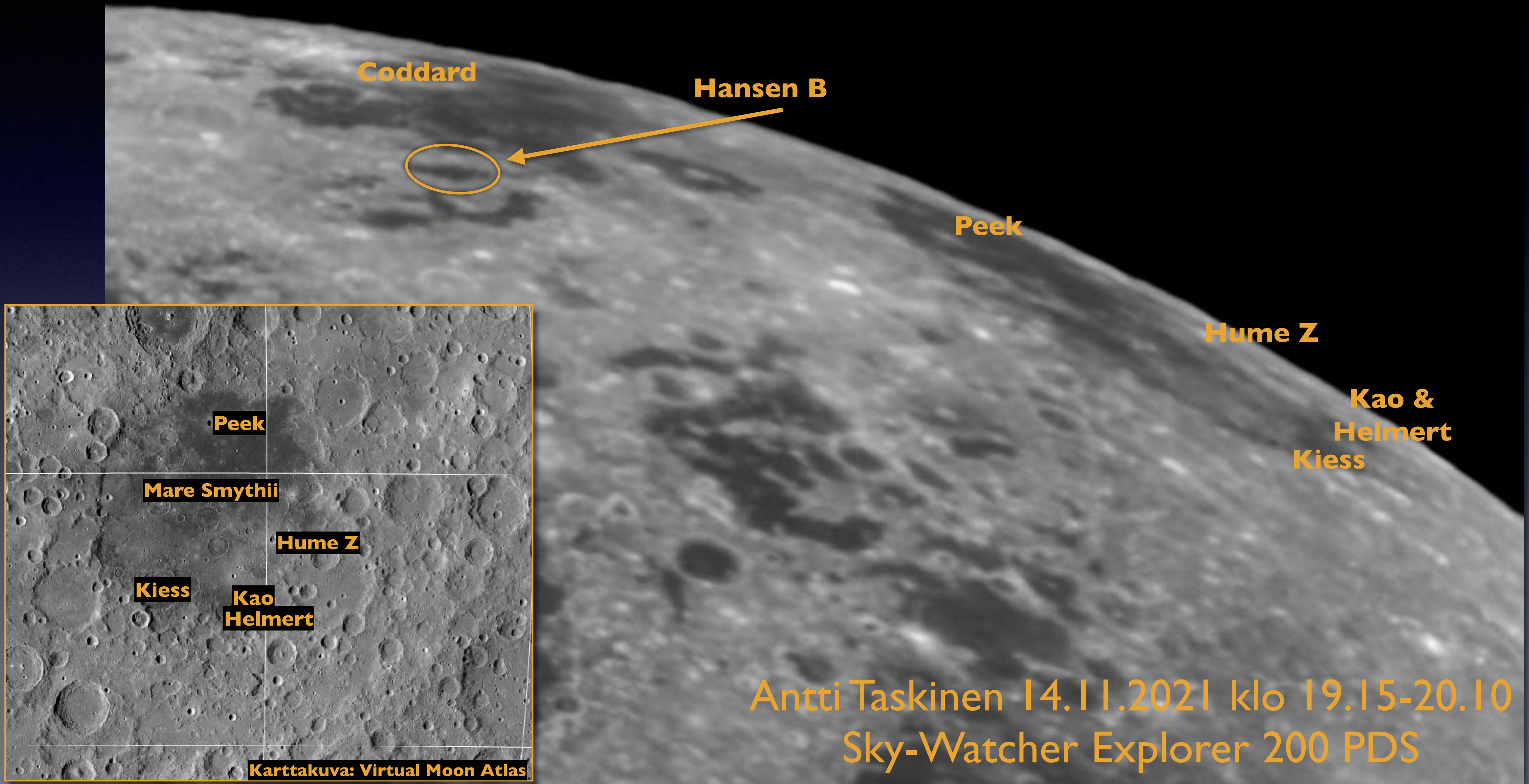


L100: Mare Marginiksen kiehkurat

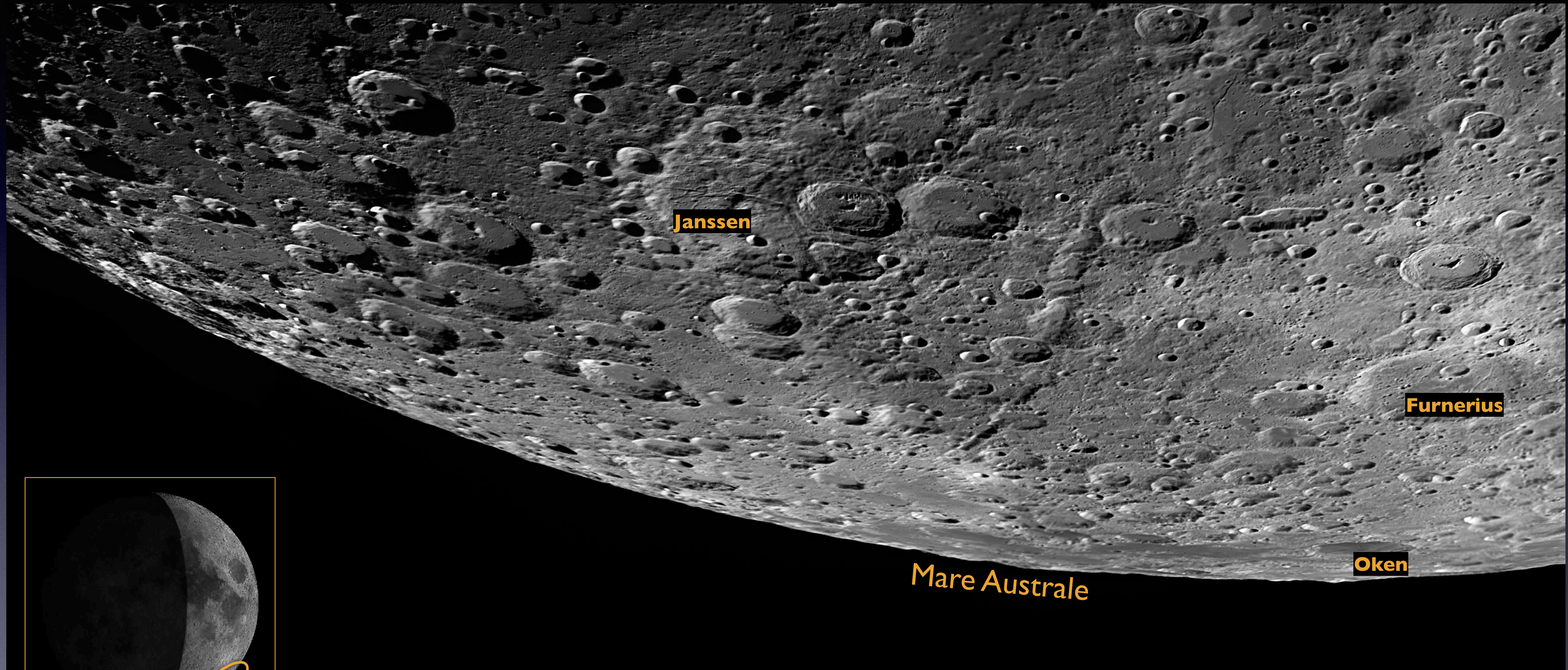
”Irvikissan hymy”
(Lacus Risus Felis)

Antti Taskinen 14.11.2021 klo 19.15-20.10
Sky-Watcher Explorer 200 PDS

Mare Marginis & Mare Smythii



Mare Australe



Karttakuva: Virtual Moon Atlas

Ari Haavisto 24.4.2015 klo 20.20
SW400P, ASI174MM

Einstein

Kuu 26.2.2021 (klo. 21:45)

Einstein

Krafft

Dalton

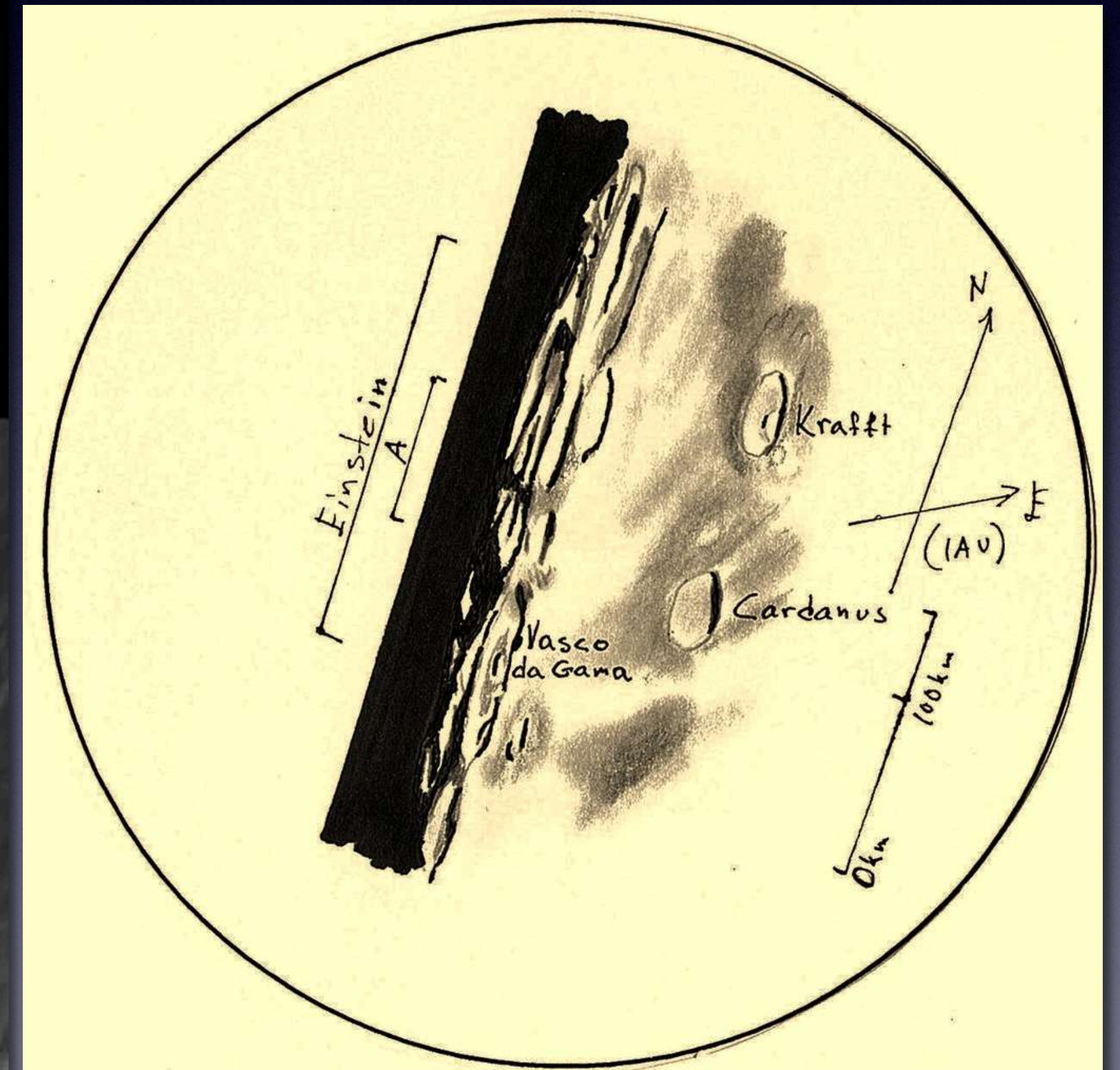
Vasco Da Cama

Cardanus

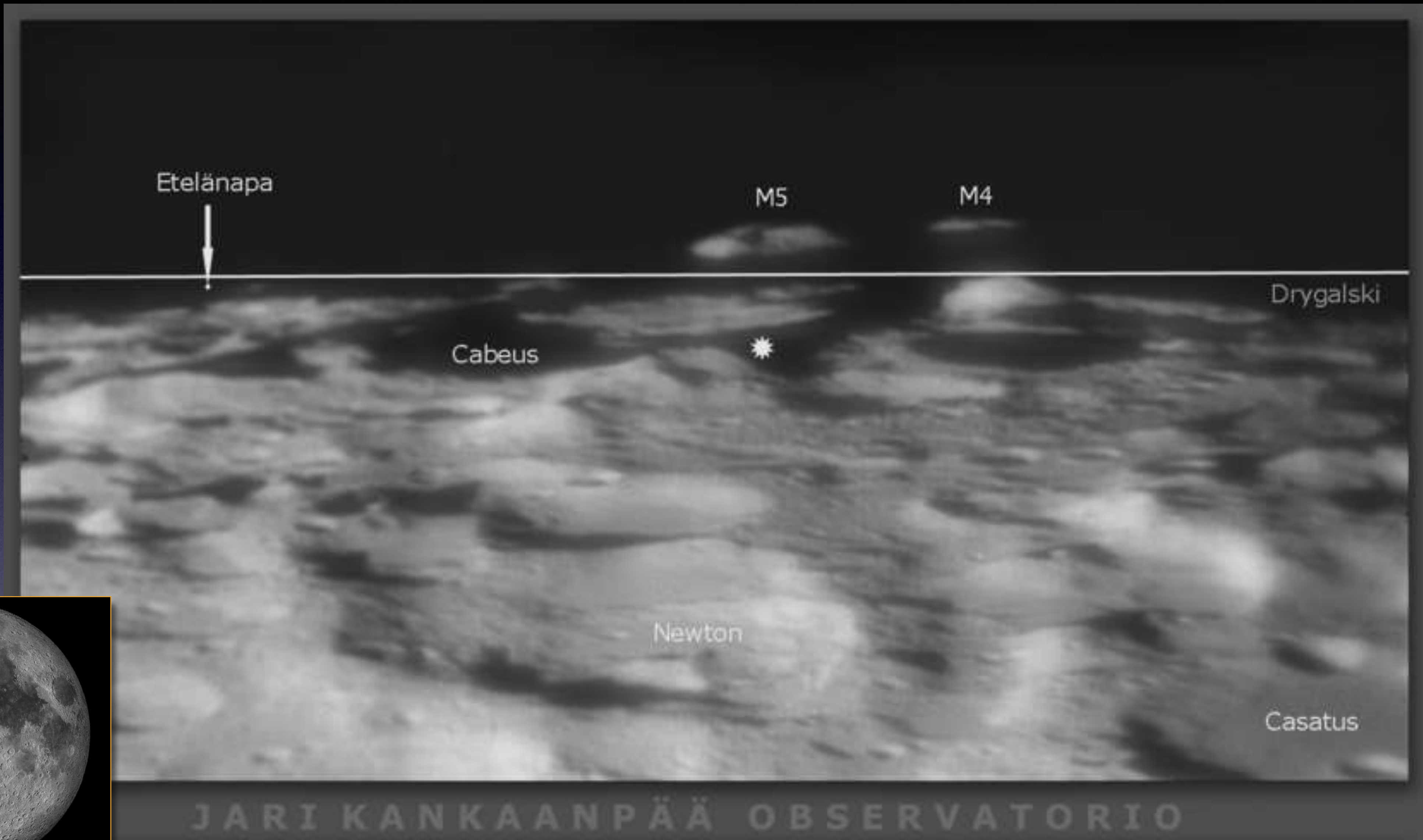
Bohr

Vesa Puistovaara 26.2.2021 klo 21.45
& Jari Kuula 27.2.2021 klo 00-01

Virtual Moon Atlas



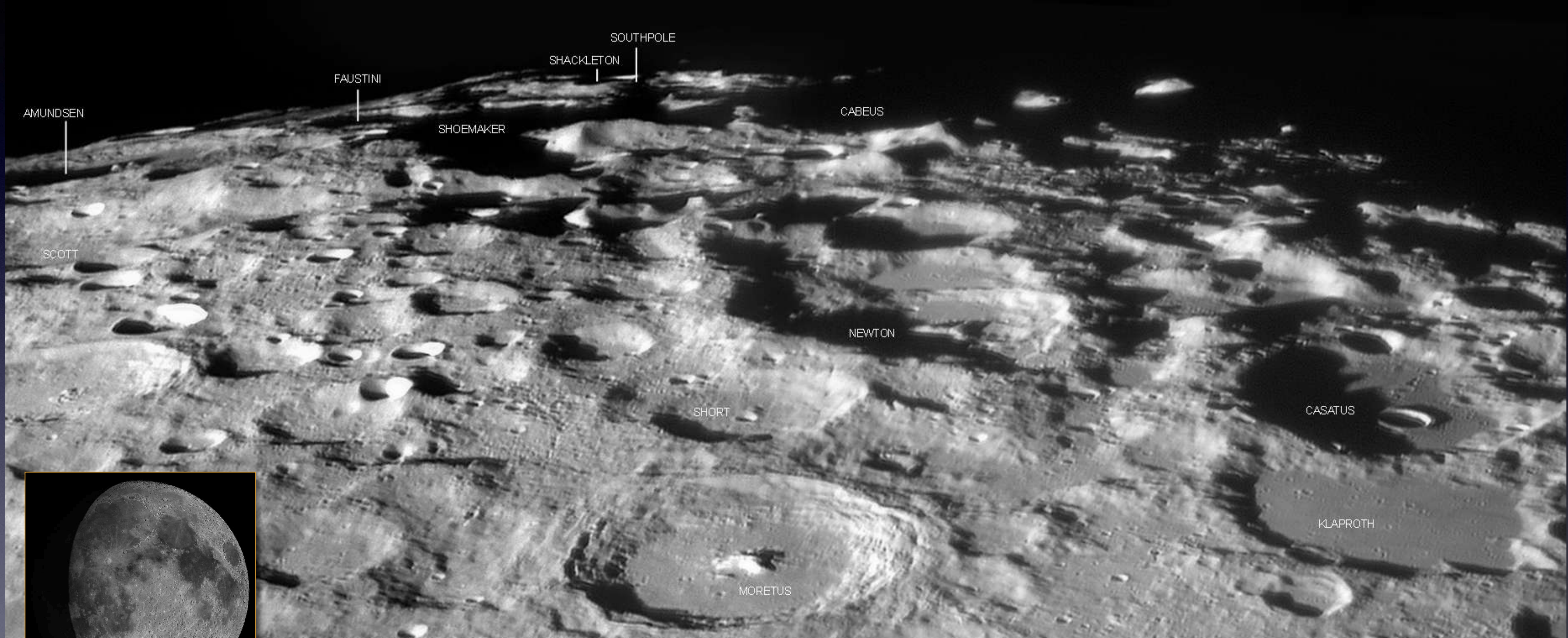
Kuun etelänavan ympäristöä



Karttakuva: Virtual Moon Atlas

Jari Kankaanpää 8.4.2020-9.4.2020 klo 23.15-0.45

Kuun etelänavan ympäristöä



Karttakuva: Virtual Moon Atlas

Jari Kankaanpää 3.5.2020 klo 22.15-23.00

Libraatiotilanteen selvittäminen

Libraatiotiedon voi selvittää etukäteen vaikka havaintojen suunnittelua varten

Libraatiokaaviot

Hieman Kuusta: Libraatiokaaviot

<http://kuusta.blogspot.com/p/libraatiokaaviot-libration-charts.html>

Ursan Kuu ja planeetat -harrastusryhmän libraatiosivut

<https://www.ursa.fi/kuuplaneetat/kuu/libraatio>

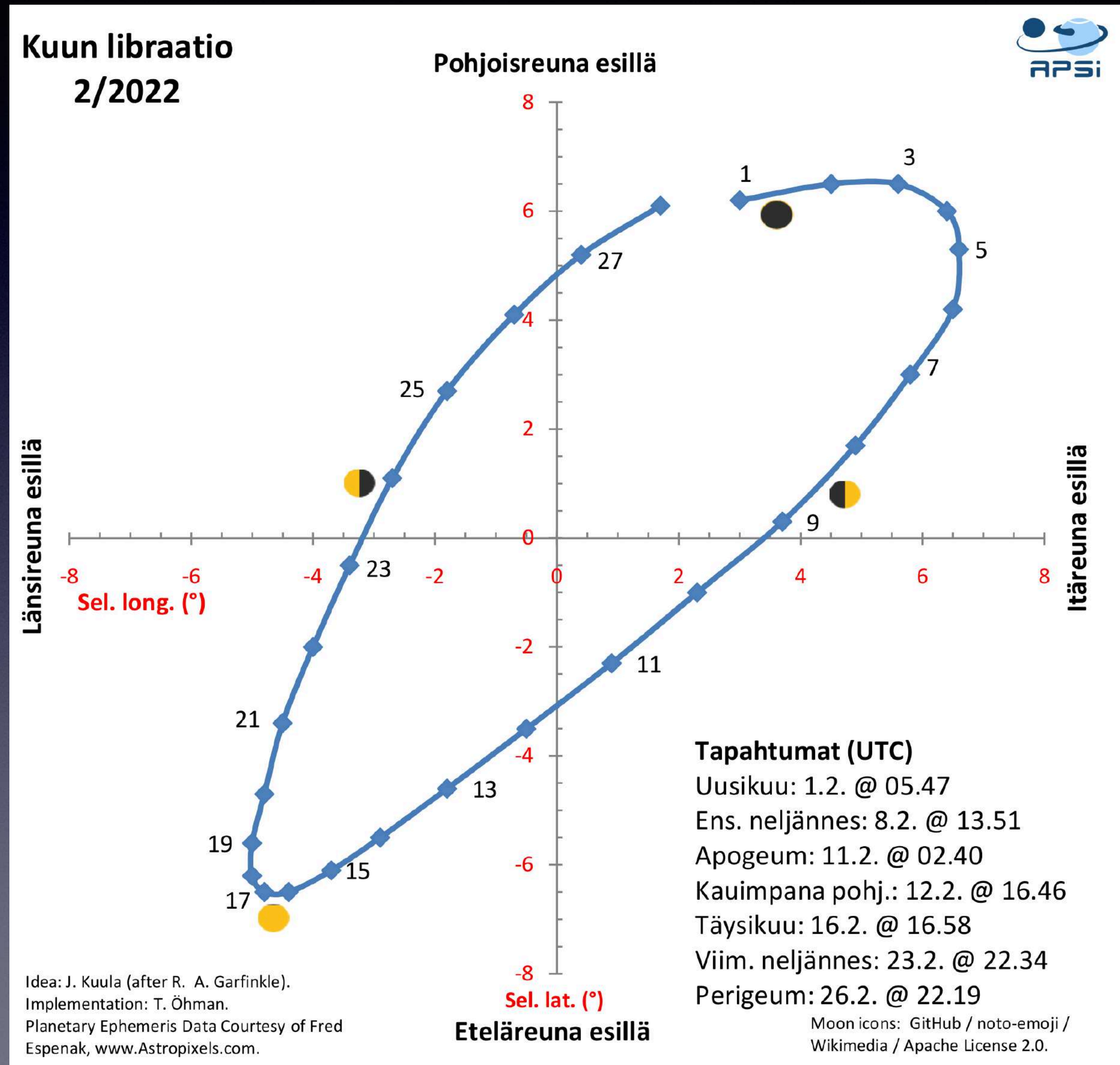
Internet

Dial-A-Moon

<https://svs.gsfc.nasa.gov/4955>

Libraatiokaavio

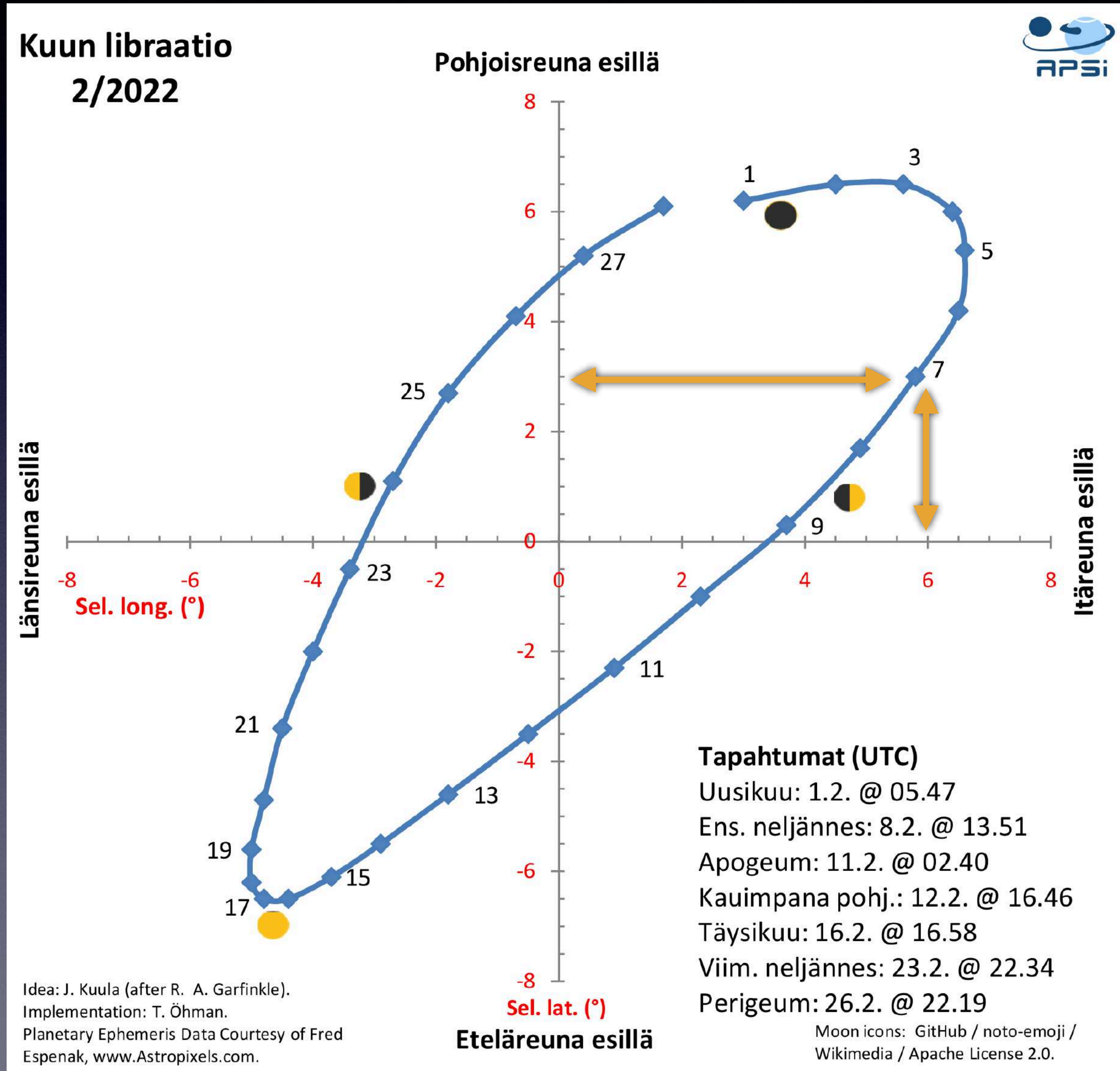
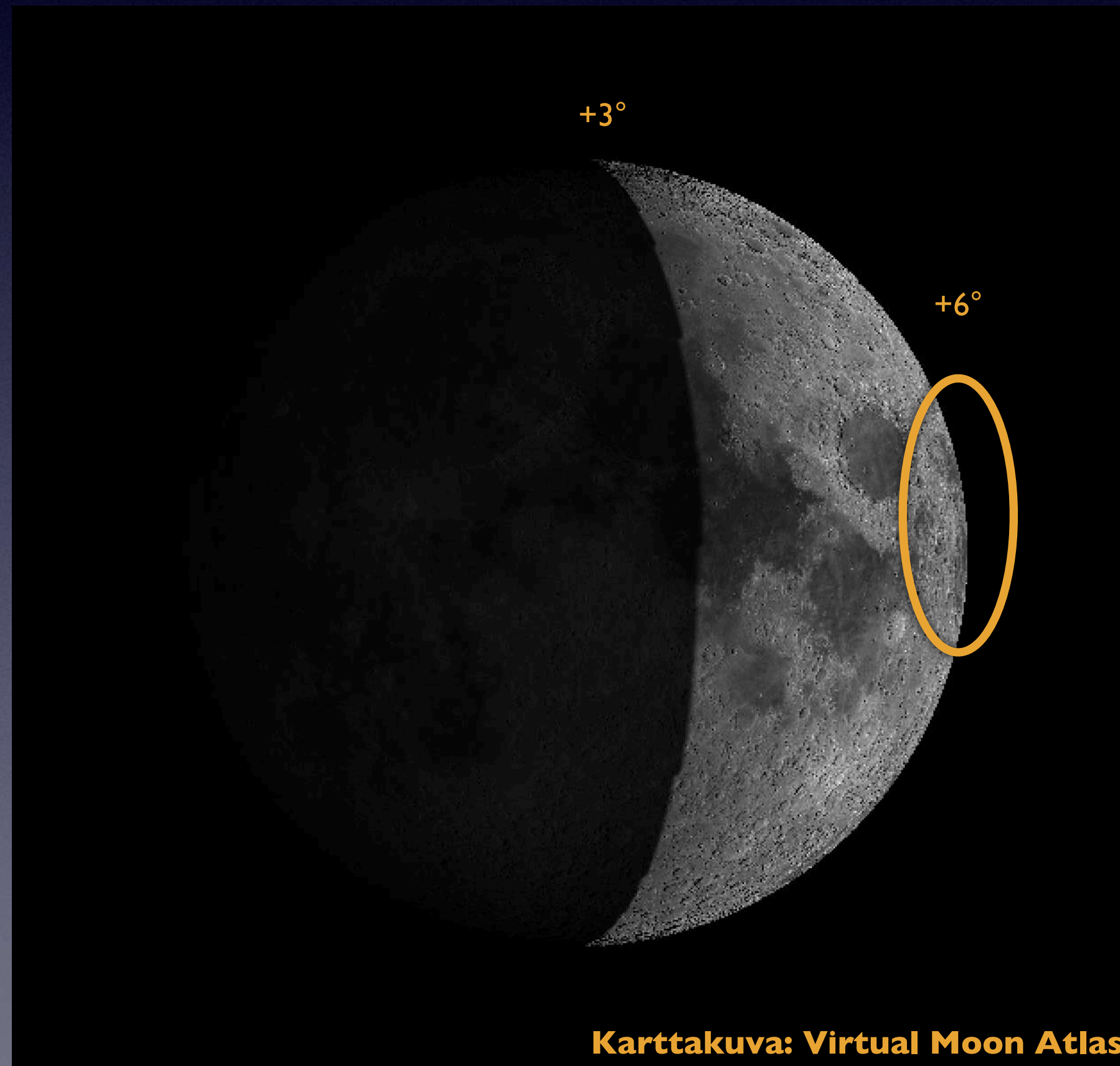
Esimerkki libraatiokaaviosta
helmikuu 2022



Libraatiokaavio

Libraatiokaavion lukeminen

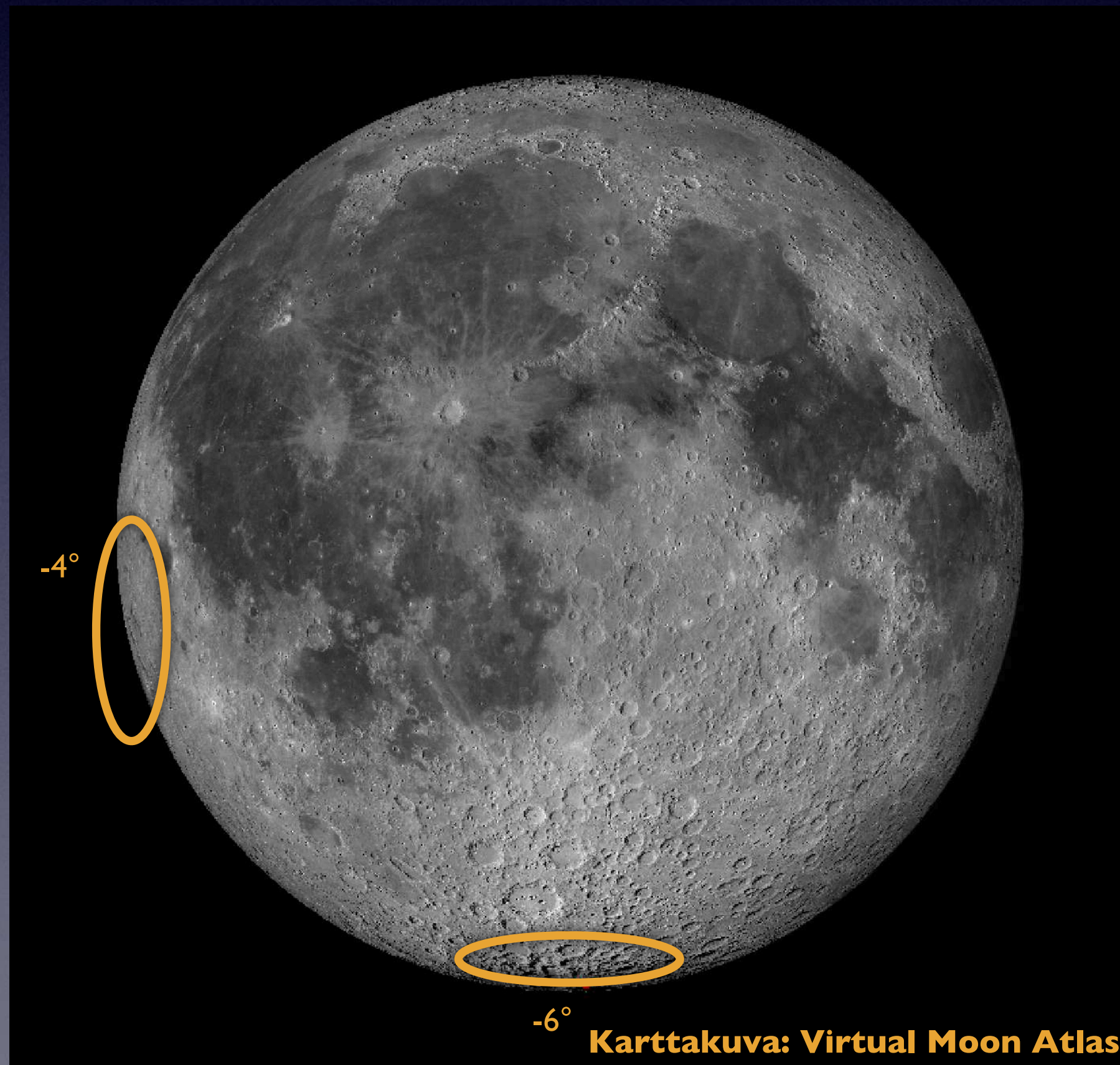
7.2.2022 –itäreuna esillä



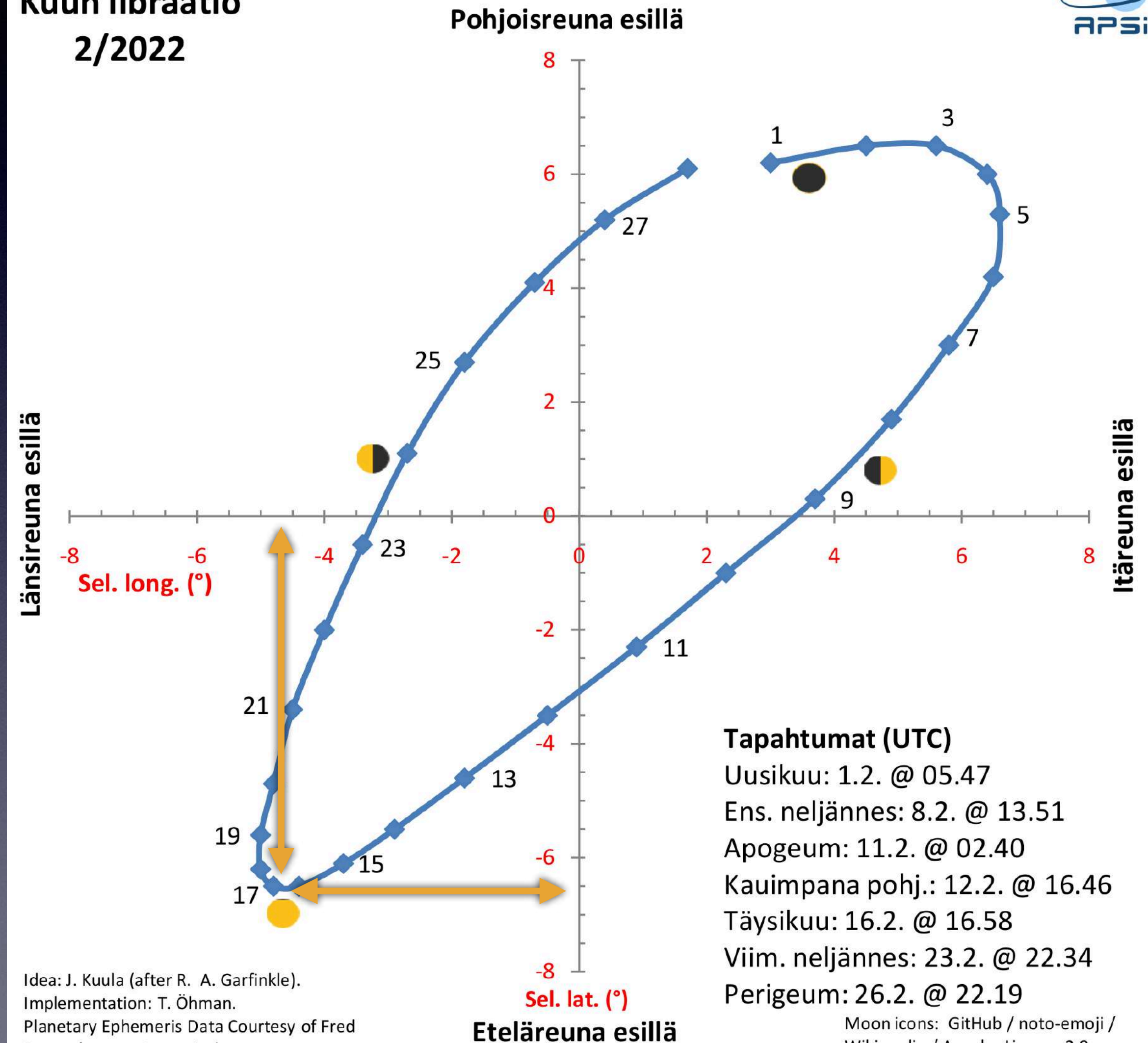
Libraatiokaavio

Libraatiokaavion lukeminen

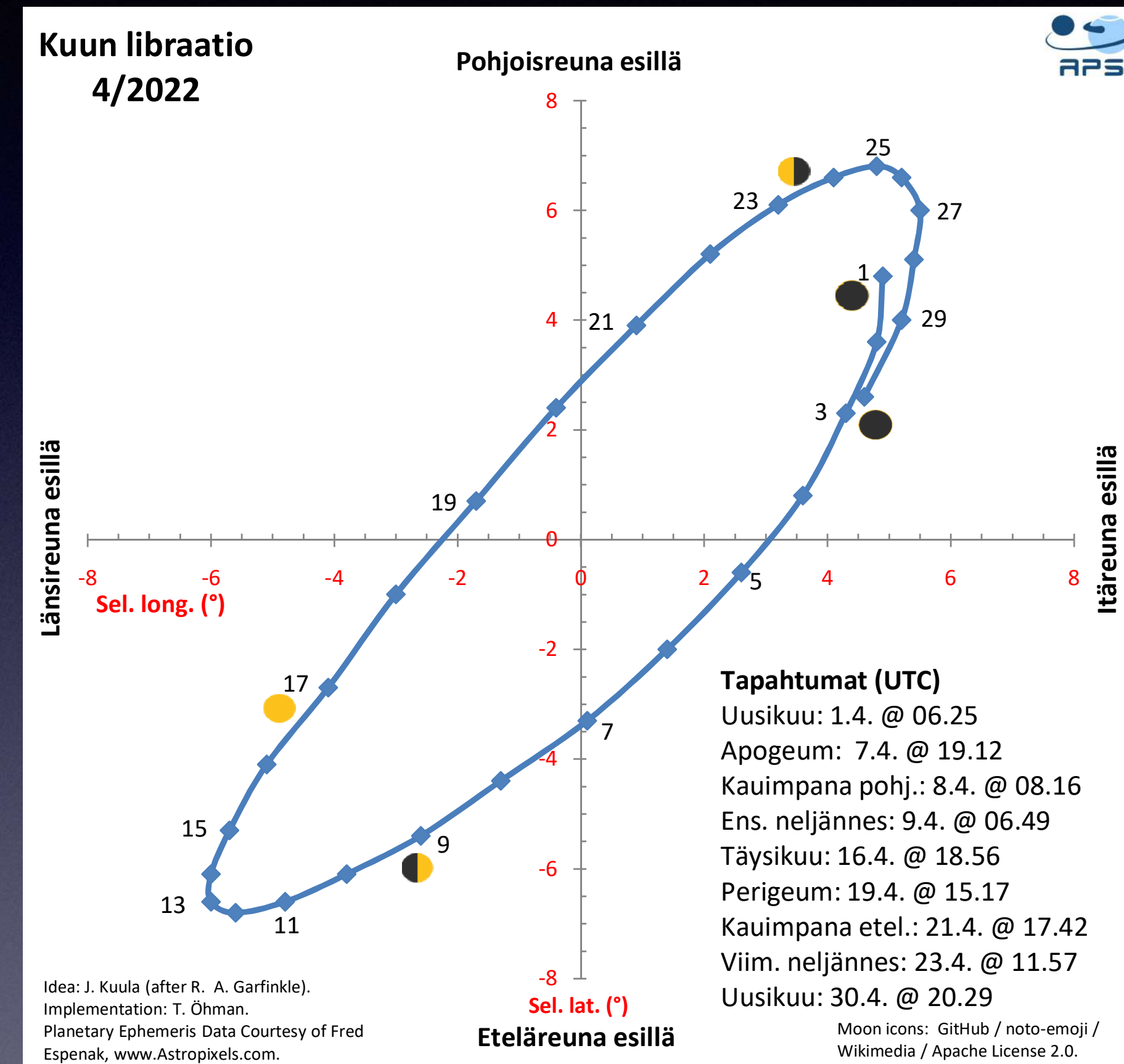
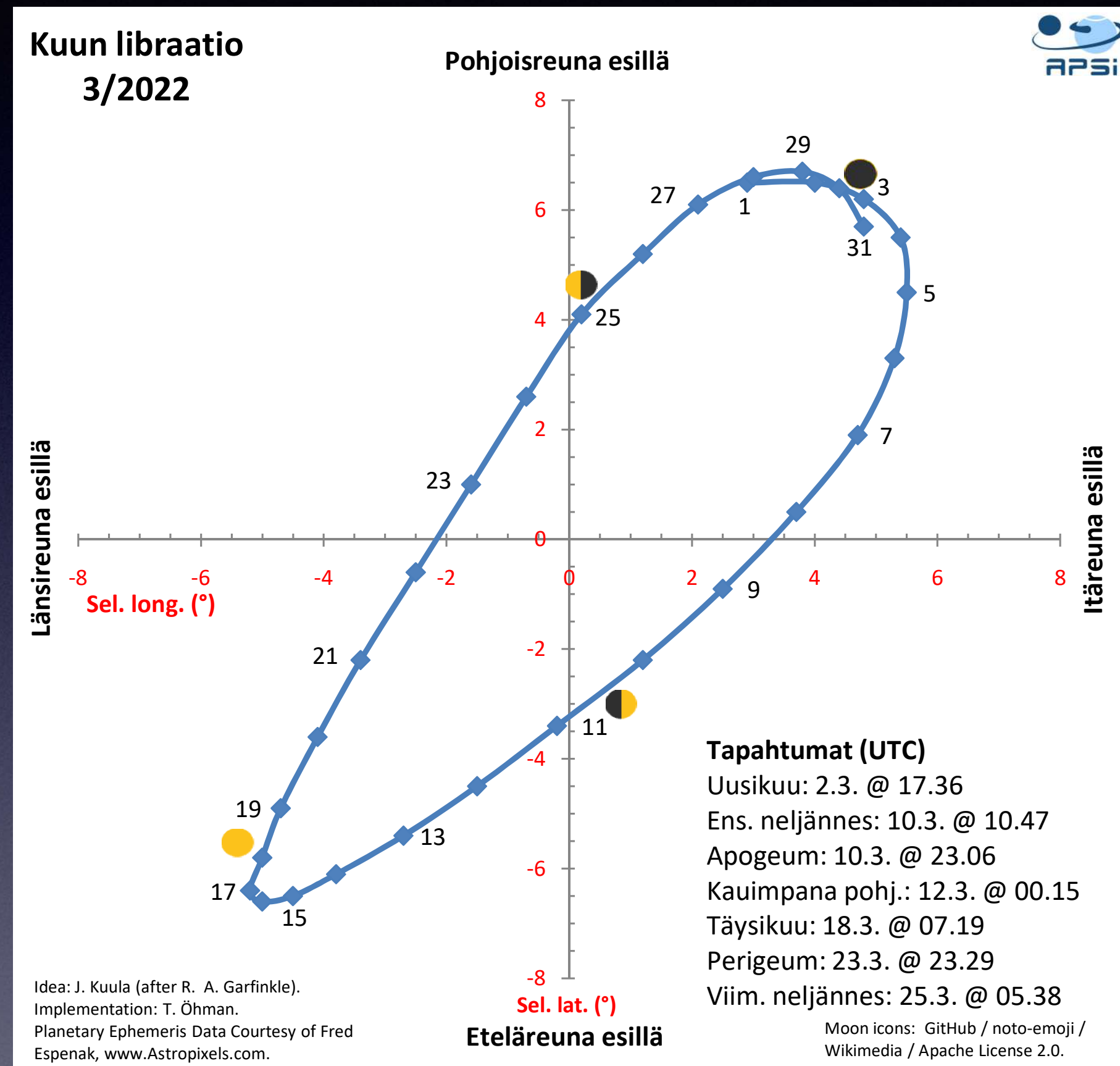
17.2.2022 – eteläreuna ja länsireuna esillä



Kuun libraatio 2/2022

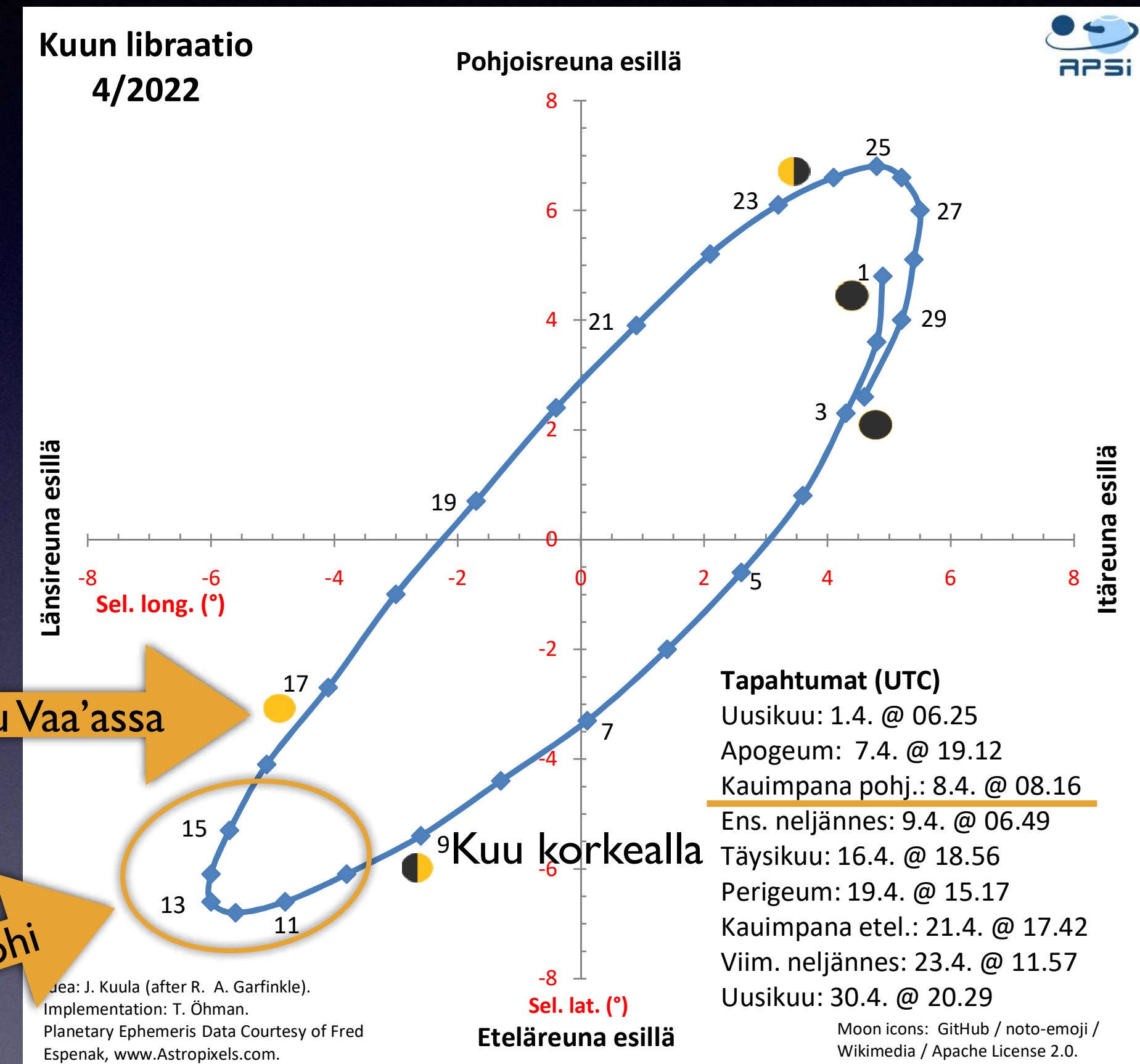
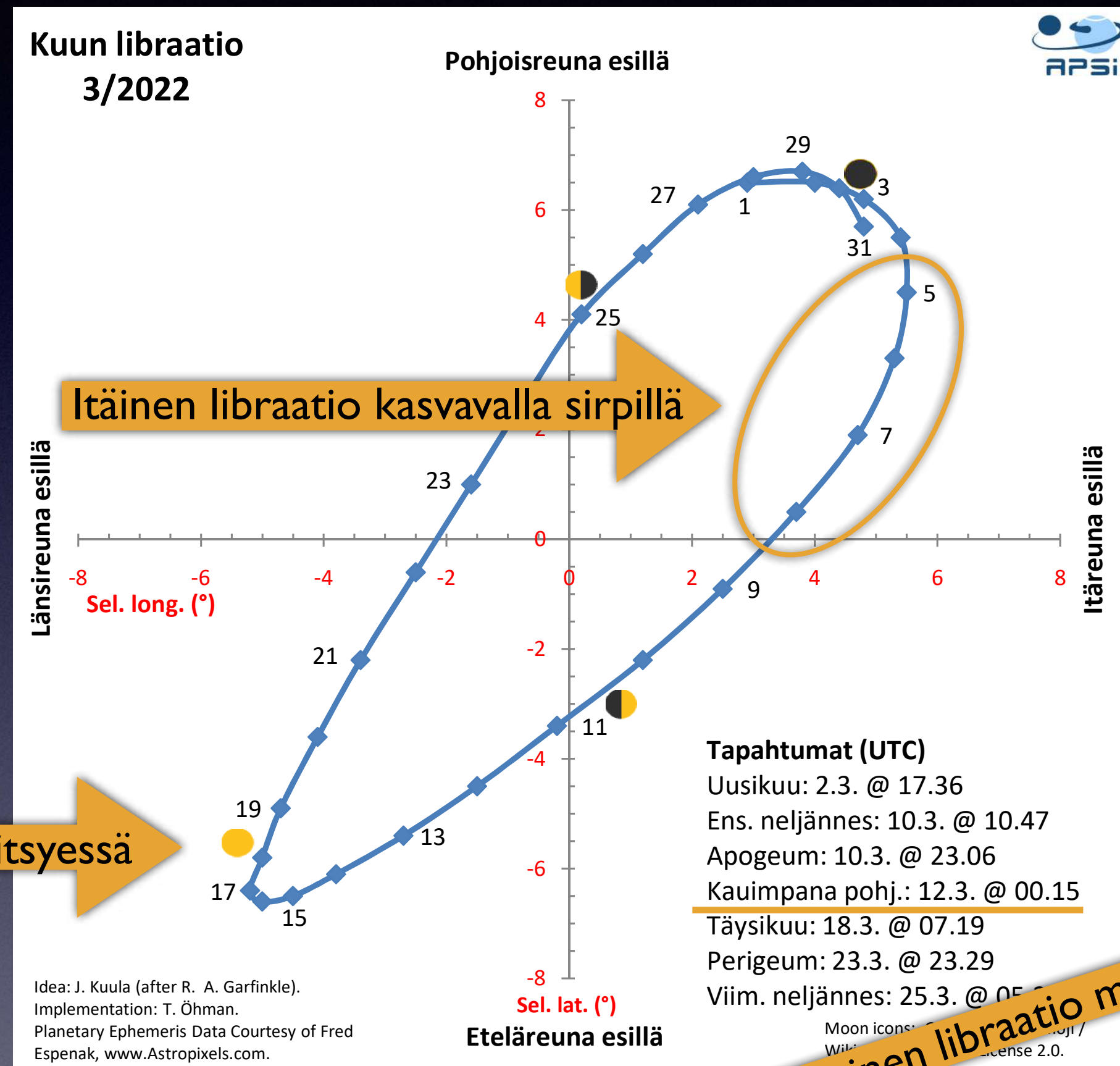


Libraatioajankohhtia 2022



Alkuvuosi ollut erinomainen itäisen libraation suhteen, myös maaliskuussa kasvavan sirpin aikaan
Maalis- ja huhtikuussa myös hyvä eteläinen libraatio Kuun ollessa korkealla

Libraatioajankohhtia 2022



Alkuvuosi ollut erinomainen itäisen libraation suhteen, myös maaliskuussa kasvavan sirpin aikaan
Maalis- ja huhtikuussa myös hyvä eteläinen libraatio Kuun ollessa korkealla

Libraatioajankohhtia 2022

Joulukuu 2022

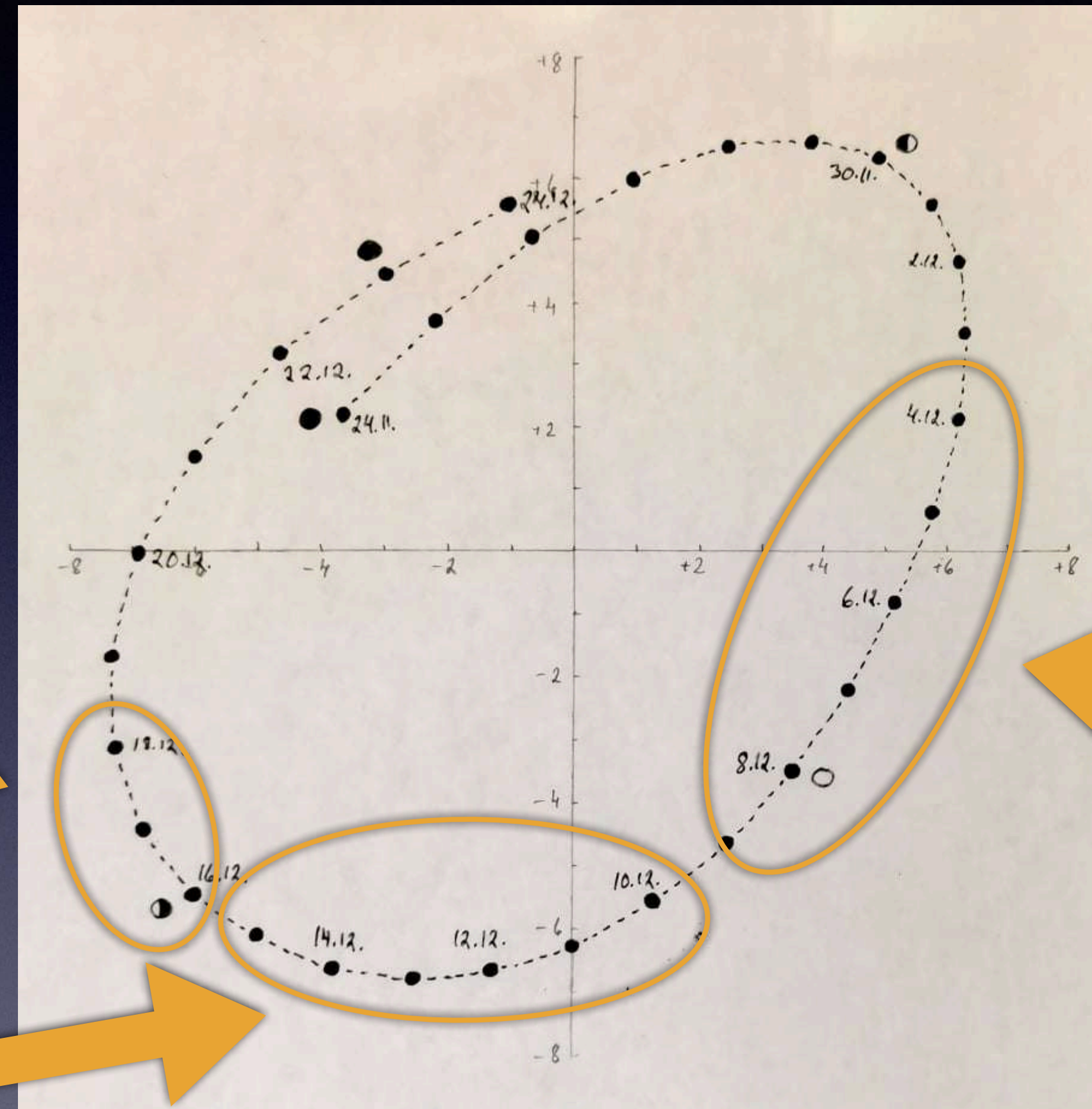
Libraatiokartta: Jari Kuula

Garfinkle, R.A.: Luna Cognita.
Appendix B. Springer, New York, 2020

efemeridit Dial-A-Moon

Viimeisen neljänneksen aikana
erinomainen libraatio myös
länteen

Pienenevän kuperakuun aikaan
hyvä libraatio etelään



Kasvavan kuperakuun aikaan
hyvä libraatio itään

Joulukuussa hyvä libraatiohavaintomahdollisuus itään, etelään ja länteen

Dial-A-Moon

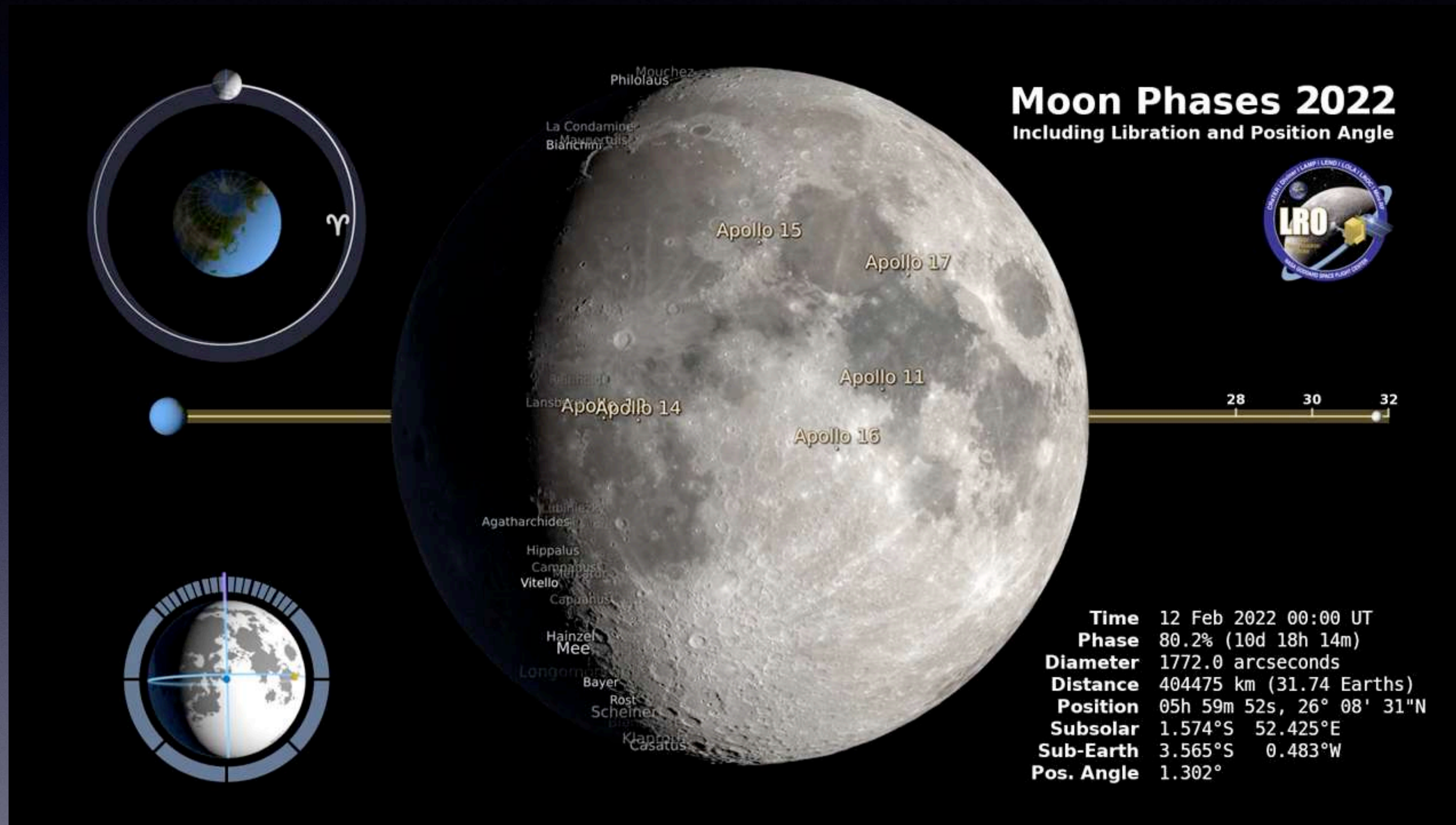
Animaatio

Kuun vaiheista ja libraatiosta

12.2. – 31.3. 2022

<https://svs.gsfc.nasa.gov/4955>

Dial-A-Moon



Libraatiotilanteen selvittäminen

Libraatiotiedon voi selvittää etukäteen vaikka havaintojen suunnittelua varten

Tietokoneohjelmat

Virtual Moon Atlas

<https://ap-i.net/avl/en/start>

LunarPhase Pro (Windows)

<https://ap-i.net/avl/en/start>

Moon Atlas (Mac)

<http://lunardevelopment.com/moonatlas/mac/lunardevelopment.html>

Lähteitä ja lisätietoa

Kirjallisuutta:

Tähtitieteen harrastajan käsikirja 4

Ursan julkaisuja 36, 1988, s.81-91

Wood, Charles A.: The Modern Moon

Sky Publishing Corporation, Cambridge, MA, 2003

Garfinkle, R.A.: Luna Cognita

Springer, New York, 2020

Lähteitä ja lisätietoa

Verkkomateriaalia:

Libraatio

Ursan Kuu ja planeetat -harrastusryhmä
<https://www.ursa.fi/kuuplaneetat/kuu/libraatio>

Lunar libration: January 7 moon maximum for 2022

<https://earthsky.org/astronomy-essentials/lunar-libration-see-more-than-50-of-moon/>

Glimpse The Moon's Far Side

Sky & Telescope, toukokuu 2008, s.66-69

<https://skyandtelescope.org/wp-content/uploads/libration-seronik-may2008.pdf>

Dial-A-Moon

Moon Phase and Libration, 2022

<https://svs.gsfc.nasa.gov/4955>

Kiitos

Kiitos Teemu Öhmanille kommenteista ja libraatiokaavioista,
Jari Kuulalle innostamisesta libraation havaitsemiseen, aiheen tutkimiseen sekä
yleisestä kommentoinnista esityksen teon aikana

Kiitos myös kaikille kuuntelijoille ja läsnäolijoille

Paula Wirtanen & Veikko Mäkelä
Aurinkokuntatapaaminen 2022