



# **Astronomijos pradmenų konspektas**

## **II dalis**

### **Saulė ir Mėnulis**

Autorius: GB

2025 m.

Redakcija 1.0

<https://github.com/zodiakas/Astronomija>

## 1. Saulė

### 1.1. Bendra informacija apie Saulę

1 lentelė. Pagrindiniai faktai apie Saulę

Pusiaujo perimetras: ~4 375 000 km
Pusiaujo skersmuo: ~1 393 000 km (~109 Žemės pusiaujo skersmens)
Masė: $1,9891 \cdot 10^{30}$ kg (332 959,5 Žemės masės)
Temperatūra: Nuo 5 973 °C iki 15 000 000 °C
Amžius: apie 4,57 mlrd. metų.
Vidutinis orbitos greitis aplink Paukščių taką: 720 000 km/h (200 km/s)
Žvaigždės tipas: Geltonoji nykštukė
Vidutinė apsisukimo apie ašį trukmė: regimasis – 27 Žemės dienos (faktinis – skirtingas pusiaujuje (25 dienos) ir ašigaliuose (34 dienos))
Planetų skaičius: 8

Saulė yra Saulės sistemos centre esanti žvaigždė, kurioje vyksta sudėtingi ir labai dinamiški fizikiniai ir cheminiai procesai. Tai didžiulis karštas **plazmos kamuolys**, kurį išpučia ir įkaitina energija, susidaranti dėl branduolinės sintezės reakcijų jos branduolyje. Dalis šios energijos sklinda iš jos paviršiaus kaip **regimoji, ultravioletinė ir infraraudonoji spinduliuotė**.

Dėl Žemės orbitos ekscentriciteto Žemės atstumas iki Saulės yra nepastovus: mažiausias –  $1,471 \times 10^8$  km (sausio mėnesį), didžiausias –  $1,521 \times 10^8$  km (liepos mėnesį); vidutinis –  $1,496 \times 10^8$  km (astronominis vienetas – au).

Saulė yra G tipo pagrindinės sekos žvaigždė (G2V), neoficialiai vadinama „**geltonąja nykštuke**“, nors iš tikrųjų jos šviesa yra balta. Ji susiformavo maždaug prieš 4,6 mlrd metų, gravitaciniu būdu, didelio molekulinio debesies centriniame regione. Didžioji molekulinio debesies medžiagos dalis susitelkė centre, o likusioji suplokštėjo į orbitinį diską, kuris tapo Saulės sistema. Centrinė masė tapo tokia karšta ir tanki, kad galiausiai jos branduolyje prasidėjo branduolių sintezė, o taip pat įsigalėjo hidrostatinė pusiausvyra (t. y. didėjant dujų slėgiui žvaigždės centro link, atsiranda slėgimo jėga, veikianti į išorę ir ją atsverianti gravitacijos jėga, veikianti centro link. Ši slėgių pusiausvyra egzistuoja kiekviename žvaigždės tūrio taške. Kai pusiausvyra yra pažeidžiama, žvaigždė ima plėstis arba trauktis). Manoma, kad beveik visos žvaigždės susiformuoja tokio proceso metu. Tolimoje ateityje, kai vandenilio sintezė Saulės branduolyje sumažės tiek, kad Saulė nebebus hidrostatinėje pusiausvyroje, jos branduolyje smarkiai padidės tankis ir temperatūra, todėl išoriniai sluoksniai išsiplės ir galiausiai Saulė taps raudonąja milžine. Dėl šio proceso Saulė taps pakankamai didelė, kad Žemė taptų negyvenama maždaug po penkių milijardų metų. Vėliau Saulė „nusimes“ išorinius sluoksnius ir taps tankia karšta, tačiau palaiptam vėstančia, žvaigžde („baltąja nykštuke“) ir nebegamins energijos branduolių sintezės būdu, tačiau trilijonus metų vis dar švytės ir skleis ankstesnės branduolių sintezės sukeltą energiją. Teigiama, kad po to ji taps itin tankia „juodąja nykštuke“ ir nebeskleis jokios energijos.

Saulė sukasi apie savo ašį ir padaro pilną apsisukimą per 25 paras. Žemės stebėtojai, stebint Saulės regimojo paviršiaus darinius atrodo, kad Saulė apsisuka per 27 paras, nes kol Saulė padaro vieną apsisukimą, Žemė savo orbitoje nueina tam tikrą lanką ta pačia kryptimi, taigi, Saulei reikės dar pasisukti tam tikru kampu, kad tas pats paviršiaus darinys vėl atsидurtų priešais Žemę.

Įvairios Saulės dalys sukasi skirtingais greičiais. Greičiausiai sukasi pusiaujinės dalys, kurios pilną apsisukimą padaro per 25 dienas. Juo arčiau prie Saulės ašigalių, tuo lėtesnis sukimasis, ir  $10^\circ$  atstume nuo Saulės ašigalių vienas apsisukimas trunka 34 paras. Vadinasi, Saulė sukasi ne kaip kietas kūnas, o kaip skystas arba dujinis. Saulės vidutinis tankumas —  $1,4 \text{ g/cm}^3$ .

Saulę daugiausia sudaro vandenilio (H) ir helio (He) cheminiai elementai. Pagal masę Saulė sudaryta iš 92,1 % vandenilio ir 7,9 % helio. Įvairūs metalai, kurie yra dujų arba plazmos būsenoje, sudaro mažiau nei 0,1 % Saulės masės.

## 1.2. Saulę sudarančios dalys

Yra skiriamos 3 vidinės Saulės zonos: **centrinė (branduolys)**, ją gaubiančios **spindulinė ir konvekcinė zonos**.

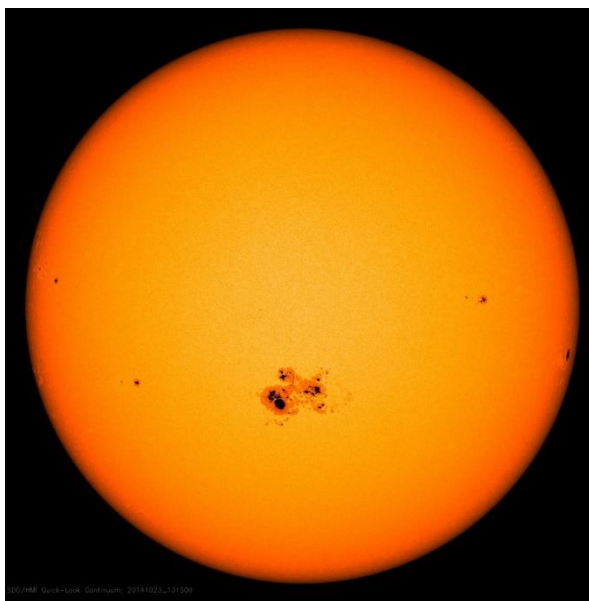
Karščiausia Saulės dalis yra jos branduolys, kuriame temperatūra siekia 15 mln.  $^\circ\text{C}$ . Kiekvieną sekundę Saulės **branduolyje** vykstančios „Protonų ciklo“ branduolinės reakcijos metu apie 600 mln. tonų vandenilio virsta į helį, o 4 mln. tonų materijos virsta energija. Branduolinių reakcijų metu atsiradusius didelių energijų fotonus sugeria ir vėl įvairiomis kryptimis paskleidžia aukštesniuose sluoksniuose esanti medžiaga.

Iš branduolio ištrūkę fotonai toliau sklinda **spinduline zona** iki **konvekcinės zonos**, kuri prasideda apie 200 000 km gylyje nuo Saulės paviršiaus.

Tarp konvekcinės zonos ir chromosferos yra Saulės **fotosfera**. Iš konvekcinės zonos apačios karštų dujų masės konvekcijos srovės iškelia iki **regimojo Saulės paviršiaus** – fotosferos, kur jos atvėsta ir vėl nugrimzta gilyn, taip Saulės gelmėse pagaminta energija yra pernešama į Saulės paviršių, nuo kurio ji pasklinda po Visatą. Fotosfera yra itin karštų dujų sluoksnis, neturintis griežtos skiriamosios ribos (jos storis apie 600 km). Iš šio sluoksnio sklinda diduma Žemę pasiekiančios Saulės spinduliuotės.

Fotosferoje keisdamos savo formą tai atsiranda, tai išnyksta šviesesnės dėmės ir tamsūs jas skiriantys intarpai – vyksta reiškiny, kuris vadinamas granuliacija. **Granulių** matmenys siekia 150–1000 km, granulės vidutinė egzistavimo trukmė siekia 5–20 min. Vienu metu Saulės paviršių dengia apie 4 milijonai granulių. Žemiau fotosferos yra iki 30 000 kilometrų skersmens "supergranulių" sluoksnis, kurių gyvavimo trukmė iki 24 valandų.

Kartais tarp granulių pasirodo **Saulės dėmės**, kurios gali sudaryti ištisas grupes. Tipiška didelė Saulės dėmė susideda iš centrinio tamsaus šešėlio (Umbra), kurį gaubia kiek šviesesnis pusšešėlis (Penumbra). Dėmės labai netaisyklingos formos. Daugiausia jos būna grupėmis, iš kurių išsiskiria dvi pagrindinės dėmės – vedančioji ir atsiliekančioji. Saulės dėmių skaičius yra Saulės aktyvumo rodiklis. Visos dėmės turi stiprius magnetinius laukus. Dėmių aplinkoje dažnai matomi ir šviesesni, aukštesnės temperatūros plotai – fakelai.



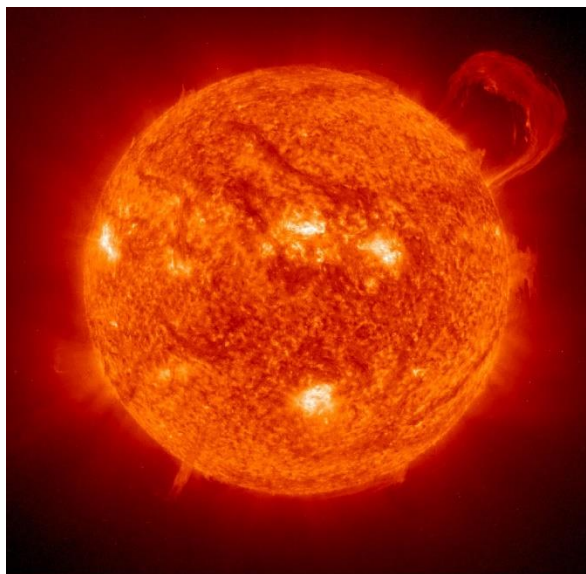
1 pav. 2014 m. spalio 18 d. Saulės dėmė AR 12192, kurios dydis – apytiksliai 10 Žemės skersmenų. PD, Šaltinis: NASA/SDO, <https://www.flickr.com/photos/gsfcr/15430820129/>

Saulė turi tolydinį spektrą, perkirstą daugeliu tamsių linijų. Tai rodo, kad fotosferą gaubia retesni dujų sluoksniai, kurių vizualia nematome. Šios dujos ir duoda spektre tamsias linijas, absorbuodamos atitinkamo bangos ilgio spinduliuotę. Mažesnio tankio dujų sluoksnius, kurie dengia fotosferą, galima sąlyginai pavadinti Saulės atmosfera.

Išmatavus tamsių linijų padėtį, pasisekė nustatyti, kuriems cheminiams elementams jos priklauso, t. y. pasisekė nustatyti cheminę sudėtį tų dujų, kurios sudaro Saulės atmosferą. Svarbiausieji iš tų elementų yra šie: vandenilis, natris, kalcis ir geležis. Iki šio laiko Saulėje surasta 66 cheminiai elementai. Kadangi temperatūra labai aukšta, tai visi jie yra pavirtę dujomis.

Virš fotosferos yra retesnės Saulės atmosferos sluoksnis – **chromosfera**. Chromosferos storis apie 1600 km. Be specialių teleskopų chromosferą galima pamatyti tik per visišką Saulės užtemimą. Per visišką Saulės užtemimą yra stebimi plazmos srautai, vadinami **spikulėmis** ir **protuberantais**.

Per visišką saulės užtemimą chromosfera matoma kaip rausvas žiedas, juosiantis tamsų Mėnulio diską. Šio žiedo išorė atrodo nelygi, dantytai kraštais. Tai aukštyn kylantys plazmos stulpai – **spikulės**. Spikulės yra dešimtimis kartų karštesnės, negu protuberantai. Spikulių skersmuo 200–2000 km, aukštis iki 10 000 km. Plazma jose kyla apie 20 km/s greičiu iki Saulės vainiko, kuriame spikulės per keletą minučių išsisklaido. Spikulės, skirtingai nei protuberantai, yra trumpalaikiai plazmos srautai.



2 pav. Lanko formos protuberantas, išsiveržęs iš Saulės. Vaizdas užfiksuotas tarptautinio SOHO kosminio aparato ultravioletinių spindulių vaizdo teleskopu (EIT) 1999 m. rugsėjo 14 d. Šaltinis: ESA/NASA/SOHO, PIA03149

Saulėje stebimi **protuberantai** yra didelės plazmos ir magnetinio lauko struktūros, besitęsiančios į išorę nuo Saulės paviršiaus, dažnai kilpos formos. Protuberantai kyla nuo Saulės fotosferos ir tęsiasi į Saulės vainiką. Vainiką sudaro itin karšta plazma, o protuberantai yra daug vėsesnė plazma (apie 10 kartų vėsesnė, nei spikulės), savo sudėtimi panaši į chromosferos plazmą. Protuberantai susidaro maždaug per parą ir gali išlikti vainike kelias savaites ar mėnesius, nusidriekdamos šimtus tūkstančių kilometrų į kosmosą. Didžiausias iki šiol užfiksuotas protuberanto atstumas siekė daugiau kaip 800 000 km.

Virš chromosferos yra plonas apie 100 km storio **pereinamasis sluoksnis**. Toliau yra išorinė Saulės atmosferos dalis – **vainikas**. Jį irgi galima pamatyti visiško Saulės užtemimo metu. Vainiko spindesys apie milijoną kartų mažesnis už fotosferos spindesį. Vainiko forma netaisyklinga, struktūra sudėtinga ir keičiasi priklausomai nuo Saulės aktyvumo. Saulės vainiko temperatūra labai aukšta apie 1 mln. °C, palyginti su fotosfera, kurios temperatūra yra nuo 2000°C iki 5500 °C. Iš vainiko sklinda stipri **rentgeno spinduliuotė**.

Kodėl vainikas yra kelis šimtus kartų karštesnis už fotosferą, nors yra toliau nuo Saulės branduolio, išlieka neaišku. Naujausi tyrimai leidžia daryti prielaidą, kad paslaptinę Saulės vainiko įkaitimą gali lemti milijonai miniatiūrinių/nano Saulės žybsnių (vad. „židiniai“), kuriuos aptiko dirbtinis Žemės palydovas „Solar Orbiter“ (paleidimo data – 2020 m. vasario 10 d.) misija. „Židiniai“ yra miniatiūriniai Saulės žybsniai, pasireiškiantys kaip trumpalaikiai (trunka 10 – 100 sek.) aukštos temperatūros (1 – 1,5 mln. °C) žybsniai apatinėje vainiko dalyje, susidarantys iš chromosferos sklindančio magnetinio lauko srautų susikirtimuose.

**Saulės limbo patamsėjimas** yra laipsniškas Saulės disko ryškumo mažėjimas, stebimas nuo jo centro iki krašto arba krašto. Šis reiškinys lengvai pastebimas Saulės nuotraukose. Labiausiai tamsėjimas vyksta mėlynos šviesos spektro dalyje. Nuo Saulės fotosferos iki išorinių atmosferos sričių jos ryškumas sumažėja net 90 %. Toks Saulės disko pakraščio patamsėjimas atsiranda dėl to,

kad Saulės atmosferos temperatūra didėja didėjant gyliui. Saulės disko centre stebėtojas mato giliausius ir karščiausius sluoksnius, kurie skleidžia daugiausia šviesos. Ties limbu matomi tik viršutiniai, vėsesni sluoksniai, kurie skleidžia mažiau šviesos. Saulės limbotamsėjimo stebėjimai naudojami Saulės atmosferos temperatūrinei struktūrai nustatyti. Tokių stebėjimų metu gauta informacija taikoma tiriant kitas žvaigždes

### 1.3. Saulės aktyvumo ciklai

Saulė sukuria magnetinius laukus, kurie tęsiasi į kosmosą ir sudaro tarpplanetinį magnetinį lauką – mūsų Saulės sistemą gaubiantį magnetinį lauką. Šį lauką per Saulės sistemą perneša **Saulės vėjas** – elektringų dujų srautas, pučiantis iš Saulės visomis kryptimis. Didžiulis erdvės burbulas, kuriame vyrauja Saulės magnetinis laukas, vadinamas **heliosfera**. Kadangi Saulė sukasi, magnetinis laukas sukasi į didelę besisukančią spiralę, vadinamą Parkerio spirale. Ši spiralė savo forma primena besisukančio sodo laistytuvo vandens raštą. Saulė ne visą laiką elgiasi vienodai. Ji pereina didelio ir mažo aktyvumo fazes, kurios sudaro Saulės ciklą. Maždaug kas 11 metų Saulės geografiniai poliai pakeičia savo magnetinį poliariškumą, t. y. šiaurinis ir pietinis magnetiniai poliai apsikeičia vietomis. Šio ciklo metu Saulės fotosfera, chromosfera ir vainikas keičiasi nuo tylių ir ramių iki labai aktyvių.

Saulės aktyvumo ciklas, vadinamo Saulės maksimumu, yra labai padidėjusio **Saulės audrų** aktyvumo metas. Saulės maksimumo metu dažnai pasitaiko Saulės dėmių, išsiveržimų, vadinamų Saulės žybsniais, ir **vainikinės masės išsiveržimų**. Saulės aktyvumo metu gali išsiskirti didžiuliai energijos ir dalelių pliūpsniai, kurie pasiekia Žemę. Panašiai kaip ir oras Žemėje, sąlygos kosmose – vadinami **kosmoso orai** – nuolat kinta priklausomai nuo Saulės aktyvumo. „Kosminiai orai“ gali trukdyti palydovams, GPS ir radijo ryšiui.

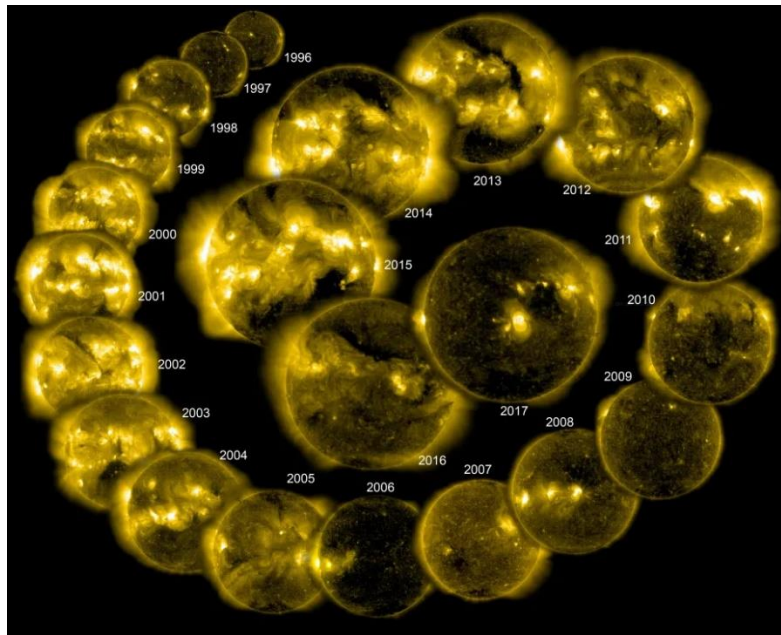
**K indeksas**, o kartu ir planetinis **Kp indeksas**, naudojami **geomagnetinių audrų** stiprumui apibūdinti. Kp yra puikus Žemės magnetinio lauko trikdžių rodiklis, kurį mokslininkai naudoja sprendami, ar reikia skelbti geomagnetinius perspėjimus ir įspėjimus naudotojams, kuriuos šie trikdžiai paveikia.

K indeksu kiekybiškai įvertinami Žemės magnetinio lauko horizontaliosios komponentės sutrikimai, kurie žymimi sveikuoju skaičiumi nuo 0 iki 9, kai 1 reiškia ramybę, o 5 ir daugiau – geomagnetinę audrą. Jis nustatomas pagal didžiausius horizontaliųjų komponentių svyravimus, kuriuos magnetometras užfiksuoja per trijų valandų intervalą.

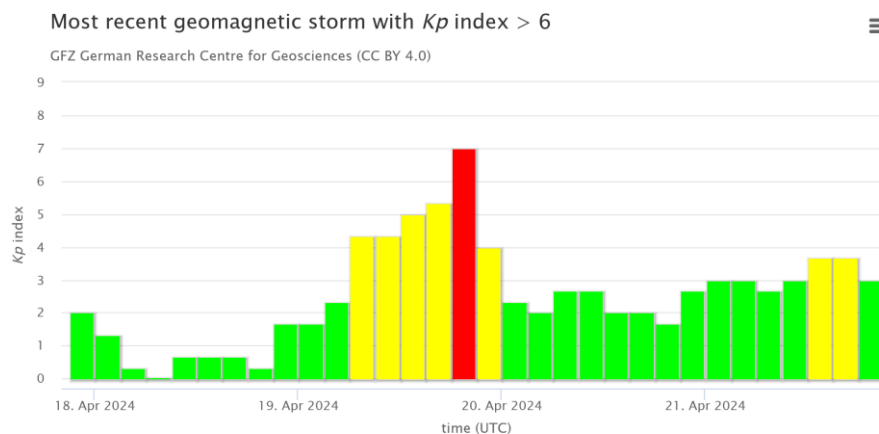
Kp 3 valandų diapazono indeksas yra 13 geomagnetinių observatorijų, esančių 44–60 laipsnių šiaurės arba pietų geomagnetinės platumos intervale, vidutinis standartizuotas K indeksas. Ženklas "K" kilęs iš vokiško žodžio "Kennziffer", reiškiančio "būdingas skaitmuo". K indeksą 1938 m. pasiūlė vokiečių geofizikas Julius Bartelsas (Julius Bartels).

JAV NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) naudojama **G-skalė** apibūdina geomagnetinės audros poveikio svarbą visuomenei ir tiems, kuriuos veikia kosmoso aplinka. Ji yra tiesiogiai išvesta iš Kp skalės, kur G1 yra silpniausia audros klasifikacija (atitinkanti Kp vertę 5), o G5 – stipriausia (atitinkanti Kp vertę 9).





3 pav. Saulės ir heliosferos observatorija stebi Saulę kosminiais teleskopais pakankamai ilgai, kad būtų galima užfiksuoti visą 22 metų Saulės ciklą. Tamsesni vaizdai rodo, kada Saulės aktyvumas yra mažesnis, o šviesesni – kada Saulės aktyvumas yra padidėjęs. SOHO/ESA IR NASA



4 pav. GFZ Vokietijos geomokslių tyrimų centro publikuojamas Kp indekso grafikas (<https://kp.gfz-potsdam.de/en/>)

#### 1.4. Poliarinēs pašvaistēs

Poliarinė pašvaistė yra Saulės vėjo sukeltų magnetosferos sutrikimų rezultatas. Didžiausi magnetosferos sutrikimai atsiranda dėl Saulės vėjo greičio padidėjimo Saulės žybsnių ir vainikinės masės išsiveržimų pasekoje. Šie trikdžiai keičia magnetosferos plazmos įkrautų dalelių trajektorijas. Šios dalelės, daugiausia elektronai ir protonai, patenka į viršutinius Žemės atmosferos sluoksnius. Dėl jonizacijos ir atmosferos sudedamųjų dalių (deguonis, azotas) sužadinimo skirtinguose aukščiuose yra išspinduliuojama įvairios spalvos ir ryškumo šviesa.

Poliarinės pašvaistės matomos, kaip dinamiškas ryškios šviesos raštas, kuris, priklausomai nuo aplinkybių, atrodo kaip spinduliai, spiralės ar dinamiški mirgėjimai, dengiantys tam tikrą dangaus dalį.

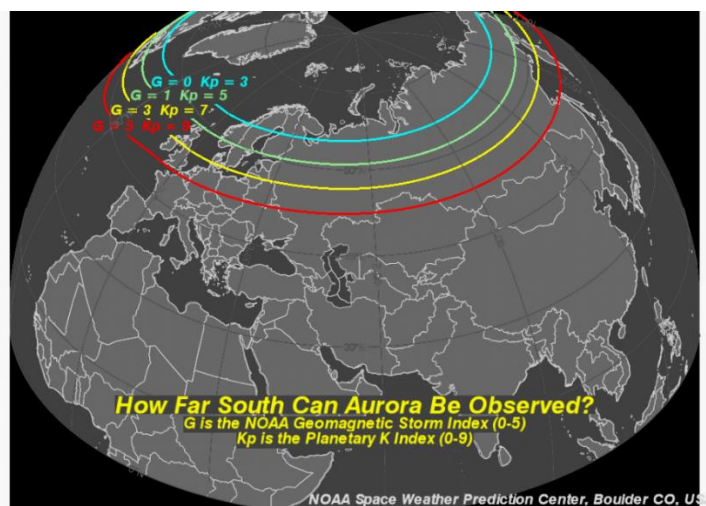
Poliarinė pašvaistė (šiaurės pašvaistė arba pietų pašvaistė), dar vadinama Aurora (aurora borealis arba aurora australis), yra Žemės danguje stebimas reiškinys, daugiausia matomas poliarinių platumų regionuose (aplink Arktį ir Antarktidą), poliarinės nakties metu. Tačiau, esant tam tikroms sąlygoms, poliarinė pašvaistė matoma ir vidutinėse platumose – Lietuvoje. **Tikimybė pamatyti poliarinę pašvaistę Lietuvoje didėja, kai Kp siekia 5-6 ar daugiau, o geomagnetinės audros stiprumas siekia G2 ar daugiau.** Nors geriausia poliarinę pašvaistę stebėti toliau nuo miesto šviesu, tačiau intensyvios poliarinės pašvaistės yra matomos ir mieste, nepaisant šviesos taršos trikdžių. Labai silpnos poliarinės pašvaistės gali būti nematomos plika akimi, tačiau gali būti fiksuojamos skaitmeninėmis foto kameromis.



5 pav. Šiaurės pašvaistė. Šaltinis: NASA

Be Kp rodiklio, Šiaurės pašvaistės susidarymui yra svarbūs **Bt ir Bz rodikliai**. Saulės vėjas yra plazma, todėl turi savo magnetinį lauką. Jo dydis reiškiamas kaip „Bt“ rodiklis. Paprastai Saulės vėjo magnetinio lauko stipris yra tik keli nT (nano-Tesla), tačiau kai jis tampa didesnis nei 10 nT, tai gali būti ženklas, kad laukiama geomagnetinio aktyvumo. „Bz“ rodiklis yra Saulės vėjo magnetinio lauko „šiaurės krypties“ komponentė. Jei Bz yra į pietus ir mažesnis nei -5 nT, poveikis Žemės geomagnetiniam laukui bus nedidelis. Jei Bz tampa mažesnis nei -10 nT, poveikis Žemės geomagnetiniam laukui bus stiprus. Arba, jei Bz yra mažas arba stipriai į šiaurę (t. y. rodo teigiamas vertes), tuomet poveikis Žemės geomagnetiniam laukui bus labiau ribotas. **Apibendrinant, kuo Bz turi „didesnę“ neigiamą reikšmę – tuo poveikis Žemės geomagnetiniam laukui bus reikšmingesnis.**





6 pav. Šiaurės pašvaistės matomumas įvairiose Euroazijos platumose, priklausomai nuo Kp indekso bei geomagnetinės audros stiprumo. Šaltinis: NOAA

2 lentelė. Šiaurės pašvaistės matomumas įvairiose Europos platumose, priklausomai nuo Kp indekso

Kp	Matomumas
0	Reikjavikas (Islandija), Trumsė (Norvegija), Inari (Suomija), Kirkenesas (Norvegija)
1	Mo I Rana (Norvegija), Jokkmokk (Švedija), Rovaniemis (Suomija)
2	Toršavnas (Farerų salos), Trondheimas (Norvegija), Umeo (Švedija), Kokkola (Suomija)
3	Alesundas (Norvegija), Sundsvalis (Švedija), Juveskiulė (Suomija)
4	Oslas (Norvegija), Stokholmas (Švedija), Helsinkis (Suomija)
5	Edinburgas (Škotija), Geteborgas (Švedija), Ryga (Latvija)
6	Dublinas (Airija), Hamburgas (Vokietija), Gdanskas (Lenkija), Vilnius (Lietuva)
7	Londonas (Jungtinė Karalystė), Briuselis (Belgija), Drezdenas (Vokietija), Varšuva (Lenkija)
8	Paryžius (Prancūzija), Miunchenas (Vokietija), Viena (Austrija), Bratislava (Slovakija)
9	Barselona (Ispanija), Marselis (Prancūzija), Roma (Italija), Bukareštas (Rumunija)

Šaltinis: <https://www.spaceweatherlive.com>

3 lentelė. Šiaurės pašvaistės švytėjimo spalvų charakteristikos

Švytėjimo spalva	Sužadinamos dujos	Aukštis	Švytėjimo bangos ilgis
Raudona	Atominis deguonis <sup>1</sup>	200 – 300 km.	630 nm. (raudona) yra išspinduliuojama dėl mažesnio deguonies kiekio
Žalia	Atominis deguonis	95 – 200 km.	557,7 nm. (žalia) yra išspinduliuojama dėl didesnio deguonies kiekio šiame aukštyje
Purpurinė	Molekulinis azotas	Žemiau 95 km.	600 – 700 nm. (raudona) + 470 nm. (mėlyna)

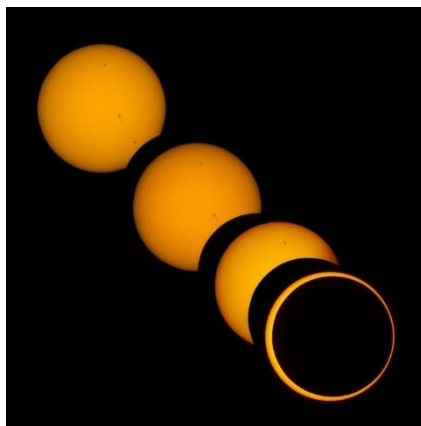
<sup>1</sup> Atominis deguonis yra vyraujanti deguonies rūšis žemoje Žemės orbitoje (LEO). Susidaręs fotodisocijuojant molekuliniam deguoniui, jis yra labai reaktyvus ir turi pakankamai energijos, kad suardytų chemines jungtis daugelio medžiagų paviršiuje ir reaguotų su jomis sudarydamas stabilius arba lakius oksidus. Daro žalą LEO kosminiams aparatams.

Kai didelės energijos elektronai bombarduoja Žemės atmosferą, jie sužadina įvairias dujas. Sužadintų dujų atomas išspinduliuoja fotoną ir mes matome švytėjimą. Kuo didesnė atmosferą bombarduojančių elektronų energija, tuo giliau į atmosferą patenka elektronai. Apibendrinant, poliarinės pašvaistės spalvos priklauso nuo to, kokios, Žemės atmosferą sudarančios, dujos yra sužadinamos ir kokia yra bombarduojančių elektronų energija.

### 1.5. Saulės užtemimai.

Saulės užtemimai būna **daliniai**, **žiediniai** (angl. annular, kai matosi saulės disko žiedas), **pilni** (kai saulės diskas yra pilnai uždengtas). Mėnulis mažesnis už Žemę ir todėl Mėnulio kūginio šešėlio skersmuo mažesnis už Žemės skersmenį. Mėnulio šešėlis negali vienu metu uždengti ne tik visos Žemės, bet ir kiek didesnės jos dalies. Pilnas Saulės užtemimas matyti tik toje palyginti nedidelėje dėmėje, kurią Mėnulio šešėlis sudaro Žemės paviršiuje. Ta šešėlio dėmė, turinti elipsės formą, niekada nepasiekia net 300 km skersmenyje, paprastai ji būna daug mažesnė. Aplink šią dėmę, kur krinta Mėnulio pusšešėlis, spinduliu iki 4000 km, matyti dalinis užtemimas, t. y. Mėnulis uždengia tik dalį Saulės (43 pav.). Visose kitose Žemės vietose, už to šešėlio ir pusšešėlio, Saulės užtemimo nėra.

Kadangi Žemė sukasi apie savo ašį, o Mėnulis skrieja aplink Žemę, tai Mėnulio šešėlis slenka Žemės paviršiumi, ir paeiliui (ne vienu metu) Saulės užtemimas matyti įvairiose Žemės paviršiaus vietose.



7 pav. Dalinio Saulės užtemimo 2012 – 05–20 d. fazės. Autorius: Brocken Inaglor, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19530803>

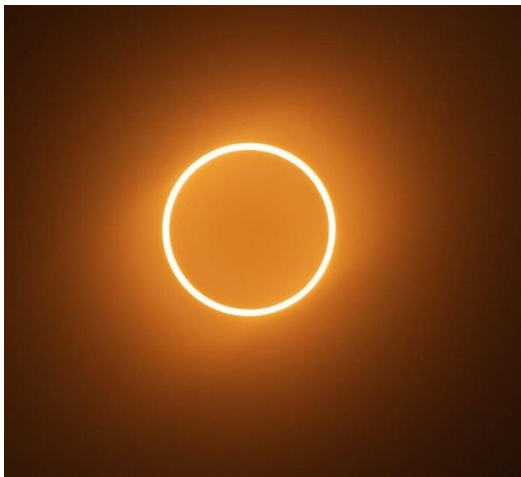
Žemės paviršiuje susidaro vadinamasis pilno užtemimo ruožas, o šalimais nuo jo matyti tik dalinis užtemimas, ir tuo mažesnis (mažesnės fazės), kuo toliau nuo pilnojo užtemimo ruožo.

Užtemimo faze vadinasi tas santykis, kurį sudaro Saulės skersmens atkarpa Mėnulio uždengtoje dalyje (didžiausio užtemimo momentu) su visu Saulės skersmeniu. Ji reiškia Saulės skersmens dalimis.

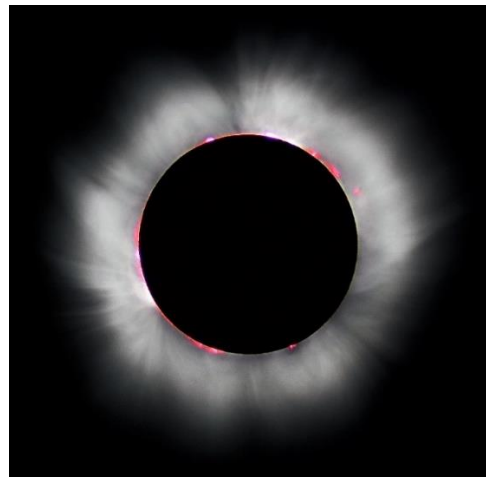


8 pav. NASA palydovo DSCOVR (Deep Space Climate Observatory) EPIC (Earth Polychromatic Imaging Camera) vaizdo kamera, užfiksavo Žemės vaizdą 2024 m. balandžio 8 d pilno Saulės užtemimo metu. Šaltinis: NASA, <https://earthobservatory.nasa.gov/images/152663/total-solar-eclipse-darkens-north-america>

Kadangi ir Mėnulio, ir Žemės orbitos yra elipsinės, tai regimasis (kampinis) Mėnulio skersmuo būna čia didesnis, čia lygus, čia mažesnis už regimąjį Saulės skersmenį. Pirmuoju atveju pilnas Saulės užtemimas trunka tam tikrą laiką (ne ilgiau kaip 7 min. 40 sek.), antruoju — tik vieną akimirką, o paskutiniuoju atveju Mėnulis iš viso neuždengia visos Saulės: matyti jos šviesūs pakraščiai aplink tamsų Mėnulio diską — įvyksta žiedinis užtemimas.



A.



B.

9 pav. A. Žiedinis Saulės užtemimas (2023-10-14 d.), uždengta 97.2% Saulės disko. Autorius Dpickd1, CC BY 4.0, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2023\\_Annual\\_Eclipse.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2023_Annual_Eclipse.jpg);

B. Pilnas Saulės užtemimas (1999-08-11 d.). Autorius: Luc Viatour, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=60793>



Saulės užtemimo eiga yra tokia: pirma vakariniame (dešiniajame) Saulės disko pakraštyje pasirodo maža juoda išima. Pamažu ji didėja ir Saulę vis daugiau ir daugiau uždengia Mėnulis. Šitaip trunka apie valandą.

Prieš prasidedant pilnam užtemimui Saulės šviesa silpnėja palaipsniui ir tatau ne taip jau ir pastebima. Prasidėjus pilnajam užtemimui, vaizdas iš karto pasikeičia. Pasidaro tamsu; danguje matyti ryškiosios žvaigždės ir planetos. Aplink Saulę matyti chromosfera ir ryškūs plazmos dariniai (protuberantai ir spikulės). Aplink užtemusią Saulę švyti Saulės vainikas, kurį sudaro Saulės atmosferos išorinės dalys. Pilnajam užtemimui baigiantis, dešiniajame pakraštyje pasirodo siauras Saulės pjautuvas, pasklinda ryški šviesa, ir iš karto pranyksta vainikas, protuberantai ir žvaigždės. Pjautuvas pamažu didėja, ir Mėnulis maždaug per valandą nueina nuo Saulės disko.

Nors Saulės užtemimai dažniau pasitaiko negu Mėnulio užtemimai, tačiau tam tikroje Žemės vietoje Saulės užtemimai, o ypač pilnieji, matomi daug rečiau negu Mėnulio užtemimai. Bet kurioje vietoje pilnieji Saulės užtemimai pasitaiko apytikriai kartą per 300 metų. Būna, žinoma, ir nukrypimų nuo šios normos.

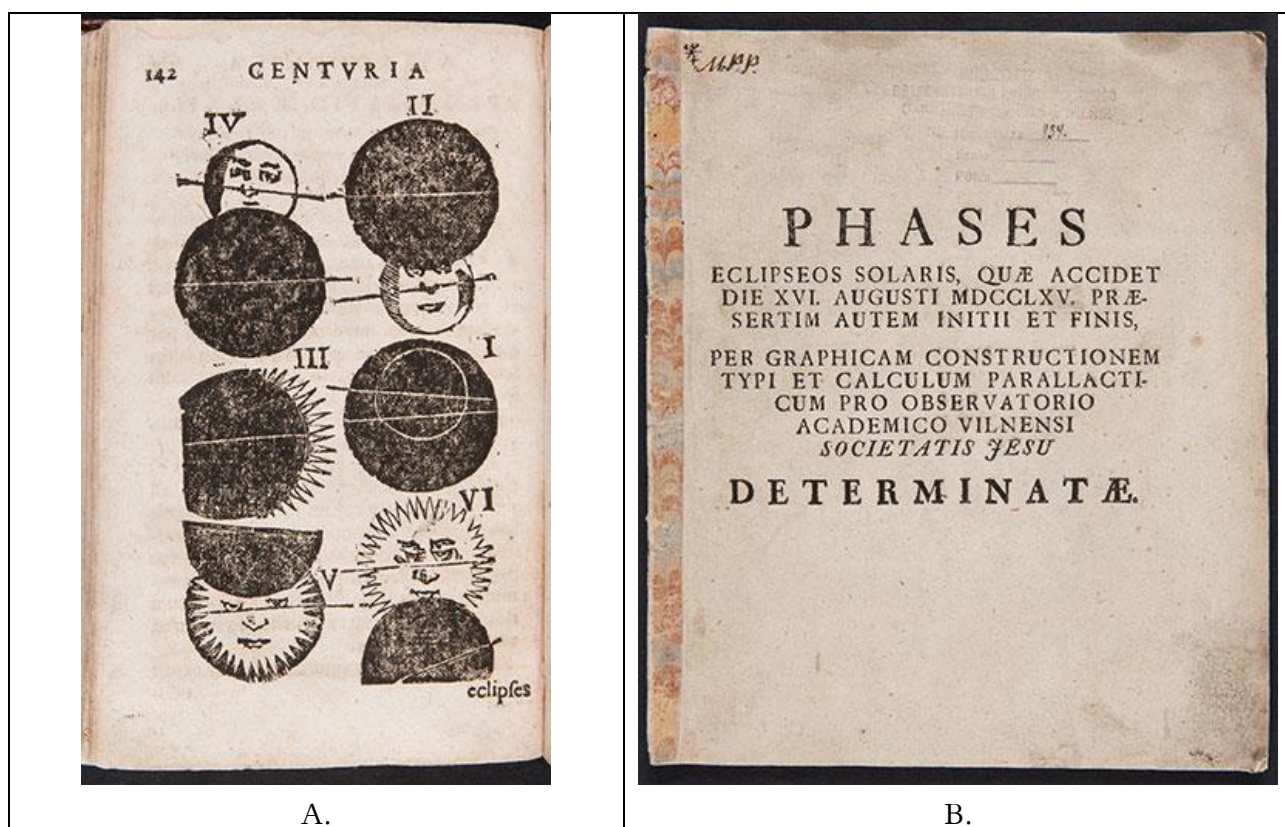
Per pilnuosius Saulės užtemimus galima stebėti tokius reiškinius, kurių šiaip jau nematyti. Todėl jiems stebėti į pilnojo užtemimo ruožus vyksta specialios ekspedicijos.



10 pav. 1706 m. gegužės 12 d. pilno Saulės užtemimo, stebėto Lietuvoje, žemėlapis<sup>2</sup> fragmentas. Šaltinis:[https://lt.wikipedia.org/wiki/Vaizdas:Ca.\\_1706\\_map\\_of\\_Europe\\_during\\_the\\_Solar\\_eclipse\\_of\\_May\\_12,\\_1706.jpg](https://lt.wikipedia.org/wiki/Vaizdas:Ca._1706_map_of_Europe_during_the_Solar_eclipse_of_May_12,_1706.jpg)

<sup>2</sup> „Eclipseos Solis Totalis cum mora, d: 12 Maji 1706, horis antem: in Europa celebratae, Geographica Repraesentatio, in qua Centralis Umbræ Tractus ac reliquæ Magnitudines suis locis cometentes, ex Illustrium Virorum observationibus deductæ, per arcus parallelos, cei digitorum singulorum indices, ope (tit.) Dni. Io. Gabr. Doppelmayr Math: PP curioso ostenduntur a Io: Bapt. Homanno.“

Apie Vilniaus universitete atliktus Saulės užtemimų stebėjimus rašytinės žinios siekia 17 amžių. A. Dyblinskis 1639 Vilniuje išleido veikalą „Centuria Astronomica“ („Astronominė šimtinė“), kuriame aprašė Saulės ir Mėnulio užtemimų priežastį. Saulės ir Mėnulio užtemimus stebėjo M. Počobutas. M. Počobutas Saulės užtemimų stebėjimus naudojo vietovių geografinėms koordinatėms nustatyti/patikslinti.



11 pav.

- A. Puslapis apie Saulės ir Mėnulio užtemimus iš Dyblinski, A. *Centuria astronomica*“ Vilnius, 1639. Šaltinis: [https://biblioteka.vu.lt/e.parodos/hinc-itur-ad-astra/img/th5\\_2a.jpg](https://biblioteka.vu.lt/e.parodos/hinc-itur-ad-astra/img/th5_2a.jpg),  
 B. Puslapis apie 1765 rugpjūčio 16 d. dalinio Saulės užtemimo fazes iš knygos Poczobut, M. „*Phases eclipseos Solaris...*“ Vilnius, 1765. Šaltinis: [https://biblioteka.vu.lt/e.parodos/hinc-itur-ad-astra/img/th5\\_8.jpg](https://biblioteka.vu.lt/e.parodos/hinc-itur-ad-astra/img/th5_8.jpg)

Paskutinis visiškas Saulės užtemimas Lietuvoje buvo matomas 1954-06-30 d. Saulės užtemimas 1954 metais buvo matyti beveik visame Baltijos jūros regione (45 pav.); ilgame ruože tas užtemimas buvo pilnas. Išilginėmis linijomis sujungti taškai, kur užtemimo fazė buvo vienoda (izofazės). Vidurinis brūkšniuotas ruožas rodo, kur užtemimas buvo pilnas.



12 pav. Pilno Saulės užtemimo (1954 m.) matomumo žemėlapis. Šaltinis:  
<https://www.timeanddate.com/eclipse/map/1954-june-30>

Saulės užtemimams pavaizduoti sudaromi žemėlapiai, kuriuose nubrėžiamas Mėnulio šešėlio kelias Žemės paviršiuje, o taip pat izochronos — linijos, pažymincios vienodus užtemimo pradžios, vidurio ir pabaigos momentus, bei izofazės — linijos, parodančios vienodas didžiausias fazes per dalinį užtemimą.





## 2. Mėnulis

### 2.1. Bendra informacija apie Mėnulį

4 lentelė. Pagrindiniai faktai apie Mėnulį

<b>Pusiaujo perimetras:</b> 10,917 tūkst. km
<b>Pusiaujo skersmuo:</b> 3,474 tūkst. km (~1/4 Žemės pusiaujo skersmens)
<b>Masė:</b> $7,348 \times 10^{22}$ kg (1/81 Žemės masės)
<b>Temperatūra:</b> nuo -173 °C iki +100 °C
<b>Amžius:</b> apie 4,51 mlrd. metų.
<b>Vidutinė apsisukimo apie ašį trukmė:</b> 27.321 d. (sidearalinis periodas), 29 d. 12 h 44 min 2.9 s (sinodinis periodas, regimasis stebint iš Žemės)
<b>Atstumas nuo Žemės:</b> 4 05 400 km (apogėjus); 3 62 600 km (perigėjus)

Mėnulis yra vienintelis natūralus Žemės palydovas. Jis skrieja vidutiniškai 384 400 km atstumu, maždaug 30 kartų didesniu už Žemės skersmenį.

Traukos jėgos tarp Žemės ir Mėnulio sinchronizavo Mėnulio orbitos periodą (mėnulio mėnesį) su jo sukimosi periodu (mėnulio diena) 29,5 Žemės paros, todėl ta pati Mėnulio pusė visada buvo nukreipta į Žemę. Mėnulio gravitacinė trauka yra pagrindinis Žemės vandenynų potvynių ir atoslūgių variklis.

Mėnulio paviršius santykinai prastai atspindi Saulės šviesą – Mėnulio vidutinis geometrinis albedas yra 0,12 (panašus į apsitrynusio asfalto geometrinį albedą). Mėnulis švyti atspindėta Saulės šviesa. Pilnatyje Mėnulio ryškis -12,7 (šviečia apie 400 000 kartų silpniau už Saulę).

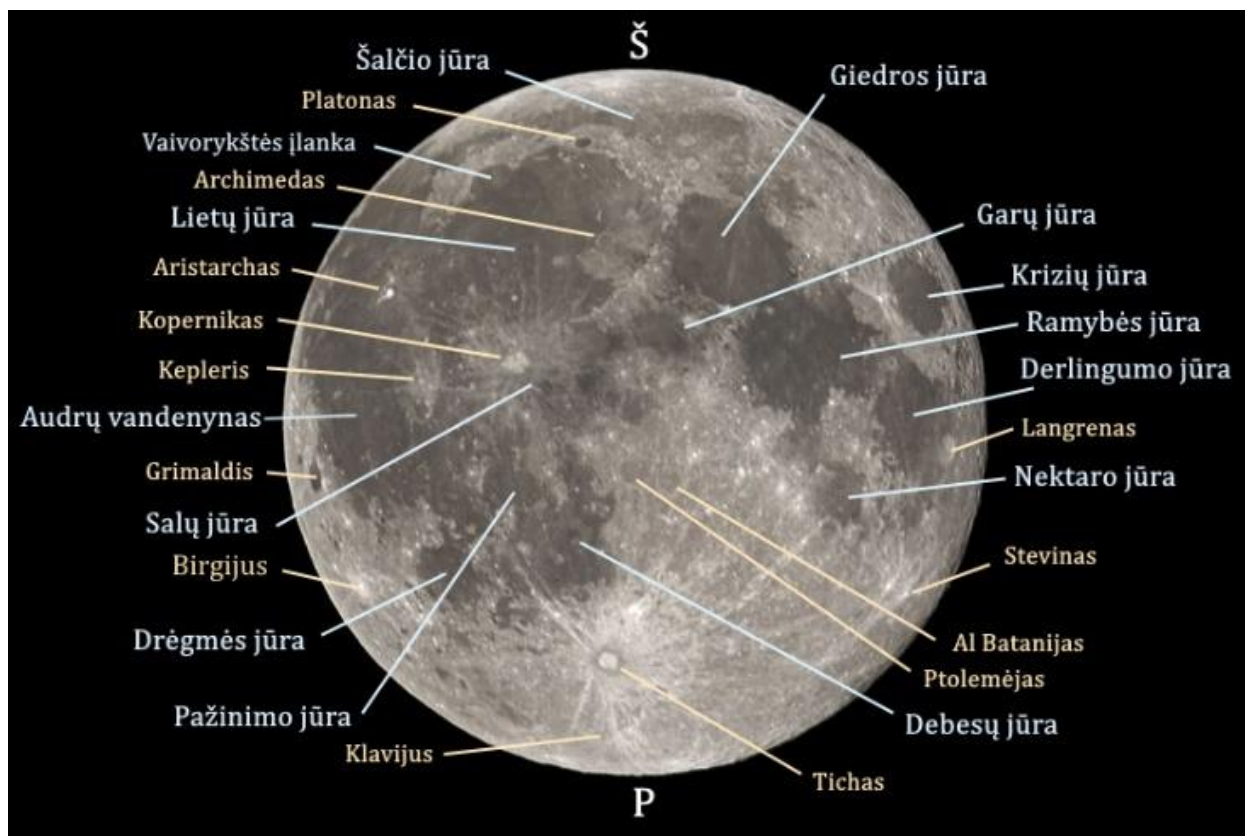
Mėnulis yra ryškiausias dangaus objektas naktiniame Žemės danguje. Taip yra dėl didelio regimojo kampinio skersmens. Regimasis Mėnulio kampinis dydis yra beveik toks pat kaip Saulės, todėl visiško Saulės užtemimo metu Mėnulis gali visiškai uždengti Saulę.

Mėnulis, išskyrus tuos atvejus, kai Mėnulio užtemimo metu praeina pro Žemės šešėlį, visada yra apšviestas Saulės, iš Žemės matomas Mėnulio paviršiaus apšvietimas keičiasi dėl jo padėties Žemės ir Saulės atžvilgiu pasikeitimo, stebimos Mėnulio fazės. Fazės kartojasi kas 29,53059 paros (sinodinis mėnuo). Iš Žemės yra stebima apie 59% Mėnulio paviršiaus. Dėl cikliškų perspektyvos poslinkių (libracijos) yra matomos „nematomos“ Mėnulio pusės dalys.

Mėnulio paviršiaus gravitacija sudaro maždaug šešadalį Žemės, maždaug pusę Marso gravitacijos. Mėnulis neturi hidrosferos, atmosferos ar magnetinio lauko. Jis susidarė prieš 4,51 milijardo metų, neilgai trukus po Žemės susiformavimo, iš nuolaužų, susidariusių po milžiniško susidūrimo tarp Žemės ir spėjamo Marso dydžio kūno, vadinamo Theia.

Mėnulio paviršius padengtas kalnais, smūginiais krateriais, jų smūgių nuolaužomis, tamsiomis dulkėmis padengtomis atvėsusios vulkaninės lavos lygumomis – mariomis („jūromis“). Šios jūros susidarė, kai skysta lava tekėjo į senovinius smūginius kraterius.

## 2.2. Mėnulio paviršius



13 pav. Mėnulio matomosios pusės krateriai ir jūros

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Full\\_Moon\\_\(20995260376\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Full_Moon_(20995260376).jpg)

### 2.2.1. Mėnulio aukštumos ir žemumos

Pagrindinius Mėnulio paviršiaus bruožus galima pamatyti tiesiog pažvelgus į jį. Jame yra šviesesnių ir tamsesnių sričių. Šios išskirtinės vietovės yra šviesios Mėnulio aukštumos (dar vadinamos „terrae“, lotyniškai „žemė“) ir tamsesnės lygumos, vadinamos „maria“, lotyniškai „jūros“, kurias jos priminė Tomui Hariotui (1560–1621 m.) ir Galilėjui Galilėjui (1564 m. –1642), pirmiesiems mokslininkams, teleskopais tyrinėjusiems Mėnulį. Pavadinimus terrae ir maria (vienaskaita – terra ir mare) Mėnulio vietovėms suteikė Tomas Hariotas ir Galilėjaus amžininkas Johanesas Keplėris (1571–1630). Idėja, kad aukštumos ir žemumos atitinka žemyną ir jūras, atrodo, buvo populiari tarp senovės graikų gerokai anksčiau, nei buvo išrasti teleskopai. Nors dabar žinome, kad tai ne jūros (Mėnulyje niekada nebuvo vandens), vis tiek vartojame šį terminą.

Jūros yra sąlyginai lygios Mėnulio žemumos, jų skersmuo nuo 200 iki 2000 km. Kitą Mėnulio paviršiaus dalį sudaro šviesesnės kalnuotos sritys, vadinamos žemynais. Juose plyti šimtų

kilometrų ilgio ir 3–6 km aukščio kalnagūbriai, pavieniai kalnai, plokščiakalniai, ilgi šimtų metrų pločio ir gylio plyšiai, platūs slėniai. Didžiausias kalnas siekia 9 km.

### **2.2.2. Kalnai ir krateriai**

Atidžiau apžiūrėjus matyti, kad aukštumas sudaro daugybę persidengiančių kraterių, kurių dydis svyruoja nuo mažiausių, matomų tik Mėnulio zondų nuotraukose iki daugiau nei 1000 km. Kai kur krateriai sudaro grandinės, kurios lot. vadinamos Catenae. Iš esmės visi šie krateriai susidarė į Mėnulį atsitrenkus meteoritams. Prieš į Mėnulį skrendant robotams ar pilotuojamiems erdvėlaiviams, daugelis mokslininkų manė, kad dauguma Mėnulio kraterių yra vulkaninės kilmės. Tačiau sužinojus daugiau apie Mėnulio kraterių prigimtį ir ištyrus smūginius kraterius Žemėje, tapo aišku, kad Mėnulį bombardavo meteoritai. Per „Apollo“ misijas grąžinti mėginiai patvirtino, kad smūginiai procesai vaidina svarbų vaidmenį formuojant Mėnulio kraštovaizdį. Terminas „meteoritų smūgis“ vartojamas kosminio objekto paviršiaus bombardavimo procesui apibūdinti. Patys objektai dažnai vadinami „impaktoriais“.

Impaktoriaus smūgis sukelia galingą sprogimą. Didelis impaktorius ne tik įsirėžia į planetos paviršių. Kai jis atsitrenkia, jis juda labai greitai – daugiau nei 20 km/s (70 000 km/val.). Šio sudūrimo pasekoje susidaro toks aukštas slėgis, kad impaktorius akimirksniu išgaruoja. Planetos, į kurią trenkiasi meteoritas, medžiaga stipriai suspaudžiama smūginės jėgos, o paskui dekompresuojama.

Smūgio metu šiek tiek planetos paviršiaus medžiagos išgaruoja, šiek tiek išsilydo, bet didžioji dalis (maždaug 10 000 kartų didesnė už impaktoriaus masę) yra išmetama sprogimo bangos iš smūgio zonos ir susikaupia aplink susidariusį duobę. Kraterio dugnas yra žemesnis už pradinį žemės paviršių, o ant krašto susikaupusi nuolaužų medžiaga – aukštesnė. Nedidelė dalis medžiagos taip pat išmetama dideliais atstumais lanko formos keliais, vadinamais spinduliais. Tokia forma būdinga smūginiam krateriui ir skiriasi nuo vulkaninių kalderų (nėra nuolaužų krūvų).

### **2.2.3. Jūros (lot. Mare)**

Jūros užima 16 % viso Mėnulio paviršiaus (apie 40 % matomos Mėnulio pusės ploto) ir yra sudarytos iš lavos srautų, užpildžiusių palyginti žemas vietas, dažniausiai milžiniškų smūginių baseinų viduje. Taigi, nors Mėnulyje nėra daug vulkaninių kraterių, jame vyko vulkaninė veikla. Atidžiai išnagrinėjus ryšius tarp aukštumų ir jūrų matyti, kad ši veikla vyko po to, kai susiformavo aukštumos ir susidarė didžioji dalis kraterių. Taigi jūros yra vėlesnės už aukštumas.

Dar prieš „Apollo“ misijoms pargabenant mėginius iš marių, buvo hipotezė, kad lygumos yra vulkaninės kilmės. Jose yra kai kurių bruožų, labai panašių į lavos srautus. Kiti bruožai primena lavos kanalus, kurie sudaro kai kurių tipų lavos srautuose Žemėje. Dar kiti bruožai primena griūtis palei požeminius vulkaninius darinius, vadinamus lavos vamzdžiais. Šie ir kiti bruožai daugumą Mėnulio mokslininkų iki „Apollo“ misijų leido manyti, kad jūros yra lavos

lygumos. Šią įžvalgą patvirtino iš jūrų surinkti mėginiai: jie yra vulkaninės uolienos, vadinamos bazaltu, rūšis.

Jūros apima daugelį milžiniškų smūginių baseinų (slėnių), puošiančių Mėnulio matomą pusę. (Mėnulis į Žemę nukreiptas tuo pačiu pusrutuliu). Kai kurie mokslininkai septintajame dešimtmetyje tvirtino, kad dėl smūgių ne tik susidarė krateriai, bet smūgio pasekmėje lydėsi ir Mėnulio giluminės uolienos. Buvo teigiama, kad meteoritų smūgiai sukėlė vulkaninius procesus. Tačiau kruopštus geologinis kartografavimas naudojant aukštos kokybės fotonuotraukas parodė, kad jūros turi būti gerokai vėlesnės už smūginius baseinus, kuriuose jie yra. Pavyzdžiui, smūgis, suformavęs didelį Imbrium smūginį baseiną, išmetė medžiagą į išorę ir suformavo kalnus, supančius Serenitatis smūginį baseiną, taigi Serenitatis turi būti senesnis už jame esančią Mare Serenitatis (Giedros jūra). Jei Mare Serenitatis lavos susiformavo tada, kai susiformavo baseinas, jose turėtų matytis milžiniško smūgio, suformavusio Imbrium, padariniai. Tačiau nematyti jokių smūgio požymių. Be to, jūrose yra daug mažiau kraterių nei baseino nuosėdose, vadinasi, jie egzistavo trumpiau (kuo senesnis paviršius, tuo daugiau kraterių). Žinoma, „Apolono“ ekspedicijų atgabenti mėginiai patvirtino šias geologines prielaidas ir parodė, kad kai kuriuos smūginius baseinus užpildančios jūros susiformavo praėjus milijardui metų po baseino susiformavimo.

Kai kuriais atvejais matome, kad jūras užliejusi lava išsiveržė iš didžiulių smūginių baseinų pakraščių, galbūt išilgai koncentriškų paviršiaus lūžio plyšių. Tačiau daugeliu atvejų negalime aiškiai nustatyti lavos išsiveržimo vietų.

Dar vienas įdomus bruožas yra tas, kad beveik visos jūros yra į Žemę atgręžtoje Mėnulio pusėje. Spėjama, kad tokią asimetriją lemia tai, kad Mėnulio priešingoje pusėje aukštumų pluta yra storesnė, todėl bazaltams sunku prasiskverbti iki pat paviršiaus.

5 lentelė Pagrindiniai mėnulio geologiniai objektai: Jūros

Lot. Pavadinimas	Lietuviškas pavadinimas	Platuma	Ilguma	Skersmuo
Mare Anguis	Gyvatės jūra	22.6°Š	67.7°R	150 km
Mare Australe	Pietų jūra	38.9°P	93.0°R	603 km
Mare Cognitum	Jūra, kuri tapo žinoma	10.0°P	23.1°V	376 km
Mare Crisium	Krizių jūra	17.0°Š	59.1°R	555 km
Mare Fecunditatis	Vaisingumo jūra	7.8°P	51.3°R	909 km
Mare Frigoris	Šalčio jūra	56.0°Š	1.4°R	1596 km
Mare Humboldtianum	Aleksandro fon Humbolto jūra	56.8°Š	81.5°R	273 km
Mare Humorum	Drėgmės jūra	24.4°P	38.6°V	389 km
Mare Imbrium	Liūčių jūra	32.8°Š	15.6°V	1123 km
Mare Ingenii	Protingumo jūra	33.7°P	163.5°R	318 km
Mare Insularum	Salų jūra	7.5°Š	30.9°V	513 km
Mare Marginis	Krašto jūra	13.3°Š	86.1°R	420 km
Mare Moscoviense	Maskvos jūra	27.3°Š	147.9°R	277 km
Mare Nectaris	Nektaro jūra	15.2°P	35.5°R	333 km
Mare Nubium	Debesų jūra	21.3°P	16.6°V	715 km

Mare Orientale	Rytų jūra	19.4°P	92.8°V	327 km
Mare Serenitatis	Ramybės jūra	28.0°Š	17.5° R	707 km
Mare Smythii	Viljamo Henrio Smito jūra	1.3°Š	87.5° R	373 km
Mare Spumans	Putojanti jūra	1.1°Š	65.1°R	139 km
Mare Tranquillitatis	Ramybės jūra	8.5°Š	31.4°R	873 km
Mare Undarum	Bangų jūra	6.8°Š	68.4°R	243 km
Mare Vaporum	Garų jūra	13.3°Š	3.6°R	245 km
Oceanus Procellarum	Audrų vandenynas	18.4°Š	57.4°V	2568 km

#### 2.2.4. Ežerai (lot. Lacus)

Mažesnės balazaltinės lygumos, panašios kilmės, kaip ir jūros.

6 lentelė Pagrindiniai mėnulio geologiniai objektai: Ežerai.

Lot. Pavadinimas	Lietuviškas pavadinimas	Platuma	Ilguma	Skersmuo
Lacus Aestatis	Vasaros ežeras	15.0° P	69.0° V	90 km
Lacus Autumni	Rudens ežeras	9.9° P	83.9° V	183 km
Lacus Bonitatis	Gerumo ežeras	23.2° Š	43.7° R	92 km
Lacus Doloris	Liūdesio ežeras	17.1° Š	9.0° R	110 km
Lacus Excellentiae	Puikybės ežeras	35.4° P	44.0° V	184 km
Lacus Felicitatis	Laimės ežeras	19.0° Š	5.0° R	90 km
Lacus Gaudii	Džiaugsmo ežeras	16.2° Š	12.6° R	113 km
Lacus Hiemalis	Žiemos ežeras	15.0° Š	14.0° R	50 km
Lacus Lenitatis	Minkštumo ežeras	14.0° Š	12.0° R	80 km
Lacus Luxuriae	Prabangos ežeras	19.0° Š	176.0° R	50 km
Lacus Mortis	Mirties ežeras	45.0° Š	27.2° R	151 km
Lacus Oblivionis	Užmaršties ežeras	21.0° P	168.0° V	50 km
Lacus Odii	Neapykantos ežeras	19.0° Š	7.0° R	70 km
Lacus Perseverantiae	Atkaklumo ežeras	8.0° Š	62.0° R	70 km
Lacus Solitudinis	Vienatvės ežeras	27.8° P	104.3° R	139 km
Lacus Somniorum	Svajonių ežeras	38.0° Š	29.2° R	384 km
Lacus Spei	Vilties ežeras	43.0° Š	65.0° R	80 km
Lacus Temporis	Laiko ežeras	45.9° Š	58.4° R	117 km
Lacus Timoris	Baimės ežeras	38.8° P	27.3° V	117 km
Lacus Veris	Pavasario ežeras	16.5° P	86.1° V	396 km

#### 2.2.5. Kiti paviršiaus dariniai

Kiti paviršiaus dariniai: įlankos ir pelkės (lot. Sinus, Paludes), raukšlės (lot. Dorsum), Kyšuliai (lot. Promontoria), plyšiai (lot. Rima), skardžiai (lot. Rupes).

### 2.3. Mėnulio uolienos

Spėjama, kad ankstyvasis Mėnulis turėjo būti padengtas globaliu magmos okeanu, dabar dažnai vadinamu mėnulio magmos okeanu. Nors magmos okeano hipotezės tikrumas nėra

galutinai patvirtintas, niekas, ką žino mokslas neprieštarauja prielaidai, kad prieš 4,5 milijardo metų Mėnulis buvo padengtas šimtų kilometrų storio magmos sluoksniu.

Jūrų uolienos daugiausiai sudarytos iš bazaltų (magnio ir geležies silikatų), žemynų – iš anortozitų (aliuminio ir kalcio silikatų). Uolienos susiformavo vėstant ir kietėjant lavai.

Jūrų paviršių sudaro akyta susmulkinta medžiaga – regolitas. Meteoritinės medžiagos regolite yra apie 1 %. Mėnulio regolito storis – nuo 5 m jūrose iki 15 m žemynuose.

Regolitą sudaro tai, ko galima tikėtis iš smūgio metu susidariusios nuolaužų. Jame yra pirminės uolienos ir ją sudarančių mineralų fragmentų. Jame taip pat yra smūgių metu susidariusių stikliškų dalelių. Daugelyje Mėnulio regolito dalelių pusę sudaro mineralų fragmentai, surišti smūginio stiklo, mokslininkai šiuos objektus vadina aglutinatais.

Cheminė regolito sudėtis atspindi po juo esančių uolienų sudėtį. Aukštumų regolite, kaip ir aukštumų uolienose, gausu aliuminio. Marių regolite gausu geležies ir magnio – pagrindinių bazalto sudedamųjų dalių. Yra ir mišrios sudėties regolito, tačiau išlieka aiškus skirtumas tarp žemynų ir jūrų regolito sudėties.

Aukštumos taip pat yra kitų tipų uolienų. Dažniausiai pasitaikančios yra noritai ir troktolitai, uolienos, sudarytos iš lygių plagioklazės ir arba olivino, arba pirokseno (abu silikatiniai mineralai, turintys geležies ir magnio) kiekių. Amžiaus nustatymas rodo, kad šios uolienos yra šiek tiek jaunesnės nei anortozitai ir susiformavo po to, kai magma vandenynas buvo kristalizuotas.

Trečia uolienų rūšis, randama Mėnulio paviršiuje, yra brekčijos – sulipę įvairių mineralų gabaliukai, susidarę iš nukritusio kosminio kūno sprogo bangos poveikio suardytų ir pakitusių pirminių uolienų.

Įdomus dalykas apie Mėnulio aukštumų smūgines brekčijas (uolienos, kurios buvo iš dalies ištirpę smūgio įvykio metu), yra tas, kad dauguma jų patenka į gana siaurą susidarymo amžiaus intervalą, nuo maždaug 3,85 iki 4,0 milijardo metų. Tai leidžia daryti prielaidą kad tuo laikotarpiu Mėnulis buvo bombarduojamas nepaprastai intensyviai. Tikėtina, kad ir Žemė tuo pat metu patyrė dažnesnius, nei paprastai, meteoritų smūgius.

Dar viena su jūromis susijusi (nors ji randama ir žemynuose) uolienų rūšis yra vadinama tamsiosios mantijos uolienomis (DMD). Kai kuriose vietose Mėnulio paviršius padengtas tamsios medžiagos sluoksniais. Šias sritis galima matyti nebent galingais teleskopais arba iš šalia Mėnulio esančių erdvėlaivių. Didžiausios DMD sritys randamos mėnulio jūrų pakraščiuose. Jos užima daugybę tūkstančių kvadratinų kilometrų. DMD dariniai taip pat yra matomi ir mėnulio aukštumose. Taigi, kadangi lavos teka tik žemyn, šie dariniai negali būti susidarę dėl lavos srautų. Atrodo, kad jie žymi sritis, kur plonas paviršinis DMD uolienų sluoksnis susidarė ant senesnio Mėnulio paviršiaus. Mėnulyje taip pat yra daug mažesnių DMD uolienų sancaupų. Dauguma yra tik kelių kilometrų skersmens. Šios sancaupos beveik visada yra šalia jūros arba yra didelių kraterių dugne. Dalis DMD darinių yra išsidėstę palei aiškias paviršiaus lūžio linijas. Kadangi dauguma šių



darinių turi centrinę įdubą arba kraterį, jie greičiausiai yra mažų vulkaninių piroklastinių išsiveržimų vietos.

Iki „Apollo“ ekspedicijų buvo spėjama, kad tamsios mantijos uolienos susidarė dėl ugnikalnių išsiveržimų, vadinamų piroklastiniais išsiveržimais. Kai kurie DMD dariniai atrodė susiję su vulkaninio šlako kūgiais, kokie susidaro Žemėje piroklastinių išsiveržimų metu. Tai tarsi patvirtino hipotezę, kad uolienos susidarė dėl piroklastinių išsiveržimų. Šią geologinę hipotezę galutinai patvirtino „Apollo 17“ misija ir jos metu paimti „oranžinio grunto“ mėginiai – mėginiuose buvo surasti smulkūs juodo ir oranžinio stiklo lašeliai, panašūs į tuos, kurie aptinkami žemėje po piroklastinių išsiveržimų.

Šios sferos greičiausiai susiformavo iš mažų lavos lašelių, kurie labai greitai atvėso. Tokie lašeliai išmetami iš piroklastinio sprogo vietos. Įvertinus DMD dalelių dydį, galima nuspėti, kad kai kurios iš šių mikrosferų galėjo būti nusviestos šimtais kilometrų nuo sprogo epicentro. Tai leidžia manyti, kad kai kurie mėnulio vulkanų išsiveržimai turėjo būti gana smarkūs, gerokai didesni nei mums žinomi vulkanų išsiveržimai Žemėje.

Viena iš įdomiausių informacijos rūšių, saugomų Mėnulio paviršiaus uolienuose, yra Saulės istorija. Artimiausia žvaigždė skleidžia didžiulį kiekį dalelių, vadinamų Saulės vėju. Saulės vėjo dalelės, sudarytos daugiausia iš vandenilio, helio, neono, karbono ir azoto, atsitrenkia į Mėnulio paviršių ir įsiskverbia į mineralų grūdelius. Laikui bėgant jų kiekis didėja. Iš esmės analizuodami šias Saulės vėjo paveiktas Mėnulio grunto daleles, ypač jų izotopinę sudėtį, galime nustatyti, ar laikui bėgant keitėsi sąlygos Saulės viduje.

## **2.4. Mėnulio drebėjimai, mėnulio vidaus struktūra ir paslaptingas magnetinis laukas**

Mėnulyje būna mėnulio drebėjimai. Didžiausi drebėjimai pasiekia tik apie 5 balus pagal Richterio skalę ir jie įvyksta maždaug kartą per metus. Tai aiškus įrodymas, kad Mėnulis šiuo metu nėra geologiškai aktyvus. Nėra seisminių judesių, kurie judintų plutos plokštes kaip Žemėje, nėra vulkaninių išsiveržimų.

Apie mėnulio drebėjimus žinome iš keturių seismometrų, įrengtų "Apollo" misijų metu. Yra žinoma, kad Žemė turi ploną plutą (20–60 km virš žemynų, 8–10 km virš vandenynų), storą silikatinę mantiją (iki 2900 km) ir didelį metalinį geležies branduolį (nuo 2900 km iki centro 6370 km). Mėnulis yra visiškai kitoks. Pluta yra storesnė nei Žemės žemyninė pluta, svyruojanti nuo 70 km iš Žemės matomoje pusėje iki galbūt 150 km nematomoje Mėnulio dalyje. Jūriniai bazaltai sudaro ploną sluoksnį ant šios daugiausia plagioklazo turinčios plutos, kurios vidutinis storis yra tik apie 1 km (daugiausia nustatyta iš fotogeologinių tyrimų). Iš geologinių mėginių, kurie surinkti Imbrium ir Serenitatis baseinų pakraščiuose, bei iš "Apoll" ir "Clementine" misijų metu atliktų stebėjimų, galima padaryti prielaidą kad apatinė pluta gali neturėti tiek plagioklazo, kiek viršutinė plutos dalis. Po pluta yra mėnulio mantija, kuri sudaro didžiausią Mėnulio dalį. Gali būti, kad uolienų, esančių giliau, nei 500 km., geologinė sandara

labai skiriasi nuo paviršiuje esančių uolienų. Tas skirtumas gali būti sąlygotas mėnulio magma vandenynėse vykusių procesų, kai vienos uolienos grimzdo, o kitos – liko magmos vandenyno paviršiuje. Po mantija yra mažas mėnulio branduolys, sudarytas iš metalinės geležies. Branduolio skersmuo yra labai neaiškus – galimai nuo maždaug 100 km iki 400 km.

Tas mažas branduolys yra svarbus. Mėnulis neturi stipraus magnetinio lauko, todėl jo branduolys negeneruoja magnetizmo taip, kaip Žemės branduolys. Vis dėlto, praeityje jis generavo magnetinį lauką, nes magnetinio lauko poveikis yra stebimas Mėnulio uolienose. Tyrimai rodo, kad senesnės uolienos turi stipresnį magnetizmą, kas rodo, kad Mėnulio magnetinis laukas praeityje buvo stipresnis, o vėliau sumažėjo iki dabartinio lygio. Kodėl tai įvyko yra nežinoma.

Nors Mėnulio magnetinis laukas dabar yra itin silpnas, Mėnulyje yra mažų teritorijų, kur magnetiniai laukai yra daug stipresni nei aplinkinėse srityse. Šios magnetinės anomalijos nėra iki galo suprastos. Klasikinės Mėnulio kilmės teorijos nepaaiškina magnetinių anomalijų susiformavimo. Kai kurie mokslininkai jas sieja su didelių kosminių kūnų smūgių, formuojančių baseinus, poveikiu. Keliamą hipotezę, kad g stiprios magnetinės anomalijas kraterių išmetimuose susidarė dėl smūgio metu susidarantių stipriai jonizuotų dujų. Mėnulio magnetinių anomalijų kartografavimas ir pasiskirstymo tyrimai galbūt padės rasti atsakymą.

## **2.5. Mėnulio judėjimas ir kalendorius.**

Mėnulis — vienintelis dangaus kūnas, kuris sukasi aplink Žemę. Laiko tarpas, per kurį Mėnulis padaro pilną apsisukimą aplink Žemę, vadinasi žvaigždiniu (arba sideriniu) mėnesiu; jis turi  $27 \frac{1}{3}$  paros.

Mėnulis per parą kurios nors žvaigždės atžvilgiu pasislenka į rytus apie  $13^\circ$ . Mėnulis be pertraukos slenka žvaigždėtu dangumi ir per  $27 \frac{1}{3}$  paros jis sugrįžta prie tų pačių žvaigždžių, padaręs dangaus sferoje pilną ratą. Todėl Mėnulio apsisukimo periodas (žvaigždžių atžvilgiu) ir vadinasi žvaigždiniu (sideriniu) mėnesiu. Per valandą Mėnulis nueina dangaus sferoje  $360^\circ / (27 \frac{1}{3} \times 24)$  t.y.  $\frac{1}{2}^\circ$ , arba apytikriai savo regimojo skersmens atstumą.

Slinkdamas dangumi, Mėnulis neretai uždengia nuo mūsų žvaigždes ir planetas. Reiškiny, kai vienas dangaus kūnas uždengia kitą, mažesnio regimojo skersmens kūną yra vadinamas okultacija (lot. occultatio – paslėpimas).

Regimasis Mėnulio judėjimas dangaus sferoje vyksta arti ekliptikos, tačiau Mėnulio orbitos plokštuma yra  $5^\circ$  pasvirusi į Žemės orbitos (ekliptikos) plokštumą. Taškai, kuriuose Mėnulio orbita susikerta su Žemės orbita, vadinasi Mėnulio orbitos mazgais.

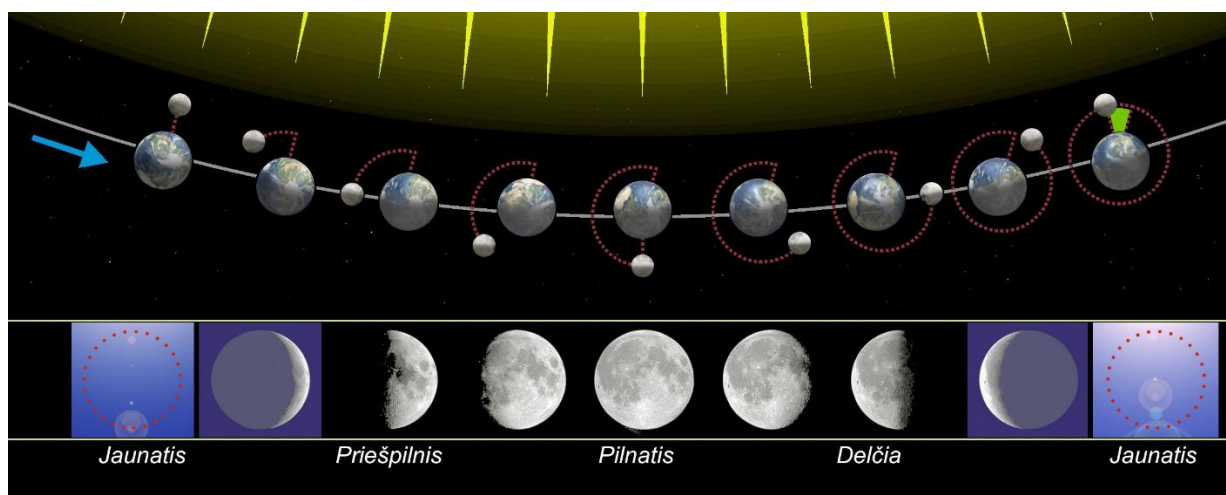
Vidutiniškas Mėnulio atstumas nuo Žemės yra 384.400 km, arba apytikriai 30 Žemės skersmenų. Kadangi Mėnulis sukasi aplink Žemę nevisiškai apskritimu, tai atstumas kinta apie 20 000 km į vieną ar kitą pusę. Artimiausias Žemei Mėnulio orbitos taškas vadinasi perigėjumi, o tolimiausias — apogėjumi.

## 2.6. Mėnulio fazės ir peleninė šviesa.

Mėnulio regimasis pavidalas, t. y. jo fazės, kinta, ir tatoi įvyksta todėl, kad Mėnulis būna įvairiose padėtyse Žemės ir Saulės atžvilgiu. Mėnulis yra tamsus rutulinis kūnas. Kai Mėnulis yra tarp Saulės ir Žemės, tai į mus atkreiptos jo pusės Saulė neapšviečia ir Mėnulio mes nematome. Šitoji Mėnulio fazė vadinasi "jaunatimi". Kai Mėnulis yra prieš Saulę, t. y. kai Žemė yra tarp Saulės ir Mėnulio, tada visą į mus atkreiptąjį pusrutulį ryškiai apšviečia Saulė. Šitoji fazė vadinasi "pilnatimi". Tarpinėse padėtyse mes matome apšviestojo pusrutulio dalį iš šono ir todėl Mėnulis atrodo pusskrituliu ("priešpilnis" ir "delčia"), platesniu ar siauresniu pjautuvu.

Suprantama, kad viršutinė Mėnulio kulminacija jaunaties fazės metu įvyksta vidurdienį, pilnaties fazės metu — vidurnaktį, per priešpilnį (pirmąją ketvirtį) — apie 18 valandą ir delčią (paskutiniąją ketvirtį) — apie 6 vai. (Saulės laiku).

Laikotarpis tarp dviejų viena po kitos einančių vienodų Mėnulio I fazių vadinasi sinodiniu mėnesiu; jis turi 29  $\frac{1}{2}$  paros.



14 pav. Mėnulio fazės. Autorius: Orion 8, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11219265>

Mėnulio fazių periodas, arba sinodinis mėnuo, yra ilgesnis už siderinį mėnesį. Taip yra todėl, kad vienodos Mėnulio fazės įvyksta vienodose Mėnulio padėtyse Saulės ir Žemės atžvilgiu. Kol Mėnulis padarys pilną ratą aplink Žemę, Žemė kartu su Mėnuliu nueis dalį savo orbitos (Saulės atžvilgiu) dėl to susidaro apie dviejų parų skirtumas tarp sinodinio ir siderinio mėnesių.

Stebėtojiui, kuris būtų Mėnulyje, Žemė taip pat atrodytų įvairiose padėtyse Saulės atžvilgiu. Todėl Mėnulyje esančiam stebėtojiui Saulės apšviesta Žemė turėtų pereiti irgi tokias fazes ir tokiu pat periodu. Skirtumas būtų tik tas, kad tuo metu, kai Žemėje turime pilnatį, Mėnulyje būtų „jaunas“, ir atvirkščiai.

Žemės paviršius atspindi Saulės šviesą ir Žemės "pilnaties" metu apšviečia Mėnulio paviršių 78 kartus stipriau negu Mėnulio pilnatis Žemės paviršių. Todėl Žemės „pilnaties“ metu nuo Žemės atspindinti Saulės šviesa apšviečia Mėnulį ir Mėnulio "jaunaties" metu tamsiojoje Mėnulio disko dalyje stebimas silpnas melsvai žalsvas švytėjimas, kuris ir yra vadinamas „peleninė šviesa“.

## 2.7. Mėnulio stebėjimai pradedantiesiems



15 pav. Mėnulio matomosios pusės krateriai ir jūros

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Full\\_Moon\\_\(20995260376\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Full_Moon_(20995260376).jpg)

**Mėnulio stebėjimas plika akimi.** Stebint Mėnulį plika akimi, išryškėja tamsios mėnulio jūros, kurios ryškiai kontrastuoja su šviesesnėmis aukštumomis. Dauguma šių „jūrų“ pavadinimų buvo pasiūlyta 1651 m. italų kunigo ir astronomo Giambattista Riccioli, o jo sistemą priėmė ir kiti, nors tuo metu Johannesas Hevelius siūlė kitą alternatyvą. **Kai kurios geriausiai matomos mėnulio jūros:**

- **Derlingumo jūra (Mare Fecunditatis):** 840 km skersmens plotas be gravitacinių anomalijų, iš čia „Luna 16“ paragabeno pirmąjį mėginį į Žemę.
- **Nektaro jūra (Mare Nectaris):** tik 340 km pločio, tačiau išsiskiria savo tamsumu, todėl lengvai pastebima.
- **Debesų jūra (Mare Nubium):** užima 715 km plotą.
- **Audrų vandenynas (Oceanus Procellarum):** Dauguma regimų mėnulio kraterių turi bendrą bruožą: jie dažniausiai pasižymi ryškiomis, spindulių formos struktūromis, kurios atsiranda

išmestos medžiagos dėka. Be to, daug jų yra jūrų regionuose, kur ryškūs, palyginti nauji krateriai išsiskiria tamsiame jūrų fone.

#### **Ryškiausi Mėnulio krateriai:**

- **Aristarchas:** garsus krateris Audrų vandenyne, 40 km pločio ir 3,5 km gylio, pavadintas graikų astronomo vardu.
- **Kopernikas:** apie 100 km pločio, su išraiškingais radialiniais spinduliais, geriausiai matomas arti terminatoriaus.
- **Kepleris:** 32 km skersmens, išskirtinis savo spindulių sistema, kuri ypač aiškiai matoma per pilnatį.
- **Tycho:** netoli pietinio ašigalio, apskritas, ryškus, 84 km pločio krateris su mažai eroduotu kraštu ir masyviu spindulių tinklu, laikomas palyginti jaunu.
- Aristarchą, Koperniką ir Keplerį verta stebėti likus kelioms dienoms iki arba po pilnaties – tada jie atsiskleidžia geriausiai.

**Mėnulio stebėjimas žiūronais.** Mėnulio stebėjimas žiūronais suteikia papildomų privalumų. Mėnulio fazės lemia, ką galime pamatyti stebėdami jį plika akimi ar optiniais prietaisais. Nors pilnatis atrodo patogiausias metas stebėjimams, geriausios detalės matomos tuomet, kai Mėnulis nėra pilnas, nes šviesa slysta paviršiumi ir paryškina reljefą su šešėliais. Pirmasis ketvirtis laikomas optimalia faze, ypač stebint palei „terminatorių“ liniją – ten kraštovaizdžio kontrastai yra ryškiausi. **Papildomi objektai, stebimi žiūronais:**

- **Archimedas:** Šis krateris yra maždaug 82 km skersmens ir išsidėstęs rytiniame Mare Imbrium pakraštyje.
- **Aristotelis:** Tai smūginis krateris, kurio skersmuo siekia 87 km. Jis yra šiaurinėje Mare Frigoris dalyje.
- **Clavius:** 225 km skersmens Clavius krateris – vienas didžiausių ir seniausių Mėnulio kraterių, kuriam priskiriamas apie 4 milijardų metų amžius. Orientacijai nurodytina, jog jis randamas tiesiai į pietus nuo ryškaus Tycho kraterio.
- **Grimaldi:** Vakarinėje Mėnulio dalyje esantis Grimaldi krateris pasižymi dideliu 174 km skersmeniu ir ryškiu kontrastu su Aristarchu, esančiu į šiaurę. Grimaldi laikomas vienu tamsiausių Mėnulio kraterių; jį lengva pastebėti pilno Mėnulio fazės metu.
- **Langrenus:** Apie 130 km skersmens Langrenus krateris išsiskiria ryškumu augančio pusmėnulio fazėje. Jis išsidėstęs rytinėje Mare Fecunditatis pakrantėje.
- **Platonas:** Maždaug 100 km skersmens Platonas krateris lengvai atpažįstamas dėl savo kraštutinės šiaurės padėties ir tamsaus paviršiaus atspalvio.

**Mėnulio stebėjimas nedideliu teleskopu.** Teleskopas leidžia rinktis iš daugiau didinimo variantų nei žiūronai. Geriausia didinimą pasirinkti pagal tai, kokias Mėnulio detales norite stebėti: X50 yra tinkamas visam Mėnuliui matyti, o X150 – atskiriems objektams stebėti. Patartina nenaudoti didelio didinimo, kai Mėnulis yra arti horizonto, nes dėl storesnio atmosferos sluoksnio vaizdas dažnai būna nestabilus.

**Papildomi Mėnulio objektai tyrinėjimui teleskopu:**

- **Kalnų grandinės.** Be jūrų ir kraterių, Mėnulyje su teleskopu matomos kalnų grandinės. Štai kelios tinkamos stebėti su mažu teleskopu:
- **Tauro kalnai (Montes Taurus):** Toli į rytus yra paskutinio pilotuojamo mėnulio tyrinėtojo "Apollo 17" nusileidimo vieta.
- **Juros kalnai (Montes Jura):** Aplink "Vaivorykštės įlankos" kraterio kraštą yra kalnų grandinė, kurią sukūrė tas pats smūgis. Tai yra Juros kalnai, o šis kalnų žiedas Mėnulyje yra vienas vizualiai patraukliausių.
- **Apeninų kalnai (Montes Apenninus):** pavadinti Italijos kalnų vardu, jie yra viena didžiausių ir ryškiausių kalnų grandinių Mėnulio paviršiuje. Jie yra maždaug 370 mylių skersmens ir beveik 3,1 mylios aukščio. Manoma, kad jie buvo sukurti, kai maždaug prieš 3,9 milijardo metų susiformavo Lietaus jūra (Mare Imbrium).

Dvi įspūdingiausios kalnų viršūnės Mėnulio paviršiuje yra ant Mare Imbrium paviršiaus. Jie vadinami **Mons Piton**, kuris pakyla į 7,380 pėdų aukštį, ir **Mons Pico**, kuris pasiekia 7,870 pėdų aukštį. Kita šio regiono kalnų grandinė yra **Kaukazo kalnai (Montes Caucasus)**. Tai praktiškai Apeninų tęsinys šiaurės rytuose.

Vienas įdomiausių mėnulio stebėjimų teleskopu – apžiūrėti „Apollo“ nusileidimo vietas Mėnulyje. Nors detalių pamatyti nepavyks be itin galingo teleskopo, net ir su nedideliu teleskopu šalia šių vietų galima apažiūrėti kai kuriuos Mėnulio objektus.

- Apollo 11: išsilaipino **Ramybės jūroje (Mare Tranquillitatis)**, 1969 m. liepos 20 d.
- Apollo 12: nusileido **Audrų vandenyne (Oceanus Procellarum)**, 1969 m. lapkričio 19 d.
- Apollo 14: nusileido **Fra Mauro aukštumose**, 1971 m. vasario 5 d.
- Apollo 15: nusileido **Lietaus jūroje (Mare Imbrium)**, 1971 m. liepos 30 d.
- Apollo 16: nusileido **Descartes Highlands**, 1972 m. balandžio 21 d.
- Apollo 17: nusileido **Tauro kalnuose**, 1972 m. gruodžio 11 d.

## 2.8. Mėnulis – 100 stebėjimo programa pažengusiems

### 2.8.1. Įvadas

„Mėnulio 100“ programą sukūrė planetologas Charles A. Wood ir pirmą kartą pristatė 2004 m. balandžio mėnesio žurnale „Sky & Telescope“. Jo tikslas buvo suteikti Mėnulio mylėtojams patirtį, analogišką tai, kurią gilaus dangaus stebėtojai patiria su Messier katalogu. Kaip teigė pats Ch. Wood, tai „bandymas pasiūlyti Mėnulio mylėtojams teleskopinių objektų rinkinį, kuris sužadintų susidomėjimą ir praplėstų supratimą“.

Tačiau, skirtingai nuo Messier katalogo, kur pagrindinis iššūkis dažnai yra tiesiog surasti blankų objektą, „Mėnulio 100“ kelia kur kas gilesnį tikslą. Ch. Wood kvietė stebėtojus ne tik surasti visus 100 objektų, bet, kas svarbiausia, „apsvarstyti, ką kiekvienas iš jų atskleidžia apie Mėnulio ir Žemės istoriją“. Kiekvienas objektas – nuo milžiniškų smūginių baseinų iki mažyčių vulkaninių kupolų – buvo pasirinktas neatsitiktinai. Jis reprezentuoja tam tikrą geologinį procesą: smūginius



reiškinius, vulkanizmą, tektoninę veiklą ar paviršiaus eroziją. Taigi, ši programa yra ne lenktynės, o nuoseklus mokymosi procesas.

Sėkmingai įgyvendinti „Mėnulio 100“ programą be sistemingo požiūrio ir planavimo yra beveik neįmanoma. Atsitiktinis stebėjimas yra neefektyvus, nes Mėnulio objektų matomumas dramatiškai priklauso nuo trijų pagrindinių veiksnių:

**1. Mėnulio fazės:** Dauguma reljefo objektų geriausiai matomi tik tada, kai jie yra arti terminatoriaus – linijos, skiriančios apšviestą ir neapšviestą Mėnulio dalį.

**2. Paviršiaus apšvietimo sąlygos:** Žemas, slenkantis Saulės apšvietimas ties terminatoriumi meta ilgus šešėlius, kurie išryškina kraterių gylį ir kalnų aukštį. Tuo tarpu per pilnatį, kai šešėlių beveik nėra, idealiai matomi paviršiaus ryškumo skirtumai (albedo objektai).

**3. Libracija:** Dėl Mėnulio „svyravimo“ kai kurie objektai, esantys arti Mėnulio krašto, matomi tik retkarčiais, esant palankiai libracijai.

Dėl šių priežasčių **dauguma objektų idealiai matomi tik 2–3 naktis per mėnesį, o kai kurie sudėtingiausi – vos kelis kartus per metus.** Šis tekstas padės jums planuoti ir maksimaliai išnaudoti kiekvieną giedrą naktį.

### 2.8.2. Stebėjimo lygiai

Programa yra logiškai suskirstyta į tris etapus pagal didėjančią sudėtingumą ir reikalingą optinę įrangą. Šis laipsniškas metodas leidžia stebėtojų palaipsniui gilinti savo įgūdžius ir pažinti su Mėnulio paviršiumi.

**Plika Akimi (18 objektų):** Šis pradinis lygis skirtas susipažinti su didelio masto Mėnulio ypatybėmis. Jūs stebėsite patį Mėnulį (L1), Peleninę šviesą (L2) – reiškinį, kai Žemės atspindėta Saulės šviesa apšviečia tamsiąją Mėnulio dalį, – ir esminį skirtumą tarp tamsių jūrų ir šviesių aukštumų (L3).

**Per Žiūronus (46 objektai):** Šiame etape pereinama prie pagrindinių Mėnulio struktūrų. Su bet kokiais žiūronais galėsite atpažinti didžiuosius, ryškius kraterius, plačias lygumas ir įspūdingas kalnų grandines, tokias kaip Apeninai (L4) – Imbriaus baseino kraštas.

**Per Teleskopą (36 objektai):** Tai sudėtingiausias lygis, reikalaujantis ne tik teleskopo, bet ir kantrybės bei idealių atmosferos sąlygų. Čia jūsų laukia maži krateriai, siauros vagos (lot. rimae), vulkaniniai kupolai ir kiti subtilūs dariniai, kuriems pamatyti reikės didelio didinimo ir stabilaus oro.

### 2.8.3. Pasiruošimas stebėjimams: įranga ir Mėnulio geografijos pagrindai.

Sėkmingas Mėnulio stebėjimas priklauso ne tik nuo giedro dangaus, bet ir nuo tinkamo pasiruošimo. Strateginis **įrangos pasirinkimas ir Mėnulio geografijos pagrindų išmanymas**

yra du fundamentalūs elementai, kurie leis jums maksimaliai išnaudoti kiekvieną stebėjimo naktį. Tinkamas pasiruošimas užtikrina, kad jūsų laikas, praleistas prie okuliaro, bus produktyvus ir malonus.

#### **a) Rekomenduojama optinė įranga**

„Mėnulio 100“ programa yra sukurta taip, kad būtų prieinama įvairaus lygio stebėtojams, turintiems skirtingą įrangą. Žemiau pateikiamos rekomendacijos kiekvienam stebėjimo etapui.

**Plika Akimi:** Šiam stebėjimo lygiui specialios įrangos nereikia. Jums tereikia jūsų akių ir giedro dangaus, kad galėtumėte susipažinti su didžiausiais Mėnulio bruožais.

**Žiūronai:** Tinka bet kokie žiūronai, pavyzdžiui, 7x35 ar 10x50. Nors galima stebėti laikant rankose, labai rekomenduojama naudoti stovą. Pritvirtinti žiūronai užtikrina stabilų vaizdą, kuris leidžia pamatyti kur kas daugiau detalių ir nevargina rankų.

**Teleskopas:** Nors minimalus reikalavimas programai yra 60–75 mm (3 colių) refraktorius, kai kuriems sudėtingesniems objektams prireiks galingesnės įrangos. Mažiausi sąrašo objektai yra maždaug 3 km skersmens, todėl norint juos patikimai pamatyti, reikės bent 3 colių teleskopo ir didinimo nuo 150x iki 200x. Tačiau siauroms vagoms ir subtiliems dariniams geriausiai tinka 6–8 colių (150–200 mm) skersmens teleskopai, kurie, esant geroms atmosferos sąlygoms, atvers stulbinantį Mėnulio pasaulį.

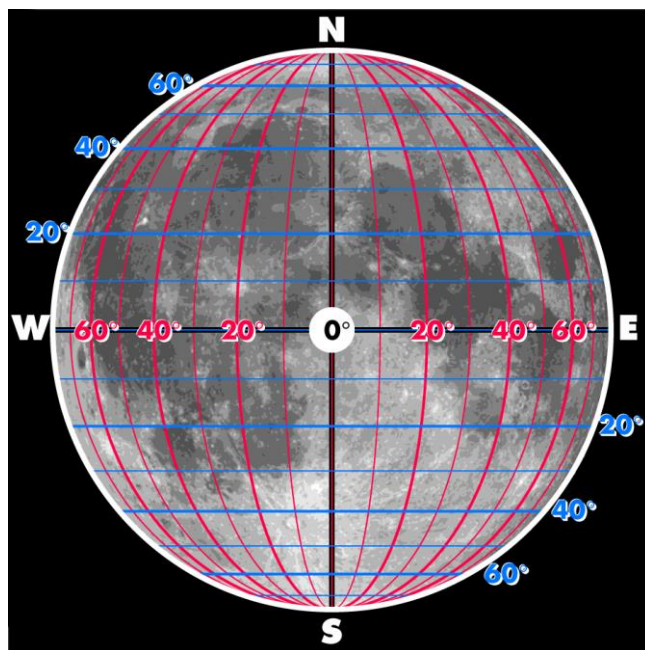
#### **b) Mėnulio geografijos pagrindai.**

Norint efektyviai naršyti po Mėnulio paviršių, būtina suprasti jo koordinačių sistemą ir pagrindinių geologinių darinių tipus.

**Mėnulio Koordinatės:** Kaip ir Žemėje, Mėnulio paviršius yra padalintas platumos ir ilgumos linijomis.

Platuma matuojama į šiaurę (+) ir pietus (-) nuo Mėnulio pusiaujo.

Ilguma matuojama į rytus (+) ir vakarus (-) nuo pagrindinio meridiano, einančio per matomosios pusės centrą. Stebint plika akimi iš Šiaurės pusrutulio, šiaurė yra viršuje, pietūs – apačioje, rytai – dešinėje, o vakarai – kairėje. Atminkite, kad teleskopai gali apversti arba sukeisti vaizdą vietomis.



16 pav. Mėnulio selenografinės koordinatės. Šaltinis: Wikipedia;  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon-map.png>; CC BY-SA 3.0

7 lentelė. Pagrindinių Mėnulio geologinių darinių pavadinimų suvestinė

Terminas	Apibrėžimas
<b>Baseinas (Basin)</b>	Masyvi, apskrita įduba, susidariusi po didžiulio kūno smūgio. Dauguma jų vėliau buvo užlieti lava.
<b>Krateris (Crater)</b>	Dubens formos įduba, dažniausiai susidariusi po meteorito ar kometos smūgio.
<b>Kupolas (Dome)</b>	Žema, apvalaina kalva, susidariusi dėl vulkaninės veiklos. Dažnai viršūnėje turi mažą kraterį.
<b>Jūra (Mare)</b>	Tamsi, lygi lyguma, susidariusi iš sustingusios lavos, užliejusios didelius smūginius baseinus.
<b>Spindulys (Ray)</b>	Šviesi, linijinė medžiagos juosta, besidriekianti nuo jauno smūginio kraterio.
<b>Vaga (Rille/Rima)</b>	Ilgas, siauras paviršiaus kanalas ar plyšys, susidaręs dėl tektoninio lūžio, įgriuvusio lavos tunelio arba kitos geologinės veiklos.
<b>Įlanka (Sinus)</b>	Įlanką primenantis darinys jūrų pakraščiuose.
<b>Terminatorius (Terminator)</b>	Linija, skirianti apšviestą (dienos) ir neapšviestą (nakties) Mėnulio dalį.

Žinant Mėnulio geografijos pagrindus ir turint tinkamą įrangą, kitas žingsnis yra išmokti planuoti stebėjimus, kuris leis jums atsidurti tinkamoje vietoje ir tinkamu laiku.

#### 2.8.4. Stebėjimų planavimas

„Mėnulio 100“ programa yra ne tiek įrangos galingumo, kiek strategijos ir laiko planavimo iššūkis. Skirtingai nuo statiško žvaigždėto dangaus, Mėnulio paviršius yra dinamiška scena, kurioje vaizdas dramatiškai keičiasi priklausomai nuo Saulės apšvietimo kampo. Suprasti šią dinamiką yra raktas į sėkmingą visų 100 objektų stebėjimą.

##### **Terminatorius: Raktas į reljefo stebėjimą**

Daugumai reljefo objektų – krateriams, kalnams, vagoms ir kupolams – pamatyti svarbiausias elementas yra terminatorius. Tai linija, skirianti apšviestą ir tamsią Mėnulio dalį, ties kuria Mėnulio paviršiuje teka arba leidžiasi Saulė.

Žemas, slenkantis Saulės apšvietimas ties terminatoriumi meta ilgus, kontrastingus šešėlius, kurie neįtikėtinais išryškina paviršiaus reljefą. Kraterio dugnas gali būti visiškai paniręs į tamsą, o jo kraštas ryškiai švytėti saulės spinduliuose. Dariniai, kurie yra beveik nematomi esant aukštai Saulei (pvz., žemi vulkaniniai kupolai ar siauros vagos), tampa akivaizdūs būtent ties terminatoriumi. Kadangi terminatorius per parą pasislenka maždaug 12–15 laipsnių Mėnulio ilgumos, dauguma reljefo objektų yra idealiai matomi tik trumpą laikotarpį – dvi ar tris naktis per Mėnulio ciklą. Tai reiškia, kad norint juos pamatyti, stebėjimus būtina planuoti iš anksto.

##### **Albedo Objektai: Pilnaties Stebėjimai**

Ne visi „Mėnulio 100“ sąrašo objektai yra reljefo dariniai. Atskira kategorija yra albedo objektai – tai paviršiaus sritys, išsiskiriančios savo ryškumu arba tamsumu. Šiuos objektus geriausia stebėti per pilnatį arba arti jos, kai Saulės šviesa krinta beveik statmenai, o šešėlių beveik nėra.

Tokiomis sąlygomis šešėliai neužgožia subtilių ryškumo kontrastų. Tipiški albedo objektų pavyzdžiai yra:

- Kraterių spindulių sistemos: Šviesios medžiagos juostos, besidriekiančios šimtus kilometrų nuo jaunų kraterių, tokių kaip Tichas (L6) ar Kopernikas (L5).
- Šviesūs sūkuriai: Paslaptingi, šviesūs raštai, pavyzdžiui, Reiner Gamma (L57), kurie siejami su Mėnulio magnetiniais laukais.
- Tamsūs piroklastiniai telkiniai: Vulkaninių pelenų laukai, pavyzdžiui, tamsūs plotai aplink Sulpicijaus Galo kraterį (L71).

**Libracija: Kaip pamatyti "Nematomą" Mėnulio kraštą.** Nors Mėnulis į Žemę visuomet yra atsisukęs ta pačia puse, dėl reiškinio, vadinamo libracija, mes galime pamatyti šiek tiek daugiau nei 50 % jo paviršiaus. Libracija – tai Mėnulio matomas svyravimas (lingavimas), kuris per tam tikrą laiką leidžia mums pažvelgti už vidutinio Mėnulio krašto (limbo) ir pamatyti iki 59 % viso paviršiaus.

Šis reiškinys atsiranda dėl kelių priežasčių, iš kurių svarbiausia yra Mėnulio orbitos elipsiškumas. Libracija ilgumoje (svyravimas iš rytų į vakarus) kyla todėl, kad Mėnulio sukimasis aplink savo ašį yra pastovus, tačiau jo judėjimo greitis orbitoje kinta: Mėnulis pagreitėja būdamas arčiausiai Žemės (perigėjuje) ir sulėtėja būdamas toliausiai (apogėjuje). Dėl šio greičio neatitikimo mes periodiškai galime pamatyti šiek tiek daugiau už rytinio arba vakarinio Mėnulio krašto. Libracija platumoje (svyravimas iš šiaurės į pietus) atsiranda dėl to, kad Mėnulio sukimosi ašis yra šiek tiek pasvirusi jo orbitos plokštumos atžvilgiu, todėl periodiškai galime pažvelgti šiek tiek už šiaurės ir pietų ašigalių.

Libracija yra ypač svarbi stebint objektus, esančius arti Mėnulio krašto. Aukštesniųjų numerių objektai, ypač priskiriami L80–L100 kategorijai, dažnai vadinami „velniškai sunkiomis užduotimis“ būtent dėl to. Norint juos pamatyti, dažnai reikia, kad sutaptų dvi sąlygos:

- Optimalus apšvietimas (terminatorius arti objekto).
- Palanki libracija, kuri „pasuktų“ tą Mėnulio kraštą arčiau mūsų.

Pavyzdžiui, Drygalski krateris (L94), esantis toli pietuose, ar Leibnizo kalnai (L96), kurie yra Pietų ašigalio–Aitkeno baseino kraštas, yra matomi tik esant maksimaliai palankiai libracijai. Kadangi optimalaus apšvietimo ir palankios libracijos momentai sutampa retai, tokių objektų stebėjimo langas gali atsiverti vos kelis kartus per metus.

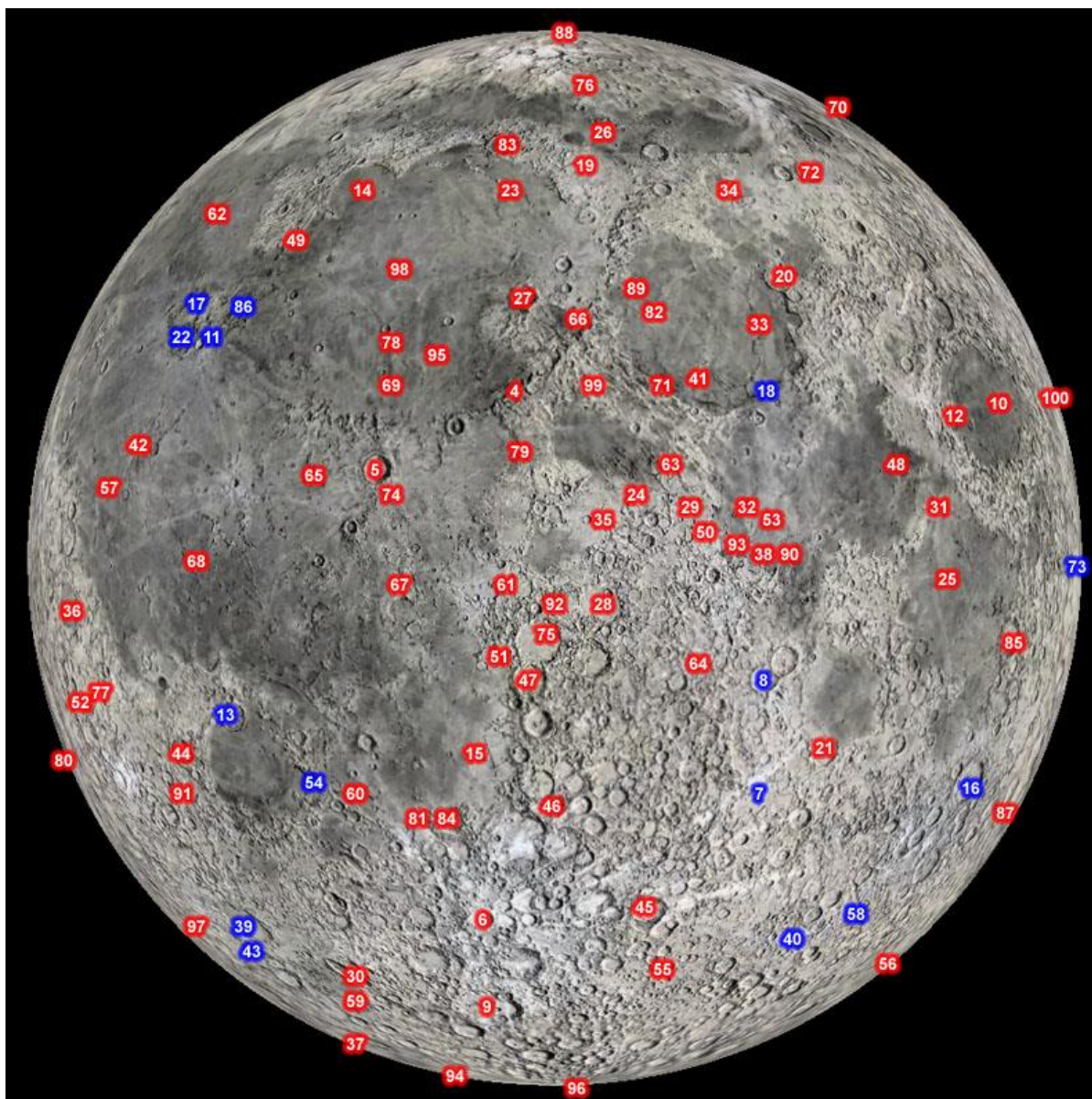
Supratimas apie terminatorių, albedo ypatybes ir libraciją paverčia stebėtoją iš pasyvaus žiūrovo į aktyvų strategą, gebantį planuoti savo stebėjimus ir sėkmingai įveikti net sudėtingiausius programos iššūkius.

#### **2.8.5. „Mėnulio 100“ sąrašas (eilės tvarka)**

Šiame skyriuje pateikiamas visas planetologo Charles A. Wood sudarytas „Mėnulio 100“ sąrašas. Objektai išdėstyti didėjančio stebėjimo sudėtingumo tvarka, pradedant nuo pačių lengviausių ir baigiant tais, kurie pareikalaus didžiausio jūsų meistriškumo. Ši lentelė taps pagrindiniu jūsų gidu, padėsiančiu ne tik identifikuoti kiekvieną objektą, bet ir suprasti jo mokslinę reikšmę Mėnulio istorijos kontekste.

Pastaba dėl koordinatų: Mėnulio ilgumos koordinatės yra selenografinės, t. y., apibrėžtos stebėtojų, esančių Mėnulio paviršiuje. Stebėtojų iš Žemės, Mėnulio selenografinis rytų kraštas danguje yra arčiau vakarų, o selenografinis vakarų kraštas – arčiau rytų. Paprasčiau tariant, Mėnuliui tekant, pirmiausia virš horizonto pasirodo jo rytinis (selenografinis) kraštas.

Kad lengviau sugretinti objektus lentelėje ir Mėnulio žemėlapyje, tolesnis tekstas bus pateikiamas 100 objektų lentelę išskaidant į A4 popieriaus lapus, po kiekvienos lentelės pakartojant mėnulio žemėlapi. Tad jeigu atsispausdinsite tekstą ir įrišite spirale – lapas su žemėlapiu turi būti tame pačiame atvarte. Pasirinkus L numerį reikėtų surasti jį žemėlapyje!



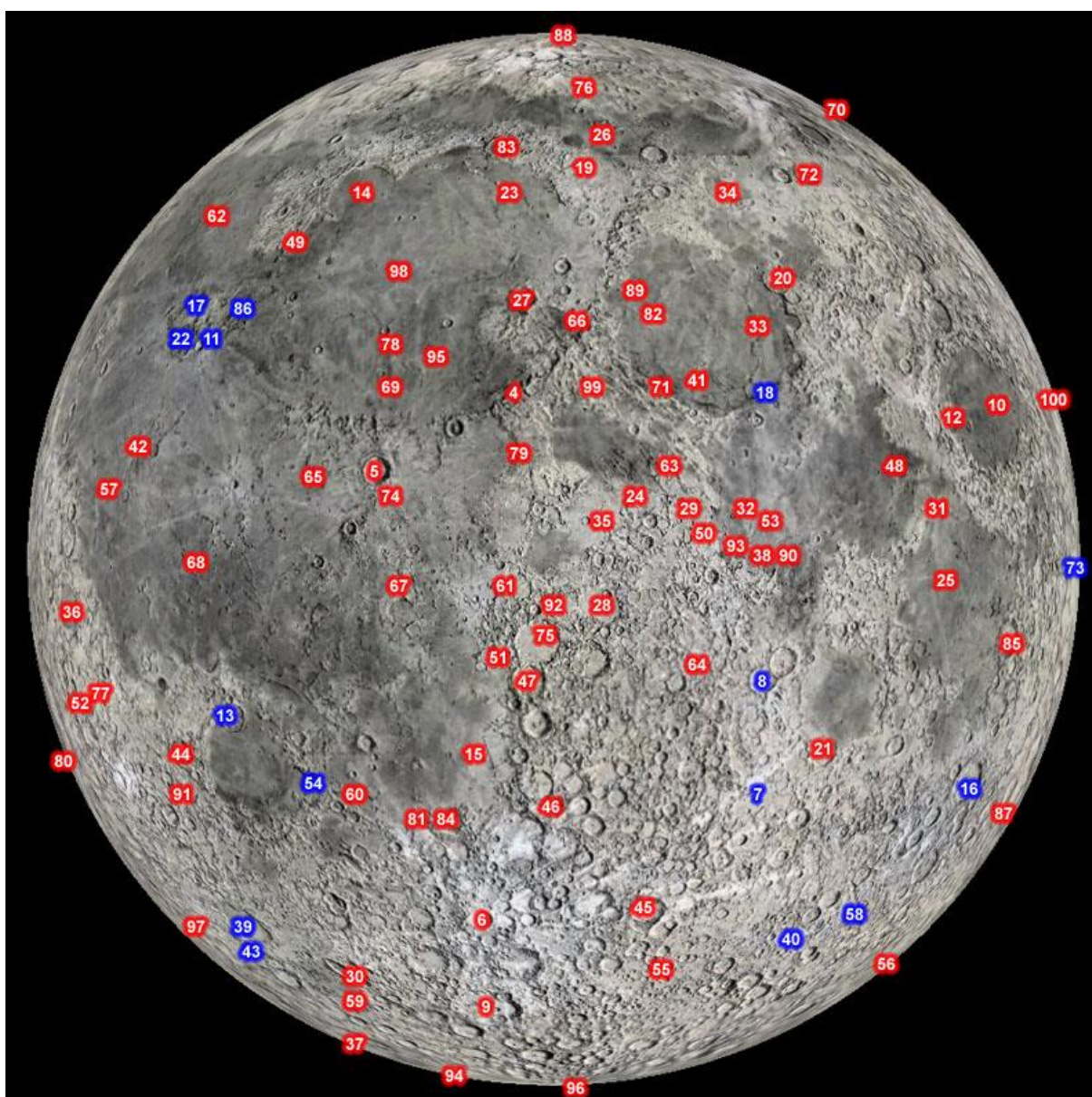
„Mėnulio 100“ sąrašas

**L1 – L15**



L	Pavad. angl.	Pavadinimas liet.	Reikšmė	Plat.	Ilgum.	Diam.(km)	Žemėl. <sup>3</sup>	Geriausia diena (apytik.)
1	Moon	Mėnulis	Žemės palydovas	—	—	3,476	—	Visada
2	Earthshine	Peleninė šviesa	Dukart atspindėta Saulės šviesa	—	—	—	—	1–4 (arba 26–29)
3	Mare/highland dichotomy	Jūrų ir aukštumų skirtumas	Dvi skirtingos sudėties medžiagos	—	—	—	—	7–14 (geriausia per Pilnatį)
4	Apennines	Apeninai	Imbriaus baseino kraštas	18.9Š	3.7V	70	22	7–8
5	Copernicus	Kopernikas	Tipiškas didelis, sudėtingas krateris	9.7Š	20.1V	93	31	9–10
6	Tycho	Tichas	Didelis krateris su spindulių sistema ir smūginiais dariniais	43.4P	11.1V	85	64	9 (krateris), 14 (spinduliai)
7	Altai Scarp	Altajaus skardis	Nektaro baseino kraštas	24.3P	22.6R	425	57	5–6
8	Theophilus, Cyrillus, Catharina	Teofilis, Kirilas, Kotryna	Kraterių seka, iliustruojanti skirtingas irimo stadijas	13.2P	24.0R	—	46, 57	5–6
9	Clavius	Klavijus	Nepaisant dydžio, krateris neturi baseino bruožų	58.8P	14.1V	225	72	8–9
10	Mare Crisium	Krizių jūra	Jūra dideliame apskritame baseine	18.0Š	59.0R	540	26, 27, 37, 38	3–4
11	Aristarchus	Aristarchas	Labai ryškus krateris su tamsiomis juostomis ant sienų	23.7Š	47.4V	40	18	11–12
12	Proclus	Proklas	Įstrižo smūgio suformuoti spinduliai	16.1Š	46.8R	28	26	4 (krateris), 14 (spinduliai)
13	Gassendi	Gasendis	Krateris su suskeldėjusi u dugnu	17.6P	40.1V	101	52	10–11
14	Sinus Iridum	Vaivorykščių įlanka	Labai didelis krateris su be dalies krašto	45.0Š	32.0V	260	10	10–11
15	Straight Wall	Tiesioji Siena	Geriausias Mėnulio plutos lūžio pavyzdys	21.8P	7.8V	110	54	8

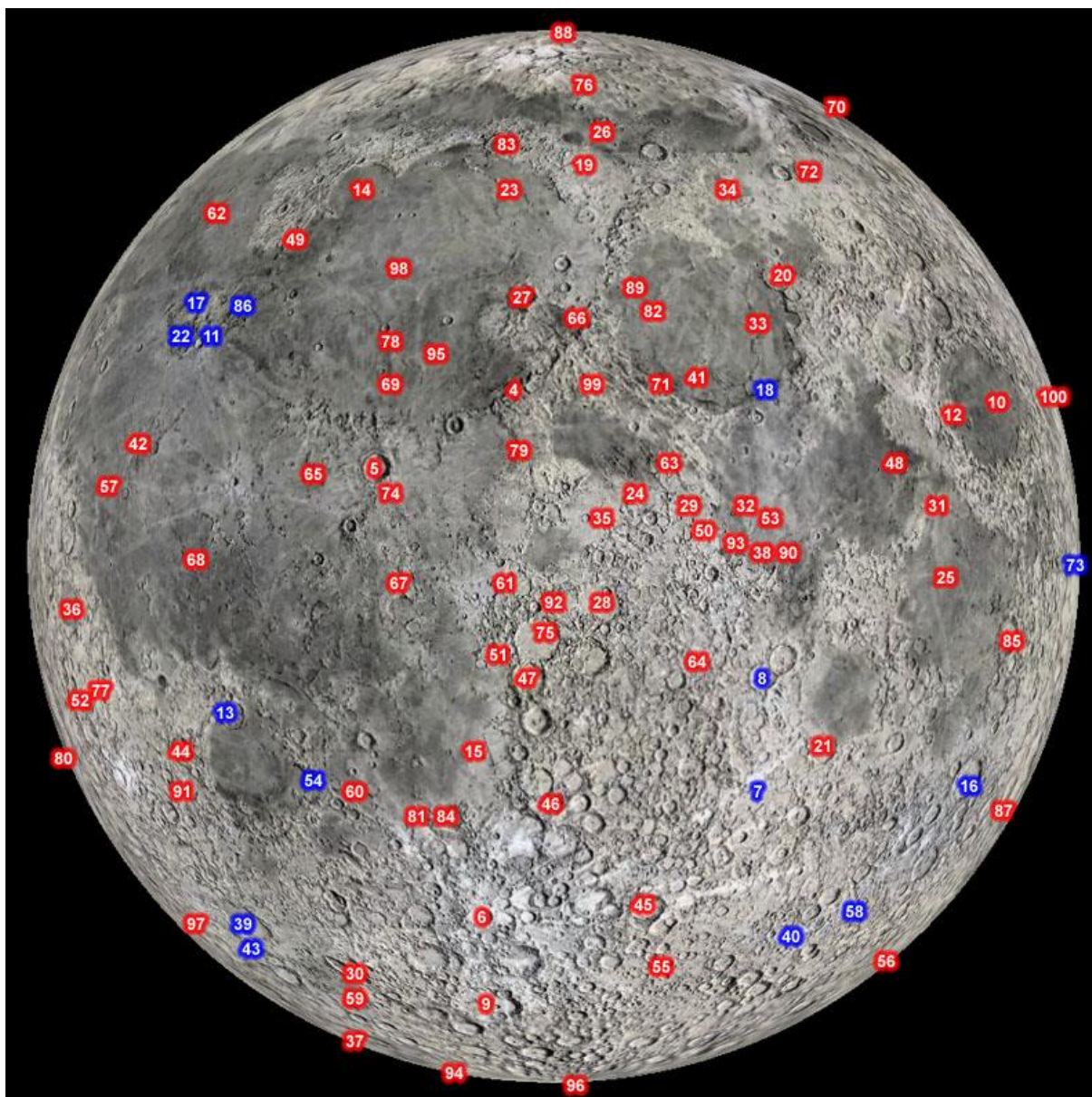
<sup>3</sup> "Atlas of the Moon Hardcover – January 1, 2007 by Antonin Rukl "



„Mėnulio 100“ sąrašas

**L16 – L33**

L	Pavad. angl.	Pavadinimas liet.	Reikšmė	Plat.	Ilgum.	Diam.(km)	Žemėl.	Geriausia diena (apytik.)
16	Petavius	Petavijus	Krateris su išgaubtu ir suskeldėjusiu dugnu	25.1P	60.4R	177	59	2–3
17	Schröter's Valley	Šrėterio slėnis	Milžiniška vingiuota vaga	26.2Š	50.8V	168	18	11–12
18	Mare Serenitatis dark edges	Giedros jūros tamsūs pakraščiai	Skirtingos sudėties jūrų sritys	17.8Š	23.0R	N/A	24	6–7
19	Alpine Valley	Alpių slėnis	Mėnulio grabenas	49.0Š	3.0R	165	4	7–8
20	Posidonius	Poseidonijus	Krateris su suskeldėjusiu dugnu	31.8Š	29.9R	95	14	5–6
21	Fracastorius	Frakastorijus	Krateris su įgriuvusiu ir sulūžinėjusiu dugnu	21.5P	33.2R	124	58	5–6
22	Aristarchus Plateau	Aristarcho plynaukštė	Paslaptingas, iškiles regionas, padengtas piroklastais	26.0Š	51.0V	150	18	11–12
23	Pico	Piko kalnas	Izoliuotas Imbriaus baseino žiedo fragmentas	45.7Š	8.9V	25	11	8
24	Hyginus Rille	Higino vaga	Vaga su įgriuvomis	7.4Š	7.8R	220	34	7
25	Messier & Messier A	Mesjė ir Mesjė A	Istrižo rikošetinio smūgio suformuota pora	1.9P	47.6R	11	48	15–16 (spinduliai) arba 4
26	Mare Frigoris	Šalčio jūra	Lanko formos jūra, kurios kilmė neaiški	56.0Š	1.4R	1600	2–6	7–8
27	Archimedes	Archimedas	Didelis krateris be centrinės viršūnės	29.7Š	4.0V	83	12, 22	7–8
28	Hipparchus	Hiparchas	Pirmasis 1664 m. Robert Hooke nupieštas Mėnulio krateris	5.5P	4.8R	150	44, 45	7
29	Aridaeus Rille	Ariadėjaus vaga	Ilgas, tiesus grabenas	6.4Š	14.0R	250	34	7
30	Schiller	Šileris	Galimai istrižo smūgio rezultatas	51.9P	39.0V	180	71	11
31	Taruntius	Taruncijus	Jaunas krateris su suskeldėjusiu dugnu	5.6Š	46.5R	56	37	4–5
32	Arago Alpha & Beta	Arago Alfa ir Beta	Vulkaniniai kupolai	6.2Š	21.4R	26	35	6
33	Serpentine Ridge	Serpentino kalnagūbris	Vidinio baseino žiedo segmentas	27.3Š	25.3R	155	24	6

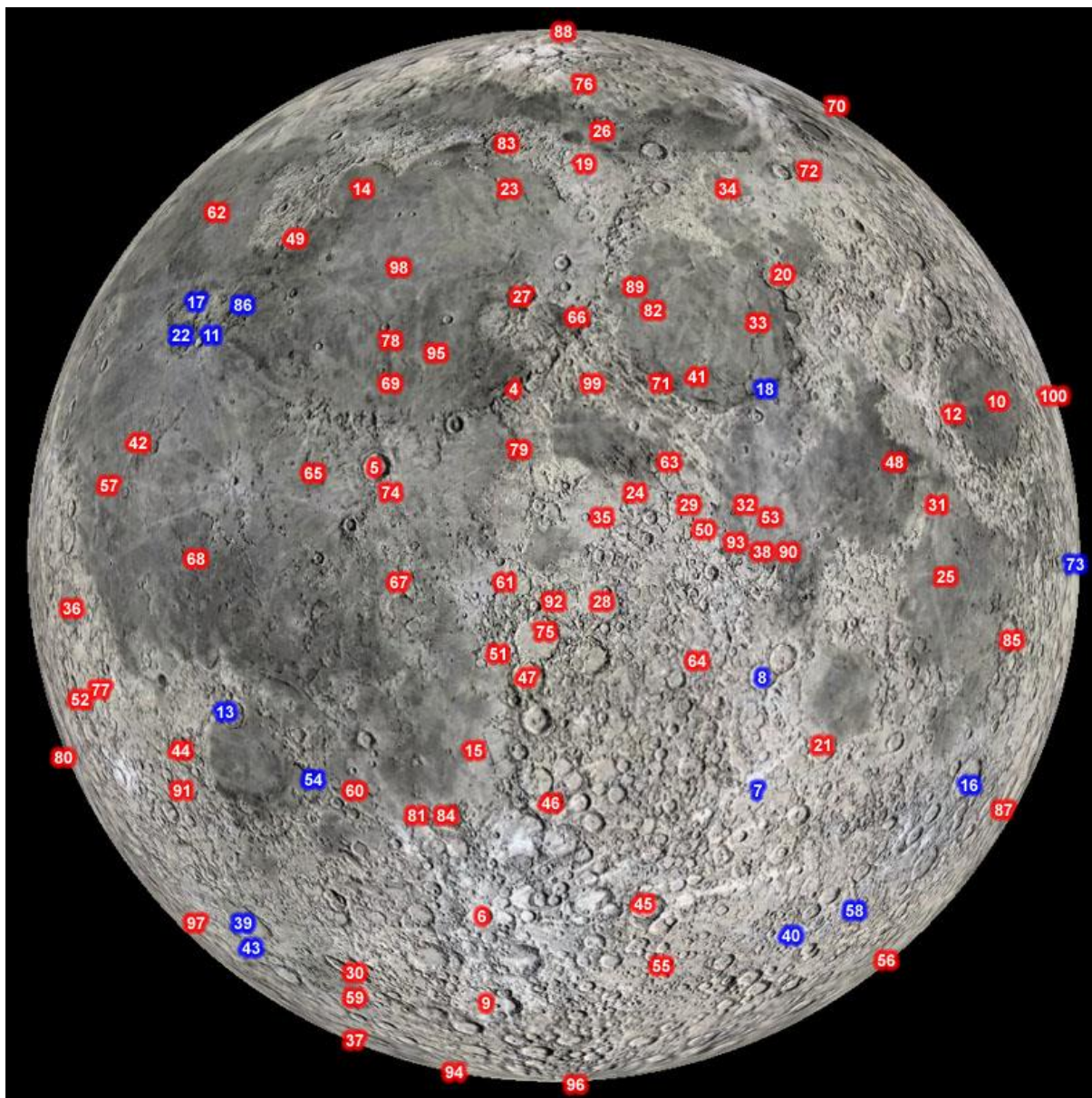


„Mėnulio 100“ sąrašas

**L34 – L48**



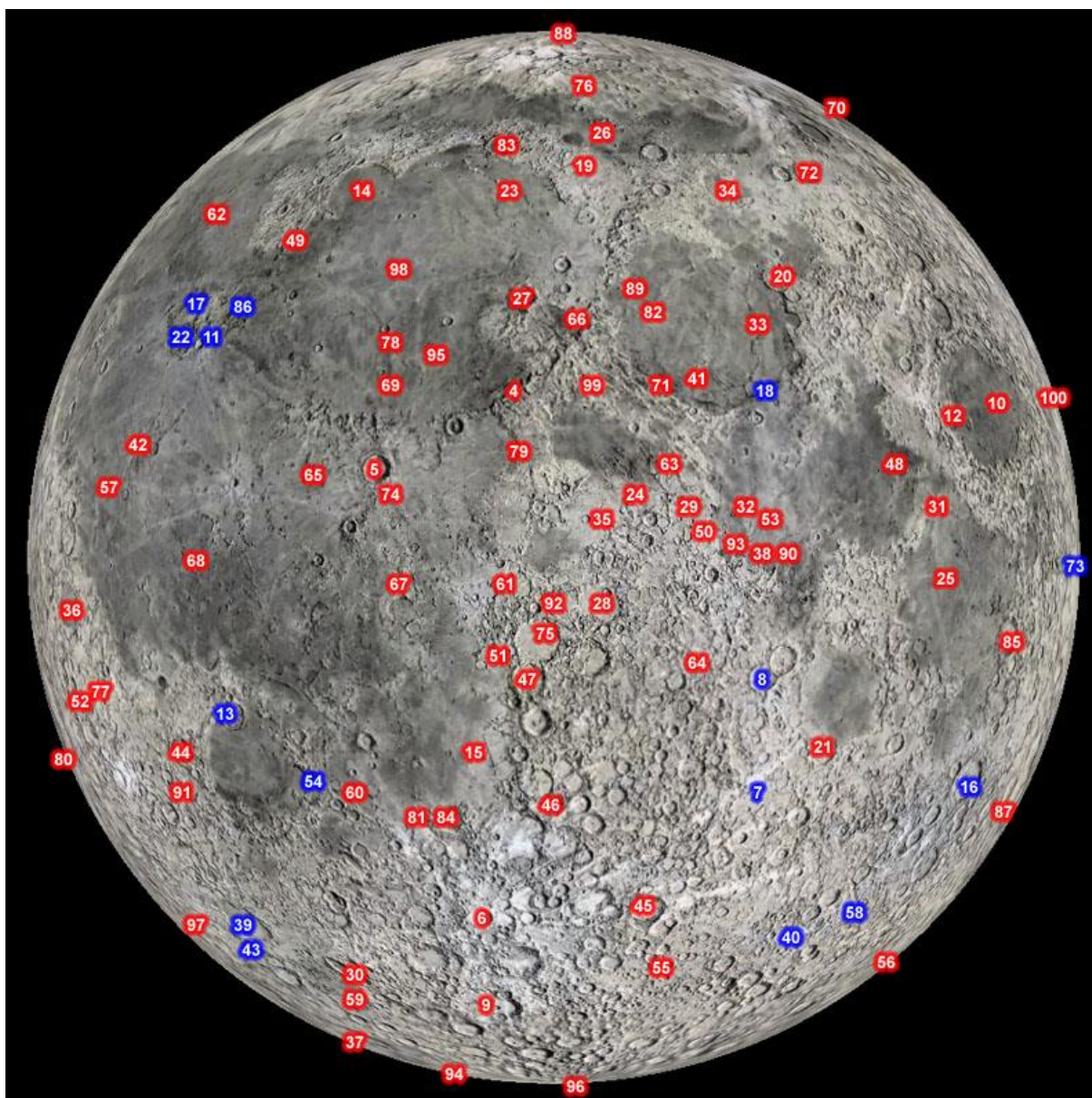
L	Pavad. angl.	Pavadinimas liet.	Reikšmė	Plat.	Ilgum.	Diam.(km)	Žemėl.	Geriausia diena (apytik.)
34	Lacus Mortis	Mirties ežeras	Keistas krateris su vaga ir kalnagūbriu	45.0Š	27.2R	152	14	5–6
35	Triesnecker Rilles	Trysnekerio vagos	Vagų grupė	4.3Š	4.6R	215	33	7
36	Grimaldi basin	Grimaldžio baseinas	Mažas dviejų žiedų baseinas	5.5P	68.3V	440	39	12–13
37	Bailly	Bailis	Sunkiai įžiūrimas baseinas	66.5P	69.1V	303	71	12–13
38	Sabine & Ritter	Sabinas ir Riteris	Galimai dvigubo smūgio suformuoti dariniai	1.7Š	19.7R	30	35	6–7
39	Schickard	Šikardas	Kraterio dugnas su Rytų baseino išmestos medžiagos juosta	44.3P	55.3V	227	62	11–12
40	Janssen Rille	Janseno vaga	Retas aukštumų vagos pavyzdys	45.4P	39.3R	190	67, 68	4–5
41	Bessel ray	Beselio spindulys	Neaiškios kilmės spindulys šalia Beselio	21.8Š	17.9R	N/A	24	6–7 (reljefas) arba 14 (spindulys)
42	Marius Hills	Marijaus kalvos	Vulkaninių kupolų ir kalvų kompleksas	12.5Š	54.0V	125	28, 29	11–12
43	Wargentín	Vargentinas	Krateris, iki kraštų pripildytas lavos ar išmestos uolienos	49.6P	60.2V	84	70	11–12
44	Mersenius	Mersenijus	Išgaubtas dugnas, perskirtas antrinių kraterių	21.5P	49.2V	84	51	11
45	Maurolycus	Maurolikas	Gausios kraterizacijos regionas	42.0P	14.0R	114	66	7–8
46	Regiomontanus central peak	Regiomontano centrinė viršūnė	Galima vulkaninė viršūnė	28.0P	0.6V	124	55	7–8
47	Alphonsus dark spots	Alfonso tamsios dėmės	Tamsios uolienos išsiveržimai kraterio dugne	13.7P	3.2V	119	44	8 (reljefas) arba 14 (dėmės)
48	Cauchy region	Koši regionas	Lūžis, vagos ir kupolai	10.5Š	38.0R	130	36	4



„Mėnulio 100“ sąrašas

**L49 – L62**

L	Pavad. angl.	Pavadinimas liet.	Reikšmė	Plat.	Ilgum.	Diam.(km)	Žemėl.	Geriausia diena (apytiksl.)
49	Gruithuisen Delta & Gamma	Gruithuiseno Delta ir Gama	Vulkaniniai kupolai, susidarę iš klampios lavos	36.3Š	40.0V	20	9	10–11
50	Cayley Plains	Keilio lygumos	Šviesios, lygios, neaiškios kilmės lygumos	4.0Š	15.1R	14	34	6
51	Davy crater chain	Davio kraterių grandinė	Kometos fragmentų smūgių rezultatas	11.1P	6.6V	50	43	8
52	Crüger	Kriugeris	Galima vulkaninė kaldera	16.7P	66.8V	45	50	12
53	Lamont	Lamontas	Galimas po uolienomis palaidotas baseinas	4.4Š	23.7R	106	35	6–7
54	Hippalus Rilles	Hipalo vagos	Vagos, koncentriškos Drėgmės baseinui	24.5P	29.0V	240	52, 53	10
55	Baco	Bakonas	Neįprastai lygus kraterio dugnas ir aplinkinės lygumos	51.0P	19.1R	69	74	5–6
56	Australe basin	Pietų baseinas	Iš dalies lava užlietas senovinis baseinas	49.8P	84.5R	880	76	2–3 (reikia geros libracijos)
57	Reiner Gamma	Reiner Gama	Ryškus sukūrys ir magnetinė anomalija	7.7Š	59.2V	70	28	12–14
58	Rheita Valley	Reitos slėnis	Baseino antrinių kraterių grandinė	42.5P	51.5R	445	68	3–4
59	Schiller-Zucchi basin	Šilerio-Zukijaus baseinas	Stipriai erodavęs, anksčiau nepastebėtas baseinas	56.0P	45.0V	335	70, 71	11–12
60	Kies Pi	Kiso Pi	Vulkaninis kupolas	26.9P	24.2V	45	53	9
61	Mösting A	Mestingas A	Paprastas krateris arti matomos Mėnulio pusės centro	3.2P	5.2V	13	43	8
62	Rümker	Riumkeris	Didelis vulkaninis kupolas	40.8Š	58.1V	70	8	12

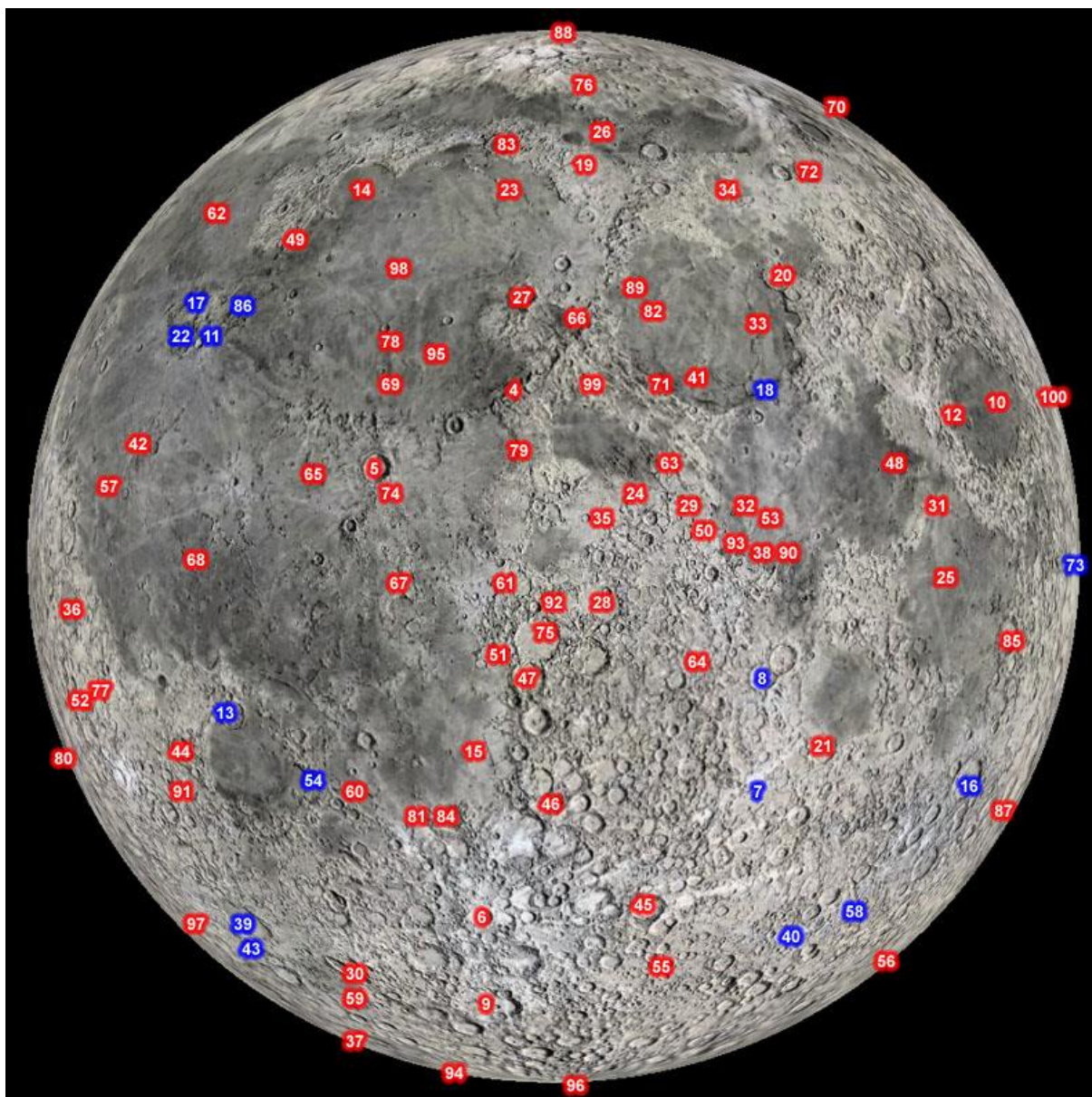


„Mēnulis 100“ sarakšas

**L63– L74**

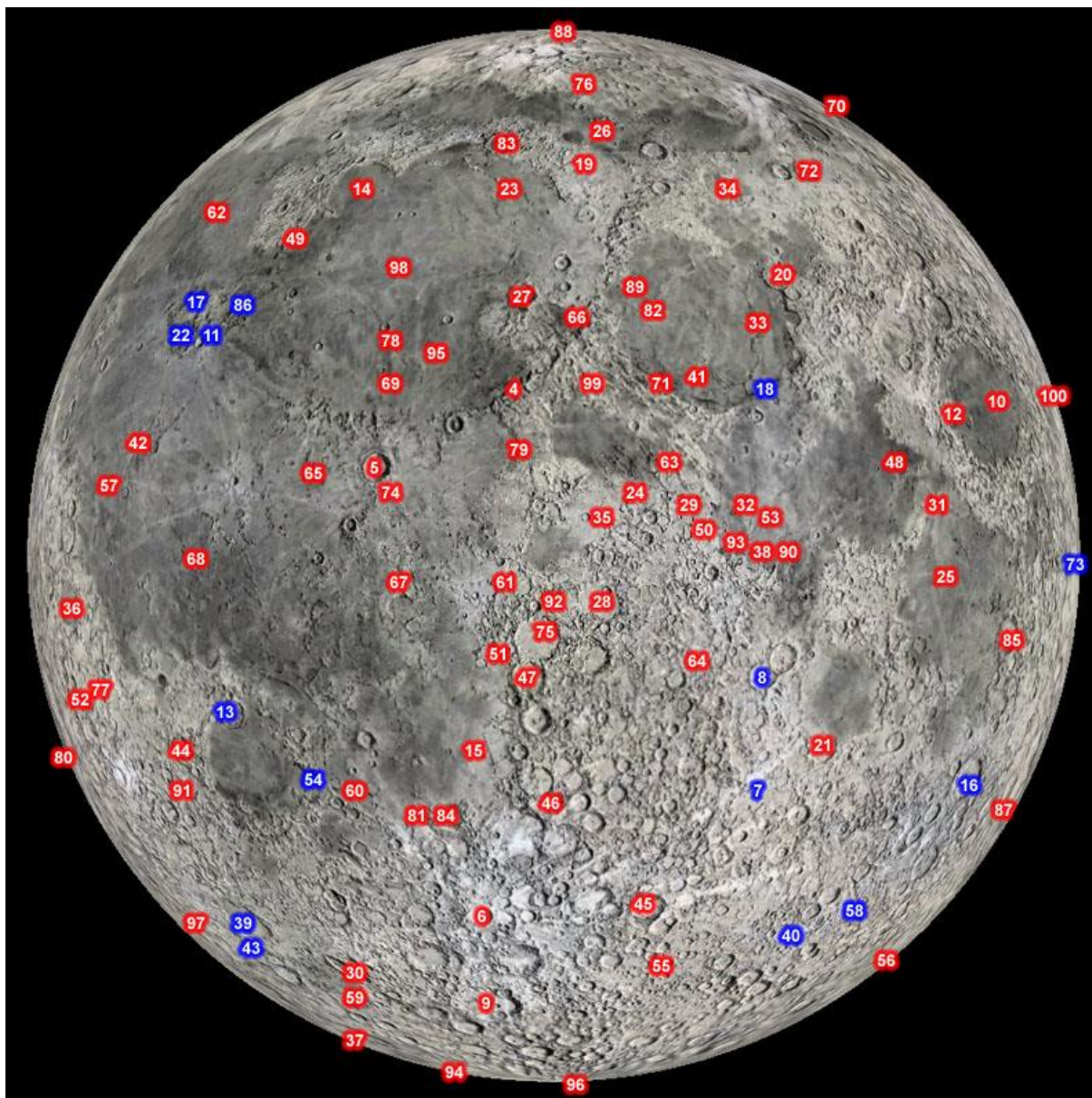


L	Pavad. angl.	Pavadinimas liet.	Reikšmė	Plat.	Ilgum.	Diam.(km)	Žemėl.	Geriausia diena (apytik.)
63	Imbrium sculpture	Imbriaus skulptūra	Baseino išmesta uoliena prie Boskovičiaus ir Julijaus Cezario	11.0Š	12.0R	—	34	6–7
64	Descartes	Dekartas	Apollo 16 nusileidimo vieta; numanomas aukštumų vulkanizmo regionas	11.7P	15.7R	48	45	6–7
65	Hortensius domes	Hortenzijaus kupolai	Kupolų laukas į šiaurę nuo Hortenzijaus	7.6Š	27.9V	10	30	9–10
66	Hadley Rille	Hadlio vaga	Lavos kanalas prie Apollo 15 nusileidimo vietos	25.0Š	3.0R	—	22	7–8
67	Fra Mauro formation	Fra Mauro formacija	Apollo 14 nusileidimo vieta ant Imbriaus išmestų uolienų	3.6P	17.5V	—	42	8–9
68	Flamsteed P	Flamstedas P	Siūlomas jaunas vulkaninis krateris ir Surveyor 1 nusileidimo vieta	3.0P	44.0V	112	40	11
69	Copernicus secondary craters	Koperniko antriniai krateriai	Spinduliai ir maži krateriai prie Pytėjo	19.6Š	19.1V	4	20	9–10
70	Humboldtianum basin	Humbolto baseinas	Daugiažiedis smūginis baseinas	57.0Š	80.0R	650	7	2–3
71	Sulpicius Gallus dark mantle	Sulpicijaus Galo tamsi danga	Pelenų išsiveržimai į šiaurės vakarus nuo kraterio	19.6Š	11.6R	12	23	6–7
72	Atlas dark-halo craters	Atlaso tamsaus fono krateriai	Vulkaninės duobės Atlaso dugne	46.7Š	44.4R	87	15	3–4
73	Smythii basin	Smito baseinas	Sunkiai stebimas baseino skardis ir jūra	2.0P	87.0R	740	38, 49	2–3
74	Copernicus H	Kopernikas H	Tamsaus fono smūginis krateris	6.9Š	18.3V	5	31	9



„Mėnulio 100“ sąrašas  
**L75 – L89**

L	Pavad. angl.	Pavadinimas liet.	Reikšmė	Plat.	Ilgum.	Diam.(km)	Žemėl.	Geriausia diena (apytik.)
75	Ptolemaeus B	Ptolemėjus B	Lėkštės formos įduba Ptolemėjaus dugne	8.0P	0.8V	16	44	7–8
76	W. Bond	V. Bondas	Didelis krateris, paveiktas Imbriaus išmestos uolienos	65.3Š	3.7R	158	4	7–8
77	Sirsalis Rille	Sirsalia vaga	Proceliarų baseino radialinės vagos	15.7P	61.7V	425	39, 50	11–12
78	Lambert R	Lambertas R	Palaidotas „krateris-vaiduoklis“	23.8Š	20.6V	54	20	9
79	Sinus Aestuum	Garų įlanka	Rytinis tamsių uolienų vulkaninis telkinys	12.0Š	3.5V	90	33	8
80	Oriente basin	Rytų baseinas	Jauniausias didelis smūginis baseinas	19.0P	95.0V	930	50	13–14 (reikia geros libracijos)
81	Hesiodus A	Hesiodas A	Koncentrinis krateris	30.1P	17.0V	15	54	9
82	Linné	Linė	Mažas krateris, kadaise laikytas išnykusiu	27.7Š	11.8R	2.4	23	6–7
83	Plato craterlets	Platono krateriukai	Kraterių duobės ties aptikimo riba	51.6Š	9.4V	101	3, 4	8–9
84	Pitatus	Pitatas	Krateris su koncentrinėmis vagomis	29.8P	13.5V	97	54	9
85	Langrenus rays	Langreno spinduliai	Sena spindulių sistema	8.9P	60.9R	132	49	3 (krateris), 14–16 (spinduliai)
86	Prinz Rilles	Princo vagos	Vagų sistema prie Princo kraterio	27.0Š	43.0V	46	19	11
87	Humboldt	Humboltas	Krateris su centrinėmis viršūnėmis ir tamsiomis dėmėmis	27.0P	80.9R	207	60	13–14
88	Peary	Piris	Sunkiai stebimas poliarinis krateris	88.6Š	33.0R	74	4, II	7 (Šiaurės ašigalis)
89	Valentine Dome	Valentino kupolas	Vulkaninis kupolas	30.5Š	10.1R	30	13	5–6



„Mėnulio 100“ sąrašas

**L90 – L100**

L	Pavad. angl.	Pavadinimas liet.	Reikšmė	Plat.	Ilgum.	Diam.(km)	Žemėl.	Geriausia diena (apytik.)
90	Armstrong, Aldrin & Collins	Armstrongas, Oldrinas ir Kolinsas	Maži krateriai prie Apollo 11 nusileidimo vietos	1.3Š	23.7R	3	35	5–6
91	De Gasparis Rilles	De Gasperio vagos	Sritis su daugybe vagų	25.9P	50.7V	30	51	11
92	Gylden Valley	Gildeno slėnis	Imbriaus radialinės struktūros dalis	5.1P	0.7R	47	44	7
93	Dionysius rays	Dionisijaus spinduliai	Neįprasti ir reti tamsūs spinduliai	2.8Š	17.3R	18	35	6 (krateris), 14 (spinduliai)
94	Drygalski	Drygalskis	Didelis pietų ašigalio regiono krateris	79.3P	84.9V	162	72, VI	13–14
95	Procellarum basin	Proceliarų baseinas	Didžiausias Mėnulio baseinas?	23.0Š	15.0V	3200	—	8–14 (apima didelį plotą)
96	Leibnitz Mountains	Leibnizo kalnai	Pietų ašigalio-Aitkeno baseino kraštas	85.0P	30.0R	—	73, V	7–14 (priklauso nuo libracijos)
97	Inghirami Valley	Ingiramio slėnis	Rytų baseino išmesta medžiaga	44.0P	73.0V	140	61	12–13
98	Imbrium lava flows	Imbriaus lavos tėkmės	Jūros lavos tėkmių ribos	32.8Š	22.0V	—	10	8–9 (kai saulė žemai)
99	Ina	Ina	D formos jauna vulkaninė kaldera	18.6Š	5.3R	3	22	6–7
100	Mare Marginis swirls	Kraštų jūros sūkūriai	Galimai magnetinio lauko suformuoti sūkūriai	18.5Š	88.0R	—	27, III	2–3 arba 14–15



### 2.8.6. „Mėnulis 100“ sąrašas pagal ilgumą ir geriausią stebėjimo laiką

Kad palengvintumėte stebėjimų planavimą, šiame priede objektai yra surūšiuoti pagal jų selenografinę ilgumą (nuo rytų į vakarus). Tai leidžia greitai nustatyti, kurie objektai bus geriausiai matomi ties terminatoriumi tam tikrą Mėnulio ciklo dieną. Stulpelyje „Kada stebėti“ nurodoma apytikslė diena po jaunaities.

#### a) Mėnulio objektai geriausiai stebimi ~2-5 dienos po jaunaities

Numeris (L#)	Objekto Pavadinimas	Reikšmė	Kada stebėti (apytikslė diena po jaunaities)
			~2 – 3
100	Kraštų jūros sūkuriai	Galimai magnetinio lauko suformuoti sukūriai	2–3 arba 14–15
73	Smito baseinas	Sunkiai stebimas baseino skardis ir jūra	2–3
56	Pietų baseinas	Iš dalies lava užlietas senovinis baseinas	2–3 (reikia geros libracijos)
87	Humboltas	Krateris su centrinėmis viršūnėmis ir tamsiomis dėmėmis	13–14
70	Humbolto baseinas	Daugiažiedis smūginis baseinas	2–3
			~ 3 – 5
85	Langreno spinduliai	Sena spindulių sistema	3 (krateris), 14–16 (spinduliai)
16	Petavijus	Krateris su išgaubtu ir suskeldėjusiu dugnu	2–3
10	Krizių jūra	Jūra dideliame apskritame baseine	3–4
58	Reitos slėnis	Baseino antrinių kraterių grandinė	3–4
25	Mesjė ir Mesjė A	Įstrižo rikošetinio smūgio suformuota pora	15–16 (spinduliai) arba 4
12	Proklas	Įstrižo smūgio suformuoti spinduliai	4 (krateris), 14 (spinduliai)
31	Taruncijus	Jaunas krateris su suskeldėjusiu dugnu	4–5
72	Atlaso tamsaus fono krateriai	Vulkaninės duobės Atlaso dugne	3–4
40	Janseno vaga	Retas aukštumų vagos pavyzdys	4–5

**b) Mėnulio objektai geriausiai stebimi ~5-7 dienos po jaunaties**

Numeris (L#)	Objekto Pavadinimas	Reikšmė	Kada stebėti (apytikslė diena po jaunaties)
			~ 5 - 7
48	Koši regionas	Lūžis, vagos ir kupolai	4
21	Frakastorijus	Krateris su įgriuvusiu ir sulūžinėjusių dugnu	5-6
88	Piris	Sunkiai stebimas poliarinis krateris	7 (Šiaurės ašigalis)
96	Leibnizo kalnai	Pietų ašigalio-Aitkeno baseino kraštas	7-14 (priklauso nuo libracijos)
20	Poseidonijus	Krateris su suskeldėjusiu dugnu	5-6
34	Mirties ežeras	Keistas krateris su vaga ir kalnagūbriu	5-6
33	Serpentino kalnagūbris	Vidinio baseino žiedo segmentas	6
8	Teofilis, Kirilas, Kotryna	Kraterių seka, iliustruojanti skirtingas irimo stadijas	5-6
90	Armstrongas, Oldrinis ir Kolinsas	Maži krateriai prie Apollo 11 nusileidimo vietos	5-6
53	Lamontas	Galimas po uolienomis palaidotas baseinas	6-7
18	Giedros jūros tamsūs pakraščiai	Skirtingos sudėties jūrų sritys	6-7
7	Altajaus skardis	Nektaro baseino kraštas	5-6
32	Arago Alfa ir Beta	Vulkaniniai kupolai	6
38	Sabinas ir Riteris	Galimai dvigubo smūgio suformuoti dariniai	6-7
55	Bakonas	Neįprastai lygus kraterio dugnas ir aplinkinės lygumos	5-6
41	Beselio spindulys	Neaiškios kilmės spindulys šalia Beselio	6-7 (reljefas) arba 14 (spindulys)
93	Dionisijaus spinduliai	Neįprasti ir reti tamsūs spinduliai	6 (krateris), 14 (spinduliai)
64	Dekartas	Apollo 16 nusileidimo vieta; numanomas aukštųjų vulkanizmo regionas	6-7
50	Keilio lygumos	Šviesios, lygios, neaiškios kilmės lygumos	6
63	Imbriaus skulptūra	Baseino išmesta uoliena prie Boskovičiaus ir Julijaus Cezario	6-7
82	Linė	Mažas krateris, kadaise laikytas išnykusiu	6-7
71	Sulpicijaus Galo tamsi danga	Pelenų išsiveržimai į šiaurės vakarus nuo kraterio	6-7
89	Valentino kupolas	Vulkaninis kupolas	5-6
24	Higino vaga	Vaga su įgriuvomis	7
99	Ina	D formos jauna vulkaninė kaldera	6-7

**c) Mėnulio objektai geriausiai stebimi ~7-9 dienos po jaunaties**

Numeris (L#)	Objekto Pavadinimas	Reikšmė	Kada stebėti (apytikslė diena po jaunaties)
			<b>~ 7 - 8</b>
29	Ariadėjaus vaga	Ilgas, tiesus grabenas	7
45	Maurolikas	Gausios kraterizacijos regionas	7-8
28	Hiparchas	Pirmasis 1664 m. Robert Hooke nupieštas Mėnulio krateris	7
35	Trysnekerio vagos	Vagų grupė	7
76	V. Bondas	Didelis krateris, paveiktas Imbriaus išmestos uolienos	7-8
19	Alpių slėnis	Mėnulio grabenas	7-8
66	Hadlio vaga	Lavos kanalas prie Apollo 15 nusileidimo vietos	7-8
26	Šalčio jūra	Lanko formos jūra, kurios kilmė neaiški	7-8
92	Gildeno slėnis	Imbriaus radialinės struktūros dalis	7
46	Regiomontano centrinė viršūnė	Galima vulkaninė viršūnė	7-8
75	Ptolemėjus B	Lėkštės formos įduba Ptolemėjaus dugne	7-8
47	Alfonso tamsios dėmės	Tamsios uolienos išsiveržimai kraterio dugne	8 (reljefas) arba 14 (dėmės)
79	Garų įlanka	Rytinis tamsių uolienų vulkaninis telkinys	8
4	Apeninai	Imbriaus baseino kraštas	7-8
27	Archimedas	Didelis krateris be centrinės viršūnės	7-8
61	Mestingas A	Paprastas krateris arti matomos Mėnulio pusės centro	8
51	Davio kraterių grandinė	Kometos fragmentų smūgių rezultatas	8
			<b>~ 8 - 9</b>
15	Tiesioji Siena	Geriausias Mėnulio plutos lūžio pavyzdys	8
23	Piko kalnas	Izoliuotas Imbriaus baseino žiedo fragmentas	8
83	Platono krateriukai	Kraterių duobės ties aptikimo riba	8-9
6	Tichas	Didelis krateris su spindulių sistema ir smūginiais dariniais	9 (krateris), 14 (spinduliai)
84	Pitatas	Krateris su koncentrinėmis vagomis	9
9	Klavijus	Nepaisant dydžio, krateris neturi baseino bruožų	8-9
95	Proceliarų baseinas	Didžiausias Mėnulio baseinas?	8-14 (apima didelį plotą)
81	Hesiodas A	Koncentrinis krateris	9
67	Fra Mauro formacija	Apollo 14 nusileidimo vieta ant Imbriaus išmestų uolienų	8-9



**d) Mėnulio objektai geriausiai stebimi ~9-11 dienos po jaunaties**

<b>Numeris (L#)</b>	<b>Objekto Pavadinimas</b>	<b>Reikšmė</b>	<b>Kada stebėti (apytikslė diena po jaunaties)</b>
			<b>~ 9 - 11</b>
74	Kopernikas H	Tamsaus fono smūginis krateris	9
69	Koperniko antriniai krateriai	Spinduliai ir maži krateriai prie Pytėjo	9–10
5	Kopernikas	Tipiškas didelis, sudėtingas krateris	9–10
78	Lambertas R	Palaidotas „krateris-vaiduoklis“	9
98	Imbriaus lavos tėkmės	Jūros lavos tėkmių ribos	8–9 (kai saulė žemai)
60	Kiso Pi	Vulkaninis kupolas	9
65	Hortenzijaus kupolai	Kupolų laukas į šiaurę nuo Hortenzijaus	9–10
54	Hipalo vagos	Vagos, koncentriškos Drėgmės baseinui	10
14	Vaivorykščių įlanka	Labai didelis krateris su be dalies krašto	10–11
30	Šileris	Galimai įstrižo smūgio rezultatas	11
49	Gruithuiseno Delta ir Gama	Vulkaniniai kupolai, susidarę iš klampios lavos	10–11
13	Gasendis	Krateris su suskeldėjusiu dugnu	10–11
86	Princo vagos	Vagų sistema prie Princo kraterio	11
68	Flamstedas P	Siūlomas jaunas vulkaninis krateris ir Surveyor 1 nusileidimo vieta	11

**e) Mėnulio objektai geriausiai stebimi ~11-14 dienos po jaunaties**

<b>Numeris (L#)</b>	<b>Objekto Pavadinimas</b>	<b>Reikšmė</b>	<b>Kada stebėti (apytikslė diena po jaunaties)</b>
			<b>~ 11 - 14</b>
59	Šilerio-Zukijaus baseinas	Stipriai erodavęs, anksčiau nepastebėtas baseinas	11–12
11	Aristarchas	Labai ryškus krateris su tamsiomis juostomis ant sienų	11–12
44	Mersenijus	Išgaubtas dugnas, perskirtas antrinių kraterių	11
91	De Gasperio vagos	Sritis su daugybe vagų	11
17	Šrėterio slėnis	Milžiniška vingiuota vaga	11–12
22	Aristarcho plynaukštė	Paslaptingas, iškiles regionas, padengtas piroklais	11–12
42	Marijaus kalvos	Vulkaninių kupolų ir kalvų kompleksas	11–12
39	Šikardas	Kraterio dugnas su Rytų baseino išmestos medžiagos juosta	11–12
62	Riumkeris	Didelis vulkaninis kupolas	12
57	Reiner Gama	Ryškus sūkurys ir magnetinė anomalija	12–14
43	Vargentinas	Krateris, iki kraštų pripildytas lavos ar išmestos uolienos	11–12
77	Sirsalio vaga	Proceliarų baseino radialinės vagos	11–12
52	Kriugeris	Galima vulkaninė kaldera	12
36	Grimaldžio baseinas	Mažas dviejų žiedų baseinas	12–13
37	Bailis	Sunkiai įžiūrimas baseinas	12–13
97	Ingiramio slėnis	Rytų baseino išmesta medžiaga	12–13
94	Drygalskis	Didelis pietų ašigalio regiono krateris	13–14
80	Rytų baseinas	Jauniausias didelis smūginis baseinas	13–14 (reikia geros libracijos)

### 3. Turinys

1.	Saulė .....	2
1.1.	Bendra informacija apie Saulę .....	2
1.2.	Saulę sudarančios dalys .....	3
1.3.	Saulės aktyvumo ciklai .....	6
1.4.	Poliarinės pašvaistės .....	7
1.5.	Saulės užtemimai. ....	10
2.	Mėnulis .....	15
2.1.	Bendra informacija apie Mėnulį .....	15
2.2.	Mėnulio paviršius .....	16
2.2.1.	Mėnulio aukštumos ir žemumos .....	16
2.2.2.	Kalnai ir krateriai .....	17
2.2.3.	Jūros (lot. Mare) .....	17
2.2.4.	Ežerai (lot. Lacus) .....	19
2.2.5.	Kiti paviršiaus dariniai .....	19
2.3.	Mėnulio uolienos .....	19
2.4.	Mėnulio drebjimai, mėnulio vidaus struktūra ir paslaptingas magnetinis laukas .....	21
2.5.	Mėnulio judėjimas ir kalendorius. ....	22
2.6.	Mėnulio fazės ir peleninė šviesa .....	23
2.7.	Mėnulio stebėjimai pradedantiesiems .....	24
2.8.	Mėnulis – 100 stebėjimo programa pažengusiems .....	26
2.8.1.	Įvadas .....	26
2.8.2.	Stebėjimo lygiai .....	27
2.8.3.	Pasiruošimas stebėjimams: įranga ir Mėnulio geografijos pagrindai. ....	27
2.8.4.	Stebėjimų planavimas .....	30
2.8.5.	„Mėnulio 100“ sąrašas (eilės tvarka) .....	31
2.8.6.	„Mėnulis 100“ sąrašas pagal ilgumą ir geriausią stebėjimo laiką .....	46
3.	Turinys .....	51