

Zvaigžņotā DEBESS

2021
PAVASARIS

ZELTA DRUDZIS

uz Mēness

EKSKLUZĪVA

intervija ar kosmisko
raķešu būvētāju

Ko astronomi pētīs

PĒC 100 GADIEM?

Izdevējs

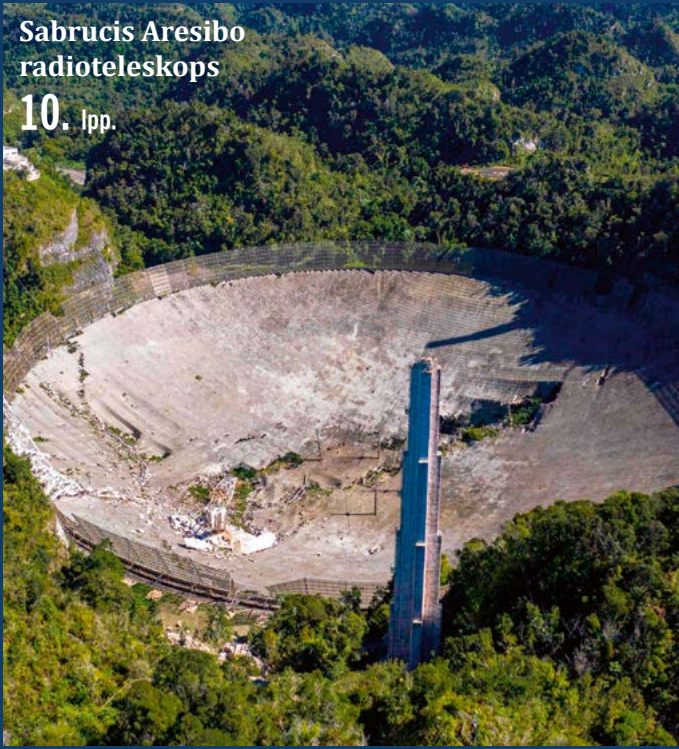


LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

Mūsu Galaktika "APRIJ"
citas galaktikas

**Sabrucis Aresibo
radioteleskops**

10. lpp.



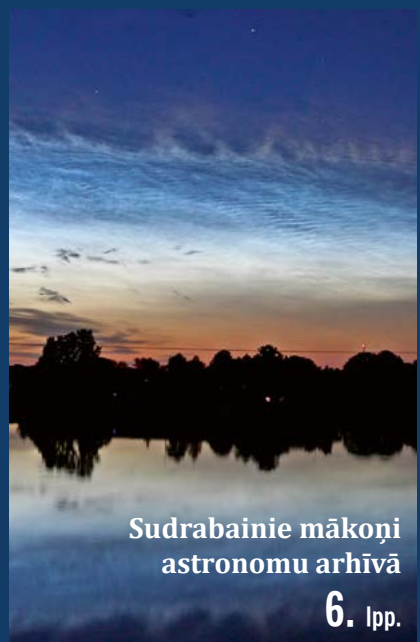
**Gandrīz visa astronomija
vienā konferencē**

46. lpp.



**Asteroīdu viela
nogādāta uz
Zemes**

29. lpp.



**Sudrabainie mākoņi
astronomu arhīvā**

6. lpp.

**Ko astronomijas entuziasti
dara vasarā?**

58. lpp.



**Kad Jupiters
tiekas ar
Saturnu**

8. lpp.



ZVAIŽŅOTĀ DEBESS

2021. GADA PAVASARIS (251)

Izdevējs:



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**

Dibinātājs: Latvijas Zinātņu akadēmijas Astrofizikas laboratorija (1958).

Zvaigžņotā Debess ir populārzinātnisks izdevums par astronomiju. Iznāk četras reizes gadā. Žurnālā tiek sniegta informācija par astronomijas un kosmonautikas sasniegumiem, tas piedāvā jaunākās ziņas par Saules sistēmu un citplanētām, par zvaigznēm, galaktikām un Visuma uzbūvi, kā arī stāsta par orbitālajiem un virszemes teleskopiem un kosmiskajiem aparātiem.

Redakcijas kolēģija:

Galvenais redaktors
Dr. paed. Ilgonis Vilks,
galvenā redaktora vietnieks
Dr. sc. comp. Mārtiņš Gills,
Anna Gintere,
Dr. sc. ing. Jānis Kaminskis,
Mg. sc. comp. Raitis Misa,
PhD Artūrs Vrublevskis,
Mg. paed. Ieva Zārāne,
Vents Zvaigzne.

Maketētāja: Baiba Lazdiņa

Literārais redaktors: Oskars Lapsiņš

Žurnāls sagatavots:

Latvijas Universitātes
Akadēmiskajā apgādā
Tālrunis: 67034889
E-pasts: apgads@lu.lv

Iespiests: SIA Latgales druka

Interneta resursi: www.lu.lv/zvd

Digitālais arhīvs: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1171>

Uz 1. vāka: NASA starpplanētu zonde *Juno* turpina pētīt Jupiteru. Kaut arī attēlu iegūšana nav galvenais pētniecības mērķis, ar kameru *JunoCam* iegūtajos attēlos Jupiteris izskatās patiešām iespaidīgi. NASA brīvpieejas attēls

Uz 4. vāka: 2021. gada februārī Latvijā valdīja barga ziema un bieži bija novērojamas atmosfēras optiskās parādības, tostarp Saules stabs. Šis uzņēmums gan ņemts no *StarSpace* 2015. gada astrofotogrāfiju konkursa darbiem. Maksima Frederika Šaldajeva foto

SATURS

AKTUĀLI

- Jaunumi īsumā.** *Ilgonis Vilks, Mārtiņš Gills, Karina Šķirmante* 2
- Sudrabaino mākoņu arhīva atdzimšana.** *Jānis Kauliņš* 6
- Pirms un pēc konjunkcijas.** *Mārtiņš Gills* 8
- Sabrucis Aresibo radioteleskops.** *Raitis Misa* 10

VISUMA IZPĒTE

- Kosmosa izpēte tālākā nākotnē**
Dainis Draviņš, Ilgonis Vilks 16
- Svešinieki mūsu Galaktikā.** *Andis Zariņš* 24

SAULES SISTĒMA

- Nonest zvaigznes no debesīm.** *Anna Gintere* 29
- Mēness zelta drudzis.**
Tonijs Miligans, Mārtins Elviss, Alana Kroļikovska 34

ASTROVIETA

- Patiešām pieskarties kosmosam.** *Mārtiņš Gills* 37

MOBILĀ LIETOTNE

- Labs laiks vērošanai.** *Mārtiņš Gills* 38

OLIMPISKAIS IZAIČINĀJUMS

- Saules un Mēness aptumsumi**
Sagatavojis Māris Krastiņš 39

KOSMISKIE LIDOJUMI

- United Launch Alliance – uzticams kosmisko lidojumu partneris.** *Raitis Misa* 40

ZINĀTNES SASNIEGUMI

- Amerikas Astronomijas biedrības 237. konference**
Juris Freimanis 46

FOTOSTĀSTS

- Mazās Vējdzirnaviņas.** *Sergejs Klimanskis* 52

AMATIERU ASTRONOMIJA

- 2020. gada astrofoto konkursa rezultāti**
Anna Gintere 54
- Kompaktais Ērglis.** *Mārtiņš Gills* 58

DEBESS APSKATS

- Debess spīdekļi 2021. gada pavasarī**
Juris Kauliņš 60

Jaunumi īsumā

Rekordtālais kvazārs mākslinieka skatījumā

NOIRLab/NSF/AURA/J. da Silva

JO TĀLĀK, JO TRAKĀK

Astronomu grupa Arizonas Universitātes pētnieku vadībā 2021. gada janvārī paziņoja, ka izmērijuši kvazāra J0313-1806 attālumu un tas izrādījies rekordliels – gaisma no kvazāra līdz Zemei nāk 13,03 miljardus gadu. Mēs to redzam tādu, kāds tas izskatījās, kad Visuma vecums bija tikai 670 miljoni gadu. Pats rekords nav tik būtisks, otrs tālākais kvazārs atrodas tikai 20 miljonus gaismas gadu

tuvāk, svarīgi ir tas, ka kvazārā atrodas supermasīvs melnais caurums, kura masa ir 1,6 miljardi Saules masu, divas reizes vairāk nekā iepriekšējam kvazāram rekordistam. Tas vēl vairāk sarežģī problēmu, par kuru astronomi lauza galvu jau krietnu laiku – kā tik drīz pēc Visuma izveidošanās varēja izveidoties tik lieli melnie caurumi? Pētnieku grupa rēķina – ja melnais caurums izveidojās, kolapsējot masīvai zvaigznei 100 miljonus gadu pēc Visuma

rašanās, un auga maksimālā tempā, “apriņot” apkārtējo gāzi, tā masa būtu tikai 10 tūkstošus reižu lielāka par Saules masu, un tas ir daudz par maz. Viņi izsaka pieņēmumu, ka melnā cauruma iedīglim jau sākumā vajadzēja būt 10 tūkstošu Saules masu lielumā, un tas varēja izveidoties, tiešā veidā saspiežoties aukstajai gāzei, kas tajā laikā veidoja lielāko daļu Visuma. Tomēr šķiet, ka līdz mīklas atminējumam vēl ir tālu.

STARLINK SAGĀDĀ NEPATĪKAMU PĀRSTEIGUMU

Kompānijas SpaceX satelīti Starlink 2020. gada 10. decembrī sagādāja nepatīkamu pārsteigumu LU Astronomijas

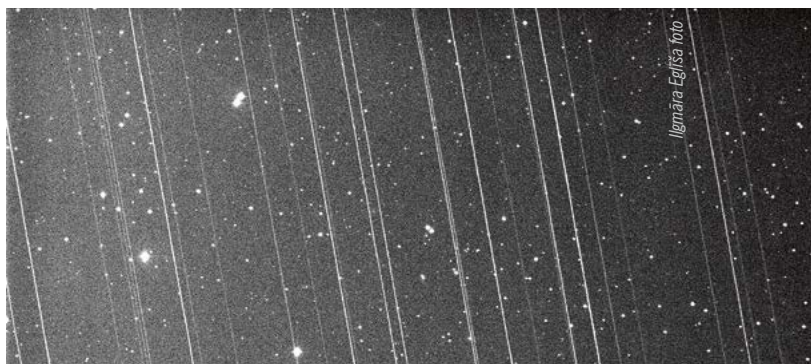
institūta vadošajam pētniekam, Baldones observatorijas vadītājam Ilgmāram Eglītim, kurš tajā vakarā ar Šmita teleskopu fotografēja Zemei tuvo asteroīdu 1999 XC21. Satelītu

spiets pēkšņi šķērsoja teleskopa redzeslauku, atstājot attēlā spožas svītras. Kā *Zvaigžņotā Debess* jau rakstīja 2020. gada vasaras numurā, Starlink satelītu tīkla

uzdevums ir izveidot globālu interneta tīkla pārklājumu. Ilmārs Eglītis komentē situāciju: “SpaceX izpilddirektora Īlona Maska vērtējums ir, ka *Starlink* satelītu skaits strauji pieaugs, jo tādējādi ir cerības pārņemt daļu no aptuveni viena triljona ASV dolāru vērtā interneta tirgus. Lai sasniegtu šo plānu, jāpalaiž 12 000 satelītu un, iespējams, vēl 30 000 satelītu. Projekta lielums un mērogs ir satricinājis profesionālos astronomus un amatierus, kuri baidās, ka nākotnē spilgtie orbītā esošie objekti traucēs novērot Visumu. Pašlaik novērotāju tikšanās ar

šo satelītu spietu ir retums.” 2021. gada februāra sākumā ap Zemi jau riņķoja vairāk nekā 1000 *Starlink* satelītu. Dažādas astronomiskās

organizācijas ir oficiāli paudušas bažas par gaidāmajiem astronomisko novērojumu traucējumiem *Starlink* satelītu dēļ.



Baldones Šmita teleskops 2020. gada 10. decembra vakarā fiksē *Starlink* satelītu spietu

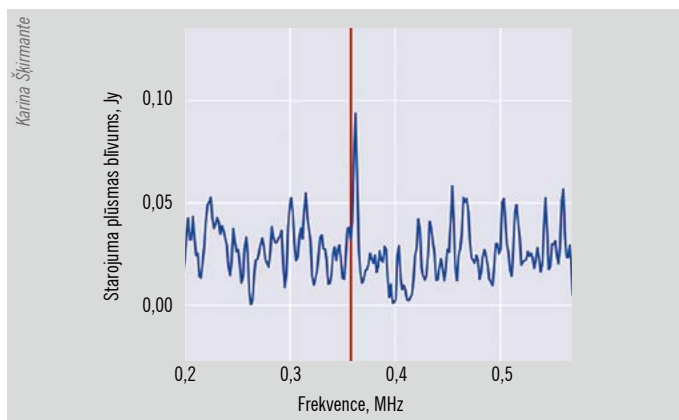
KOMĒTU NOVĒROJUMI AR IRBENES RADIOTELESKOPU

Zvaigžņotā Debess

2020. gada rudens numurā stāstīja par vienu no pēdējo gadu spožākajām komētām C/2020 F3 (NEOWISE). Bet šī nav vienīgā komēta, kas bija aktīva 2020. gadā.

Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra īstenotā Latvijas Zinātnes padomes projekta *Kompleksie Saules sistēmas mazo ķermeņu pētījumi* ietvaros notiek dažādu komētu novērojumi, izmantojot Irbenes radioteleskopu RT-32. 2020. gadā

tika novērotas četras komētas C/2017 T2 (PANSTARRS), C/2019 Y4 (ATLAS), C/2020 F8 (SWAN) un C/2020 F3 (NEOWISE), tam kopumā veltot 600 novērojumu stundu. Jāpiebilst, ka, veicot komētu izpēti radio diapazonā, iegūst objekta spektru novērojamā frekvenču apgabalā. Komētas sastāv no ledus, gāzēm un putekļiem, un, tām pietuvojoties Saulei, aktivizējas hidroksilradikāļa (OH) māzers, kuru novērošanai izmanto radioteleskopa 1,6 GHz uztvērēju. OH māzeru novērojumu rezultāti sniedz iespēju modelēt ūdens veidošanās mehānismu uz komētas un Saules sistēmā kopumā. Komētu OH māzeru starojuma plūsmas blīvums ir ļoti mazs, parasti mazāks par 0,01 janskjiem, tāpēc komētu detektēšanai nepieciešama



Komētas C/2020 F3 (NEOWISE) spektrs 1667 MHz frekvenču joslā 2020. gada jūlijā

precīza novērojumu kalibrēšana, bet iegūto novērojumu datu apstrādē jāizmanto sarežģītas signālu apstrādes

metodes un augstas veikspējas skaitļošanas resursi. Komēta NEOWISE 2020. gada jūlijā bija ļoti spoža, līdz ar to,

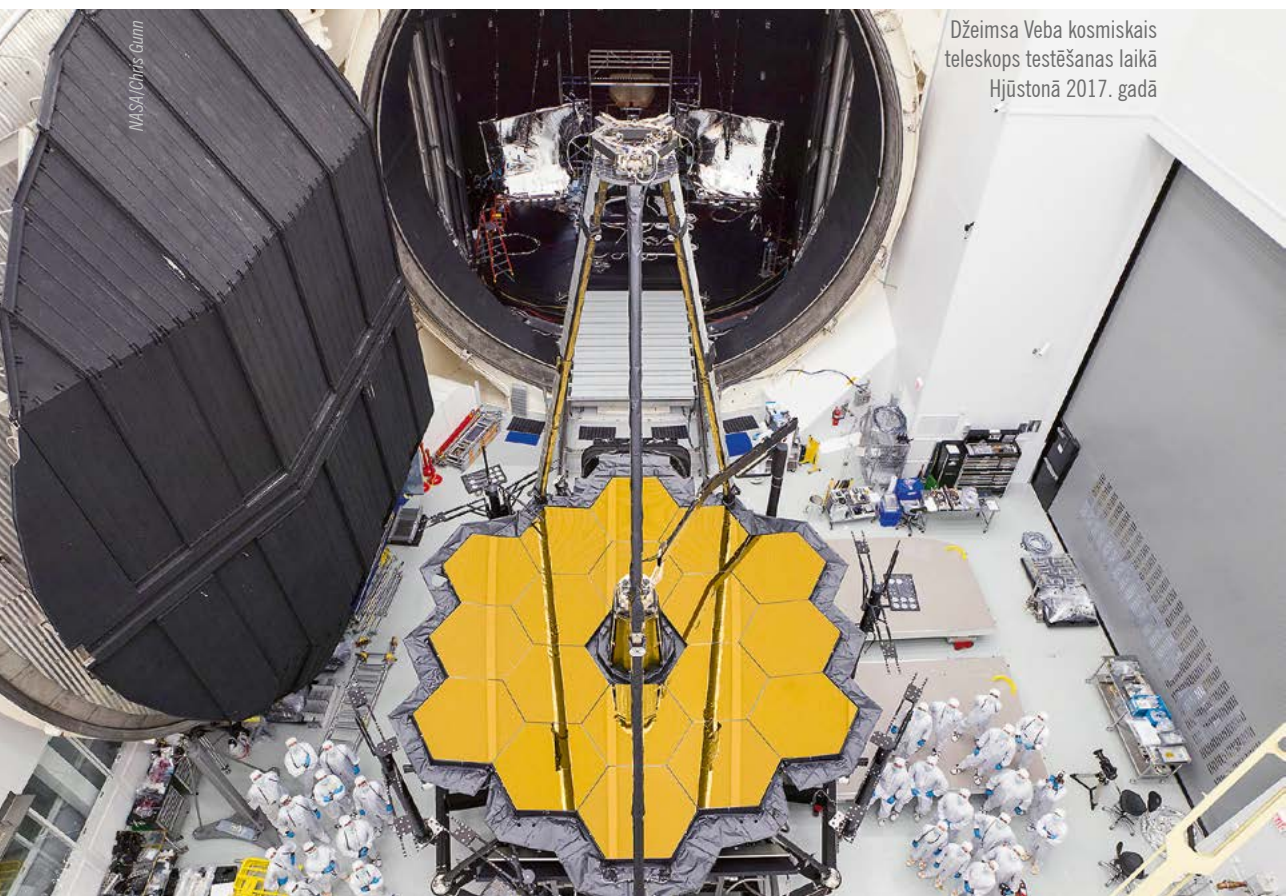
apstrādājot datus, iegūtais komētas OH māzera starojuma plūsmas blīvums bija neparasti liels – ap 0,09 janskiem.

SVARĪGĀKIE KOSMISKIE STARTI 2021. GADĀ

Pēc 2. aprīļa iepļānots *Boeing* kosmosa kuģa *Starliner* otrais bezpilota lidojums uz Starptautisko kosmosa staciju. 2019. gadā staciju neizdevās sasniegt programmatūras kļūdas dēļ. Tā kā Ķīnas jaudīgā nesējraķete *Long March 5* darbojas labi, sagaidāms, ka ķīnieši palaidīs savas jaunās kosmiskās stacijas pirmo bloku, kura nosaukums ir *Tianhe*. 24. novembrī paredzēts NASA zondes *Dart*

starts. 2022. gadā tā sasniegs asteroīdu *Dimorfu* un ietrieks tajā šāviņu, lai izmainītu asteroīda trajektoriju. Jūnijā vai jūlijā uz Mēnesi dosies privātās kompānijas *Astrobotic Technology's* nolaižamais aparāts *Peregrine*. Oktobrī tam sekos citas privātās kompānijas *Intuitive Machines* nolaižamais aparāts *Nova-C*. Vēl oktobrī ar *SpaceX* kosmosa kuģi uz Starptautisko kosmosa staciju varētu doties astronauts *Džareds Aizakmens (Isaacman)* un

trīs kosmiskie tūristi. Tūristu vārdi vēl nav paziņoti. 31. oktobrī iepļānots tik ilgi gaidītais un daudzkārt atliktais *Džeimsa Veba* kosmiskā teleskopa starts. Teleskopa spoguļa diametrs ir 6,5 metri, un tas pētīs pirmās zvaigznes un galaktikas. Gada beigās Indija plāno palaist zondi *Chandrayaan-3*, kas nosēdīsies uz Mēness. Iepriekšējās zondes nolaišanās 2019. gadā bija neveiksmīga. Šoreiz uz Mēnesi dosies tikai nolaižamais aparāts un roveris.

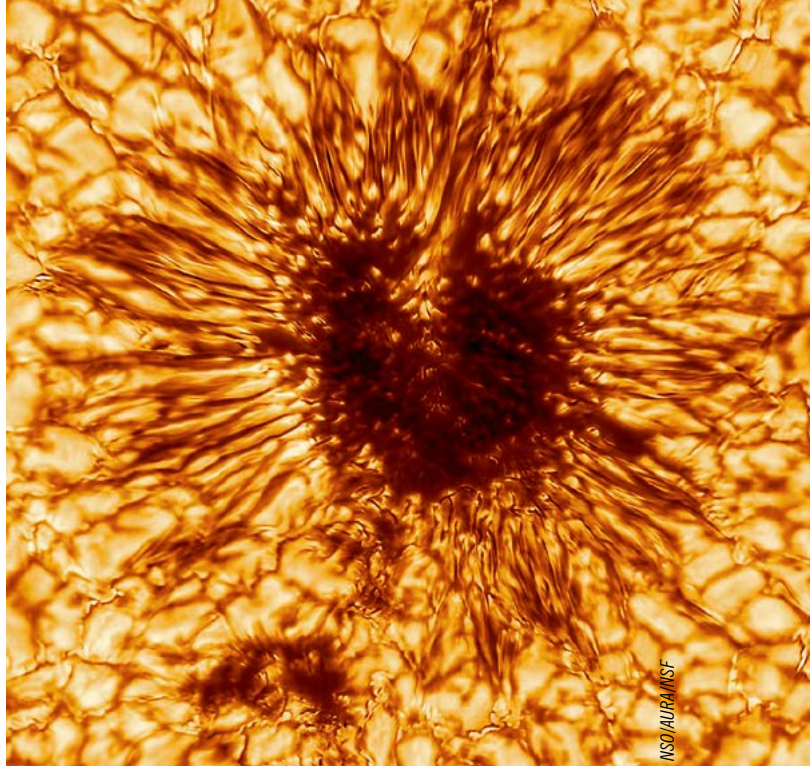


NASA/Chris Gunn

Džeimsa Veba kosmiskais teleskops testēšanas laikā Hjustonā 2017. gadā

VISSKAIDRĀKIE SAULES ATTĒLI

Iegūt skaidru Saules attēlu nav vienkārši, jo Saule izstaro ne tikai gaismu, bet arī daudz siltuma, kas liek virzīties gaisam teleskopā un ap to. Teleskopa fokālajā plaknē, kur koncentrējas Saules gaisma, ir pat dedzinoši karsts. Pasaules lielākajā Saules teleskopā ar spoguļa diametru 4 metri, kas atrodas Maui salā Havaju salu arhipelāgā un ir nosaukts bijušā Havaju salu gubernatora Daniela Inojes vārdā, šo problēmu risina, dzesējot visu, ko vien iespējams, – gan teleskopa galveno spoguļi, gan pašu teleskopa kupolu. Pirms sekundārā spoguļa, kur Saules staru jauda sasniedz 12 kilovatatus, atrodas speciāla, intensīvi dzesēta ierīce, kas aiztur 95% siltuma un laiž cauri tikai šauru gaismas staru. 2020. gada sākumā ar teleskopu ieguva pirmos Saules attēlus ar vēl nebijušu izšķirtspēju – uz Saules virsmas saskatāmas līdz 20 kilometriem



Ar pasaules lielāko Saules teleskopu nofotografētais Saules plankums

lielas detaļas. Attēlu padara skaidrāku arī adaptīvā optika. 2020. gada decembrī tika publicēts “superass” Saules plankuma attēls. Plankuma diametrs ir 16 000 kilometru. Tas ir nedaudz lielāks par Zemi. Plankuma vidusdaļa ir

tumšāka, jo tās temperatūra ir relatīvi zemāka salīdzinājumā ar apkārtējo fotosfēru. No tā uz visām pusēm stiepjas karstas un vēsas gāzes strūklas. Apkārt redzamas Saules granulas, kuru tipiskais diametrs ir 1500 kilometru.

METEORĪTAM PA PĒDĀM

Negaidīti veiksmīgs atradums fiksēts Zviedrijā – pirmo reizi pēc 66 gadu pārtraukuma šajā valstī izdevies atrast nupat kritušu meteorītu. Neilgi pēc tam, kad 2020. gada 7. novembra vakarā daļā Zviedrijas novēroja spožu bolīdu, no novērošanas kameru ierakstiem izdevās noteikt, ka atmosfērā iegājis apmēram deviņas tonnas smags “bluķis”, kura spožā

pēda sniedzās līdz 17 kilometru augstumam. Tas norādīja, ka ne viss meteoroids



Viens no Zviedrijā nokritušā meteorīta fragmentiem 3 milimetru diametrā

ir sadedzis. Jau 22. novembrī apmēram 50 kilometru uz rietumiem no Upsalas meteorīta meklētājiem astronoma Ērika Stempelsa vadībā izdevās atrast vietu, kur kādam laukakmenim no trieciena bija bojāta virsma un blakus bija neliels svaigs koka sakņu atsegums. Sākotnēji izdevies atrast metāliskus meteorīta fragmentus 1–6 mm diametrā un 14 kg smagu gabalu. Meklēšana turpinās. 🦋

Sudrabaino mākoņu arhīva atdzimšana

Sudrabainie mākoņi, saukti arī par mezosfēras mākoņiem, ir viena no nedaudzajām dabas parādībām, kuras vienkārši vizuālie vai fotogrāfiskie novērojumi arī mūsdienās var dot būtisku pienesumu pašas parādības un ar to saistīto procesu izpratnē. Vispirms tas ir saistīts ar pašu sudrabaino mākoņu novērojamības statistiku, kas var būt saistīta ar dažādiem procesiem kā Zemes atmosfērā, tā arī kosmiskajā telpā. Pēc zināma interešu zuduma 20. gadsimta

80. gadu otrajā pusē pēdējā desmitgadē interese par sudrabaino mākoņu novērošanu ir krasi pieaugusi.

Sudrabainie mākoņi novēroti vietās, kur agrāk nav bijuši redzami, samērā zemos platuma grādos – Itālijā, Kalifornijā un citur. Ir arī liecības par sudrabaino mākoņu parādīšanās un raksturlielumu saistību ar klimata pārmaiņu izraisītiem efektiem. Mezosfēras stāvokļa un dinamikas izpēte un ilgtermiņa procesu analīze tāpēc ir kļuvusi par aktuālu

zinātnisku uzdevumu, ko, ievērojot parādības un pētāmās vides raksturu, efektīvi iespējams paveikt, tikai starptautiski sadarbojoties, un sudrabaino mākoņu virszemes novērojumi šajā uzdevumā ir nozīmīga komponente.

Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļā (kopš 1993. gada – Latvijas Astronomijas biedrība, LAB) tika veikti ilggadēji šīs dabas parādības vizuāli un fotogrāfiski novērojumi. Tie sākas Starptautiskā Ģeofizikas



Sudrabaino mākoņu 180 × 130 mm fotonegatīvu arhīva mapē

gada laikā 1957. gadā un turpinājās līdz 1983. gadam, tātad 26 gadus. Diemžēl novērojumu rindā ir pārtraukums 1971. un 1972. gadā. Novērojumu materiāli uzkrājas LAB arhīvā, ko iespēju robežās ir saglabājis Latvijas Universitātes (LU) Muzejs. Arhīvā atrodami minētā laikposma novērojumu žurnāli un vairāk nekā 2000 liela formāta fotonegatīvu. Atsevišķi novērojumu žurnāli diemžēl gājuši zudumā, arhīvam kopš 20. gadsimta deviņdesmitajiem gadiem vairākas reizes mainot atrašanās vietu un glabātājus. Šķiet, nav arī saglabājušies fotonegatīvi, kas uzņemti pēc 1967. gada.

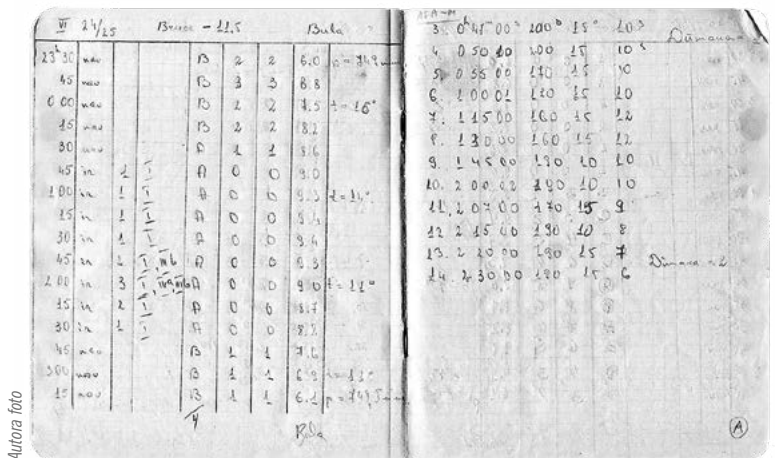
Novērojumi tika veikti lielākoties pēc vienotas, starptautiski atzītas metodikas, kas ļāva iegūt pēc metodiskās salīdzināmības unikālu novērojumu rindu. Ar nelielām modifikācijām šo metodi izmanto arī mūsdienā

pilsoniskā zinātne (*citizen science*) visā pasaulē.

Vienlaikus jāatzīmē, ka šie dati ir tikai nelielā mērā apstrādāti un vēl mazākā – publicēti; pārsvarā atbilstoši konkrētiem Starptautiskā Ģeofizikas gada un Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības uzdevumiem. Vairums apstrādes

rezultātu atrodami vienīgi speciālās atskaitēs, kuras lielākoties nav publiski pieejamas vai pat gājušas zudumā. Šāda datu rinda un tās detaļu analīze var sniegt nozīmīgas ziņas par agrākajos gados novērotajiem procesiem mezosfērā, tās dinamiku un saistību ar meteoroloģiskajiem apstākļiem uz Zemes. Ievērojot aktuālo novērojumu īpatnības, ir pamats domāt, ka iespējams iegūt arī informāciju par klimata pārmaiņu raksturu novērojumu veikšanas periodā, kas šajā kontekstā ir kļuvis visai aktuāls zinātniskajā literatūrā, bet, trūkstot pietiekami garām novērojumu rindām, joprojām ir nepietiekami aplūkots temats.

Patlaban LU Astronomijas institūtā ar brīvprātīgo palīdzību tuvojas beigām novērojumu žurnālu digitalizācija, sāka arī fotonegatīvu skenēšana. 🦋



Novērojumu žurnāla atvērums ar sudrabaino mākoņu un meteoroloģisko novērojumu pierakstiem un ziņām par uzņemtajiem fotoattēliem. 1976. gads



PIRMS un PĒC konjunkcijas

Planētas ik pa laikam izspēlē interesantas vizuālas konfigurācijas, šķietami satuvinoties tiktāl, ka kļūst grūti tās atšķirt vienu no otras. Viens šāds notikums risinājās 2020. gada ziemas saulgriežos, kad Jupiters un Saturns bija pienākuši viens otram klāt līdz sešu loka minūšu leņķiskajam attālumam, kas atbilst 1/5 Mēness redzamā diametra. Vēl tuvāk

abas planētas bija 1623. gada 16. jūlijā, kad attālums starp tām bija tikai piecas loka minūtes, taču tad debesis bija ļoti gaišas un parādība nebija īsti novērojama. Reāli novērojama tuva satikšanās notika vēl senāk, 1226. gadā. Notikuma laiks neilgi pirms Ziemassvētkiem liek atcerēties ASV dzīvojušā latviešu izcelsmes Minesotas Universitātes profesora astronoma Kārļa

Kaufmaņa popularizēto teoriju, ka Jaunajā Derībā minētā Betlēmes zvaigzne no astronomiskā viedokļa varētu būt Jupitera un Saturna konjunkcija 7. gadā pirms mūsu ēras.

Kā tas bieži gadās astronomiskajos novērojumos, esam atkarīgi no laika apstākļiem, un tieši dienas ap 21. decembri bija apmākušās. Tāpēc dižais notikums Latvijas iedzīvotājiem gāja secen, abas



Jupiters un Saturns vienā redzeslaukā 2020. gada 21. decembrī Losandželosā, ASV. Fotografēts ar *Canon 6D Mk2* kameru, kas pievienota teleskopam *Celestron NexStar*

08.12.2020.

10.12.2020.

18.12.2020.

25.12.2020.

planētas varējām novērot tikai pirms un pēc konjunkcijas. Novērotāji no citām vietām pasaulē dalījās ar neierastiem ar teleskopu iegūtiem attēliem, kur abas planētas redzamas blakus, vienā teleskopa redzeslaukā. Nākamā ciešā Jupitera un Saturna konjunkcija, kad leņķiskais attālums starp planētām atkal būs sešas loka minūtes, notiks 2080. gada 15. martā. 🌌

Attēli uzņemti ar *Nikon D750* kameru ar *Samyang 135 mm f/2* objektīvu. Visiem kadriem ir vienāds leņķiskais izmērs, visi centrēti pret Jupiteru

Sabrucis Aresibo radioteleskops

Aresibo radioteleskops pēc instrumentu platformas nogāšanās

KĀ TAS VARĒJA NOTIKT, UN KĀDI IR NĀKOTNES PLĀNI?
ATSKATĪSIMIES ARĪ UZ ARESIBO RADIOTELESKOPA
PATIESI IESPAIDĪGO VEIKUMU.

Jaunā, kurš ir populārākais kosmiskais teleskops, nenoliedzami aptaujas līderis būtu Habla kosmiskais teleskops. Ja līdzīgu jautājumu uzdotu par radioteleskopu, nav lielu šaubu, ka populārākais būtu Aresibo radioteleskops. Ja šādu jautājumu uzdotu Latvijā, tad favorīts, varētu gadīties, būtu mūsu pašu radioteleskops RT-32, kas izvietots Ventspils Starptautiskajā radioastronomijas centrā Irbenē.

Diemžēl 2020. gada 1. decembrī pasauli aplidoja ziņa, ka ASV piederošajā Puertoriko salā sagruvis Aresibo radioteleskops, kas līdz 2016. gadam bija pasaulē lielākais radioteleskops "šķīvis".

MAZLIET VĒSTURES

Aresibo radioteleskops sāka darbību 1963. gada 1. novembrī kā Aresibo jonosfēras observatorija. Sākotnēji radioteleskopa izveides ideja radās ASV aizsardzības departamenta ierēdņu galvās – izveidot

tehnisku sistēmu, kas spētu uztvert tuvojošās ballistikās raķetes, kad tās iet cauri jonosfērai, un izprast to kustību atmosfēras augšējos slāņos. Taisnības labad jāpiebilst, ka jau sākotnēji otrā teleskopa loma bija zinātniskie pētījumi, jo to varēja izmantot gan kā radioteleskopu, gan kā planetāro radaru, jo Aresibo spēja gan uztvert, gan pārraidīt radiosignālus.

1969. gada 1. oktobrī Aresibo radioteleskops pārgāja ASV Nacionālā zinātnes



Juana Vcaide231, CC BY-SA 4.0

Aresibo radioteleskopa galvenais reflektors un trosēs iekārtā instrumentu platforma

fonda (*National Science Foundation, NSF*) pārziņā.

Pāris gadus vēlāk projektā iesaistījās arī NASA un piešķīra finansējumu debess ķermeņu radionovērojumu veikšanai. Tātad radioteleskopa finansējums pilnā apjomā nāca no ASV federālā budžeta. Tas ir svarīgs apstāklis, lai izprastu, kāpēc nu tas ir sabrucis.

CEĻĀ UZ KATASTROFU

Kaut arī katastrofas parasti notiek ļoti ātri, tomēr, lai tās notiktu, ir jāsakrīt vairākiem apstākļiem, no kuriem katrs atsevišķi nez vai kļūtu par katastrofas iemeslu. Kādi iemesli noveda pie Aresibo sabrukuma? Galvenais, protams, ir finansējuma problēmas,

ko pavadīja tropisko vētru izraisīti bojājumi.

Lai saprastu, kas noticis, mazliet jāapraksta radioteleskopa uzbūve. Tas veidots kā sfērisks reflektors ar diametru 305 metri. Reflektoros optimāli ir veidot paraboliskus, lai uztverto signālu fokusētu vienā punktā, un tā tas parasti tiek darīts kustināmiem radioteleskopiem, kas ir pavēršami pret novērojumiem iecerēto debess apgabalu. Lielo izmēru dēļ Aresibo reflektors ir nekustīgs. Lai uztvertu signālus no dažādiem virzieniem, virsma ir izbūvēta sfēriskā, un atbilstoši tiek pārvietots virs reflektora iekārtais uztvērējs. Virsmas sfēriskā

forma nozīmē to, ka uztvertais signāls tiek fokusēts nevienā punktā, bet gan līnijā, un uztvērējs ir atbilstoši jābūvē garenā. 1997. gadā tika veikti uzlabojumi – uzstādīja papildu kupolu, kurā atradās sekundārie reflektori. Tas ļāva sfēriskā galvenā reflektora uztverto starojumu fokusēt vienā punktā un pavēra iespējas jauniem pētījumiem.

Un te ir kāda svarīga nianse. Veicot uzlabojumus, instrumentu platforma tika iekārtā trosēs apmēram ar divkārtīgu izturības rezervi. Tas ir krietni par maz, jo līdzīgās situācijās tiek izmantotas nesošās troses, kuru izturības rezerve ir vismaz seškārtīga. Šis ir viens no faktoriem, kas radīja

esošo situāciju. Lai jauno aparāturu noturētu, tika pievienotas arī papildu troses, tomēr visa konstrukcija kļuva smagāka, un tiek uzskatīts, ka izmainījās slodzes sadalījums teleskopa konstrukcijā.

Finansiāli Aresibo radioteleskopa ceļš uz sabrukumu

”
PĒC ARESIBO RADIOTELESKOPA
UZLABOŠANAS INSTRUMENTU PLATFORMA
BIJA IEKĀRTA TROSĒS AR APMĒRAM
DIVKĀRTĪGU IZTURĪBAS REZERVU. TAS BIJA
KRIETNI PAR MAZ

Aresibo radioteleskopa trosēs iekārtā instrumentu platforma tuvplānā



sākās 2006. gadā, kad NSF paziņoja, ka par 15% samazina finansējumu astronomiskajiem pētījumiem, un viens no cietējiem bija Aresibo radioteleskops. Lieki piebilst, ka tas izraisīja zinātnieku un arī Puertoriko gubernatora neizpratni un lielu

neapmierinātību. Gubernators pat esot rakstījis vēstuli NSF un lūdzis šo lēmumu pārskatīt. Tomēr Aresibo 2007. gada budžets tika samazināts no 10,5 līdz 8 miljoniem dolāru. Situāciju vēl sliktāku padarīja tas, ka jau 2011. gadā tika plānots finansējumu samazināt līdz 4 miljoniem dolāru. Atruna bija, ka pārējais nepieciešamais finansējums jāmeklē ārējos avotos, bet, ja tas neizdotos, visticamāk, radioteleskops būtu jāslēdz.

Šie plāni gan nepiepildījās, un NSF sadarbībā ar NASA, kas nodrošināja trešdaļu nepieciešamo līdzekļu, turpināja finansēt Aresibo. Tiesa, budžeta sabalansēšana nebija viegla, jo naudas hroniski trūka. 2018. gadā Aresibo radioteleskopa pārvaldību uzņēma Floridas Centrālā universitāte, kuras vadībā tika novērsti orkāna Marijas nodarītie postījumi. Finansiālās problēmas tomēr tupinājās. Te svarīgi piebilst, ka NSF vēl arvien bija un arī patlaban ir Aresibo galvenais saimnieks.

SABRUKŠANA

Fiziskas nepatikšanas sākās tad, kad 2020. gada 10. augustā notrūka viena no 1997. gadā uzstādītajām papildu trosēm. Tās tika uzstādītas, jo jauno

reflektoru masa bija tuvu 300 tonnām, un bija nepieciešama papildu nestspēja. Kopējā instrumentu platformas masa bija 820 tonnas.

Radioteleskopam gan tūlītējas briesmas nedraudēja, un pat tika plānoti remontdarbi, kam vajadzēja sākties dažas dienas pēc 6. novembra, kad pārtrūka vēl viena, šoreiz pamata, trose. Turklāt abas pārtrūkušās troses bija piestiprinātas pie viena un tā paša atbalsta torņa, kādu kopā ir trīs. Torņa trošu noslodze sasniedza 75% maksimālās izturības. Pārslodze bija ievērojama. Nu jau steigā piesaistot inženierus, tika izvērtēts, vai un kā var radioteleskopu izglābt, turklāt neriskējot ar cilvēku dzīvībām. Tika secināts, ka tas ir ārkārtīgi sarežģīti un neviens nav gatavs to uzņemties. 19. novembrī NSF paziņoja, ka Aresibo radioteleskops tiks nojaukts.

Var teikt, ka radioteleskops pats izlēma savu likteni, jo 2020. gada 1. decembra rītā tas sabruka. Vairāk nekā astoņus simtus tonnu smagā instrumentu platforma nogāzās uz galvenā reflektora, to pamatīgi sabojājot. Tika bojātas arī dažas no observatorijas kompleksā esošajām ēkām, tostarp izglītības centrs. Neskatrs



VAR TEIKT, KA RADIOTELESKOPS PATS
IZLĒMA SAVU LIKTENI, JO 2020. GADA
1. DECEMBRA RĪTĀ TAS SABRUKA



Rumlin, CC BY-SA 3.0

Mazāka mēroga grozāma platforma *Pluton* Krimā ar astoņiem 16 metru radioteleskopiem, ko izmanto tālajiem kosmiskajiem sakariem

palika apmeklētāju centrs un teleskopa vadības telpa.

NĀKOTNES PLĀNI

ASV Kongress ir uzdevis veikt izmeklēšanu, lai noskaidrotu Aresibo radioteleskopa sabrukšanas iemeslu. Tomēr ir diezgan droši, ka vainojams ir materiālu nogurums un metāla korozija trošu galu stiprinājumos. Februāra beigās gaidāms lēmums, ko darīt tālāk, taču teleskopa atbalstītāji un arī zinātnieki arvien izsaka stingru atbalstu radioteleskopa atjaunošanai, turklāt to padarot vēl spējīgāku. Puertoriko gubernators atvēlējis 8 miljonus ASV dolāru katastrofas seku sakopšanai un jauna teleskopa projekta izstrādei.

NSF uzsver, ka Aresibo observatorijas zinātniskā darbība turpināsies. Tikš veikti novērojumi ar 12 metru

teleskopu un LIDAR atmosfēras novērojumu sistēmu. Un, protams, 305 metru radioteleskopa savāktos datus analizēs vēl gadu desmitiem, līdzīgi kā tas ir ar citu lielu instrumentu datiem.

Zinātnieki jau radījuši vīziju, kā varētu izskatīties nākamais Aresibo radioteleskops. Mērķis ir to veidot tā, lai radioteleskopa darbmužs būtu vismaz 50 gadi. Iespējamais budžets ir salīdzinoši neliels – 400 miljoni ASV dolāru. Jauno radioteleskopu iecerēts veidot

kā plakanu platformu, kas izvietota virs bedres, kurā atradās 305 metru reflektors. Uz platformas cieši blakus izvietotu vairāk nekā 1000 reflektoru ar 9 metru diametru. Paši reflektori būtu stacionāri, un, lai tos pagrieztu, kustinātu visu platformu. Plānots, ka platformu varētu sagāzt līdz pat 45 grādiem. Paredzēts arī radara režīms. Šādas 9 metru reflektoru sistēmas pārraidītais signāls būtu būtiski stiprāks, nekā veidojot vienu, kaut arī jaudīgu, raidītāju.

Ja kaut ko tādu izdotos realizēt, tas būtu ne tikai iespaidīgs skats, bet arī inženierbūves brīnums un nodrošinātu radio novērojumu iespējas, par kādām patlaban var tikai sapņot. Kustīgā platforma dotu iespēju veikt novērojumus vairāk nekā divas reizes lielākā debesjuma apgabalā nekā līdz šim. Tas ietvertu arī supermasīvo melno caurumu Piena Ceļa galaktikas centrā. Savukārt liels reflektoru skaits palielinātu radioteleskopa redzeslauku, sabrukušā radioteleskopa redzeslauku pārsniedzot aptuveni 500 reižu.

Ir lieli plāni, bet šobrīd nav skaidrs, kā tikt pie

ZINĀTNIEKI JAU RADĪJUŠI VĪZIJU, KĀ VARĒTU IZSKATĪTIES NĀKAMĀS ARESIBO RADIOTELESKOPS. TĀ BŪTU MILŽĪGA, KUSTINĀMA PLATFORMA, UZ KURAS IZVIETOTI VAIRĀK NEKĀ 1000 REFLEKTORI

nepieciešamās naudas. NSF finansējums tiek plānots uz desmit gadiem, nosakot prioritāros pētījumu virzienus. Tikko noslēdzies kārtējais desmit gadu periods, un jau ir noteiktas prioritātes nākamajam, kurās Aresibo nav ietverts. Pastāv iespēja, ka ASV Kongress varētu piešķirt papildu budžetu tieši Aresibo vajadzībām. Zinātāji domā,

ka šāds risinājums nav īpaši ticams. Atliek vien gaidīt. Var mēģināt piesaistīt privāto finansējumu, sarunas ar potenciālajiem naudas devējiem jau notiek.

Saistībā ar par Aresibo radioteleskopa sabrukšanu Ķīna paziņojusi, ka jau šogad apmēram 10% no novērojumu laika savā FAST (*Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope*) radioteleskopā atvēlēs ārzemju pētniekiem. Tas ir būtiski, jo līdz šim tur darbojušies tikai ķīniešu zinātnieki. Turklāt FAST ir vairāk nekā 2,5 reizes jutīgāks par Aresibo radioteleskopu. Iemesls ir vienkāršs – FAST galvenā reflektora diametrs ir 500 metri.

PAVEIKTAIS

Izklaides jomā Aresibo radioteleskops vislabāk zināms ar parādīšanos kinofilmās *Kontakts* (*Contact*) un *Zeltacs* (*GoldenEye*). No zinātniskajiem sasniegumiem ievērojamākie ir 1967. gadā veiktie Merkura radara novērojumi, kad tika precizēts planētas rotācijas periods. Izrādījās, ka Merkurs pilnu apgriezību veic 59, nevis 88 dienās, kā uzskatīja iepriekš. 1981. gadā radioteleskopu izmantoja Veneras radarkartes izveidei, 1992. gadā Aresibo sasniegumiem pievienojās pirmās citplanētas atklājums. Veicot pulsāru novērojumus, Aresibo radioteleskops uztvēra to radītos gravitācijas viļņus. Šie novērojumi 1993. gadā vainagojās ar Nobela prēmiju fizikā. 🌌

ARESIBO RADIOTELESKOPA CV

2017 – atklāti divi īpaši divaini pulsāri. Brīžiem tie ir novērojami, bet tad uz ilgāku laiku to starojums vienkārši izzūd.

2016 – veicot novērojumus 150 stundu garumā, konstatēts, ka sūkstruktūras konstante, kas nosaka elektromagnētisko mijiedarbību, pēdējo trīs miljardu gadu laikā nav mainījies vairāk kā par 1,3 daļām uz miljoni.

2016 – novērots pirmais atkārtotais ātrais radio uzliesmojums.

2013 – pulsāra novērojumi trīs zvaigžņu sistēmā.

2012 – Mēness polu ledus meklējumi sadarbībā ar NASA LRO.

1992 – atklāti pastāvīgi ēnā esoši Merkura krāteri.

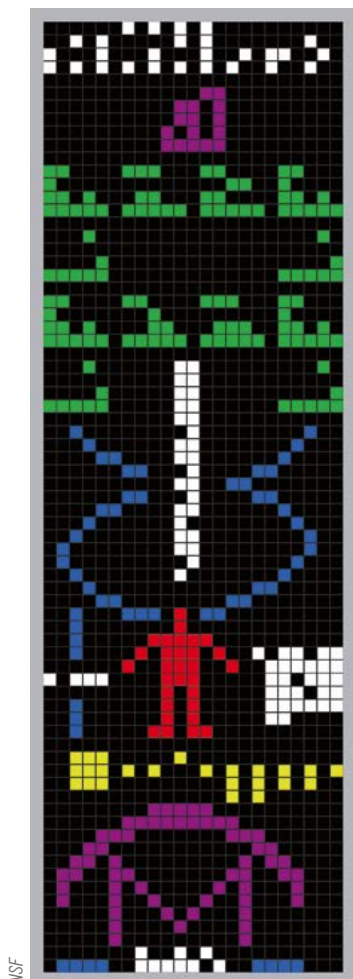
1982 – pirmā milisekunžu pulsāra atklāšana.

1981 – pirmā Veneras virsmas radarkarte.

1974 – pirmā dubultā pulsāra atklājums.

1974 – nosūtīts pirmais radiovēstījums ārpuszemes civilizācijām. Vēstījumā ietverta pamata informācija par cilvēci un Zemi. Tas noraidīts lodveida zvaigžņu kopas M13 virzienā.

1967 – precizēts Merkura griešanās ātrums. Konstatēts, ka katros divos apriņķojumos ap Sauli Merkurs veic trīs apgriezienus ap asi.



NSF

1974. gadā lodveida zvaigžņu kopas M13 virzienā nosūtītā radio ziņojuma vizualizācija



Kosmosa izpēte tālākā NĀKOTNĒ

KAS NOTIKS KOSMOSA IZPĒTĒ NĀKAMAJOS 100 GADOS?
IR TIK VILINOŠI IESKATĪTIES NĀKOTNES “KRISTĀLA BUMBĀ”!

Starptautiskā Astronomijas savienība tika izveidota 1919. gadā, kas apvienoja dažādu valstu profesionālos astronomus un sekmēja viņu zinātnisko sadarbību. Šajos simts gados astronomijā gūti ievērojami panākumi – esam sapratuši, ka dzīvojam

milzīgā zvaigžņu sistēmā – Galaktikā – un ka tā nav vienīgā. Izpētīts, kā galaktikas izvietotas Visumā, kas turklāt izplešas un kam ir bijis sākums. Noskaidroti zvaigžņu enerģijas avoti, izveidota zvaigžņu evolūcijas teorija, veikti daudzi citi svarīgi atklājumi. Bet kas mūs sagaida

nākotnē, tuvākajos 50–100 gados? Sāksim ar pārskatāmo jeb nezināmo zināmajā.

CIK LIELUS TELESKOPUS IESPĒJAMS UZBŪVĒT?

Cerro Armazones kalnā Čīlē aktīvi top Eiropas Dienvidu observatorijas 39 metru Ārkārtīgi lielais

teleskops (*Extremely Large Telescope*), kura spogulis sastāvēs no 798 segmentiem, katrs 1,4 metru diametrā. Spoguļa laukums būs 256 reizes lielāks nekā Habla kosmiskajam teleskopam, izšķirtspēja – 16 reizes labāka. Paredzēts, ka teleskops ieraudzīs “pirmo gaismu” 2026. gadā. Taču ar to astronomu ieceres neapstājas.

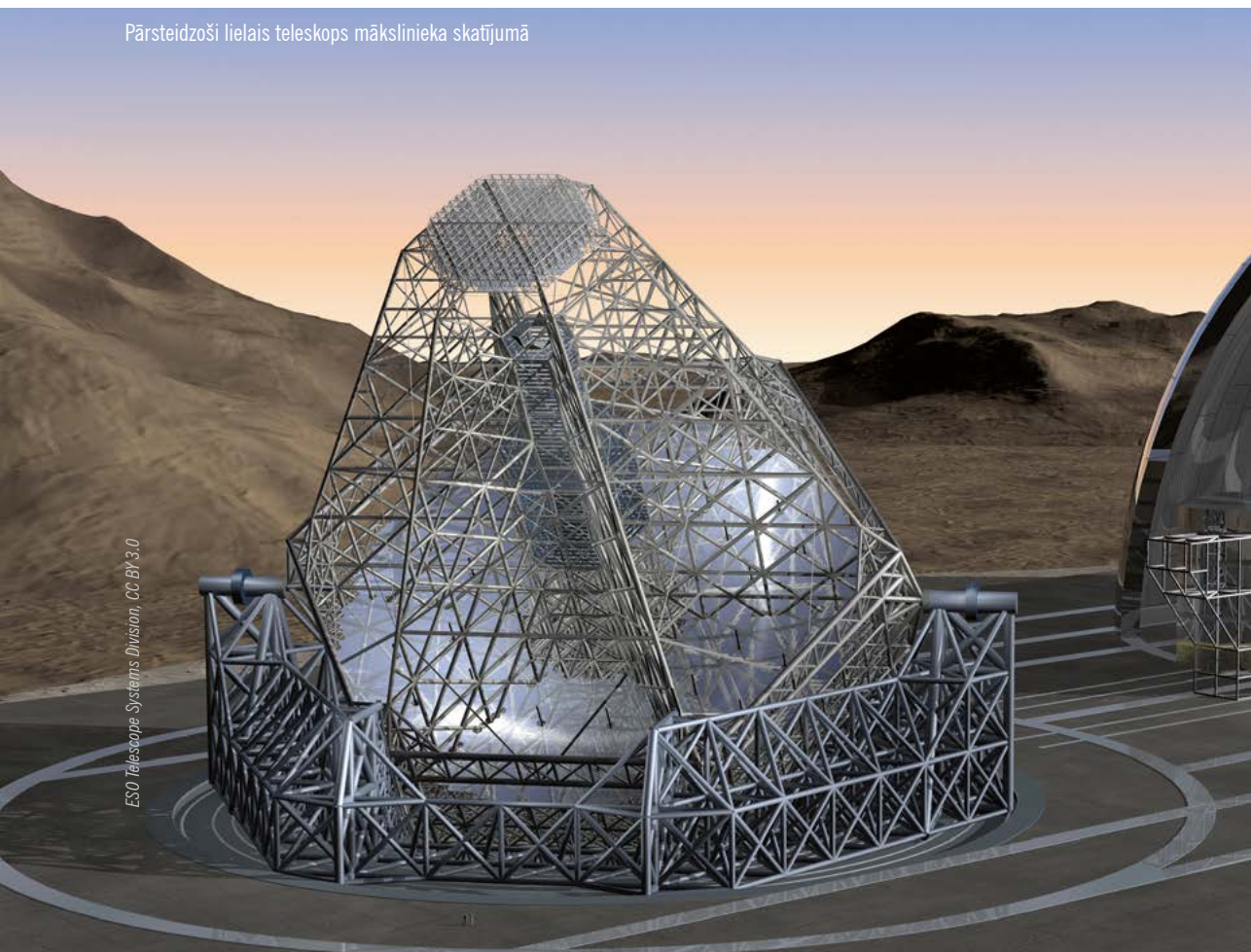
Pirms ķerties pie 39 metru teleskopa būves, 1998. gadā Eiropas Dienvidu observatorijā apsprieda ideju uzbūvēt 100 metru teleskopu. Konceptijai tika dots nosaukums *Overwhelmingly Large Telescope* (OWL), ko varētu

tulkot kā Pārsteidzoši lielais teleskops. Te ir arī vārdu spēle, jo *owl* angliiski nozīmē “pūce”, vedinot uz domām par šā putna izcilo nakts redzi.

Teleskops spētu saskatīt objektus, kas spīd 1500 reizu vājāk nekā tie, kas redzami ar Habla kosmisko teleskopu. Speciālisti secināja, ka tehniski tas būtu iespējams, bet atteicās no idejas sarežģītības un lielo izmaksu dēļ. Jau ELT izmaksās aptuveni 1,3 miljardus eiro, bet OWL cenu bija grūti precīzi prognozēt, jo projekts prasītu vairākas agrāk nepārbaudītas tehnoloģijas. Pagaidām šī ideja ir atmeta, bet kas zina...

Kāda zinātnieku grupa pie tuvākajām citplanētām gribētu meklēt ārpuszemes civilizāciju darbības pēdas, proti, karstākus plankumus uz planētu virsmas, kas varētu liecināt par intensīvu enerģijas patēriņu šajās vietās. Šim nolūkam viņi piedāvā uzbūvēt teleskopu *Colossus*, ko veidotu 58 astoņmetrīgi spoguļi vienā taisnstūra montāžā ar izmēriem 54 × 95 metri. Tas atbilstu apaļam spoguļim ar 74 metru diametru. Izmantojot inovatīvas stikla apstrādes metodes, spoguļi varētu būt ļoti plāni, tikai 2,5 centimetrus biezi, līdz ar to salīdzinoši viegli.

Pārsteidzoši lielais teleskops mākslinieka skatījumā



Padomājot vēl tālāk, ar veselu *Colossus* teleskopu ierindu varētu raidīt spēcīgus lāzera starus, kas dzītu uz priekšu starpzvaigžņu zondes.

Šobrīd pasaules lielākais radioteleskops ar vienlaidu virsmu ir FAST (*Five hundred meter Aperture Spherical Telescope*) Guidžou provincē Ķīnas dienvidos. Tā nekustīgais šķīvīis ir 500 metru diametrā. Virsma sastāv no 4500 kustīgiem paneļiem, kurus regulējot teleskopam piešķir vēlamo formu. 2020. gada janvārī FAST teleskops sāka darboties pilnā apjomā.

Taču radioastronomi jau agrāk ir sapņojuši par daudz lielākiem radioteleskopiem. 1971. gadā NASA veica konceptuālu izpēti par iespēju izbūvēt radioantenu kompleksu aptuveni 16 kilometru diametrā, ar kuru meklēt ārpuszemes civilizāciju radiosignālus. Projekta autori sprieda, ka izbūvēt šādu teleskopu būtu

MŪSDIENU TEHNOLOĢIJAS ĻAUJ UZBŪVĒT GAN OPTISKO TELESKOPU 100 METRU DIAMETRĀ, GAN RADIOTELESKOPU MASĪVU 100 KILOMETRU DIAMETRĀ

daudz vieglāk nekā izbūvēt starpzvaigžņu zondi, kas dotos dibināt kontaktus ar citām civilizācijām. Jau 20. gadsimta 70. gados tika secināts, ka tehnoloģiski ir iespējams izbūvēt radioteleskopu kompleksu arī 100 kilometru diametrā. Tomēr *Cyclops* projekts tika "nolikts plauktā" lielo izmaksu dēļ.

EKSOPLANĒTU BUMS

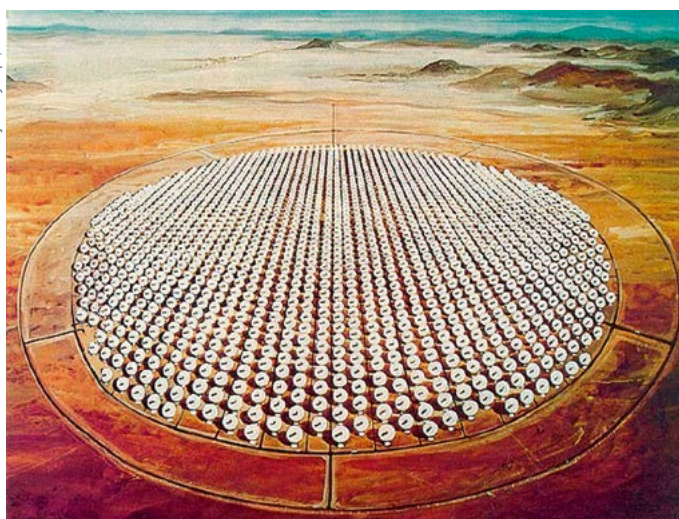
Pirmās divas planētas ārpus Saules sistēmas jeb citplanētas tika atklātas 1992. gadā, pirmā citplanēta pie Saules tipa zvaigznes – 1995. gadā. Četras interesantas

planētas riņķo ap zvaigzni HR 8799 Pegaza zvaigznājā. Tās ir vienas no nedaudzajām, kas ir redzamas teleskopā, nevis atklātas ar netiešām metodēm. Šķiet, ka starp šo planētu apriņķošanas periodiem pastāv interesanta sakarība – zvaigznei tuvākā planēta veic vienu apli ap zvaigzni aptuveni 40 gados, bet nākamo planētu apriņķošanas periods ir tieši 2, 4 un 8 reizes lielāks.

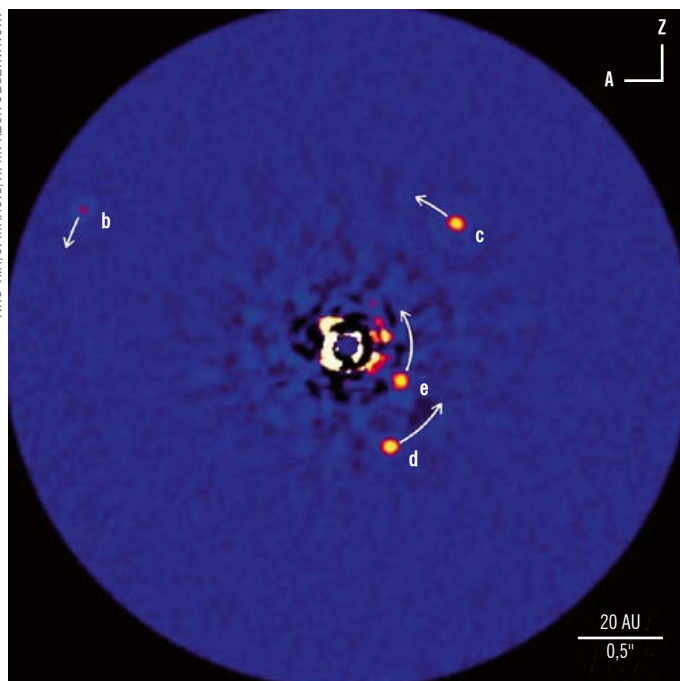
Palielinoties atklāto citplanētu skaitam, paveras iespējas pētīt ne tikai atsevišķas planētas, bet veselas planētu sistēmas. Planētas, kas kustas orbītās ar skaitliski savstarpējām attiecībām (t. s. rezonansēm), ir īpaši stabilas, to kustību nav viegli iztraucēt. Arī mūsu Saules sistēmā var atrast rezonanses, piemēram, Jupitera pavadoņiem Jo, Eiropai un Ganimēdam apriņķojumu periodi ir attiecībā 1:2:4.

Kopš pirmo citplanētu atklāšanas nav pagājuši pat 30 gadi, bet raksta tapšanas brīdī, 2021. gada februārī, jau zināmas vairāk nekā 4200 citplanētas. Daudzas planētas ir atklājis kosmiskais teleskops *Kepler*, šobrīd darbu turpina planētu pētnieks TESS. Skaidrs, ka astronomi turpinās atklāt citplanētas.

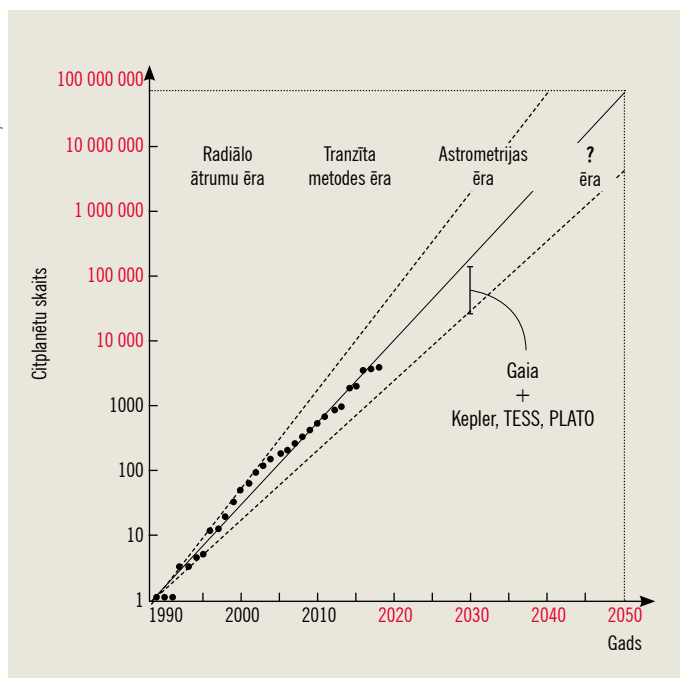
Projekt Cyclops, NASA



NASA iecerētais *Cyclops* radioteleskopu masīvs 16 kilometru diametrā



Zvaigznes HR 8799 četras planētas. Ar bultiņām parādīta planētu kustība septiņu gadu laikā



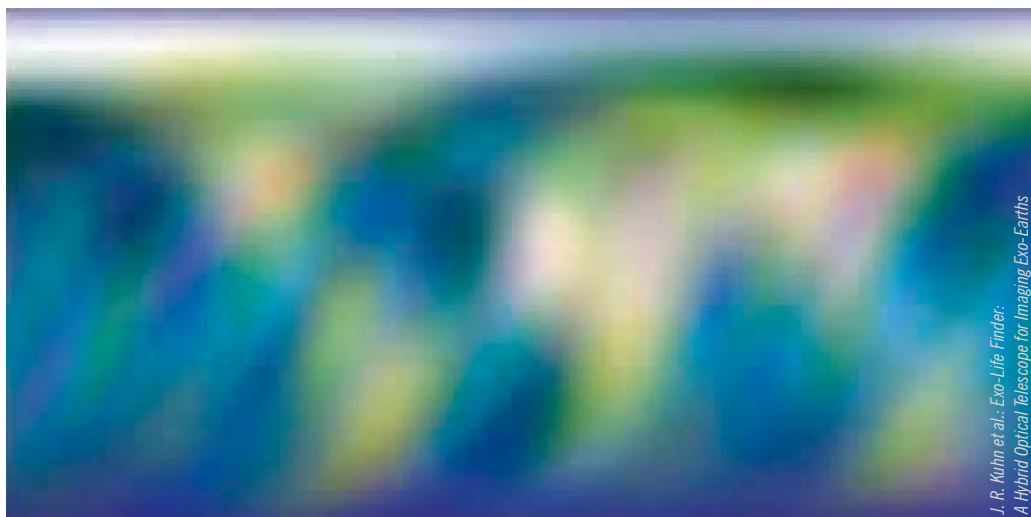
Jau atklātās eksoplanētas (punkti) un turpmākā atklāšanas prognoze (starp raustītajām līnijām)

Ja atklāšanas temps turpinās augt kā līdz šim, lēš, ka 2050. gadā jau būs zināmi aptuveni 100 miljoni citplanētu. Pirmās citplanētas atklāja ar radiālo ātrumu metodi, pēc tam dominēja tranzīta metode, turpmāk gaidāma planētu atklāšana, precīzi mērot zvaigžņu pozīcijas (astrometriskā metode), pēc tam varbūt nāks vēl kāds jauns paņēmieni...

Tas atgādina situāciju ar asteroīdu atklāšanu pirms 200 gadiem. Pirmo asteroīdu – Cereru – atklāja 1801. gadā, pēc sešiem gadiem bija zināmi četri asteroīdi, 1868. gadā – 100 asteroīdi, bet šobrīd – jau miljons. Asteroīdu ir tik daudz, ka tiem pārstāja dot vārdus. Dažām citplanētām ir piešķirti nosaukumi, bet skaidrs, ka arī šajā ziņā vēsture atkārtosies.

Nesen kādā konferencē tās dalībniekiem uzdeva jautājumu, par kādu citplanētu izpētes jomu līdz 2050. gadam varētu piešķirt nākamā Nobela prēmiju. Viena jau ir piešķirta – 2019. gadā par citplanētu atklāšanu. Lielākā daļa – 36% – atbildēja, ka par citplanētu pavadoņu atklāšanu, 29% – ka par ārpuszemes civilizāciju signālu meklējumiem, 21% – ka par Zemes tipa dzīvības pazīmju atklāšanu. Vēl bija atbildes – par skābekļa un ūdens atklāšanu uz Centaura Proksimas b un Zemes tipa planētas kartēšanu.

Vai tiešām būs iespējams, atrodies tepat Saules sistēmā, sastādīt citplanētu kartes? Kad planēta riņķo ap zvaigzni,



J. R. Kuhn et al.: *Exo-Life Finder: A Hybrid Optical Telescope for Imaging Exo-Earths*

Attēlā parādīta Zeme, kā tā izskatītos no Centaura Alfas, veicot novērojumus ar aprakstīto metodi

tā tiek apgaismota no dažādām pusēm. Kad tā ir aiz zvaigznes, planēta ir visspožākā, kad priekšā zvaigznei, spožums ir vismazākais. Planētas spožums ir atkarīgs arī no tā, kādi gaiši vai tumši veidojumi ir uz tās virsmas vai atmosfērā. Planētai rotējot, tumšie un gaišie apgabali nomainīs cits citu. Ja būtu iespējams sekmīgi atdalīt planētas gaismu no pašas zvaigznes gaismas un ar augstu precizitāti izmērīt planētas spožuma izmaiņas, ar laiku izdotos konstruēt planētas karti. Paredz, ka ar nākotnes lielajiem teleskopiem tas būs iespējams.

PIRMĀ PIETURA – MĒNESS

Uz Zemes ir atrasti meteorīti, kas nākuši no Mēness. Tie radušies, kad kāds liels debess ķermenis ietriecās Mēnesī un izsita kosmosā Mēness virsmas fragmentus. Vai nevarētu būt arī otrādi, ka uz Mēness varētu atrast meteorītus, kas

”
VAI TIEŠĀM BŪS IESPĒJAMS, ATRODOTIES TEPAT SAULES SISTĒMĀ, SASTĀDĪT CITPLANĒTU KARTES UN FIKSĒT ĀRPUSZEMES CIVILIZĀCIJU (JA TĀDAS IR) DARBĪBAS PĒDAS?



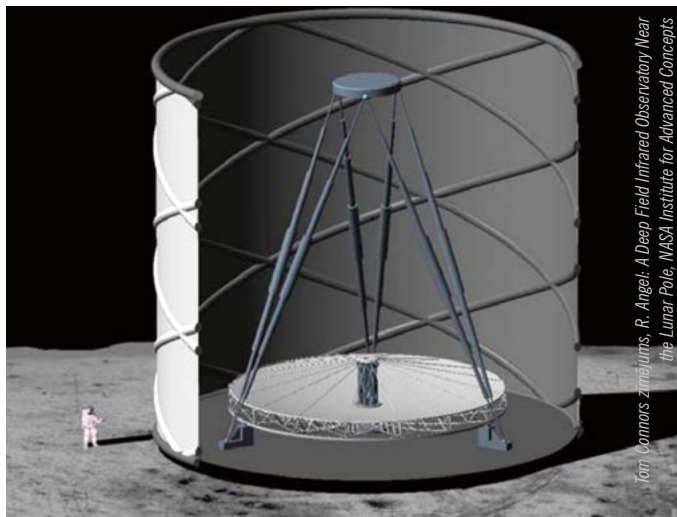
MASA, brīvpriekšas attēls

Akmens *Lielā Berta*. Lejā redzams gaišs plankums, kas satur kvarca ieskaitu cirkonu. Tāds veidojas tikai ar ūdeni bagātīgā vidē, kāda nepastāvēja uz Mēness, tāpēc ir ļoti ticams, ka akmens atlidojis no Zemes kā meteorīts

izsisti no Zemes virsmas tālā pagātnē un varētu mums kaut ko pavēstīt par agrīno dzīvību uz mūsu planētas? Iežu slāņus uz Zemes, kas ir vecāki par 3,8 miljardiem gadu, atrast ir ļoti grūti, jo tektonisko kustību dēļ tie lielākoties ir pārkausēti Zemes mantiņā. Atgādināsim, ka Zemes vecums ir 4,54 miljardi gadu.

2019. gadā janvārī NASA zinātnieki ziņoja, ka atraduši 4 miljardus gadu vecu Zemes iezi. Un tas ir atrasts uz Mēness! *Apollo 14* ekspedīcija atveda uz Zemi 9 kilogramus smagu akmeni, kam tika piešķirts nosaukums *Lielā Berta*. Izpētot to ar mūsdienu metodēm, secināja, ka tas nav izveidojies uz Mēness, jo satur minerālus kvarcu, laukšpatu un cirkonu, kas raksturīgi Zemes, bet ne Mēness iežiem. Turklāt pirms 4 miljardiem gadu Mēness atradās apmēram trīs reizes tuvāk Zemei nekā tagad. Tolaik ieži, kas tika izsviesti no Zemes asteroīdu triecienos, vieglāk nokļuva līdz Mēnesim.

Nākotnē uz Mēness tiks ierīkotas observatorijas. Tās, protams, var izvietot dažādos Mēness neredzamās puses apgabalos, kur netraucē Zemes gaisma, taču dažas vietas uz Mēness ir īpašas. Optiskos teleskopus varētu



Tom Connors zīmējums. R. Angel: A Deep Field Infrared Observatory Near the Lunar Pole, NASA Institute for Advanced Concepts

Divdesmit metru teleskops uz Mēness ar rotējoša šķidruma spoguļi mākslinieka skatījumā

izvietot Mēness polos, kur dažu krāteru iekšienē iespējams atrast laukumus, kur nekad neiespīd Saules gaisma un valda mūžīga tumsa. Šādā vietā astronomiskie novērojumi var notikt nepārtraukti. Blakus “tumsas plankumiem” turpat krāteru malas augšdaļā var atrast vietas, kur gada lielāko daļu spīd Saule, tās ir “mūžīgās gaismas virsotnes”. Šādā vietā varētu ļoti ērti uzstādīt saules baterijas, kas apgādā teleskopu ar enerģiju.

Tā kā Mēnesim nav atmosfēras un krātera tumsā ir ļoti auksts (temperatūra ir zemāka par -170°C), apstākļi

ir ļoti piemēroti novērojumiem infrasarkanajā diapazonā, jo teleskops gandrīz nemaz nav jādzesē. Ir apsvērta ideja uz Mēness uzstādīt teleskopu ar rotējoša šķidruma spoguļi 20–100 metru diametrā. Rotējošs šķidrums ieņem paraboloīda formu, kas ir tieši vajadzīgā teleskopa spoguļa forma. Vienīgais ierobežojums – teleskops “skatīsies” tikai augšup, taču, Mēnesim kustoties pa orbītu, varēs pārlikt dažādus debess apgabalus. Protams, jāizvēlas šķidrumi, kas nesasalst zemajā temperatūrā, piemēram 1-bu-tēns (C_4H_8), un kas gana labi atstaro gaismu. Šķidrumu var arī plānā slānī pārklāt ar sudraba daļiņām, kas labi atstaro infrasarkanā starojumu.

Iespējams, ka nākotnē Mēness pētnieki kļūs par “alu cilvēkiem” kā sendienās. Proti, Mēness krātera *Marius* apkaimē un arī citur ir atklāti

“
POLU RAJONI UZ MĒNESS IR ĪPAŠAS VIETAS, TUR VAR ATRAST GAN MŪŽĪGU TUMSU, GAN NEPĀRTRAUKTU SAULES GAISMU



Daļēji sabrukusi lavas caurule uz Lietus jūras un Vētru okeāna robežas

caurumi un atveres, kas, šķiet, ved lavas plūsmas izveidotās alās.

Lava uz Mēness ir tecējusi sen, galvenokārt pirms 3–3,5 miljardiem gadu. Uz Zemes, piemēram, Havaju salu vulkānu izvirdumu laikā, lavas alas rodas šādi: virspusē lava atdziest, sacietē un izveido apvalku ap iekšējo kanālu ar šķidru lavu; kad plūsma beidzas, pēdējā lava iztek, atstājot tukšu čaulu – lavas alu.

Lavas alas sniegtu astronautiem labu aizsardzību no radiācijas, mikrometeorītiem un straujām temperatūras izmaiņām. Eiropas Kosmosa aģentūra (ESA) aicināja izteikt idejas, kā izpētīt Mēness lavas

alas. Vācu zinātnieki piedāvāja dažādas koncepcijas, piemēram, sfērisku robotu, kas ripotu pa lavas cauruli un ar lāzera skeneri un videokameru veidotu alas 3D modeli. Varētu arī izmantot robotu, kas sastāv no divām daļām. Viena daļa ir kabeļa spole, kas vienlaikus ir uzlādes stacija un sakaru bloks, otra daļa ir zirneklim līdzīgs robots. Abas daļas nolaiž alā. Spole paliek pie atveres un nodrošina sakarus ar virsmu, bet robots, kas pievienots pie spoles ar kabeli, dodas izpētīt alu. “Zirneklis” jau ir izmēģināts lavas caurulē Tenerifes salā.

Lavas caurules ar atverēm ir arī uz Marsa. Labs veids, kā atrast šīs alas uz Marsa, ir novērojumi infrasarkanajā diapazonā. Uz Marsa virsmas diennakts laikā ir krāsas temperatūras izmaiņas. Infrasarkanajā starojumā redzams, ka alas atvere pa dienu ir vēsāka par Marsa apkaimi, bet naktī – siltāka. Tas ir raksturīgi pazemes alām, kurās diennakts temperatūras svārstības ir nelielas.

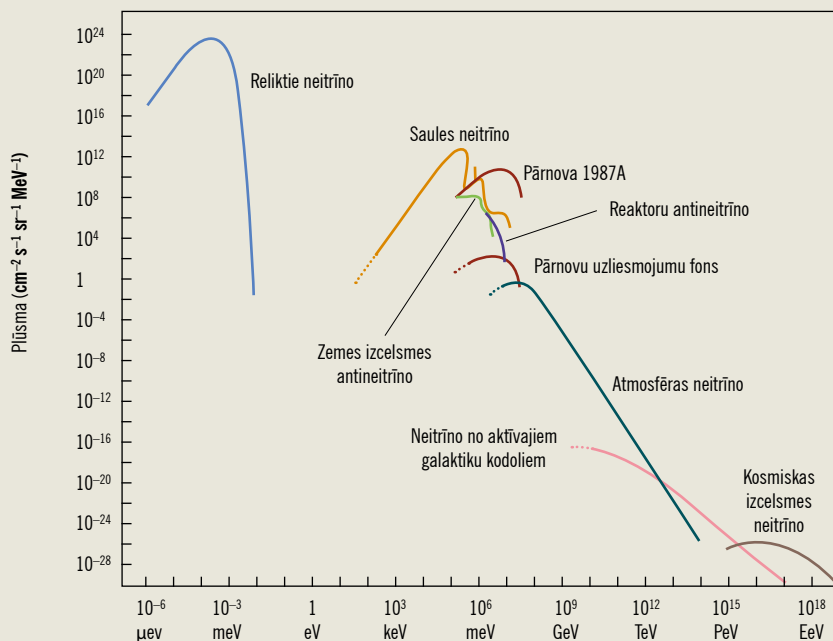
DAUDZ TĀLĀK ĀRĀ VISUMĀ

Atsaucoties uz ESA 2019. gada uzsaukumu, zinātnieki piedāvāja būvēt jaunus

kosmiskos teleskopus, tostarp kosmiskā mikroviļņu fona pētīšanai. Ja fona starojums būtu pietiekami precīzi zināms, to varētu izmantot, lai apskatītu priekšplānā esošus astronomiskos objektus gluži kā ēnu teātrī. Šādi varētu atklāt karstās gāzes mākoņus, no kuriem veidojās pirmās protogalaktikas kādus 100 miljonus gadu pēc Visuma rašanās. Tiesa, lai atšķirtu tuvāk esošos objektus no mikroviļņu fona, būs nepieciešami mērījumi dažādos viļņu garumos.

Domājot par pavisam agrīnā Visuma izpēti, astronomi jau sen sapņo par iespēju reģistrēt kosmisko neitrīno fonu. Labi zināmais kosmiskais mikroviļņu fons radās, kad Visuma vecums bija 380 tūkstoši gadu, tas notika brīdī, kad starojums “atdalījās” no vielas. Līdzīgi vienu sekundi pēc Lielā Sprādziena vajadzēja rasties kosmisko neitrīno fonam, kad neitrīno pārstāja intensīvi mijiedarboties ar citiem matērijas veidiem. Tā kā turpmāk neitrīno ļoti reti mijiedarbojās ar vielas atomiem, reliktajiem neitrīno joprojām vajadzētu pastāvēt. Sagaida, ka neitrīno fona starojuma temperatūra ir aptuveni 1,95 K. Taču bēda ir tā, ka

”
NO KOSMISKĀ MIKROVIĻŅU FONĀ
ZINĀTNIEKI CER IEGŪT VĒL DAUDZ
INFORMĀCIJAS. VĒL INTERESANTĀK BŪTU
ATKLĀT RELIKTOS NEITRĪNO



Grafiks ilustrē, cik grūti būs noķert reliktos neutrīno (attēlā kreisajā pusē). Neutrīno, kas nāk no citiem avotiem un kuru enerģija ir lielāka par megaelektronvoltu, jau ir reģistrēti

relikto neutrīno enerģija ir ļoti maza – apmēram 0,001 elektronvolts. Pat lielas enerģijas neutrīno ir gūti “noķerti”, bet šīm daļiņām enerģija ir miljardiem reižu mazāka. Tomēr astronomi meklē ceļus, kā reģistrēt reliktos neutrīno.

Viena iespēja ir meklēt reliktos neutrīno sadursmes ar

ūdeņraža smagā izotopa – tritija – kodoliem, kurās rodas hēlija-3 izotops un elektrons. Tiesa, daudz biežāk notiek dabiskā tritija radioaktīvā sabrukšana par hēlija-3 izotopu, kas rada ievērojami vairāk elektronu. Taču elektroniem, kas radušies mijiedarbībā ar neutrīno, ir

nedaudz lielāka enerģija. Būs vajadzīgas ļoti jutīgas ierīces, lai izmēritu enerģijas atšķirību un reģistrētu vājo elektronu plūsmu. Prinstonas Universitātē ASV jau top eksperiments PTOLEMY, kurā reliktos neutrīno meklēšanai izmantos 100 gramu tritija. (Nobeigums sekos.) 🦋

IN MEMORIAM: JĀNIS KLĒTNIKS

2021. gada 1. janvārī Rīgā mūžībā devies latviešu ģeodēzists, astronoms un vēsturnieks **JĀNIS KLĒTNIKS** (dzimis 1929. gada 23. jūnijā). Viņš strādājis LVU Laika dienestā (1957–1962), aktīvi darbojies Vissavienības Astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļas Ģeodēzijas sekcijā, daudzu populārzinātnisku un astronomijas vēstures grāmatu autors. Par viņa dzīves gājumu un pārdomām lasiet Raita Mīsas intervijā *Jānim Klētniekam – 90! Zvaigžņotās Debess* 2019. gada rudens numurā.

Svešinieki mūsu GALAKTIKĀ

PĒDĒJOS GADOS VEIKTIE ZVAIGŽŅU KUSTĪBAS MĒRĪJUMI
ĻAUJ SECINĀT, KA PIENA CEĻA GALAKTIKĀ MĀJO ZVAIGZNES,
KAS IEPRIEKŠ BIJUŠAS CITAS GALAKTIKAS SASTĀVDAĻA.

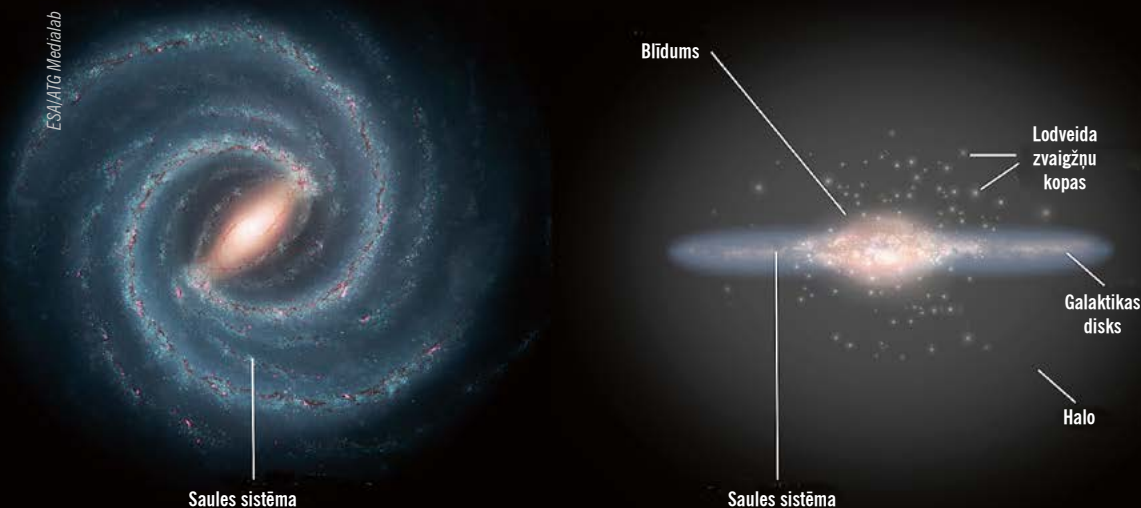
Mūsu lielās mājas ir Piena Ceļa galaktika, kuras Oriona spirālzarā atrodas Saules sistēma. Mēs atrodamies apmēram 27 000 gaismas gadu attālumā no Galaktikas centra un kopā ar Sauli riņķojam apkārt Galaktikas centram ar ātrumu aptuveni 230 kilometri sekundē. Tas šķietami ir milzīgs ātrums, taču ne kosmiskos mērogos. Saule ir apriņķojusi Galaktikas centru tikai aptuveni 20 reizes kopš savas dzimšanas. Un Saules vecums ir 4,6 miljardi gadu. Vienu riņķi ap Galaktikas centru Saule veic aptuveni 230 miljonus gadu. Galaktikas mērogi ir tiešām milzīgi, un, ja mēs kādreiz saņojam par kontaktu ar saprātīgām ārpuszemes būtnēm, visdrīzāk sagaidāms, ka saprāta brāļi un māsas arī būs no Piena Ceļa.

Taču pavisam nesen, pēc Eiropas Kosmosa aģentūras kosmiskā aparāta *Gaia* otrās datu kopas publicēšanas un apstrādes, ir parādījušies pierādījumi, ka mūsu Galaktikā jau atrodas objekti no citas galaktikas. Protams, runa nav par saprātīgām ārpuszemes civilizācijām, bet gan par zvaigznēm, kuru kustība un citas īpašības liek domāt, ka tās sākotnēji piederējušas pie kādas citas galaktikas, kura tālā pagātnē ir saplūduši ar Piena Ceļa galaktiku. Un vēl nesenākā – 2020. gada novembra – publikācijā, kurā izmantoti APOGEE (*Apache Point Observatory Galactic Evolution Experiment*) dati, redzamas norādes uz vēl vienas “apēstas” galaktikas “fossilajām” atliekām dziļi mūsu zvaigžņu sistēmas iekšienē.

Piena Ceļa galaktika ir SBbc tipa spirālveida

galaktika. Apzīmējums nozīmē, ka galaktikai ir šķērsis (pagarināta vidusdaļa) un spirālzari izvietoti samērā brīvi, nav cieši savīti. Tās galvenās sastāvdaļas ir centrālais blīdums, galaktikas disks, lodveida zvaigžņu kopas ap blīdumu un blāvs spīdums jeb halo, kas ieskauj disku. Detalizēts Galaktikas apraksts ietver 15 dažādu komponentus, taču šajā rakstā izmantosim vienkāršotu shēmu, kas parādīta 1. attēlā.

Lai gan astronomiem jau kopš pagājušā gadsimta 90. gadiem bija aizdomas par Piena Ceļa saplūšanu ar citām galaktikām, pirmos saplūšanas pierādījumus ieguva 2018. gadā pēc *Gaia* datu publicēšanas un analīzes. Pēc vairāk nekā 7 miljonu zvaigžņu datu izpētes tika atklāta aptuveni 30 000 zvaigžņu grupa, kura kā virzienu



1. attēls. Piena Ceļa galaktikas vienkāršota shēma

sajaukusi dejojāņu grupa lielkoncertā kustas pretēji pārējo zvaigžņu kustības virzienam. Šī savādā kustība atgādināja galaktiku sadursmju datorsimulācijas, kas veiktas agrāk.

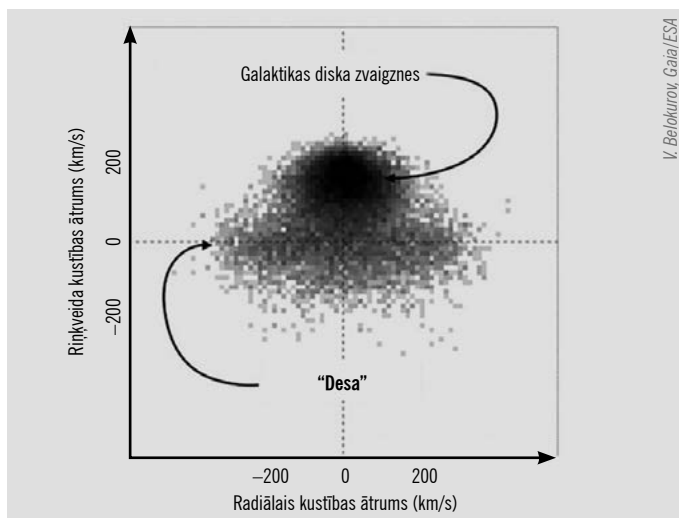
Protams, pēc kustības vien nevarētu apgalvot par zvaigžņu piederību pie citas galaktikas, tāpēc bija nepieciešama papildu *Gaia* datu analīze – jānosaka zvaigžņu īpašības jeb metāliskums. Metāliskumu sākotnēji var noteikt pēc Hercšprunga-Rasela (HR) diagrammas, kurā attēlota individuālu zvaigžņu

krāsu temperatūra uz vienas ass un zvaigznes starжда uz otras. Atcerēsimies, ka astronomijā, runājot par zvaigžņu sastāvu, ar vārdu “metāli” apzīmē nevis metālus, kā mēs to saprotam ķīmijā, bet gan jebkurus ķīmiskos elementus, kas ir smagāki par ūdeņradi un hēliju. HR diagrammas analīze skaidri parādīja, ka pretējā kustībā esošo zvaigžņu metāliskums atšķiras no pārējo zvaigžņu metāliskuma mūsu Galaktikas halo. Dati liecināja, ka tās ir nākušas no apgabala ar atšķirīgu

zvaigžņu veidošanās ātrumu, kas ir krietni mazāks par jaunu zvaigžņu veidošanās ātrumu Piena Ceļa galaktikā. Līdz ar to šīs zvaigznes nevar būt radušās vienlaikus ar pārējām Galaktikas halo zvaigžņiem. Potenciālai galaktikai ar attiecīgu zvaigžņu veidošanās ātrumu jābūt masai, kas ir līdzvērtīga Mazā Magelāna Mākoņa masai – aptuveni 6 miljardi Saules masu.

Līdz ar to tika pierādīts, ka šīs zvaigznes patiesībā ir nākušas no citas galaktikas, kuru nosauca par *Gaia-Enceladus*. Nosaukums var būt nedaudz mulsinošs, jo Encelads ir viens no Saturna pavadoņiem. Šajā gadījumā saistības ar Saturna pavadoņiem nav, *Gaia* (Gaja) grieķu mitoloģijā ir Zemes personifikācija. Encelads grieķu mitoloģijā ir Gajas un Urāna, kas personificē debesis, dēls. Šajā gadījumā nosaukums radies par

GAIA-ENCELADUS ZVAIGŽŅU GRUPA
GLUŽI KĀ VIRZIENU SAJAUKUŠI DEJOTĀJI
LIELKONCERTĀ KUSTAS PRETĒJI
GALAKTIKAS ZVAIGŽŅU KUSTĪBAS
VIRZIENAM



2. attēls. Galaktikas diska zvaigžņu ātrums un *Gaia-Enceladus* zvaigžņu kustība

godu kosmiskajam aparātam *Gaia* un tās “bērnam” – pundurgalaktikas atklājumam. Astronomu publikācijās parādās arī nosaukums *Gaia sausage*, kas tulkojumā no angļu valodas nozīmē “desa”. Ar vārdu “desa” šajā gadījumā apzīmē formu, kas atgādina desas šķēli grafikā, kurā attēlota *Gaia* novēroto zvaigžņu kustība.

Taču cik sen galaktiku sadursme ir notikusi? Tā ietekmēja Piena Ceļa galaktikas zvaigžņu kustību. Viena no zvaigznēm, kura mainīja savu trajektoriju, ir Indiāna nī (HIP 110618). Indiāna nī ir veca zvaigzne ar zemu smago elementu īpatsvaru, kura ir trīs reizes lielāka par Sauli, bet tās masa ir 85% no Saules masas. Dzelzs īpatsvars šajā zvaigznē ir tikai 3% no Saules dzelzs īpatsvara. Spektroskopiskā analīze liecina, ka zvaigzne radusies mūsu Galaktikā, bet tās orbītu izmainīja *Gaia-Enceladus* sadursme. Nosakot

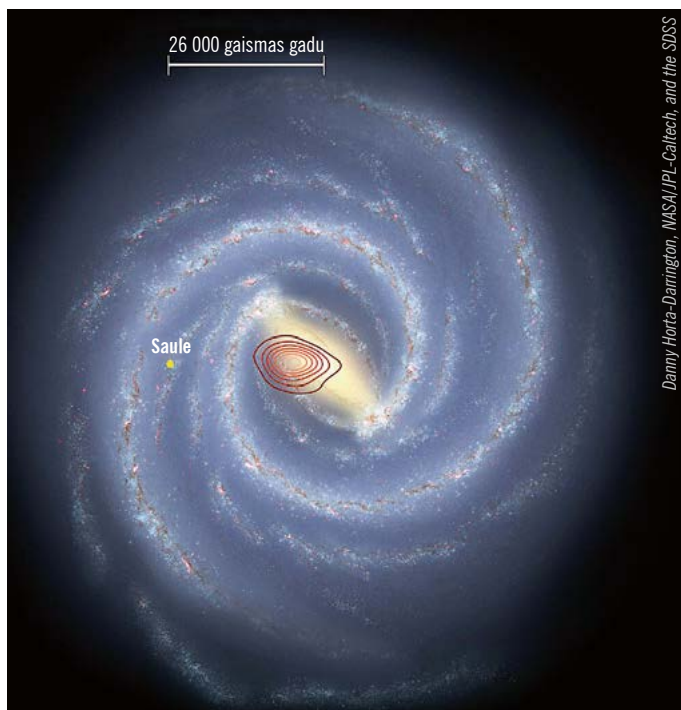
zvaigznes vecumu, varētu spriest par aptuveno galaktiku saplūšanas laiku. Lai to noteiktu iespējami precīzāk, talkā jāņem astroseismoloģijas metodes, ar kurām mēra zvaigznes pulsācijas un svārstības. 2006. gadā noteica, ka Indiāna nī vecums ir vairāk nekā 9 miljardi gadu. Taču jaunākie kosmiskā aparāta TESS (*Transiting Exoplanet Survey Satellite* – jā, tas pats aparāts, ar kuru meklē eksoplanētas) rezultāti palīdzēja Indiāna nī vecumu noteikt precīzāk – starp 11,6 un 13,2 miljardiem gadu. Līdz ar to arī uzskata, ka Piena Ceļa galaktikas un

Gaia-Enceladus saplūšana ir sākusies šajā laika periodā.

Šādam galaktiku saplūšanas notikumam jāizpaužas arī citādi, tāpēc turpinās darbs papildu pazīmju meklēšanā. Vairāki astronomi ir nodevusi *Gaia-Enceladus* zvaigžņu medībām. Ir atrastas vairākas Liras RR tipa mainzvaigznes, kuras varētu piederēt pie *Gaia-Enceladus*. Tāpat vismaz 13 lodveida zvaigžņu kopu kustība liecina par to iespējamu piederību pie *Gaia-Enceladus* zvaigžņu plūsmas.

Taču *Gaia-Enceladus* nav vienīgais saplūšanas gadījums mūsu Galaktikas vēsturē. 2020. gada novembrī paziņoja par citas galaktikas atlieku atrašanu. Četrus kiloparseku attālumā no Galaktikas centra identificēja zvaigžņu populāciju ar zemu smago elementu īpatsvaru (metāliskumu). Šo struktūru nosauca sengrieķu varoņa Hērakla vārdā. Hērakls grieķu mitoloģijā bija ieguvis nemirstību, un galaktiku saplūšanas kontekstā nemirstība nozīmē to, ka arī galaktikas saduroties neiet bojā. Hērakla zvaigžņu noteikšana izmantoja līdzīgu metodi kā *Gaia-Enceladus* gadījumā, tikai šoreiz papildu problēmas radīja tas, ka Hērakls

AGRĀK PIENA CEĻA GALAKTIKA IR “SAPLOSĪJUSI” HĒRAKLA GALAKTIKU, TAGAD TO PAŠU DARA AR STRĒLNIEKA PUNDURGALAKTIKU



3. attēls. Hērakla galaktikas zvaigžņu novietojums Piena Ceļa galaktikā. Mākslinieka interpretācija

atrodas mūsu Galaktikas centra virzienā, kur skatu aizsedz starpzvaigžņu putekļi.

Par laimi, APOGEE instruments spēj uzņemt zvaigžņu spektrus tuvējā infrasarkanajā diapazonā, kurā starpzvaigžņu putekļi nespēj pilnībā apslēpt skatu. Arī pats mēģinājums atrast zvaigznes ar netipisku kustību starp citām blīvi izvietotām zvaigznēm līdzinās adatas meklēšanai siena kaudzē. Tiek uzskatīts, ka Hērakla zvaigznes veido vienu trešdaļu Piena Ceļa galaktikas halo masas. Hērakla zvaigžņu ķīmiskā struktūra izteikti līdzinās mūsu Galaktiku pavadošo pundurgalaktiku struktūrai, kas pierāda, ka šīs zvaigznes sākotnēji pie tās nav piederējušas.

Ar šiem diviem piemēriem nebeidzas mūsu Galaktikas sadursmēm bagātīgā vēsture. Citās publikācijās minētas galaktikas *Sequoia* (Myeong et al. 2019), *Kraken* (Kruijssen et al. 2019), kā arī *Thamnos 1* un *Thamnos 2* (Koppelman et al. 2019), ar kurām, iespējams, notikušas sadursmes.

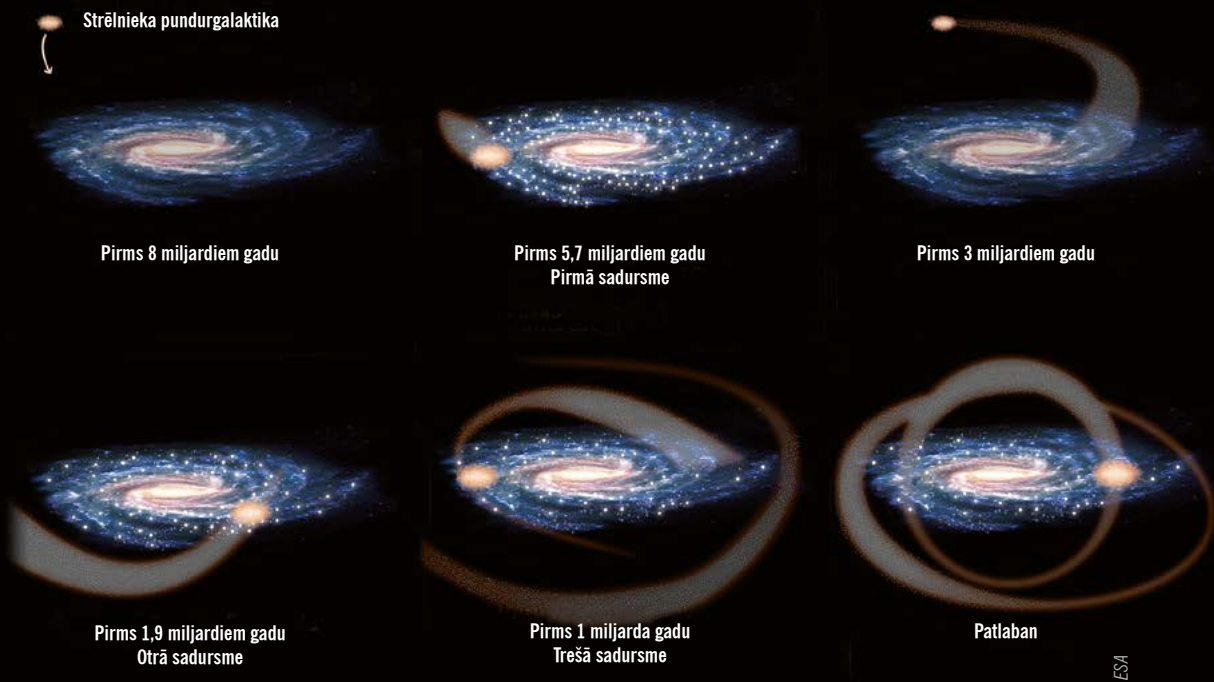
Taču pierādījumi nav jāmeklē tik senā pagātnē. Arī pašlaik Piena Ceļš “plosa” savu tuvāko kaimiņu – Strēlnieka pundurgalaktiku (*Sgr* dSph). Strēlnieka pundurgalaktika ir mums tuvākā cita galaktika, tās attālums ir 65 000 gaismas gadu, taču amatieru teleskopos to īsti saskatīt nevar. *Sgr* dSph tika atklāta 1990. gadā, analizējot zvaigžņu kustību

Piena Ceļa galaktikā. Tuvums Strēlnieka pundurgalaktikai ir liktenīgs. Tās ceļš ar mūsu Galaktiku ir krustojies jau trīs reizes, ar katru reizi arvien vairāk samazinot pundurgalaktikas izmērus. 4. attēlā redzama *Sgr* dSph saplūšanas vēsture.

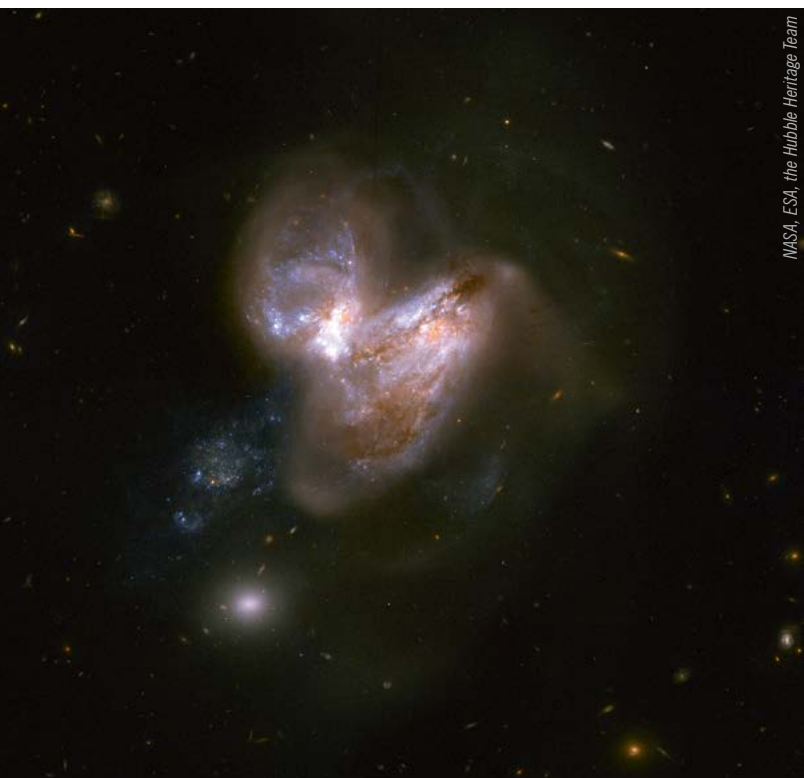
Vai aprakstītajām galaktiku sadursmēm tālā pagātnē ir būtiska nozīme? Varbūt par to ir interesanti lasīt, taču šķietami interesantāk ir novērot citas, daudz lielākas un to sadursmes, piemēram, kā notiek 5. attēlā redzamo galaktiku IC 694 un NGC 3690 saplūšana, kas bija viens no HiPEEC (*Hubble imaging Probe of Extreme Environments and Clusters*) pētījuma objektiem.

Patiesībā galaktiku sadursmēm ir milzīga ietekme uz jaunu zvaigžņu veidošanos. Tiek izjaukts miljardiem gadu ilgs miera periods, un tiek radīti gāzu un siltuma enerģijas vilņi, kas ierosina jaunu zvaigžņu rašanos. Un tieši Strēlnieka pundurgalaktikas sadursme ar Piena Ceļa galaktiku liek mums aizdomāties. 2020. gadā publicēts raksts, kurā atrasta saistība starp strauju jaunu zvaigžņu veidošanās periodu Piena Ceļā un pundurgalaktikas pirmo “izgājienu” cauri Galaktikas diskam. Šie notikumi sakrīt ar Saules rašanās laiku aptuveni pirms 4,7 miljardiem gadu. Varbūt tieši pateicoties vēsturiskajai galaktiku sadursmei, ir radusies Saules sistēma, Zeme un mūsu civilizācija.

Ir skaidri zināms, ka ļoti tālā nākotnē notiks mūsu



4. attēls. Strēlnieka pundurgalaktikas mijiedarbība ar mūsu Galaktiku mākslinieka interpretācijā



5. attēls. Galaktiku IC 694 un NGC 3690 saplūšana

NASA, ESA, the Hubble Heritage Team

Galaktikas un Andromedas galaktikas saplūšana. Tiesa, jāgaida 2 miljardi gadu, līdz saplūšana sāksies, un 5,6 miljardi gadu, līdz tā noslēgsies. Saule jau būs pārvērtusies par sarkano milzi, un Zeme droši vien būs sadegusi Saules liesmās. Varbūt mūsu pēcteči varēs novērot sadursmi no citas planētas, uz kuras būs apmetušies uz dzīvi. Saplūšanas datortsimulācija rāda, ka Saules sistēma ar 85% varbūtību tiks izsviesta Piena Ceļa normalē, varbūt pat aizlidos līdz Trijstūra galaktikai M33. Taču zināms arī tas, ka, notiekot sadursmei, radīsies daudz jaunu zvaigžņu un, iespējams, jaunas, apdzīvotas planētu sistēmas, kuru iemītnieki pētīs galaktiku vēsturi, gluži kā mēs pašlaik atklājam Piena Ceļa sadursmju vēsturi. 🌌

Nonest zvaigznes no debesīm

NESEN IR IEGŪTI VAI PAT JAU NOGĀDĀTI UZ ZEMES
DAUDZVEIDĪGI SAULES SISTĒMAS IEŽU PARAGU.

Kopš cilvēki ir noskaidrojuši, ka meteorītu izcelsme meklējama ārpus Zemes, to vērtība gan kolekcionāru, gan zinātnieku acīs ir nenoliedzami augusi. Akmeņi, kas atceļojuši no dažādiem Saules sistēmas nostūriem, palīdz atminēt planētu veidošanās, ūdens un citu nozīmīgu molekulu izcelsmes noslēpumus. Lai arī gada laikā Zemes virsmu, vis ticamāk, sasniedz daudz meteorītu, ne vienmēr tie tiek atrasti. Ne mazāka problēma ir grūtības identificēt objekta izcelsmes vietu. Nav arī iespējams, piemēram, pasūtīt Marsa garozas paraugu no Marineru ielejas, kas iegūts konkrētā dziļumā. Meteorīti ir laimes spēle.

Zinātnieki nenoliedzami ir priecīgi arī par meteorītiem, bet, pateicoties mūsdienu tehnoloģiju iespējām, paraugus beidzot ir iespējams iegūt mērķēti, no konkrētiem objektiem un izvēlētiem to apgabaliem. Visplašāk pazīstamās šāda tipa misijas bija *Apollo* programmas lidojumi,



Ķīnas Mēness zondes *Chang'e 5* nolaišanās kapsulas atvēršana

kuru laikā uz Zemes ir nogādāti vairāki simti kilogramu iežu no mūsu planētas dabiskā pavadoņa. Mazāk zināmas ir misijas, kurās zinātnieki ir mēģinājuši tikt gan pie komētas astē esošajiem putekļiem, gan Saules vēja daļiņām.

Pēdējo gadu laikā zinātnes redzeslokā nonākuši Zemei tuvie asteroīdi, jo tie gan ir tuvs un salīdzinoši viegli sasniedzams mērķis, gan palīdz veidot iespējamus risinājumus, ja Zemei draudētu sadursme ar šādu objektu. Tuvo asteroīdu populācijas

izpēte ļauj noskaidrot gan to uzbūvi, gan ķīmisko sastāvu. Nenoliedzami, šī objektu grupa interesē arī komercuzņēmumus, kuri nākotnē saredz iespēju iegūt no tiem resursus.

Asteroīdu kontekstā jāpiemin Japānas Kosmosa izpētes aģentūras (JAXA) programma *Hayabusa*, kas var lepoties jau ar divu asteroīdu izpēti. Zonde *Hayabusa-1* startēja 2003. gadā un apmeklēja aptuveni 300 metru lielo asteroīdu 25143 Itokava. 2005. gadā zonde paņēma asteroīda paraugu un īpašā

ZONDE HAYABUSA-2 IEGĀJA ORBĪTĀ AP ASTEROĪDU RYUGU, VEICA VIRSMAS KARTĒŠANU UN REALIZĒJA DAUDZUS EKSPERIMENTUS, TOSTARP VAIRĀKAS REIZES PAŅĒMA PARAUGUS

kapsulā 2010. gada 13. jūnijā to nogādāja uz Zemes.

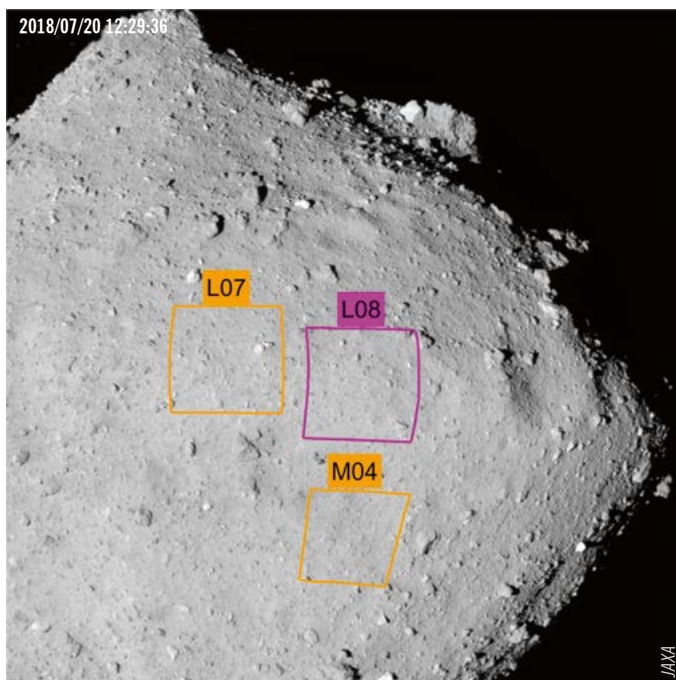
Hayabusa-1 misija piedzivoja arī vairākus kritiskus momentus, bet, pateicoties misijas komandas atjautīgajiem risinājumiem, zonde tomēr veiksmīgi sasniedza Zemi, un vērtīgā kapsula ar asteroīda paraugiem nolaidās Austrālijas tuksnesī. 2013. gadā JAXA apstiprināja, ka kapsulā atradās 1500 asteroīda graudiņi, kuru vidējais izmērs ir 10 mikrometri. To ķīmiskās izpētes rezultāti atbilda asteroīda sastāva novērojumiem, kurus zonde bija veikusi orbītā ap asteroīdu.

2014. gada 3. decembrī startēja otrā *Hayabusa* zonde (skat. R. Misas rakstu *Zvaigžņotās Debess* 2019. gada rudens numurā). Tās mērķis bija aptuveni vienu kilometru lielais asteroīds 162173 *Ryugu*, kas ir Zemei tuvais asteroīds un potenciāli bīstams Apollona grupas objekts. 2018. gada jūnijā Zonde iegāja orbītā ap asteroīdu un pavadīja tur nedaudz vairāk nekā gadu, veicot virsmas kartēšanu un realizējot daudzus eksperimentus, tostarp vairākas reizes paņēma paraugus. Sākotnēji bija plānots

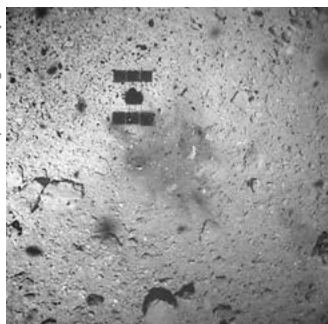
ievākt trīs paraugus – no virsmas apgabala, kur vērojama iežu mijiedarbība ar ūdeni; no apgabala, kur mijiedarbība ar ūdeni nav konstatēta vai ir bijusi maznozīmīga; kā arī no dziļāku slāņu atseguma, ko iegūtu, ietriecot asteroīda virsmā “lodi”. Asteroīda virsmas izpēte atklāja, ka objekts ir bagātīgi nosēts ar dažādu izmēru blūkiem un apgabalu 200 metru attālumā

abpus ekvatoram, kurus varētu izmantot paraugu paņemšanai, patiesībā ir ļoti maz. Tā kā paraugu paņemšanas caurule ir tikai vienu metru gara un tuvošanās manevra laikā tā būtu vērstā ieslīpi pret asteroīdu, par pārāk augstiem šķēršļiem tika uzskatīti akmeņi, kuru augstums ir 50 centimetri, vai lielāki. No sākotnējiem kandidātiem par atbilstošu vietu tika izvēlēts apgabals L08. Lai arī tajā nebija bīstama izmēra klinšu atlūzu, apgabala diametrs bija tikai 20 metri, kas neatbilda izvirzītajām drošības prasībām, ka paraugu ņemšanas vietas rādījumam jābūt vismaz 50 metri.

Lai pārbaudītu, vai vispār ir iespējams šādu tuvošanās precizitāti nodrošināt, nolēma paraugu ņemšanu



Paraugu paņemšanas apgabala kandidāti un finālists L08



Skats uz asteroīda *Ryugu* virsmu mirkli pēc parauga paņemšanas

no 2018. gada oktobra pārceļ uz 2019. gada sākumu. Atlikušajos mēnešos inženieri realizēja divus tuvošanās "ģenerālmēģinājumus". Pirmajā mēģinājumā iegūtie rezultāti apliecināja, ka tuvošanās precizitāte ir ± 15 metri, kas bija daudz labāks rezultāts nekā sākotnēji plānotie 50 metri. Tomēr tas joprojām pārsniedza nepieciešamos 10 metrus, tāpēc izlēma realizēt alternatīvu tuvošanās metodi, novietojot uz virsmas pozicionēšanas marķieri. 2018. gada 25. oktobrī marķieris tika nomests 5 metru attālumā no iespējamās paraugu paņemšanas vietas L08-B, kuru veidoja 12 metrus platais veidojums L08-B1 un tikai 6 metrus platais L08-E1. Tā kā pēdējā pozīcija atradās tuvāk marķierim, tā arī tika apstiprināta.

Pirmā virskārtas parauga paņemšana notika 2019. gada februārī. Zonde pietuvojās asteroīdam, līdz paraugu paņemšanas caurule burtiski pieskārs tā virsmai. Piecus gramus smaga lode ar ātrumu 300 m/s tika ietriekta asteroīda virsmā. Izmesto materiālu

ZONDE HAYABUSA-2 PALAIDA "LIELGABALU", KAS ASTEROĪDA VIRSMĀ IEŠĀVA 2,5 KILOGRAMUS SMAGU LĀDIŅU. SADURSMĒ IZVEIDOJĀS APTUVENI DESMIT METRUS PLATS KRĀTERIS

savāca īpašs uztvērējs, kas atradās paraugu paņemšanas caurules galā. Tā kā tika iegūts pietiekams daudzums virskārtas materiāla, nolēma atcelt otru plānoto virsējā slāņa paraugu paņemšanu, lai novērstu neizdošanos.

Inženieri fokusējās uz daudz sarežģītāko dziļāko slāņu paraugu ievākšanas operāciju, kas sastāvēja no vairākiem posmiem. Vispirms vajadzēja izveidot iežu atsegumu jeb krāteri. Šim nolūkam *Hayabusa-2* bija aprīkota ar tādu kā lielgabalu. Iekārtu, kas bija aprīkota ar nelielu kameru, novietoja orbītā

ap asteroīdu virs apgabala, kurā bija plānots radīt krāteri. 2019. gada 5. aprīlī brīvi lidojošais lielgabals asteroīda virsmā iešāva 2,5 kilogramus smagu lādiņu. Kameras uzdevums bija precīzi kartēt vietu, kur izveidojies krāteris. Pati zonde tobrīd atradās drošībā aiz asteroīda, lai to neskartu sadursmē izmestās atlūzas. Izveidojās aptuveni 10 metrus plats krāteris. 2019. gada 4. jūnijā izvēlētajā paraugu paņemšanas vietā tika novietots atstarojošs marķieris, kas bija paredzēts veiksmīgākai navigācijai un kosmiskā aparāta pozicionēšanai.



Hayabusa-2 tuvojas parauga paņemšanas vietai



Hayabusa-2 nolaižamā kapsula atrasta

Šajā, tāpat kā pārējos nometajos marķieros, atradās saraksts ar to cilvēku vārdiem, kuri bija pieteikušies "lidojumam uz asteroīdu". Šādas popularizējošas kampaņas regulāri realizē arī citas kosmosa izpētes aģentūras.

Paraugš tika paņemts 2019. gada 11. jūlijā. *Hayabusa-2* asteroīdu pameta 2019. gada novembrī un devās atpakaļceļā uz Zemi. Misijas noslēgums noritēja "kā pa dziedziņu", un 2020. gada 5. decembrī kapsula atdalījās no zondes un ielidoja Zemes atmosfērā, un nedaudz vēlāk ar izpletni nolaidās Vūmeras izmēģinājumu poligona teritorijā Austrālijā. Tā kā zonde joprojām ir labā darba kārtībā un tās degvielas rezerves nav iztērētas, *Hayabusa-2* veiks vēl vairāku asteroīdu pārlidojumus.

Kamēr zinātnieki pētīs asteroīda *Ryugu* paraugus, ceļā uz Zemi jau ir nākamā asteroīdu paraugu

misija – OSIRIS-REx, kas 2023. gada septembra nogalē, cerams, nogādās uz Zemes paraugus ar vairāk nekā 60 gramiem no Zemei tuvā Apollona grupas asteroīda Bennu (skat. A. Ginteres rakstu *Zvaigžņotās Debess 2020./2021.* gada ziemas numurā).

Lai arī *Apollo* Mēness lidojumu laikā atvestais Mēness iežu apjoms joprojām nav pārspēts, savu artavu ir devušas arī citas misijas – gan PSRS *Luna* programma, gan Ķīnas zonde *Chang'e 5*, kas 2020. gada 16. decembrī uz Zemi atgādāja gandrīz 2 kilogramus Zemes dabiskā pavaidoņa iežu.

Chang'e 5, kā jau vēsta nosaukums, ir piektā Ķīnas

Kosmosa aģentūras Mēness izpētes programmas misija. Pirmajā fāzē (*Chang'e 1* un *Chang'e 2*) zondes iegāja orbitā ap Zemes pavadoni, lai veidotu tā virsmas kartes un analizētu ķīmisko sastāvu. Otrajā fāzē *Chang'e 3* un *Chang'e 4* nolaidās uz Mēness virsmas, turklāt pēdējā zonde nolaidās no Zemes neredzamajā pusē (skat. I. Vilka rakstu *Zvaigžņotās Debess 2019.* gada pavasara numurā). Trešajā fāzē tiek realizēta paraugu vākšana un nogādāšana atpakaļ uz Zemi, tās ir zondes *Chang'e 5* un gaidāmā *Chang'e 6*. Ceturtajā fāzē tiks likti pamati bāzes konstruēšanai Mēness dienvidpola apkaimē.

Chang'e 5 startēja 2020. gada 23. novembrī. Kosmiskais aparāts sastāvēja no četrām komponentēm (kā lielākā daļa Mēness misiju, kurās paredzēta atgriešanās atpakaļ uz Zemes) – nolaišanās moduļa, Mēness pacelšanās moduļa, orbitālā moduļa un atgriešanās moduļa. To kosmosā nogādāja Ķīnas jaudīgā nesējraķete *Long March 5*. Pēc piecām dienām *Chang'e 5* iegāja orbitā ap Mēnesi, un 1. decembrī nolaišanās moduļa un Mēness pacelšanās moduļa komplekss nolaidās Vētru okeāna ziemeļu

PIRMO REIZI KOPŠ 1976. GADA UZ ZEMES NOGĀDĀTI MĒNESS IEŽU PARAGI. TO PAVEICA ĶĪNAS ZONDE CHANG'E 5

Ķīniešu Mēness zondes *Chang'e 5* starts

daļā, netālu no Rūmkera vulkāna. Šajā apgabalā līdz šim nebija nolaidusies neviena paraugu iegūšanas misija, un tiek uzskatīts, ka šie bazalta līdzenumi ir vieni no jaunākajiem uz Mēness. To vecums ir mazāks par diviem miljardiem gadu. Līdz ar to *Chang'e 5* misijas iegūtie paraugi varētu precizēt Zemes pavadoņa vēlākos attīstības posmus.

Nolaišanās modulis bija aprīkots ar urbi un paraugu ņemšanas iekārtu, kā arī ar mehānismu, kas uz Mēness atritināja Ķīnas karogu. Savāktie iezīti tika novietoti pacelšanās modulī, kas 2020. gada 3. decembrī startēja no Mēness virsmas un pēc dažām dienām orbitāli saslēdzās ar orbitālā un atgriešanās moduļa kompleksu. Paraugi no Mēness pacelšanās moduļa tika pārvietoti uz

atgriešanās moduli, pats pacelšanās modulis 7. decembrī atdalījās no šā kompleksa un tika ietriekts Mēness virsmā.

Orbitālā un atgriešanās moduļa komplekss pēc dažām dienām sasniedza Zemes orbitu. 16. decembrī atgriešanās modulis atdalījās no orbitālā moduļa un sāka nolaišanos. Lai samazinātu ātrumu, modulis ienāca Zemes atmosfērā slīpā leņķī un, "atsities" pret blīvo atmosfēru, vēlreiz atgriezās kosmosā, un jau ar mazāku ātrumu vēlreiz nonāca atmosfērā un pabeidza nolaišanos. Desmit kilometru augstumā veiksmīgi atvērās izpletņi, un modulis ar Mēness paraugiem nolaidās Ķīnas Tautas Republikas autonomā Iekšējās Mongolijas reģiona sniegotajās stepēs. Misijas panākumi ierindoja Ķīnu starp valstīm, kurām

izdevies atvest uz Zemi paraugus no Mēness. Ķīnas Nacionālā kosmosa administrācija ir apstiprinājusi, ka paraugi būs pieejami arī starptautiskajiem partneriem.

Ir skaidrs, ka Saules sistēmas debess ķermeņu paraugu iegūšanas misijas kļūs arvien komplicētākas. Ne vienmēr tas būs viens kosmiskais aparāts, kas sasniegs objektu, ievāks paraugus un nogādās tos atpakaļ uz Zemi. Ambiciozais starptautiskais Marsa iezu iegūšanas projekts paredz vairāku secīgu misiju kopdarbu. Iespējams, ka aiz kalniem nav arī pilotējamās misijas uz Mēnesi, Zemei tuvajiem asteroidiem un Marsu, kur planētu ģeologi ievāks paraugus ne tikai lielākā apjomā, bet arī daudz mērķtiecīgāk izvēloties zinātnei interesantākos objektus. 🏹

TONIJS MILIGANS,
MĀRTINS ELVISS,
ALANA KROĻIKOVSKA

Mēness bāze mākslinieka skatījumā

Mēness zelta drudzis

MĒNESS ZELTA DRUDZIS VAR RADĪT KONFLIKTU STARP
IEINTERESĒTAJĀM PUSĒM, JA NERĪKOSIMIES JAU TAGAD.

Kad runa ir par Mēnesi, visi grib vienu un to pašu. Un tie diemžēl nav kopīgi mērķi, bet gan stratēģiskie objekti, kurus vēlas izmantot gan valsts aģentūras, gan privātais sektors. Tas ir tāpēc, ka neatkarīgi no tā, vai jūs uz Mēness vēlaties nodarboties ar zinātnei vai pelnīt naudu, jums būs vajadzīgs ūdens un gaiss.

Daudzām valstīm un privātām kompānijām ir vērienīgi Mēness pētījumu plāni.

Tas nebūs kādā attālā brīdī, bet gan drīz – šajā pašā desmitgadē. Kā autori izklāstīja nesenā rakstā, kas publicēts Lielbritānijas Karaliskās biedrības rakstos, tas radīs spriedzi notikumu vietās, ja vien mēs nekavējoties neatradīsim veidu, kā pārvaldīt situāciju.

Līdz šim lielākā daļa debašu par Mēness izpēti un izrakteņu ieguvu ir koncentrējušās uz nesaskaņām kosmosā starp valsts aģentūrām un privāto sektoru. Bet,

kā mēs redzam, neatliekama problēma rodas arī ierobežoto stratēģisko resursu dēļ.

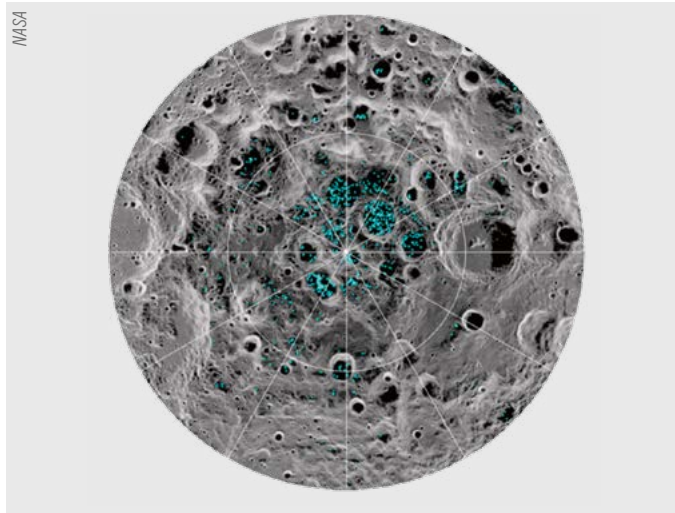
Zinātnei nozīmīgi apgabali uz Mēness ir svarīgi arī valsts aģentūru vai komercietotāju infrastruktūras būvniecībai. Šādas vietas ir “mūžīgās gaismas virsotnes”, kur gandrīz nepārtraukti spīd saule, līdz ar to iespējama piekļuve enerģijai, kā arī nepārtraukti ēnā esoši krāteri polārajos reģionos, kuros ir ūdens ledus. Katra šāda vieta ir retums, bet

abu kombinācija – krātera dziļumā esošs ledus un šaura mūžīgās gaismas virsotne uz krātera malas – ir dažādu Mēness izpētes dalībnieku primārais mērķis. Taču šādas vietas pastāv tikai polārajos reģionos, nevis ekvatoriālajā zonā, kuru pētīja *Apollo* programma 20. gadsimta sešdesmitajos un septiņdesmitajos gados.

Ķīnas nesenu veiksmīgi veiktā *Chang'e 5* nolaišanās notika relatīvi gludā vietā Mēness redzamajā pusē, taču tā ir daļa no lielākas, pakāpeniskas Ķīnas Kosmosa aģentūras programmas, kuras mērķis ir līdz 2024. gadam nogādāt zondi Mēness dienvidpolā.

Indija mēģināja doties uz polu apgabalu tieši, taču zondes *Chandrayaan-2* nolaišanās 2019. gadā beidzās ar tās nokrišanu uz Mēness. Krievijas *Roskosmos*, sadarbojoties ar Eiropas Kosmosa aģentūru, arī mērķē uz dienvidpola rajonu, lai 2021. gada beigās veiktu nolaišanos Boguslavska krāterī. Pēc tam *Roskosmos* plāno doties uz Eitkena baseinu tajā pašā reģionā, lai meklētu ūdeni pastāvīgi ēnainajos rajonos. Vairākiem privātiem uzņēmumiem arī ir vērienīgi plāni attiecībā uz Mēness resursu ieguvu.

Stratēģiskie resursi, kas neatrodas polārajos reģionos, nav izvietoti vienmērīgi. Torijs un urāns, ko varētu izmantot kā kodoldegvielu, ir atrasti 34 apgabalos, katrs no tiem ir mazāks par 80 kilometriem. Dzelzi, ko atnesuši nokritušie asteroīdi, var atrast plašākās teritorijās 30–300 kilometru



Ledus (iezīmēts zaļā krāsā) Mēness dienvidpolā. 2018. gada pētījumu rezultāti

diametrā, taču šādu apgabalu ir tikai ap divdesmit.

Un tad vēl ir Mēness resursu “plakātu varonis”, kura ieguve demonstrēta daudzās zinātniskās fantastikas filmās, – hēlijs-3, kuru var izmantot kodolsintēzei. Saules vēja “iesēts” sīki sadrupinātajos Mēness virskārtas iezos, tas ir sastopams daudzās Mēness vietās, taču augstāka hēlija-3 koncentrācija ir tikai aptuveni astoņos reģionos, kas visi ir samērā nelieli, mazāki par 50 kilometriem.

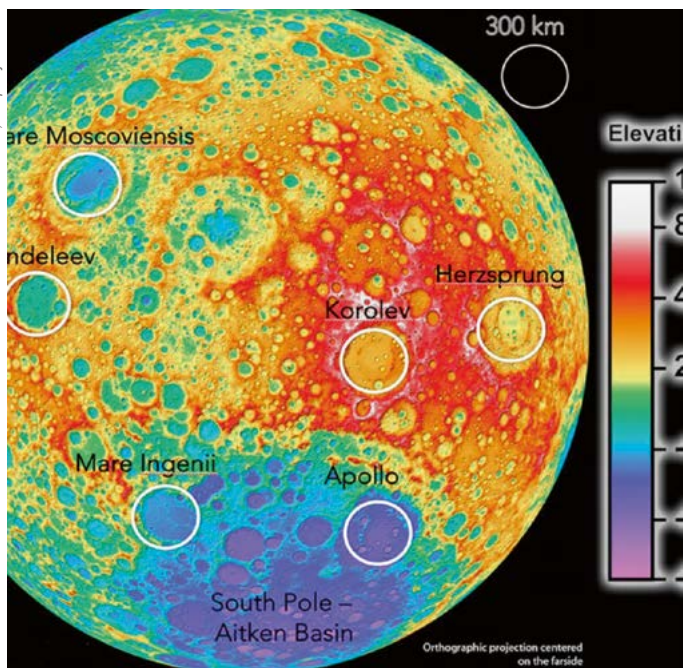
Šie dati ir būtiski gan tiem, kuri plāno izveidot infrastruktūru uz Mēness, bet turpmāk mērķē uz Marsu, gan tiem, kuri grib nodarboties uz Mēness ar kalnrūpniecību, gan zinātnei, piemēram, veidojot radioteleskopu masīvus Mēness neredzamajā pusē, prom no pieaugošā cilvēku radiosakaru trokšņa.

Kā lai risina šo problēmu? 1967. gada Kosmosa līgumā

ir noteikts, ka “kosmosa izpēti un izmantošanu veic visu valstu interesēs un tā ir visas cilvēces teritorija”. Valstis nepretendē uz Mēness daļām kā īpašumu, bet tās var to izmantot. No līguma neklūst skaidrs, kādas ir privāto uzņēmumu tiesības.

Piedāvātie līguma pēcteci, piemēram, Mēness nolīgums (1979), tiek uzskatīti par pārāk ierobežojošiem, tie prasa formālu likumu sistēmu un vērienīgu starptautisku regulēšanu. Līgumu nav atbalstījuši “galvenie spēlētāji”, to skaitā ASV, Krievija un Ķīna. Nesenāki soļi, piemēram, *Artemis* vienošanās – pamatnostādņu kopums, kas attiecas uz pilotējamo Mēness izpētes programmu *Artemis*, ir cieši saistīti ar ASV kosmosa programmu.

Sliktākajā gadījumā vienošanās nostādnes trūkums var radīt paaugstinātu spriedzi uz Zemes. Taču tas var radīt arī



Mēness neredzamajā pusē ir tikai sešas vietas, kur izvietot radioteleskopu masīvu aptuveni 200 kilometru diametrā

nevajadzīgu infrastruktūras dublēšanos, ikvienam veidojot savas tehniskās iekārtas. Tas palielinātu organizāciju izmaksas, kurām tad būtu iemesls mēģināt atgūt līdzekļus veidos, kas varētu traucēt zinātnisko darbību, un tas nebūtu labākais mantojums, ko atstāt nākamajām paaudzēm.

Mūsu atbilstošākā sākotnējā rīcība varētu būt pieticīga un ņemt vērā uz Zemes iegūto pieredzi. Ierobežotus resursu krājumus, piemēram, ezerus, kuru krastos atrodas vairāki ciemi, vai zivju krājumus, bieži pārvalda, izmantojot pieeju, ko vietējā līmenī izstrādājuši galvenie iesaistītie dalībnieki.

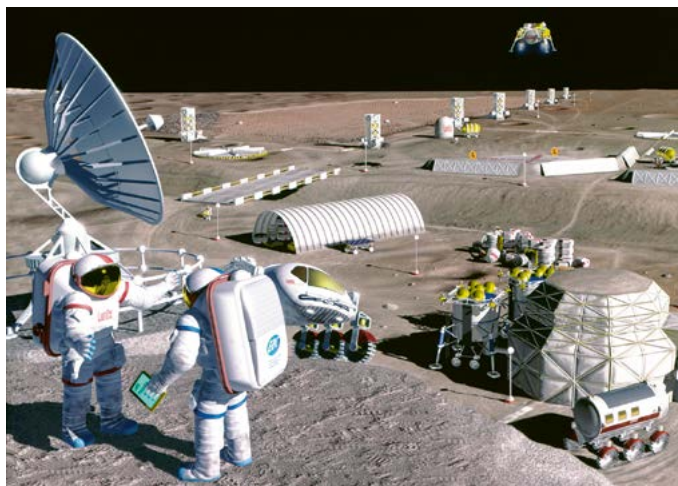
Tas liek domāt, ka pirmais solis ceļā uz Mēness resursu

pārvaldību būtu panākt vienošanos starp lietotājiem. Tai būtu jākoncentrējas uz attiecīgo resursu raksturu, sadali un, kas ir izšķirīgi, jāiezīmē

sliktākie scenāriji, no kuriem jācenšas izvairīties. Piemēram, iesaistītajām pusēm, visticamāk, būs jāizlemj, vai mūžīgās gaismas virsotnes pārvaldāmas kā nekustamais īpašums vai kā savstarpēji sadalāmas enerģijas resursi. Var gadīties, ka jālemj par katru gadījumu atsevišķi.

Vēl viens uzdevums būs veicināt pakļaušanos valdību izstrādātajai kārtībai. Mēness resursu lietotājiem būtu ieteicams veidot kopīgas struktūras, piemēram, nolaižamos moduļus un apgādes sistēmas, lai tās darbotos kā stimulē, kas varētu atturēt no nesaskaņotās rīcības. Šādus risinājumus būs grūti ieviest pēc tam, kad valsts vai kāds uzņēmums jau būs veicis liela mēroga ieguldījumus savā projektā. Skaidrs, ka tagad ir pienācis laiks izstrādāt šīs pieejas. 🚀

Ar autoru laipnu atļauju no angļu valodas tulkojis Ilgonis Vilks, izmantojot hugo.lv mašīntulku. Teksta licence CC BY-ND 4.0



Raktuves uz Mēness mākslinieka skatījumā



MĀRTIŅŠ GILLS

Patiešām pieskarties kosmosam

Jau sešus gadus Purvciemā, Rīgā, ir atvērts Meteorītu muzejs. Darbības pirmajos gados tam priekšā bija vārds “Mazais”, bet tagad ekspozīcija jau ir krietni plašānājusies. Muzejā ir vairāki simti eksponātu, un tagad tajā glabājas jau vairāk nekā 15% paraugu, gan mikroskopiski, gan palieli fragmenti, no visiem pasaules

meteorītiem, kuru krišana novērota visā civilizācijas vēstures laikā. Pats mazākais eksponāts ir 6 mg smagais no Kalkalongkriķas (Austrālija) nākušais Mēness fragments, lielākais aplūkojamais ir Kampo del Sjelo 3 kilogramus smagais dzelzs-niķeļa meteorīts no Argentīnas. Apmeklējumu pavada izvērsti stāstījums par “viesiem no kosmosa”. Ik gadu

īpaša diena ir 30. jūnijs, kad Meteorītu muzejs organizē Starptautiskās Asteroīdu dienas pasākumus Latvijā.

Muzeja apmeklējums iespējams tikai ar iepriekšēju pierakstu un atbilstoši valstī noteiktajām epidemioloģiskajām prasībām. Muzejs atrodas Nīcgales ielā 3A, apmeklējuma pieteikšana: www.meteoriti.lv/ Muzejs/reservācija



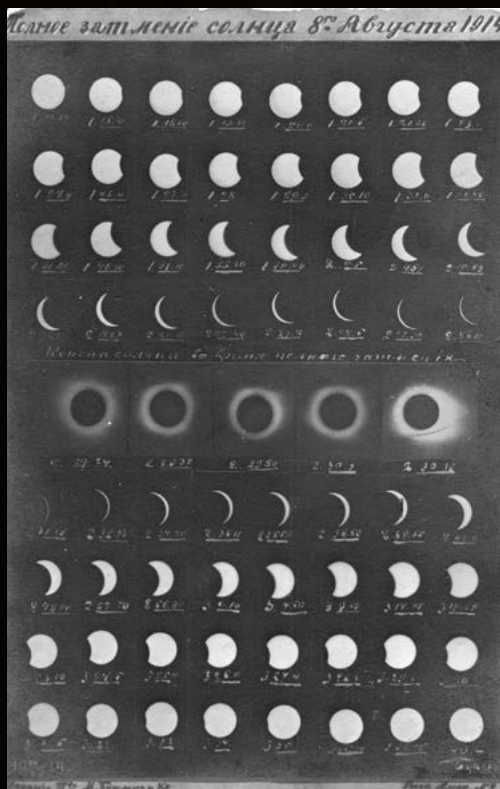
Foto: Māris Bērziņš

Saules un Mēness aptumsumi

Uzdevumi ņemti no
Latvijas atklātajām skolēnu
astronomijas olimpiādēm

1. 1914. gada 8. augustā (pēc vecā stila) Latvijā bija redzams pilns Saules aptumsums. Pamatojoties uz šo faktu, aprēķināt gadu (vistuvāk 2020. gadam) un datumu, kad Eiropā atkal būs redzams pilns Saules aptumsums! Sarosa garums ir 6585,3213 dienaktis. (2014. gada uzdevums)
2. 1999. gada 11. augustā Rīgā bija novērojams daļējs Saules aptumsums. Cikos šajā dienā lēca un rietēja Saule? Cik liels bija Saules leņķiskais augstums un azimuts aptumsuma maksimālās fāzes brīdī plkst. 13^h54^m pēc vasaras laika? Uzdevuma atrisināšanai izmantojiet grozāmo zvaigžņu karti! (1999. gada uzdevums)
3. Vai dienā var novērot Mēness aptumsumu? (2005. gada uzdevums)

Atrisinājumi – 57. lappusē.



Pilns Saules aptumsums 1914. gadā Rīgā



KOSMISKIE
LIDOJUMI

RAITIS MISA,
ULA attēli

*United Launch
Alliance – uzticams
kosmisko lidojumu
partneris*

ULA izpilddirektors Torijs Bruno pie
Delta IV Heavy raketes starta laukumā

“ES IEDROŠINU JŪS ĻAUTIES SAVAI AIZRAUTĪBAI
AR KOSMOSA IZPĒTI UN SEKOT TAI, LAI KURP TĀ VESTU.”
TORIJS BRUNO, UNITED LAUNCH ALLIANCE

Kosmosa apguves entuziasti spilgti atceras pēdējo gadu nozīmīgākos notikumus nozarē. Protams, sekojam līdz *Curiosity* gaitām uz sarkanās planētas, labi atceramies *Boeing* izstrādātā kosmosa kuģa *Starliner* izmēģinājumu lidojumu, bet raksta tapšanas brīdī aizturētu elpu vērojām jaunākā visurgājēja *Perseverance* ierašanos uz Marsa. Visām šīm misijām ir kaut kas kopīgs. Kosmosā tās nogādāja *United Launch Alliance* jeb ULA raķetes. Atlasot tikai labāk zināmās misijas, ar ULA raķetēm palaisti arī *Phoenix*, *Kepler*, *Juno*, OSIRIS-REx, *Parker Solar Probe*, *Solar Orbiter* un citi kosmiskie aparāti.

ULA kā kopuzņēmumu 2006. gadā dibināja divi aerokosmiskās industrijas milži *Boeing* un *Lockheed Martin*. ULA izmantojusi raķetes *Delta II*, *Atlas V*, *Delta IV* un tās *Heavy* versiju. Šobrīd lido tikai *Atlas V* un *Delta IV Heavy*, taču izstrādes fāzē ir pilnīgi jauna raķete *Vulcan Centaur*, kas raķešu dzinēju darbināšanai, tāpat kā *SpaceX Starship*, izmantos metānu. *Vulcan Centaur* dzinējus BE-4 jeb *Blue Engine 4* izstrādājusi *Amazon* bijušā šefa Dzeza Bezosa firma *Blue Origin*, kurai arī ir lieli plāni kosmosa apguves jomā.

Līdz pat šai dienai *Atlas V* tiek uzskatīta par precīzāko raķeti. Proti, tā ir raķete, ar kuru var visprecīzāk sasniegt kosmosā izvadāmās kravas orbītas parametrus. *Vulcan Centaur* šo spēju mantos, jo jaunā raķete tiek veidota ar mērķi aizstāt abas šobrīd izmantotās. Tas tiks sasniegts, pirmo pakāpi pa pāriem papildinot ar vairākām (līdz sešām) cietvielu raķetēm, līdzīgi kā, piemēram, *Ariane 5*, kurai gan šis skaits ir fiksēts – šādi dzinēji ir divi, vai kā *Delta IV*, kurai var pievienot papildu divas vai četras cietvielu raķetes. Arī nestspējas ziņā *Vulcan Centaur* pārspēs savu jaudīgāko vecāko māsu *Delta IV Heavy*.

Kopš 2014. gada ULA vada Torijs Bruno (*Tory Bruno*). Izpilddirektora amatā viņš nonāca, pārejot uz ULA no *Lockheed Martin*, kur strādāja par ballistikas inženieri. *Zvaigžņotā Debess* e-pastā uzdeva viņam adresētus jautājumus, uz kuriem saņēma atbildes.

Lēmums par ULA izveidi tika pieņemts konkurentu spiediena ietekmē, vai arī mērķis bija radīt uzņēmumu, kas būtu efektīvāks un tāpat arī pelnošāks, nekā dibinātājiem darbojoties atsevišķi?

ULA dibināta 2006. gadā ar mērķi nodrošināt ASV

nacionālās drošības organizācijām uzticamu piekļuvi kosmosam. Uzņēmuma uzdevums bija divu raķešu programmu – *Atlas* un *Delta* – izstrāde, ražošana un startu nodrošināšana. Dibināšanas brīdī ULA bija vienīgais uzņēmums, kam bija tiesības kosmosā nogādāt ASV nacionālās drošības kravas. Kaut arī šobrīd mums ir konkurenti, tomēr ULA vēl arvien ir vienīgais uzņēmums, kas spēj kosmosā nogādāt pilnīgi visu veidu nacionālās drošības kravas.

Ir uzskats, ka izmaiņas, ko vērojam kosmosa nozarē, lielā mērā notiek viena cilvēka, Īlona Maska, ietekmē. Ja viņa nebūtu, vai jūs un citi uzņēmumi turpinātu strādāt kā līdz šim, un mēs tagad nerunātu par topošo *Vulcan Centaur*?

Vulcan Centaur apvieno labāko no *Atlas V* un *Delta IV* un papildina to ar jaunākajiem sasniegumiem tehnoloģijās. Tas ļāvis radīt vienu raķešu sistēmu, kas nodrošina lielāku veiktspēju un ir ekonomiski izdevīgāka, bet saglabā mūsu raķešu nepārspēto drošību un precizitāti. Katrs lēmums *Vulcan Centaur* izstrādes procesā tiek pieņemts, paturot prātā mūsu klientu vajadzības, lai nodrošinātu visizdevīgāko pakalpojumu. *Vulcan* mums dos iespēju atteikties no novecojošo dzinēju izmantošanas,



Atlas V starts ar Mars 2020 visurgājēju

kas tiek uzstādīti *Atlas V*. *Atlas V* pēc ASV valdības pieprasījuma tika izstrādāta ar mērķi izmantot Krievijā izstrādāto un ražoto RD-180. Šāda izvēle tika izdarīta, lai pēc PSRS sabrukuma novērstu šīs tehnoloģijas nonākšanu naidīgu valstu rīcībā. Nu ASV nolēmušas pārtraukt šo atkarību.

Jāatzīst, ka *Delta IV Heavy* ir, iespējams, skaistākā raķete, kāda ir redzēta. Jautājums ir par citu skaistuli – *Atlas V*. Kā ir sanācis, ka tās galvenais dzinējs ir krievu RD-180? Labi zināms, cik grūti ir radīt metālu sakausējumu, kas spētu izturēt tik augstu temperatūru, kāda tiek sasniegta dzinējā. Tomēr šāds

lēmums šķiet politiski dīvains. (Tā kā jautājumi tika nosūtīti un saņemti e-pastā, atbilde uz šo jautājumu daļēji sniegta jau iepriekš – Red.)

Pēc PSRS sabrukuma ASV valdība pieprasīja ietvert RD-180 dzinējus *Atlas* raķetēs, lai novērstu Krievijas tehnoloģiju nekontrolētas izplatīšanās draudus. Krievu dzinējā bija kritiskas kosmosa tehnoloģijas, kuru nonākšana naidīgu valstu rīcībā nebija pieļaujama. Šī bija trīs ASV prezidenta administrāciju *de facto* politika, kā šādus draudus novērst. RD-180 ir viens no jaudīgākajiem šķidrās degvielas dzinējiem, un tā darbība lidojumos ir 100% veiksmīga.

Politiskie mērķi, iekļaujot šo dzinēju *Atlas V* raķetē, ir saņemti. Nesen ASV politika mainījās, un tagad nacionālās drošības raķešu startiem priekšroka ir ASV izstrādātām dzinēju sistēmām.

Vai *Vulcan Centaur* ir plānota kādu detaļu vairākkārtēja izmantošana? Ja nē – kā ir plānots konkurēt ar uzņēmumiem, kas jau šādu praksi īsteno un kuru raķešu pilnīga daudzkārtēja izmantošana vairs nav ļoti tālas nākotnes jautājums?

Kopš paša izstrādes sākuma *Vulcan Centaur* plānots izmantot SMART tehnoloģiju (SMART – *Sensible Modular Autonomous Return*



Delta IV Heavy starts ar NROL-44 nacionālās drošības kravu

Technology – modulāra un autonoma raķetes daļu atgūšanas tehnoloģija). Tiks veidota raķešu sistēma, kas fokusējas uz vērtīgāko detaļu atkārtotu izmantošanu. Un, kā zināms, raķešu dzinējs ir vērtīgākā raķetes sastāvdaļa. SMART nodrošinās BE-4 dzinēju atgūšanu atkārtotai izmantošanai ekonomiski izdevīgā veidā. Šādi panāksim starta izmaksu samazinājumu, bet necietīs raķetes veiktspēja, jo netiks rezervēta degviela pirmās pakāpes atgūšanai, nolaižoties ar dzinēju vilkmi.

Kādēļ Vulcan raķetē izvēlēti BE-4 dzinēji, piemēram, Raptor

vietā? Precizējot jautājumu – kādēļ Blue Origin ir ar mieru jums dot savus dzinējus, bet SpaceX – ne? Galu galā abi uzņēmumi ir vai nākotnē būs ULA konkurenti, un abiem ir lieli plāni uzbūvēt jaudīgas raķetes.

Vulcan Centaur izstrādei ULA ir izraudzījusies labākās pieejamās tehnoloģijas. ULA un *Blue Origin* sadarbība sākas 2014. gadā. Mēs sadarbojamies, lai radītu jaunu, pilnībā ASV izstrādātu raķešu dzinēju. Raķete un tās galvenie dzinēji ir integrēta sistēma, un *Vulcan Centaur* ir izstrādāta, lai izmantotu BE-4. BE-4 jau tobrīd atradās izstrādes fāzē, un dzinēja

tehniskie parametri atbilda *Vulcan* nepieciešamajiem rādītājiem. BE-4 ir jaudīgākais sašķidrinātas dabasgāzes dzinējs, kāds jebkad ticis izstrādāts. BE-4 spēj radīt 2400 kN vilkmi, turklāt nodrošinot iespēju dzinēja jaudu mainīt lielā diapazonā, t. s. *deep throttle*. (*SpaceX Raptor* dzinējiem šis rādītājs ir 2200 kN – *Red*).

Kādas ir jūsu emocijas brīdī, kad startē kāda no jūsu raķetēm? Saprotais, ka tā ir liela atbildība, ko izjūt visa ULA komanda. Bet, kad nesen palaidāt Mars 2020 visurģājēju un zinājāt, ka visa pasaule vēro startu, kādas ir izjūtas šādos brīžos?



Vulcan Centaur starts mākslinieka skatījumā

Jā, visa ULA komanda izjūt lielu atbildību, lai mums uzticēto kravu sekmīgi nogādātu kosmosā. Raķetes ir ļoti jaudīgas, sarežģītas mašīnas, kas kļūdas nepiedod. Kaut arī ULA ir radījusi viegluma ilūziju, veicot vairāk nekā 140 perfektus startus, mana personīgā pieredze, līdzdarbojoties gandrīz 400 raķešu startos, ir man iemācījusi, cik liels izaicinājums tas ir. Raķetes starta laikā miljons lietām jānotiek korekti, un mums ir izstrādātas procedūras, kam uzticamies, un mēs darām visu cilvēciski iespējamo, lai veiktu sekmīgu startu. Viens starts vienā piegājienā.

Pilotējamu kosmosa kuģu nogādāšana kosmosā vēl nesen nebija jūsu biznesa sastāvdaļa.

Protams, Boeing gadījumā ULA bija pašsaprotams risinājums, izvēloties uzņēmumu, kas kosmosa kuģi Starliner nogādās orbītā. Kādi bija lielākie izaicinājumi, sagatavojot šādus lidojumus?

Atlas V ir viena no drošākajām raķetēm pasaulē, tāpēc mēs veicām tikai nelielus pielāgojumus, lai tā varētu nest pilotējamus kosmosa kuģus. Tika pievienota raķetes monitoringa sistēma, kas ļauj no kosmosa kuģa *Starliner* uzraudzīt *Atlas V* veiktspējas parametrus, un, ja rastos kāda nenovēršama kļūme, *Starliner* varētu veikt sekmīgu avārijas atgriešanos uz Zemes. Vēl ULA starta kompleksā Nr. 41 izbūvēja apmēram 60 metrus augstu komandas piekļuves torni, kas ļauj astronautiem iekļūt kapsulā pirms starta.

Tālākā nākotnē tiks izveidota vienpakāpes orbitālā raķete. Šķiet, šā brīža raķetes ir lētākas, nekā būs vienpakāpes raķetes. Kā, jūsprāt, attīstīsies notikumi?

Tas atkarīgs no tirgus dalībniekiem, tie nosaka attīstības virzienu. Personīgi es esmu strādājis pie vienpakāpes prototipa *Venture Star X33 SSTO* izveides, un daudzi ULA raķešu zinātnieki piedalījās *Delta Clipper* izstrādē. Piemēram, SSTO nepieciešama ļoti specifiska kosmiskā misija un atbilstoši tirgus apstākļi, lai tas būtu ekonomiski pievilcīgs. *Vulcan Centaur* ir lielāka celtspēja nekā *Delta IV Heavy*, bet izmaksas būtiski mazākas un starta process daudz vienkāršāks. *Vulcan Centaur* ir izstrādāta ASV nacionālās drošības kosmiskajām misijām.

Līdzīgas vajadzības ir arī pašreizējām civilajām valsts mīstijām un komerc klientiem.

Vēl tālākā nākotnē ieskatoties, kā jūs domājat, vai kādreiz tiks uzbūvēts kosmiskais lifts no Zemes uz orbītu? Vai tas raķetes padarīs ekonomiski neizdevīgas?

Tuvākajā nākotnē, visticamāk, nē.

Kāds ir jūsu viedoklis par suborbitālajiem lidojumiem? Vai tas šķiet pieņemami – samaksāt 200 tūkstošus dolāru par iespēju dažas minūtes pabūt kosmosā? Tad jau interesantāk ir pavadīt pāris stundas 30 kilometru

augstumā kāda stratosfēras balona gondolā. Kādēļ komerciālie suborbitālie kosmosa kuģi vēl arvien nav uzņēmuši savus pirmos pasažierus?

Šāda veida kosmiskais turisms nav ULA biznesa interešu lokā. Mēs turpināsim veltīt savus spēkus orbitālajām mīstijām. ULA ir pagodināta, ka NASA komerciālo astronautu programmā varam sniegt atbalstu CST-100 *Starliner* un nogādāt astronautus Starptautiskajā Kosmosa stacijā.

Latvija ir neliela valsts, un tuvākajā laikā no mūsu teritorijas nav

plānots sākt orbitālos lidojumus. Tomēr mēs varam piedalīties kosmosa izpētē, sniedzot savu pienesumu. Kāds ir jūsu vēlējums mūsu lasītājiem?

Kosmos ir pietiekami liels, lai tajā visiem būtu ko darīt.

Zinātnieki-pilsoņi (*citizen scientists*) visā pasaulē ir veikuši fundamentālus atklājumus, ieskaitot daudzu citplanētu atklāšanu. Piedalīšanās kosmosa izpētē sākas ar vienkāršu teleskopu mājas pagalmā. Es iedrošinu jūs ļauties savai aizrautībai ar kosmosa izpēti un sekot tai, lai kur tā vestu. 🚀



Atlas V starts ar *Starliner* kosmosa kuģi



237



American Astronomical Society

237TH MEETING OF THE
AMERICAN ASTRONOMICAL SOCIETY

VIRTUALLY ANYWHERE
11-15 JANUARY 2021

Joint with the AAS Historical Astronomy and High Energy Astrophysics Divisions

Amerikas Astronomijas biedrības 237. konference

ZINĀTNISKĀS KONFERENCES TIEŠSAISTĒ –
KĀDAS IR TO PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI?
UN VAI IR IESPĒJAMS APTVERT
VISU ASTRONOMIJAS TEMATIKU?

Amerikas Astro-
nomijas biedri-
ba (*The American
Astronomical
Society, AAS*) divas reizes
gadā – ziemā un vasarā – or-
ganizē lielas konferences.
Agrāk tās notika tikai klātē-
nē, bet *Covid-19* pandēmijas
dēļ kopš 2020. gada jūnija tās
tiek organizētas tiešsaistē.
Tāda bija arī AAS 237. konfe-
rence 2021. gada 11.–15. jan-
vārī. Izmantojot savu AAS ār-
zemju biedra (*International
Affiliate Member*) statu-
su un iespējas, pasāku-
mā piedalījās arī autors.

Piedalīšanās konferen-
cē nebija gluži bez maksas,
jo AAS ārzemju biedriem da-
lības nauda bija 149 ASV
dolāri, AAS pilnajiem bied-
riem – 297 dolāri, studen-
tiem – 149 dolāri, nebied-
riem – 473 dolāri, tomēr tas ir
ļoti lēti, salīdzinot ar ceļojumu
uz ASV. Tiešsaistes konferen-
ces dabisks trūkums ir apgrū-
tināta un tikai netieša kontak-
tēšanās ar kolēģiem, kaut gan
organizatori bija izveidoju-
ši dažādus tehniskos līdzek-
ļus, lai uzdotu jautājumus un
veidotu dialogu. Sēdes notika
Zoom vidē, un diskusijām tika
izmantota *Slack* platforma.

Visas sēdes, kas bieži no-
ritēja vienlaikus, tika ierak-
stītas, un tās joprojām var
noklausīties sev ērtā lai-
kā. Diemžēl no sēdes ierak-
sta nav iespējams izdalīt
tikai sevi interesējošo ziņo-
jumu vai ziņojuma fragmen-
tu, nevar arī pabīdīt ierakstu
uz priekšu vai atpakaļ, jāk-
lausās visa konkrētā sēde no

sākuma, bez apstāšanās un
atkārtojumiem, tieši tādā vei-
dā un secībā, kā tā notika.

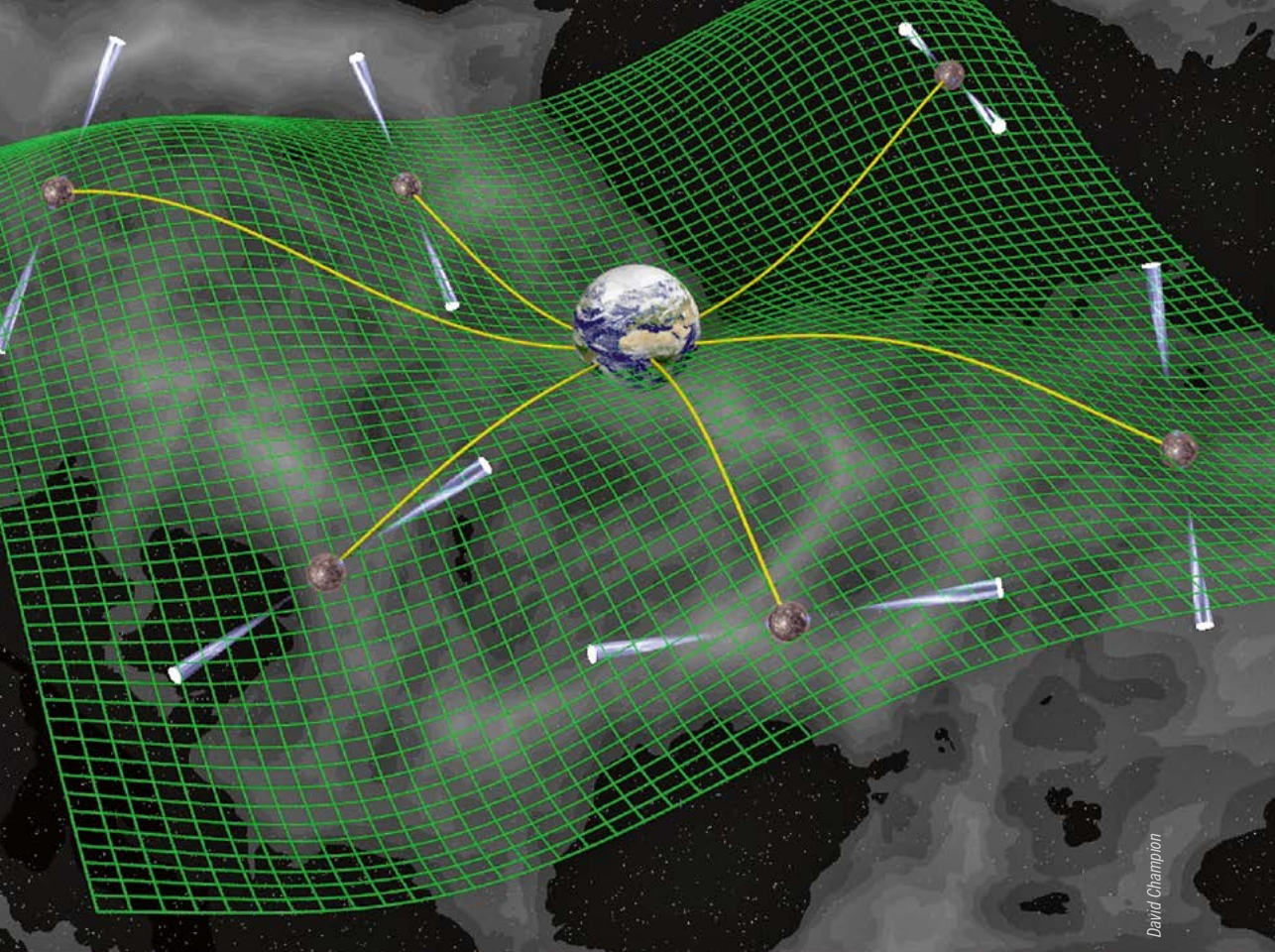
Konference aptvēra ļoti
lielu astronomijas zināt-
nes daļu, kas nav pārskatā-
ma vienam vai pat dažiem
cilvēkiem, tomēr ne visu as-
tronomiju. Vairāku konfe-
rences sēžu un ziņojumu tē-
mas, piemēram, kosmiskie
putekļi, astroķīmija, kā arī
ļoti lielas bāzes radiointer-
ferometrija un tās lietojums,
ir arī autora darba vietas –
Ventspils Starptautiskā ra-
dioastronomijas centra – in-
teresešu lokā. Daudzi ziņojumi
bija veltīti jaunajām kosmis-
kajām observatorijām, ku-
ras tiek būvētas ASV un tiks
palaistas tuvāko gadu laikā.

Plenārsēdē Pols De-
morests (*Demorest*) no
ASV Nacionālās radioas-
tronomijas observato-
rijas nolāsija ziņojumu
*Ziemeļamerikas nanohercu
gravitācijas viļņu observato-
rija (NANOGrav)*. Referents
ir projekta *NANOGrav* vadītājs.
Gravitācijas viļņi no sa-
plūstošiem melnajiem cauru-
miem vai neitronu zvaigznēm
jau vairākus desmitus reižu
ir novēroti ar lāzera interfe-
rometru LIGO, kas spēj uz-
tvert viļņus aptuveni 10 Hz –
10 kHz frekvenču diapazonā.

Savukārt divi saplūsto-
ši supermasīvi melnie cauru-
mi, tādi, kas atrodas galaktiku
kodolos, izstaro gravitācijas
viļņus 10^{-5} – 10^{-10} Hz frek-
venču diapazonā (kam at-
bilst svārstību periodi no ap-
tuveni vienas diennakts līdz
300 gadiem), un tos var novē-
rot, vienlaikus reģistrējot un
korelējot vairāku ciešās du-
bultsistēmās ietilpstošu mili-
sekunžu pulsāru impulsu pie-
nākšanas laika periodiskas
izmaiņas. Praktiskās iespējas
ierobežo novērojamo svārstī-
bu periodu dažu nedēļu līdz
dažu desmitu gadu diapazonā,
kam atbilst novērojamās frek-
vences aptuveni no 10^{-6} līdz
 10^{-9} Hz, un paredzamā pul-
sāra impulsa pienākšanas
laika izmaiņu amplitūda ir
ar lieluma kārtu no 10^{-7} līdz
 10^{-8} sekundēm. Tieši šādi no-
vērojumi tika veikti projektā
NANOGrav kopš 2005. gada,
izmantojot Grīnbenkas
100 metru grozāmo parabolis-
ko radioteleskopu un Aresibo
305 metru nekustīgo radio-
teleskopu. Diemžēl Aresibo
sabruka 2020. gada 1. de-
cembrī (skat. R. Misas rak-
stu šajā žurnāla numurā).

Iesaistoties apmēram
140 zinātniekiem no aptu-
veni 50 zinātniskajām iestā-
dēm ASV un Kanādā, novēroti

”
PROJEKTĀ NANOGRAV MEKLĒ GRAVITĀCIJAS
VIĻŅUS NO SUPERMASĪVAJIEM MELNAJIEM
CAURUMIEM, KAS ATRODAS GALAKTIKU
KODOLOS



David Champion

Gravitācijas viļņi deformē laiktelpu un ietekmē impulsu pienākšanas laiku no pulsāra līdz Zemei. NANOGrav projektā cenšas reģistrēt šīs niecīgās izmaiņas

78 pulsāri. Pirmais secinājums ir tāds, ka novērojams būtisks zemfrekvences troksnis, kas varbūt ir izskaidrojams ar gravitācijas viļņiem, bet pagaidām šī interpretācija nav pietiekami pierādīta. Pašlaik tiek veidots starptautisks lielo radioteleskopu tīkls – *International Pulsar Timing Array*, lai turpinātu šos pētījumus.

Šepards Doilemans (*Doeleman*) no Hārvarda un Smitsona astrofizikas centra ziņoja par pirmajiem melno caurumu vistuvākās apkārtnes novērojumiem ar Notikumu

horizonta teleskopu (*Event Horizon Telescope*). Notikumu horizonta teleskops ir radiointerferometrs, kuru veido 8 ļoti lieli radioteleskopi, kas izvietoti pa visu mūsu planētu. Kā Anna Gintere jau rakstīja *Zvaigžņotās Debess* 2019. gada vasaras numurā, ar šo radiointerferometru 2019. gadā tika iegūts galaktikas M87 melnā cauruma apkārtnes attēls, pārliecinoši apstiprinot supermasīvo melno caurumu eksistenci. 2020. gada aprīlī tika publicēts blazāra 3C 279 attēls ar 20 loka milisekunžu izšķirtspēju,

kurā redzamas no blazāra izsviestās strūkļas sastāvdaļas.

Pašlaik teleskopu tīklu paplašina ar mazākiem radioteleskopiem pat 16 un 12 metru diametrā, kas atrodas, piemēram, Kenijā un dažās citās Āfrikas valstīs. Mērķis ir līdz 2030. gadam uzņemt pirmo kinofilmu par procesiem melnā cauruma apkārtnē. Diemžēl Ventspils Starptautiskais radioastronomijas centrs nevar piedalīties šajā konsorciā, jo novērojumi notiek ļoti augstās – 230 GHz un 345 GHz – frekvencēs, kas mūsu antenām to konstrukcijas

un no tās izrietošās nepilnīgās virsmas kvalitātes dēļ nav aizsiedzamas.

Speciāla konferences sekcija bija veltīta sadarbībai ar iedzimto ciltīm, kas dzīvo lielo astronomisko observatoriju atrašanās vietās, – navaho indiāņiem Arizonas štatā un polinēziešiem Havaju salās. Tas ir kļuvis ļoti būtiski, jo Havaju salās, apdzīsušā vulkāna Maunakea virsotnē 4200 metrus virs jūras līmeņa, ir izcili labs astroklimats. Jau vairākus gadu desmitus tur atrodas viens no pasaulē lielākajiem un nozīmīgākajiem lielo optisko un infrasarkanu teleskopu kompleksiem. Ilgu laiku viss bija labi, bet, kad tur sāka būvēt 30 metru teleskopu, polinēziešu aktīvisti sāka nopietni protestēt pret kalna izmantošanu astronomiskajiem novērojumiem, jo tas ir viņu svētais kalns. Par to vairāk lasiet D. Draviņa rakstā *Zvaigžņotās Debess 2016.* gada pavasara numurā. Kādu laiku notika pat vienīgā piedevceļa blokāde, protestējot pret teleskopa celtniecību, un tas diezgan ilgi paralizēja visu Maunakea observatoriju darbību. Sēdē uzstājās daži navaho indiāņu un polinēziešu pārstāvji. No indiāņiem nekas satraucošs nebija dzirdams, bet polinēzieši joprojām uzskata Maunakea jautājumu par neatrisinātu un uzstāj uz turpmākām sarunām, lai panāktu abpusēji pieņemamu kompromisu.

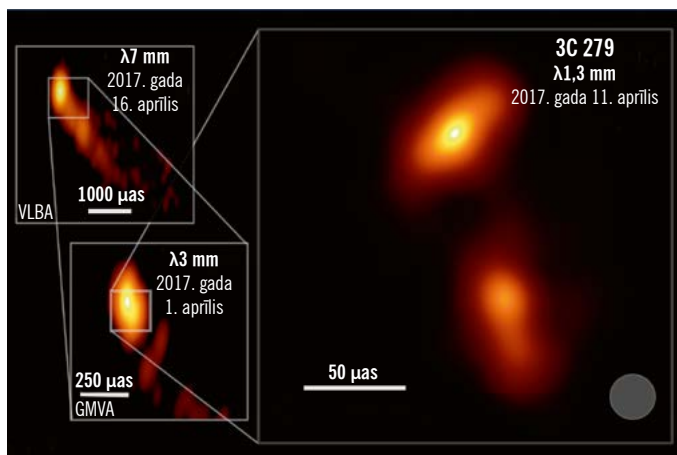
13. janvārī notika kosmiskajiem putekļiem veltītās sekcijas sēde. Roberts Batlers (*Butler*) no Indiānas

NOTIKUMU HORIZONTA TELESKOPS, AR KURU IEGŪTS PIRMAIS MELNĀ CAURUMA APKĀRTNES ATTĒLS, PAPLAŠINA SAVU DARBĪBU. AR TO PAREDZĒTS UZŅEMT “FILMU” PAR MELNO CAURUMU MŪSU GALAKTIKAS CENTRĀ

Universitātes konstatējis, ka vislabākā korelācija starp pilno starpzvaigžņu udeņraža kolonnas blīvumu un starpzvaigžņu putekļu radīto ekstinkciju ir novērojama ultravioletajos staros 290 nm viļņa garumā. Proti, gan ekstinkcija (zvaigžņu starojuma vājināšanās, ejot cauri starpzvaigžņu putekļu mākoņiem), gan šajā ceļā šķērsootā starpzvaigžņu udeņraža daudzums nav novērojumos ļoti viegli nosakāmi lielumi. Starpzvaigžņu putekļu optisko īpašību atkarība no gaismas

viļņa garuma dažādos virzienos mūsu Galaktikā ir dažāda.

Visumā visvairāk izplatītais ķīmiskais elements udeņradis pietiekami zemā temperatūrā, it īpaši blīvajos starpzvaigžņu mākoņos, ir molekulārā stāvoklī, un neierosinātas udeņraža molekulas to kvantu struktūras dēļ ir ļoti grūti tieši novērot. Lai noteiktu udeņraža molekulu daudzumu kādā virzienā, visbiežāk nosaka ar tām kvantitatīvi saistīto CO molekulu daudzumu, novērojot CO radiolīnijas 115 GHz, 230 GHz un vēl augstākās



Blazāra 3C 279 izsviestā strūkļa tuvplānā. Attēls jāskatās no kreisās uz labo pusi, izšķirtspēja arvien pieaug

Joe-Young film, CC BY-SA 4.0

frekvencēs. No Batlera ziņojuma izriet, ka ekstinkcija 290 nm viļņa garumā ir apmēram vienāda visos novērojumu virzienos Galaktikā un tā ir diezgan viennozīmīgi saistīta ar starpzvaigžņu udeņraža daudzumu attiecīgajā virzienā.

Francijas CEA institūta pētnieks Valentīns le Geleks (*Gouellec*) un lidojošās observatorijas SOFIA pārstāvis Simons Kudē (*Coude*) aplūkoja nesfērisku starpzvaigžņu putekļu telpisko orientāciju, kas, starp citu, rada cauri putekļu mākonim izgājušā zvaigžņu starojuma polarizāciju, kā arī putekļu izstarotā termiskā starojuma polarizāciju. Novērojumi liecina, ka cauri putekļu mākonim izgājušais zvaigžņu starojums ir polarizēts aptuveni perpendikulāri starpzvaigžņu vides elektronu radītajam sinhrotronajam starojumam, putekļu termiskais starojums – apmēram paralēli sinhrotronajam starojumam. Tas nozīmē, ka putekļi pārsvarā ir orientēti ar to lielākajiem izmēriem perpendikulāri magnētiskajam laukam.

Kā praktiski vispārpieņemts galvenais putekļu orientācijas mehānisms tika uzsvērta spēka momenta izraisīta rotējošu putekļu orientācija magnētiskajā laukā neviendabīga fotonu starojuma klātbūtnē – *RAdiative Torque alignment* jeb *RAT*. Tā ideju izvirzīja Arkādijs Dolginovs un Igors Mitrofanovs (A. Joffes Fizikāli tehniskais institūts, PSRS) 1976. gadā, bet tā ir kļuvusi populāra tikai pēdējā desmitgadē, galvenokārt

KOSMISKIE PUTEKĻI UN TO RADĪTĀ STAROJUMA POLARIZĀCIJA IR BŪTISKS INFORMĀCIJAS AVOTS PAR STARPZVAIGŽŅU VIDĪ

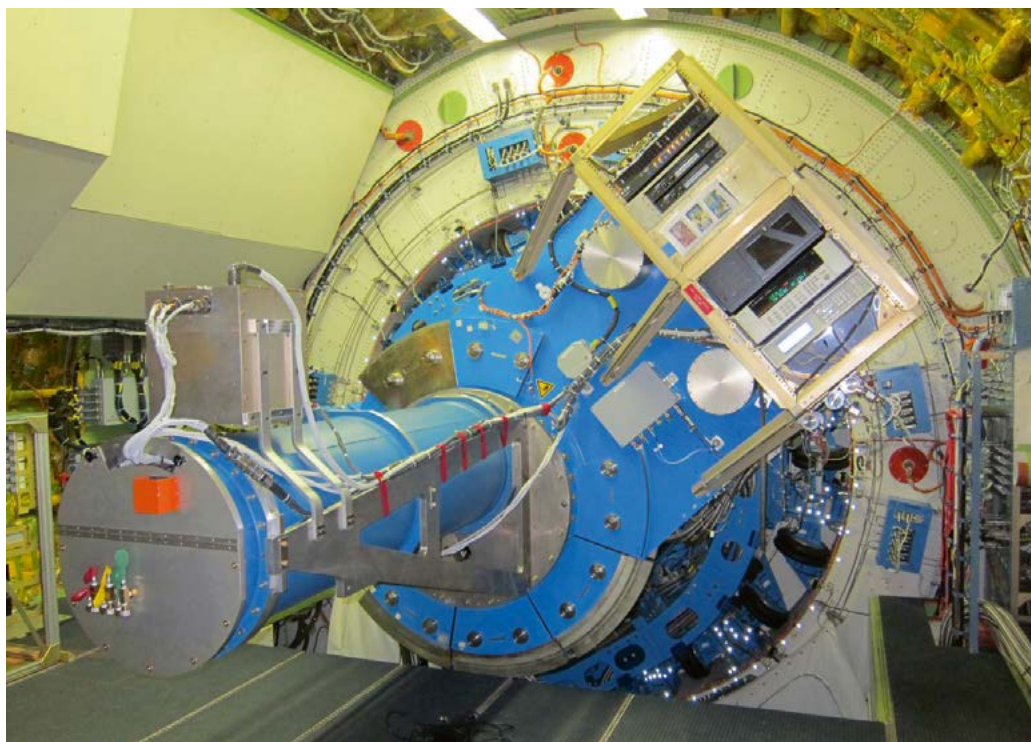
pateicoties Aleksa Lazarjana (Viskonsinas Universitāte Medisonā) un viņa līdzstrādnieku ļoti plašajiem un detalizētajiem pētījumiem. Novērojot starpzvaigžņu putekļu radīto starojuma polarizāciju un salīdzinot to ar teorētiskajiem modeļiem, var pētīt gan starpzvaigžņu magnētiskos laukus, kas būtiski ietekmē starpzvaigžņu vides dinamiku, gan putekļu īpašības.

Lizete Gavilana (*Gavilan*) no NASA Eimsa pētījumu centra runāja par oglekļa putekļu veidošanos no policikliskajiem aromātiskajiem ogļūdeņražiem. Tiem oglekļa putekļiem, par kuru eksistenci astronomi parasti spriež no starpzvaigžņu ekstinkcijas un apzvaigžņu putekļu apvalku infrasarkanā starojuma novērojumiem, raksturīgie izmēri ir ar lieluma kārtu no 0,05 līdz 1 mikronam, un pēc lieluma kārtas katrā tādā puteklī ir 10^8 un vairāk oglekļa atomi. Policikliskie aromātiskie ogļūdeņraži (*polycyclic aromatic hydrocarbons*, PAH) ir lielas molekulas, kurās daži desmiti vai daži simti oglekļa atomu savienoti blakus izvietotos benzola gredzenos. Pieaugot oglekļa atomu skaitam PAH molekulā un līdz ar to arī molekulas izmēram,

PAH pakāpeniski pāriet grafēnā. Daudzi grafēna slāņi, kas noteiktā strukturētā veidā saistīti cits ar citu, ir grafīts. Pēdējā laikā gan ir bijušas vairākas publikācijas par to, ka starpzvaigžņu putekļos ogleklis pārsvarā ir kaut kādā amorfā veidā, nevis kā grafīts.

Lorija Ču (*Chu*) no Havaju Universitātes stāstīja par sarežģītu organisko molekulu (ēteru, spirtu u. c.) sintēzi starpzvaigžņu telpā. Jau kopš pagājušā gadsimta otrās puses starpzvaigžņu vidē ir novērotas dažādu molekulu spektrālīnijas radioviļņos, piemēram, ir atklāts metilspirts CH_3OH , etilspirts $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, dimetilēteris CH_3OCH_3 , aminoskābe glicīns $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, acetaldehīds CH_3COH un desmitiem citu savienojumu. Iespējams, ka šo savienojumu klātbūtnē bijusi būtiska dzīvības izcelsmē uz Zemes.

Astroķīmijas sekcijā Sāra Nikersone (*Nickerson*) no NASA Eimsa pētījumu centra ziņoja par to, ka HNC un H^{13}CN molekulas starpzvaigžņu vidē, Oriona miglāja karstajā kodolā, pirmo reizi konstatētas vidējā infrasarkanajā diapazonā (7,2–25 mm). Līdz šim tās novēroja tikai molekulārajās radiolīnijās, kas tiek izstarotas samērā mazas



NASA, brīvpriekšas attēls

Lidojošās observatorijas SOFIA spektrogrāfs EXES

enerģijas kvantu pārejās starp molekulu rotācijas līmeņiem. Infrasarkanās spektrālīnijas rodas pārejās starp molekulu svārstību līmeņiem ar ievērojami lielāku enerģiju, un to novērojumi ļauj tieši noteikt molekulu augstāko enerģētisko līmeņu apdzīvotību, kas savukārt ietekmē dažādu ķīmisko reakciju ātrumu. Reakciju ātrums nosaka starpzvaigžņu vides ķīmisko sastāvu.

Kosmiskā vide vispār ir termodinamiski nelīdzsvarota, un atomu un molekulu enerģētisko līmeņu apdzīvotību vispārīgā gadījumā nevar aprēķināt pēc Bolcmaņa formulas no gāzes kinētiskās temperatūras. Kinētiskās temperatūras augšējo robežu var noteikt no daudzu spektrālīniju platuma, pieņemot, ka spektrālīnijas platumu nosaka Doplera efekts. Attiecīgie

augstas dispersijas spektri iegūti ar ešeleta spektrogrāfu EXES, kas uzstādīts speciāli iekārtotā lidmašīnā SOFIA (*Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy*). Lidmašīnā ir 2,5 metru diametra teleskops, un novērojumi ar to tiek veikti 13,7 kilometru augstumā. Desmit stundu ilgos lidojumos ar to pēta starpzvaigžņu magnētisko lauku, zvaigžņu veidošanās apgabalus, komētas, miglājus un mūsu Galaktikas centru.

Amerikas Astronomijas biedrības 237. konferences laikā tika nolasīti 623 mutiski ziņojumi, demonstrēti 829 stenda referāti, kā arī bija vēl daudz citu pasākumu ar ļoti daudzveidīgu tematiku. 🍂

STARPZVAIGŽŅU VIDĒ NOVĒROTAS DAUDZAS ORGANISKAS MOLEKULAS. IESPĒJAMS, KA TO KLĀTBŪTNE BIJUSI BŪTISKA DZĪVĪBAS IZCELSMĒ UZ ZEMES

SERGEJS KLIMANSKIS

Mazās Vējdzirnaviņas

2020. gada 24. novembrī, uzņemot 36 kadrus ar 6 minūšu ekspozīciju, Lielzeltiņu observatorijā ir iegūta augstas kvalitātes spirālveida galaktikas NGC 3184 fotogrāfija Lielā Lāča zvaigznājā. Šo objektu mēdz dēvēt arī par Mazo Vējdzirnaviņu galaktiku.

Attēla iegūšanai izmantots teleskops *Astrosib RC360*, montējums *SkyWatcher EQ8* un CMOS kamera *QHY128C*, kas atdzesēta līdz $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, kameras jutība iestatīta uz *gain 3200*. Kadri salikti kopā ar programmatūru *DeepSkyStacker*. Krāsu korekcija veikta ar *Fitstacker*, pēcapstrāde – ar *Photoshop*.



Debess vērotāji. Inetas Ūdres foto

2020. gada astrofoto konkursa rezultāti

Covid-19 epidēmija 2020. gadā apgrīza ierasto pasaules kārtību kājām gaisā un pārvilka treknu svītru daudziem plāniem. Uz mirkli arī mums, *StarSpace* observatorijas komandai, šķita, ka fotokonkurss uz laiku jāaptur. Tomēr, rūpīgi apsverot situāciju, secinājām, ka konkursam jāturpinās arī pandēmijas apstākļos, lai gan bija bažas, ka iesūtīto darbu skaits varētu būt mazāks.

Konkurss tika izsludināts jūlija sākumā, bet vairāk nekā 10 gadus garā pieredze liecināja, ka lielākā daļa autoru darbus sāks iesniegt tikai

pēdējās nedēļās. Mūsu pārsteigums bija neizmērojams, kad parādījās arvien jauni pieņēmumi. 2020. gada konkurss sasniedza rekordu – 59 autori iesūtīja 234 fotogrāfijas un 11 darbus video kategorijā. Kā ierasts, visplašāk pārstāvētā kategorija bija atmosfēras parādības, bet vismazāk darbu, tikai divi, bija iesniegti ziemeļblāzmu kategorijā. Atliek cerēt, ka, Saules aktivitātei pieaugot, šī kategorija būs pārstāvēta bagātīgāk.

Darbus vērtēja eksperti – NASA APoD (*Astronomy Picture of the Day*) vietnes uzturētāji Roberts Nemirovs

un Džerijs Bonells, izvēloties trīs labākos darbus katrā kategorijā. Par savu mīļāko darbu katrā kategorijā nobalsot varēja arī *StarSpace.lv* vietnes apmeklētāji.

Kategorijā **Atmosfēras parādības** pirmo vietu eksperti piešķīra Gata Vilbranta darbam *Gliemežvāka iekšpuse*. Otrajā vietā – Jāņa Bijas fotografētā varavīksne, trešajā vietā – Lindas Pavlovskas *Gaisa balona glorijs*. Atšķirībā no iepriekšējiem gadiem skaistu un kvalitatīvu darbu šajā kategorijā bija patiesi daudz, un eksperti atzinības balvu piešķīra vēl diviem darbiem – Inetas

Ūdres *Pavasara noskaņas* un Elvija Kalniņa *Zibeņu zibens*. Inetas Ūdres *Pavasara noskaņas* ieguva pirmo vietu lasītāju balsojumā. Otrajā vietā – Jāņa Bitenieka *Mākonis*, trešajā – Elvija Kalniņa *Zibeņu zibens*.

Kategorijā **Polārblāzmas** 2020. gadā tika iesniegti tikai divi darbi, tāpēc tika nolemts abiem autoriem – Jurim Seņņikovam un Sindijai Ofmanei – izteikt atzinību.

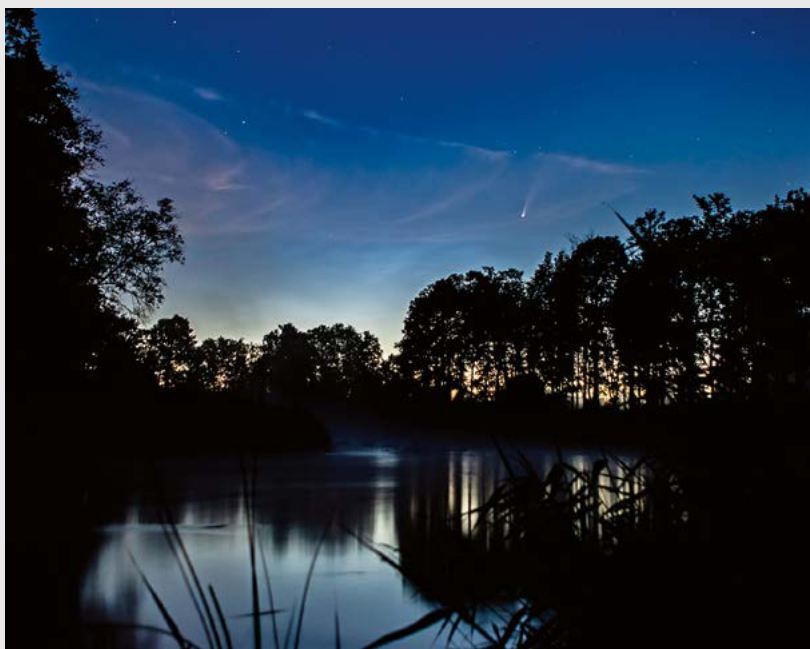
Kategorijā **Cilvēks un astronomija** eksperti pirmo vietu piešķīra Laura Rēveļa darbam *Mežā būdiņu tev ceļšu*, otro vietu – Vitālija Kopas darbam *Zvaigžņu mednieks*, trešo vietu – Germana Zibareva darbam *NEOWISE komētu vērojot*. Lasītāji izvēlējās māksliniecisko Inetas Ūdres darbu *Debesu vērotāji*, Raivo Špuna *Re, sudrabainie mākoņi!* un Germana Zibareva fotogrāfiju.

Kategorijā **Sudrabainie mākoņi** eksperti visaugstāk novērtēja krāšņo Roberta Georga Firmbauera *Rīgas panorāmu sudrabaino mākoņu rotā*. Otrajā vietā – Kristapa Anškēna fotografētā mierīgā vakara ainava, trešajā vietā – Kristapa Liepas darbs *Sudrabainie mākoņi virs Daugavas*. Lasītāji bija vienprātīgi ar ekspertiem par pirmās vietas ieguvēju. Otrajā vietā lasītāju balsojumā vēl viens Kristapa Anškēna darbs, trešā vieta tika piešķirta diviem autoriem – Ivo Dinsbergam un Gatim Vilbrantam.

Kategorijā **Plaša lauka fotogrāfija** pirmo vietu eksperti piešķīra Kristapa



Gliemežvāka iekšpuse. Gata Vilbranta foto



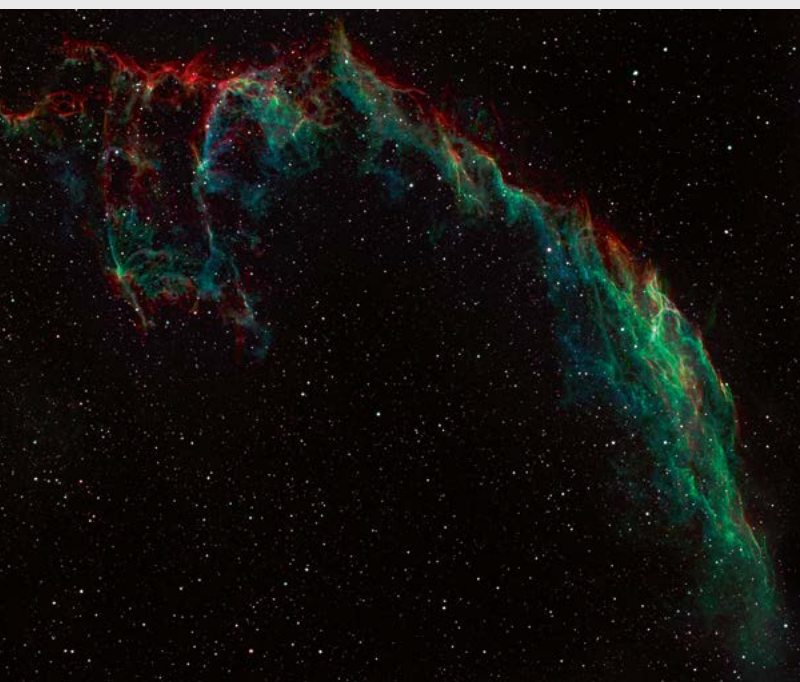
Upe, migla, komēta (fragments). Kristapa Liepas foto

Liepas darbam *Upe, migla, komēta*, kurā atainots viens no 2020. gada populārākajiem novērojumu objektiem – NEOWISE komēta. Otrajā vietā – Jāņa Bijas fotografētā vakara panorāma, trešajā – Ilgoņa Vilka kolāža *NEOWISE komēta un Vanšu tilts*, kurā goda vieta atvēlēta

mums labi pazīstamajai komētai. Pirmo vietu lasītāju balsojumā ieguva Inetas Ūdres *Zvaigžņu ceļš virs meža*. Otrajā vietā – Sindijas Ofmanes *Gaismas ielenkumā*, trešajā vietā divi darbi – Toma Štāla *Perseīdu meteoru plūsmas maksimums* un Jura Seņņikova *Mēness un Venera dubultā*.



Rīgas panorāma sudrabaino mākoņu rotā. Roberta Georga Firmbauera foto



Plīvura miglājs. Dāvida Vardanjana foto

Visus godalgotos darbus iespējams aplūkot *StarSpace.lv* vietnē:

<http://www.starspace.lv/lv/verojam-debesis/starspace-konkursi/starspace-konkurss-2020-09072020/starspace-konkurss-2020-rezultati.html>

Kategorijā **Visuma dzīļu objekti** pirmo vietu ekspertu vērtējumā ieguva Ivo Dinsberga fotografētā NEOWISE komēta. Otrajā vietā – detalizētais kosmisko dzīļu attēls *Galaktikas M81 un M82*, kura autors ir Nikolajs Nikolajevs. Trešā vieta Dāvida Vardanjana fotografētajam *Plīvura miglājam*, kuru lasītāji ierindoja pirmajā vietā. Par otrās vietas ieguvēju lasītāji bija vienisprātis ar ekspertiem. Trešā vieta tika atvēlēta Arta Leiniša darbam *Galaktika vai Piena Ceļš?*

Video darbus pagaidām vērtēja tikai eksperti, un pirmo vietu viņi piešķīra Jura Seņņikova video montāžai *Piesātinātās augusta zvaigžņotās debesis*. Otrajā vietā – Ilgoņa Vilka *Vēl viens neparasts saulriets*. Trešajā vietā vēl viens Ilgoņa Vilka darbs – *Mēness lēkts*. 🌌

39. lappusē publicēto uzdevumu ATRISINĀJUMI

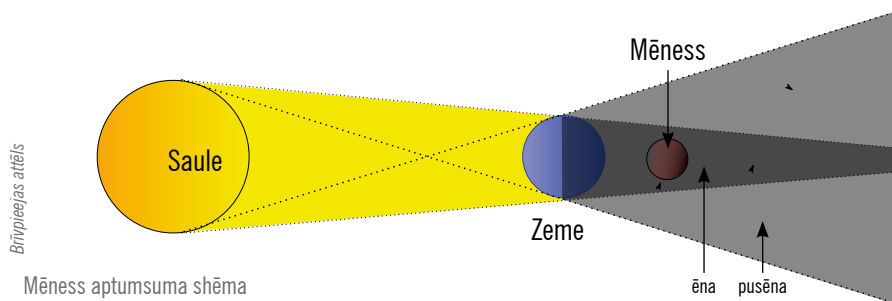
1. Pārejot uz jauno stilu, aptumsums notika 1914. gada 21. augustā ($8 + 13 = 21$). Pēc 6 sarosiem Saules aptumsums ar noteiktu nobīdi būs novērojams apmēram tajā pašā zemeslodes apgabalā. Skaitli 6 parēizinot ar sarosa decimāldaļu 0,3213, iegūst 1,93 diennaktis. Zemeslodes apgabals, kurā pēc 6 sarosiem būs novērojams Saules aptumsums, būs nobīdīts par $(2 - 1,93) \times 24 \text{ stundas} \times 15 \text{ grādi} = 25$ ģeogrāfiskā garuma grādiem. Šis apgabals ir Eiropā, jo tā plešas 70 ģeogrāfiskā garuma grādus un Latvija Eiropā ir apmēram pa vidu. Periodā no 1914. līdz 2020. gadam gada vidējais garums ir 365,25 diennaktis. Tas nozīmē, ka nākamais aptumsums aptuveni šajā apgabalā būs novērojams pēc $6585,3213 \times 6/365,25 \approx 108,17777$ gadiem. Tātad aptumsums būs novērojams $1914 + 108 = 2022$. gadā, $0,17777 \times 365 \approx 65$ dienas pēc 21. augusta jeb 25. oktobrī.

2. Saule 11. augustā atrodas uz Vēža un Lauvas zvaigznāja robežas. Tā lec plkst. 4:36 un riet plkst. 19:26 pēc vietējā laika, kas ir attiecīgi plkst. 6:00 un plkst. 20:50 pēc 2. joslas vasaras laika. Vietējais laiks aptumsuma maksimālās fāzes brīdī bija 12:30, Saules leņķiskais augstums bija aptuveni 50° , azimuts, skaitot no dienvidiem, – aptuveni 8° .

3. Atbilde, ka Mēness aptumsums ir redzams tikai naktī, kad Saules disks neatrodas virs horizonta, ir nepareiza. Aptumsuma laikā Mēness un Saule atrodas debess sfēras pretējās pusēs, un, ja Mēness aptumsums sākas vai beidzas ap saulrietu vai saullēktu, tad var novērot dažādas Mēness aptumsuma daļas. Lai atbildētu uz jautājumu precīzi, noskaidrosim, vai vienlaikus kaut viens Saules un Mēness diska punkts var atrasties virs horizonta, ja Mēness diska centrs atrodas Zemes ēnas centrā (maksimālais iespējamais aptumsums). Ja atbilde ir pozitīva, tad arī jebkura cita Mēness aptumsuma fāze var būt redzama dienā. Nemsim vērā šādus efektus:

- Mēness paralakse (57 loka minūtes) šajā gadījumā pazemina Mēness augstumu;
- Saules paralakse ir tikai 9 loka sekundes, un to var neņemt vērā;
- refrakcija paceļ abus spīdekļus, kas atrodas pie horizonta, aptuveni par 34 loka minūtēm;
- Saules un Mēness diska leņķiskie rādiusi ir aptuveni 16 loka minūtes.

Summējot skaitļus, iegūst, ka abu spīdekļu disku augšējo punktu summārais leņķiskais augstums ir vienāds ar $h = -57 + 34 + 16 + 34 + 16 = 43$ loka minūtes, kas atbilst 1,3 Saules vai Mēness leņķiskajiem diametriem. Tātad noteiktos apstākļos jebkura Mēness aptumsuma fāze var būt redzama arī dienā.



Kompaktais ĒRGLIS

Ikgadējais Latvijas Astronomijas biedrības seminārs *Ērglis* notika 2020. gada 15. augustā. Atšķirībā no tradicionālā triju diennakšu formāta 32. seminārs bija kompakts nekā iepriekšējie. *Covid-19* pandēmijas apstākļos nebija drošas pārliecības par pasākuma norises iespēju, tomēr vasarā sasilstības rādītāji Latvijā bija relatīvi zemi, un ierobežota apjoma pulcēšanās uz nepilnu diennakti bija pieļaujama. Lielzeltiņu observatorija savās telpās, ievērojot distancēšanās nosacījumus, spēja uzņemt 35 dalībniekus. Gribētāju piedalīties seminārā

bija vairāk nekā atvēlēto vietu, tāpēc dalībnieki, kas tika uz pasākumu, bija gandarīti. Viņi ar lielu interesi klausījās lekcijas un īsā termiņā nelielās komandās veica projekta uzdevumus: sudrabaino mākoņu dinamikas analīze pēc iepriekš iegūtas fotoattēlu sērijas, NEOWISE komētas putekļu astes blīvuma analīze pēc iegūtajām fotogrāfijām, planētu attēlu modelēšana to potenciālai izmantošanai testa novērojumiem ar teleskopu no observatorijas platformas.

Par pasākuma "nagli" kļuva Andreja Puķīša lekcija. Dalībnieki varēja detalizēti uzzināt par Latvijā

konstruētām stratosfēras balonu zondēm un reāli lidojošām, teju no nulles veidotām mazgabarīta raķetēm. Bija iespēja ne tikai diskutēt par tehnisko uzbūvi un lidojuma fizikas likumiem, bet arī apskatīt klātienē reālus raķešu eksemplārus. Lielzeltiņu observatorijas saimnieks Sergejs Klimanskis iepazīstināja dalībniekus ar observatorijas vēsturi, aprīkojumu un dalību starptautiskā maiņzvaigžņu spožuma monitoringa programmā. Vasaras otrajā pusē vēl nebija norimusi interese par C/2020 F3 (NEOWISE) komētu, un šajos apstākļos lieliski iederējās komētu



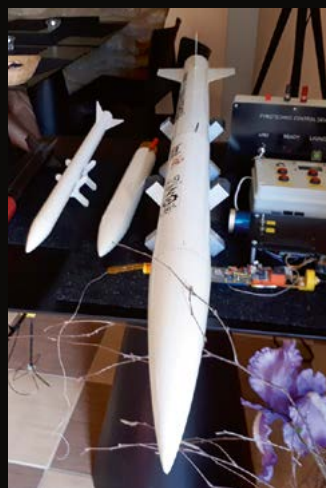
pētnieka un grāmatas autora Hansa Rikmana (Zviedrija) attālinātā lekcija par komētu uzbūvi un secinājumiem no to izpētes ar kosmiskajiem aparātiem. Seminārā ar lekcijām uzstājās arī *Zvaigžņotās Debess* redkolēģijas pārstāvji. Artūrs Vrubļevskis stāstīja par Saules atmosfēru virs plankumiem, Mārtiņš Gills – par maiņzvaigžņu veidiem. Pēc lekcijām pienāca vakars un nakts ar skaidrām debesīm, kas bija lieliski piemērotas astronomiskiem novērojumiem. Dalībnieki secināja, ka seminārā *Ērglis 2020* pavadītā nedēļas nogale bija ļoti vērtīga. 🗨



Brīvā brīdī neiztika arī bez tradicionālajām sacensībām teleskopa izjaukšanā un salikšanā



Dažāda vecuma dalībnieki mērojas astronomijas zināšanās spēlē *AstroTrivia*



Latvijā izgatavotas raķetes



Sergejs Klimanskis (no kreisās) rāda Andrejam Puķītim (pa labi) Lielzeltiņu galvenā teleskopa vadības sistēmu

DEBESS SPĪDEKLĪ 2021. gada pavasarī



Zvaigžņotās debess izskats dienvidu pusē 20. aprīļa vakarā plkst. 24:00 un 20. maija vakarā plkst. 22:00

Pavasara ekvinoxija 2021. gadā būs 20. martā plkst. 11^h38^m. Šajā brīdī Saule atradīsies pavasara

punktā, ieies Auna zodiaka zīmē (♈) un šķērsos debess sfēras ekvatoru, pārejot no dienvidu puslodes uz ziemeļu puslodi. Šis ir

astronomiskā pavasara sākuma brīdis, senlatviešiem lielā diena – Lieldienas. Pāreja uz vasaras laiku notiks naktī no 27. uz 28. martu. Vasaras

saulgrieži un astronomiskā pavasara beigās šogad būs 21. jūnijā plkst. 6^h33^m. Tad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē (♋), tai būs maksimālā deklinācija, un tas noteiks to, ka nakts no 20. uz 21. jūniju būs visīsākā visā 2021. gadā un 21. jūnija diena – visgarākā. Patiesā Jāņu nakts tāpat būs no 20. uz 21. jūniju.

Pats pavasara sākums ir ļoti labvēlīgs krāšņo ziemas zvaigznāju novērošanai. Šajā laikā Orions, Vērsis, Persejs, Vedējs, Dvīņi, Lielais Suns un Mazais Suns ir labi redzami jau tūlīt pēc Saules rieta rietumu, dienvidrietumu pusē. Īstie pavasara zvaigznāji tad redzami dienvidaustrumu, austrumu pusē vai vēl nav uzlēkuši. Aprīļa beigās un maijā jau tūlīt pēc satumšanas tipiskie pavasara zvaigznāji – Hidra, Sekstants, Lauva, Jaunava, Kauss, Krauklis, Berenikes Mati, Vēršu Dzinējs un Svairi – ir labi novērojami debess dienvidrietumu, dienvidu pusē. Visvairāk spožu zvaigžņu ir Lauvas zvaigznājā.

Tāpēc tā izteiksmīgā figūra labi izceļas pavasara debesīs. Vēl atsevišķas spožas zvaigznes ir Jaunavas, Vēršu Dzinēja un Kraukļa zvaigznājos, kā arī Skorpiona zvaigznājā, kurš gan Latvijā novērojams tikai daļēji. Faktiski tieši maijs ir labākais laiks, lai pēc pusnakts ļoti zemu pie horizonta ieraudzītu Antaresu (Skorpiona α) un citas šā zvaigznāja zvaigznes.

Apmēram līdz maija vidum ar teleskopiem var

ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: vajējās zvaigžņu kopas M44 un M67 Vēža zvaigznājā; galaktikas M65, M66, M95, M96 un M105 Lauvas zvaigznājā. Daudz galaktiku atrodas arī Jaunavas un Berenikes Matu zvaigznājos. Tomēr to aplūkošanai nepieciešams visai liels teleskops. Maija otrajā pusē un jūnijā nakts ir ļoti gaišas. Tāpēc tad redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runas. Kā orientieri šajā laikā var kalpot Spika (Jaunavas α) un Arkturs (Vēršu Dzinēja α). Austrumu, dienvidaustrumu pusē tad jau labi redzami spožie vasaras zvaigznāji Lira, Gulbis un Ērglis.

Pavasara vakari ir ļoti labvēlīgi augoša Mēness novērošanai. Tad iespējams redzēt arī pavisam šauru (jaunu) Mēness sirpi. Šogad 13. aprīlī var cerēt ieraudzīt apmēram 40 stundas un 12. maijā 24 stundas vecu (jaunu) Mēnesi.

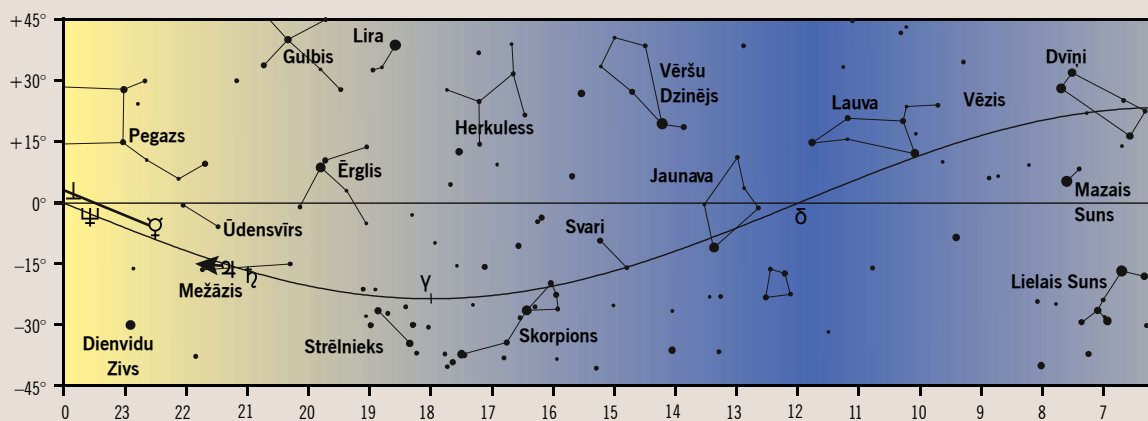
PLANĒTAS

Pavasara sākumā **Merkuram** būs liela rietumu elongācija. Tomēr marta beigās un aprīļa sākumā tas nebūs redzams – Merkurs lēks neilgi pirms Saules lēkta. 19. aprīlī Merkurs būs augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc arī pārējā aprīļa daļā tas nebūs novērojams. 17. maijā Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (22°). Ap maija vidu tas rietēs vairāk nekā divas

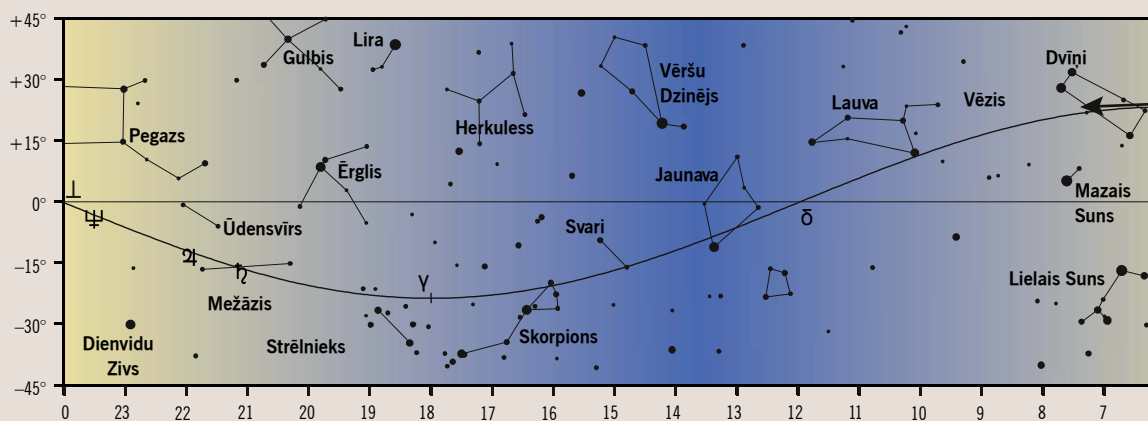
stundas pēc Saules. Tāpēc apmēram no 5. līdz 25. maijam Merkuru var mēģināt ieraudzīt vakaros zemu pie horizonta dienvidaustrumu pusē. Tomēr diezgan stipri traucēs gaišās nakts, it īpaši maija otrajā pusē. 11. jūnijā Merkurs atradīsies apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc jūnijā Merkurs nebūs novērojams. 11. aprīlī plkst. 11^h Mēness paies garām 3° uz leju, 13. maijā plkst. 21^h 3° uz leju un 10. jūnijā plkst. 15^h 3° uz augšu no Merkura.

2021. gada pavasaris **Veneras** novērošanai būs nelabvēlīgs. 26. martā tā atradīsies augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz Saules). Tāpēc lielāko pavasara daļu planētai būs maza elongācija, un Venera nebūs redzama. Tikai pašās pavasara beigās tās austrumu elongācija sasniegs 20°. Ap jūnija vidu to var mēģināt ieraudzīt drīz pēc Saules rieta zemu pie horizonta ziemeļaustrumu pusē. Veneras spožums būs –3^m,9. Tomēr ļoti traucēs gaišās debesis. 12. aprīlī plkst. 15^h Mēness paies garām 3° uz leju, 13. maijā plkst. 1^h 1° uz leju un 12. jūnijā plkst. 9^h 0,5° uz augšu no Veneras.

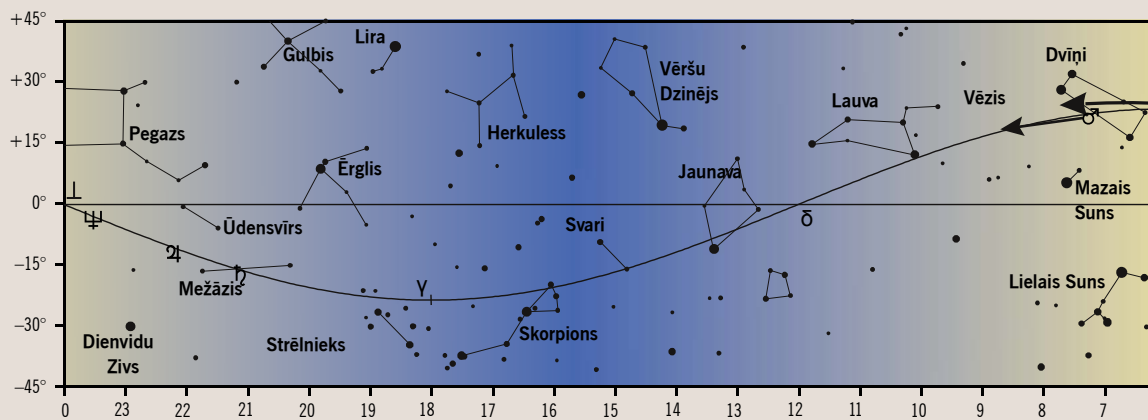
Pavasara sākumā un līdz 24. aprīlim **Mars** atradīsies Vērša zvaigznājā. Šajā laikā un visu pirmo pavasara pusi tas būs labi redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Tā spožums un leņķiskais diametrs marta beigās attiecīgi būs +1^m,3 un 5". Pēc



20.03.2021.-20.04.2021.

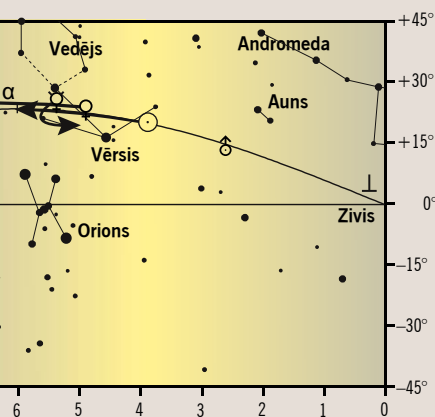
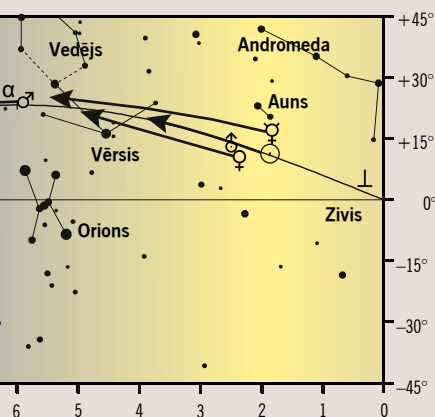
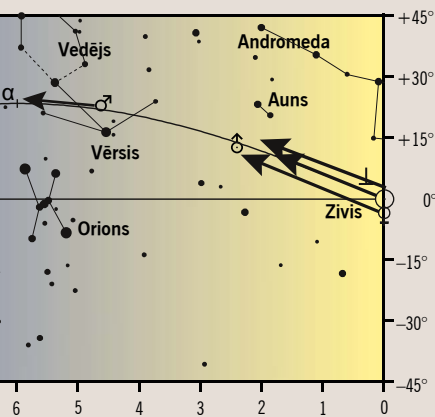


20.04.2021.-21.05.2021.



21.05.2021.-21.06.2021.

Saules šķietamais ceļš 2021. gada pavasarī kopā ar planētām. Uz zilā fona parādītie spīdekļi redzami naktī



tam, līdz pat jūnija sākumam, Marss atradīsies Dvīņu zvaigznājā. 8. jūnijā tas ieies Vēža zvaigznājā, kur paliks līdz pat pavasara beigām. Pavasara otrajā pusē novērošanas apstākļi daudz nemainīsies. Marss būs diezgan labi redzams nakts pirmajā pusē. Spožums un leņķiskais diametrs maijā beigās $+1^m,7$ un $4''$. 17. aprīlī plkst. 15^h Mēness paies garām 1° uz leju, 16. maijā plkst. $8^h 0,5^m$ uz augšu un 14. jūnijā plkst. $0^h 2^m$ uz augšu no Marsa.

Pašā pavasara sākumā **Jupiters** nebūs novērojams. Aprīlī un maijā tas būs redzams rīta stundās, neilgu laiku pirms Saules lēkta, jūnijā – nakts otrajā pusē. Tā spožums tad būs $-2^m,6$ un redzamais ekvatoriālais diametrs $44''$. Pavasara sākumā un gandrīz visu aprīli tas atradīsies Mežāža zvaigznājā. Aprīļa beigās Jupiters pāries uz Ūdensvīra zvaigznāju, kur paliks līdz pat pavasara beigām. 7. aprīlī plkst. 13^h Mēness paies garām 5° uz leju, 5. maijā plkst. $3^h 5^m$ uz leju un 1. jūnijā plkst. $15^h 5^m$ uz leju no Jupitera.

Pašā pavasara sākumā **Saturns** nebūs redzams. Aprīlī un maijā tas būs novērojams rīta stundās, jūnijā – nakts otrajā pusē. Tā spožums šajā laikā būs $+0^m,5$. Redzamību gan traucēs gaišās nakts un mazais augstums virs horizonta. Visu šo laiku Saturns atradīsies Mežāža zvaigznājā. 6. aprīlī plkst. 13^h Mēness paies garām 5° uz leju, 3. maijā plkst.

$22^h 5^m$ uz leju un 31. maijā plkst. $6^h 5^m$ uz leju no Saturna.

Pavasara un aprīļa sākumā **Urāns** vēl būs nedaudz novērojams vakaros, neilgu laiku pēc Saules rieta. No aprīļa vidus līdz pat pavasara beigām tas nebūs redzams, jo 30. aprīlī būs konjunkcijā ar Sauli. Šajā laikā Urāns atradīsies Auna zvaigznājā. 13. aprīlī plkst. 16^h Mēness paies garām 3° uz leju, 11. maijā plkst. $1^h 3^m$ uz leju un 7. jūnijā plkst. $10^h 3^m$ uz leju no Urāna.

APTUMSUMI

Pilns Mēness aptumsums 26. maijā.

Šis aptumsums būs redzams Austrumāzijā, Austrālijā, Klusajā okeānā, Ziemeļamerikā un Dienvidamerikā. Aptumsuma maksimālā fāze būs $1,0095$, Mēness disks uz neilgu laiku pilnībā iemies Zemes ēnā. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

Gredzenveida Saules aptumsums 10. jūnijā.

Šis aptumsums būs redzams Austrumsibīrijā, Ziemeļu Ledus okeānā, Grenlandē un Kanādā, daļējā fāzē – Eiropā, Krievijā, Atlantijas okeānā un Ziemeļamerikas ziemeļos. Aptumsuma maksimumā gredzenveida fāzes ilgums būs $3^m 51^s$. Latvijā aptumsums būs redzams kā daļējs. Aptumsuma gaita Rīgā būs šāda: daļējās fāzes sākums $12^h 53^m$; maksimālās fāzes (0,309) brīdis $14^h 01^m$; daļējās fāzes beigas $15^h 09^m$.

ASTEROĪDI

2021. gada pavasarī opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožāks par +9^m būs viens asteroīds – Vesta (4).

Vesta:

Datums	α_{2000} , h, m	δ_{2000} , °, ′	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
21.03.	11 03	+17 56	1,379	2,329	6,4
31.03.	10 56	+18 33	1,421	2,319	6,7
10.04.	10 51	+18 45	1,483	2,309	6,9
20.04.	10 48	+18 31	1,562	2,300	7,1
30.04.	10 49	+17 57	1,652	2,290	7,3
10.05.	10 52	+17 05	1,751	2,280	7,4
20.05.	10 58	+15 58	1,856	2,271	7,6
30.05.	11 06	+14 38	1,962	2,262	7,7
9.06.	11 16	+13 08	2,070	2,253	7,8
19.06.	11 28	+11 30	2,177	2,244	7,9

MĒNESS

Mēness perigejā un apogejā

Perigejā: 30. martā plkst. 9^h; 27. aprīlī plkst. 18^h;

26. maijā plkst. 4^h.

Apogejā: 14. aprīlī plkst. 20^h; 12. maijā plkst. 0^h;

8. jūnijā plkst. 5^h.

Mēness fāzes

● Jauns Mēness:

12. aprīlī 5^h30^m;

11. maijā 21^h59^m;

10. jūnijā 13^h52^m.

● Pirmais ceturksnis:

21. martā 16^h40^m;

20. aprīlī 9^h58^m;

19. maijā 22^h12^m;

18. jūnijā 6^h54^m.

○ Pilnmēness:

28. martā 21^h48^m;

27. aprīlī 6^h31^m;

26. maijā 14^h13^m.

● Pēdējais ceturksnis:

4. aprīlī 13^h02^m;

3. maijā 22^h50^m;

2. jūnijā 10^h24^m.

METEORI

Pavasaros ir novērojamas trīs vēra ņemas meteoru plūsmas.

1. Lirīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 16. līdz 30. aprīlim. 2021. gadā maksimums gaidāms 22. aprīlī plkst. 16^h, kad plūsmas intensitāte var būt apmēram 15–20 meteori stundā (reizēm var pārsniegt pat 90 meteorus stundā).

2. π Puppīdas. Šī plūsma novērojama laikā no 15. līdz 28. aprīlim. 2021. gadā maksimums gaidāms 23. aprīlī plkst. 15^h. Intensitāte ir mainīga un reizēm var sasniegt 40 meteoru stundā,



Foto: Jūns Semiforovs

tomēr tā daudz labāk novērojama dienvidu puslodē.

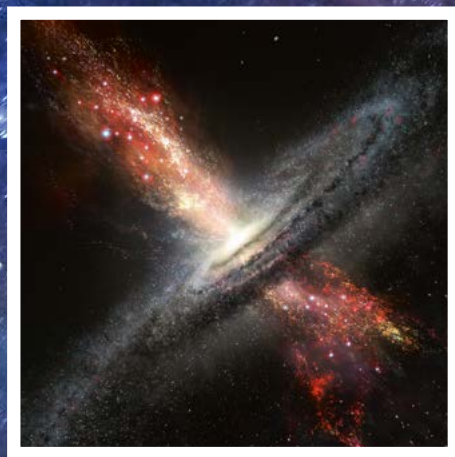
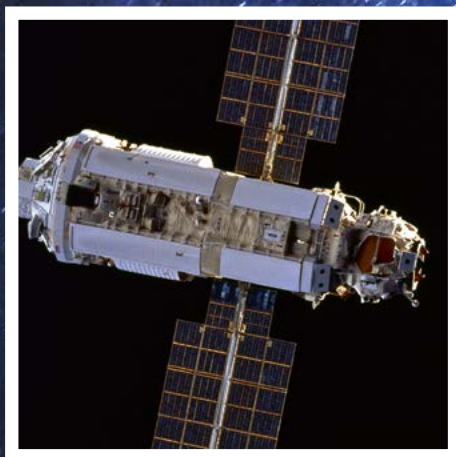
3. η Akvarīdas. Plūsmas aktivitātes periods ir no 19. aprīļa līdz 28. maijam. 2021. gadā maksimums gaidāms 6. maijā plkst. 6^h. Tās intensitāte var sasniegt pat 85 meteorus stundā. Tomēr reāli novērojamais meteoru skaits pie mums ir daudz mazāks, jo arī šī plūsma labāk novērojama dienvidu platuma grādos.

Mēness aizklāj spožākās zvaigznes un planētas

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
19.04.2021.	κ Gem	3 ^m ,6	21 ^h 34 ^m	22 ^h 29 ^m	49°–43°	45%

ABONĒ ŽURNĀLU *ZVAIGŽNOTĀ DEBESS*

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!



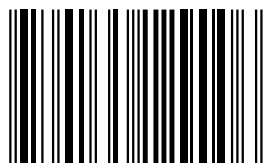
ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV
ABONĒŠANAS INDEKSS LATVIJAS PASTĀ: 2214

ŽURNĀLS IZNĀK ČETRAS REIZES GADĀ: MARTĀ, JŪNIJĀ, SEPTEMBRĪ UN DECEMBRĪ
2021. gada abonementa cena 9,00 EUR

ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: PASTS.LV

ABONĒŠANAS INDEKSS LATVIJAS PASTĀ: 2214

ISSN 0135-129X



9 770135 129006 >



Cena 3,00 €