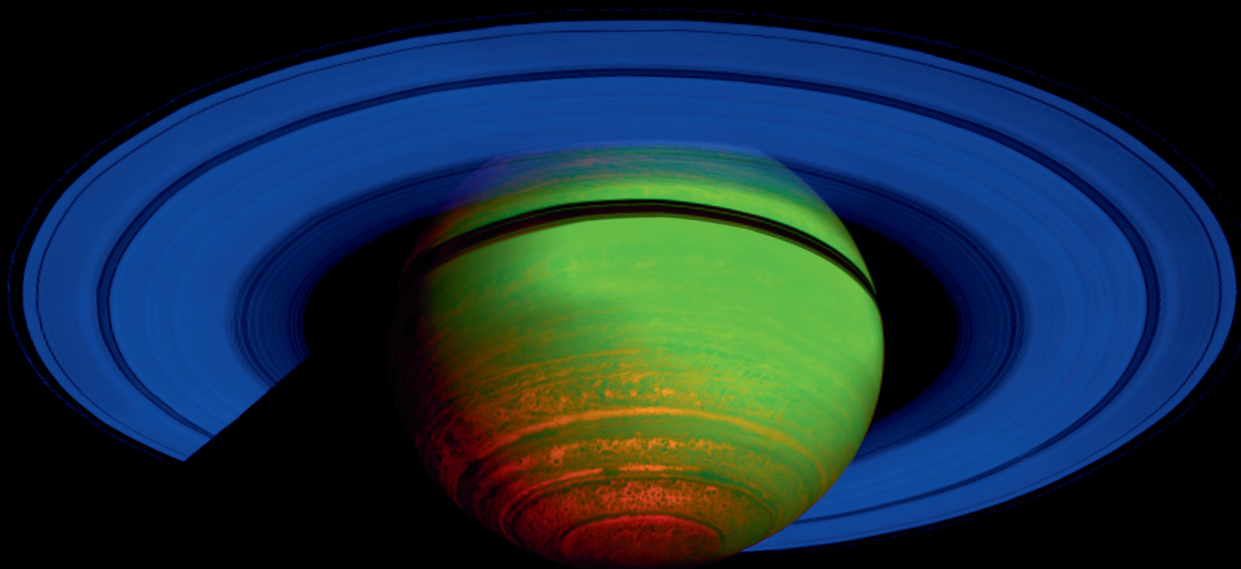


# ZVAIGŽNOTĀ DEBĒSS

2017  
PAVASARIS

★ SATURNA POLĀRAIS SEŠSTŪRIS LIELĀKS par ZEMI



★ ASTEROĪDU VIDŪ arī SAULE un EGLĪTIS

★ IGAUŅU STUDENTU *ESTCube-2* ZEMES ILGĀKAI APDŽĪVOJAMĪBAI

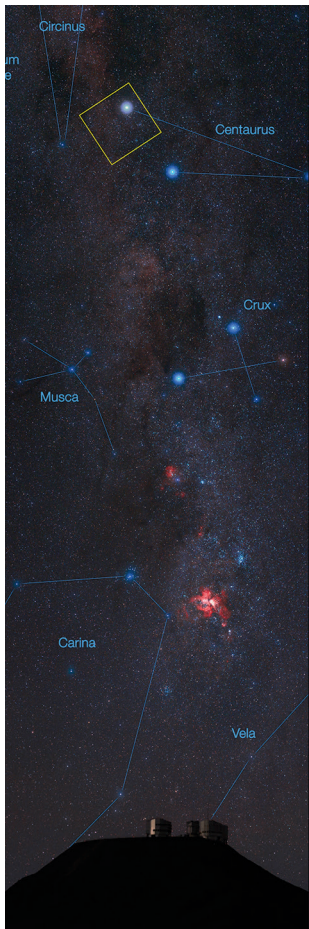
★ *EmDRIVE* – DZINĒJS ar VILKMI bez IZMEŠIEM

★ PARAKSTĪTS LĪGUMS

par PLANĒTU MEKLĒŠANU CENTAURA ALFAS SISTĒMĀ

★ PRECĪZI NOVĒROJUMI OBSERVATORIJĀ bez TELESKOPIEM

★ 2016. GADS par SEKUNDI GARĀKS



**Centaura Alfās zvaigžņu sistēma.** Šis attēls rāda Saulei tuvāko zvaigžņu sistēmu – spožo fizikālo dubultzvaigzni Centaura Alfu AB (α Cen A un α Cen B) un tās attālo un blāvo līdzdalībnieci Centaura Alfās C jeb Proksimu (α Cen C). 2016. gada beigās Eiropas Dienvidobservatorija ESO parakstīja vienošanos ar programmu *Breakthrough Initiatives*, lai piemērotu ļoti lielā teleskopa VLT instrumentāciju vadīt planētu meklēšanu Centaura Alfās sistēmā. Šādas planētas varētu būt projekta *Breakthrough Starshot Initiative* miniatūro kosmisko zonžu iespējamais mērķis.

Nopelns: ESO/B. Tafreshi (twanight.org)/Digitized Sky Survey 2  
 Atzinība: Davide De Martin/Mahdi Zamani

Sk. *Pundure I.* ESO VLT meklēs planētas Centaura Alfās sistēmā.

**Vāku 1. lpp.:**

Daudzkrāsainais Saturns, kādu to novēroja Cassini infrasarkanais kartējošais spektrometrs. Zila krāsa apzīmē atstaroto Saules gaismu, zaļa – atmosfēras dūmaku, bet sarkana – siltuma starojumu no Saturna dzīlēm.

NASA/JPL/ASI/University of Arizona attēls

Sk. *Jaunbergs J.* Saturna mākoņu noslēpumi.

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

LATVIJAS ZINĀTŅU AKADĒMIJAS,  
LATVIJAS UNIVERSITĀTES  
ASTRONOMIJAS INSTITŪTA

POPULĀRZINĀTNISKS  
GADALAIKU IZDEVUMS

IZNĀK KOPŠ 1958. GADA RUDENS  
ČETRAS REIZES GADĀ

2017. GADA PAVASARIS (235)



## Redakcijas kolēģija:

LZA kor. loc. *Dr. bab. matb.* **A. Andžāns**  
(atbild. redaktors), *LZA Dr. astron. b. c.*  
*Dr. phys.* **A. Alksnis, K. Bērziņš,**  
*Dr. sc. comp.* **M. Gills** (atb. red. vietn.),  
*PhD* **J. Jaunbergs,** *Dr. phil.* **R. Kūlis,**  
**I. Pundure** (atbild. sekretāre),  
*Dr. paed.* **I. Vilks**

Tālrunis 67 034 581

E-pasts: [astra@latnet.lv](mailto:astra@latnet.lv)  
[www.astr.lu.lv/zvd](http://www.astr.lu.lv/zvd)  
[www.lu.lv/zvd](http://www.lu.lv/zvd)

**Digitālais arhīvs:** <http://ejuz.lu/zvd>



Mācību grāmata  
Rīga, 2017

## SATURS

### Pirms 40 gadiem «Zvaigžnotajā debesī»

No kā sastāv Venēras mākoņi? *E. Mūkins*

III Vissavienības jauno astronomu salidojums. *J. Miezišs*.....2

### Zinātnes ritums

*Kurts Švarcs.* Jauni atklājumi Piena Ceļa galaktikā.....3

### Atklājumi

*Ilgmārs Eglītis.* Mazās planētas ieguvušas

latviskus nosaukumus.....10

*Irena Pundure.* Pie Centaura Proksimas atrasta

Zemes masas planēta. ....11

### Kosmosa pētniecība un apgūšana

*Jānis Jaunbergs.* Saturna mākoņu noslēpumi. ....15

*Andris Slavinskis.* Igaunijas Studentu

satelītu programmas *ESTCube* ieguldījums

lielākajā cilvēces izaicinājumā. ....19

*Raitis Misa.* Neiespējamais dzinējs,

kas visdrīzāk ir iespējams. ....25

*Irena Pundure.* ESO VLT meklēs planētas

Centaura Alfas sistēmā. ....30

### Zeme un kosmos

*Jānis Kuzmanis.* Ne tikai asteroīdi! .....32

### Atskatoties pagātnē

*Mārtiņš Gills.* Pa Tiho Brahes pēdām Vēnas salā. ....38

Natālija Cimahoviča. Apcere: Mēs Visumā.

Vēlreiz par Lemetru. ....44

### Skolu jaunatnei

*Maruta Avotiņa, Agnese Šuste.* 2015.gada

Starptautiskās matemātikas olimpiādes

uzdevumu atrisinājumi. ....46

### Amatieriem

*Māris Krastiņš.* Zvaigžņu atspulgi Salacas ūdeņos. ....51

### Kosmosa tēma mākslā

*Jēkabs Štrauss.* Zvaigžņotais visums grafikas mākslā. ...54

### Hronika

*Ilgmārs Eglītis.* Astronomes Mārites Eglītes

dzīves gājums. ....63

*Ilze Veigura, Ilona Vēliņa-Švilpe.* *Scientiae et Patriae:*

Latvijas un Latvijas Universitātes vārds Visumā. ....64

*Ilgonis Vilks.* Astronomiskā torņa trešā desmitgade. ....69

*Kalvis Salmiņš.* 2016. gada 31. decembrī koriģēts UTC. ...71

*I.P. Sveicam:* Nozīmīgākie sasniegumi Latvijas

zinātnē 2016. gadā; Artura Balklava balva -

akadēmiķim Oļģertam Dumbbrājam.....72

*Juris Kauliņš.* **Debess spīdekļi** 2017. gada pavasarī. ....73

# PIRMS 40 GADIEM ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ



## NO KĀ SASTĀV VENĒRAS MĀKOŅI

Venēras mākoņu ķīmiskais sastāvs ir viena no vecākajām planetoloģijas problēmām. Vispirms, pamatojoties uz analogiju ar Zemi, tika izvirzīta hipotēze, ka arī Venēras mākoņus veido ūdens pilieni, taču radiometrijas dati parādīja, ka mākoņu temperatūra ir mīnus 30-40 °C un tajos var pastāvēt tikai sasalis ūdens. Bez tam spektroskopiski neizdevās konstatēt planētas atmosfērā kaut niecīgu ūdens tvaiku daudzumu. Tikai 1973. gadā ASV zinātnieki Sills un Jangs neatkarīgi viens no otra norādīja vielu, kas pietiekami labi atbilst visu eksperimentālo datu un teorētisko apsvērumu kopumam: sērskābes 75-85% šķīdumu ūdenī! Šāds maisījums minētajā temperatūrā ir šķīdri fāzē. Bez tam koncentrētas sērskābes lielā spēja piesaisīt ūdeni izskaidro ūdens tvaiku visai mazo daudzumu.

1975. g. oktobrī padomju automātisko starpplanētu staciju "Venēra-9" un "Venēra-10" nolaižamie aparāti, šķērsojot mākoņu slāni, izdarīja pirmos tiešos pētījumus ar speciāli šim nolūkam domātu instrumentu komplektu. Vairāki padomju planetologi, analizējot iegūtos datus, secinājuši, ka tie nav pretrunā sērskābo mākoņu hipotēzei un dažā ziņā sniedz jaunus netiešus argumentus par labu tai. Tādējādi hipotēze, ka Venēras mākoņi sastāv no koncentrētas sērskābes, pamazām iemantojusi astronomu vispārēju atzinību. Tomēr galīgu apstiprinājumu tai var sniegt tikai tieši mērījumi ar augstjufigu masu spektrometru, kuri pie reizes noskaidrotu arī citu atmosfēras mazāko sastāvdaļu patieso daudzumu salīdzinājumā ar galveno – ogļskābo gāzi.

(Saīsināti pēc E. Mūkina raksta 20.-21. lpp.)

## III VISSAVIENĪBAS JAUNO ASTRONOMU SALIDOJUMS

1976. gadā no 15. līdz 26. augustam jaunos astronomus III Vissavienības salidojumā uzņēma viesmīlīgā, saulainā Azerbaidžānas zeme. Salidojuma mērķis – pieredzes apmaiņa starp labākajiem skolēnu astronomiskajiem kolektīviem, profesionālā orientācija dabaszinātņu un tehnisko zinātņu laukā, kā arī zinātnieku, pedagoģisko un inženiertehnisko kadru piesaistīšana darbam ar jaunajiem astronomiem. Lēmums organizēt salidojumu tieši Azerbaidžānā nebija nejaušs, jo Baku labi nostādīts ārpusklasses darbs astronomijā. Skolēnu – astronomijas amatieru darbības centrs šeit ir J. Gagarina Pionieru pils astronomiskais pulciņš, kuram ir spēcīga materiāltehniskā bāze, pieredzējuši vadītāji. Baku astronomiskais pulciņš pašlaik būvē Padomju Savienībā lielāko amatieru teleskopu reflektoru (D=530 mm). Jāatgādina, ka līdz šim lielākais ir mūsu F. Blumbaha teleskops Siguldā (D=500 mm).

III Vissavienības jauno astronomu salidojuma praktiskās un teorētiskās nodarības noritēja AzerbPSR ZA Astrofizikas observatorijas tiešā tuvumā – gleznainā vietā Pirkuli kalna piekāpē, 145 km attālumā no Baku un 22 km no senās Azerbaidžānas galvaspilsētas Šemahas. Pavisam uz salidojumu ieradās 235 jaunie astronomi un 54 jaunatnes astronomisko kolektīvu vadītāji no visām padomju republikām. Mūsu republikas delegācijā bija Rīgas skolu pieci skolēni, delegāciju vadīja raksta autors. Uz Baku atvedām fotoizstādi, kurā atainots mūsu republikas jauno astronomu darbs Siguldā un Rīgā, I. Vilka (11. vsk.) pašizgatavotu astrogrāfu (D=70 mm, F=700 mm), V. Bula (58. vsk.) bija sagatavojis referātu "Sudrabotie mākoņi un to novērojumi Siguldā". Jauno astronomu patstāvīgo darbu skaitā bija izstādīti teleskopī, astrogrāfi, novērojumu žurnāli, pašizgatavoti mācību uzskates līdzekļi. Neizdzēšamu iespaidu atstāja sarīkotā preses konference, kurā uz skolēnu jautājumiem atbildēja Šemahas observatorijas astronomi, zinātnieki no Maskavas un kosmonauts N. Rukavišņikovs.

Salidojuma noslēgumā, kad žūrijas komisija novērtēja darbus, arī mūsu republikas pārstāvis Ilgonis Vilks par pašizgatavotu astrogrāfu saņēma godalgu – fotoaparāta "Smena" jaunāko modeli.

(Saīsināti pēc J. Mieža raksta 48.-52. lpp.)

KURTS ŠVARCS

## JAUNI ATKLĀJUMI PIENA CEĻA GALAKTIKĀ

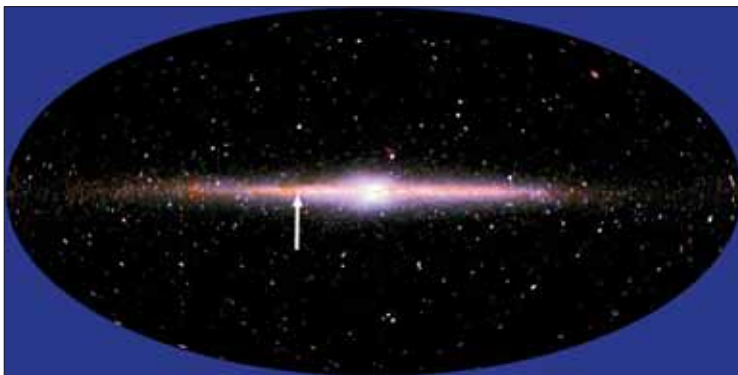
### 1. Piena Ceļa galaktikas struktūra

Piena Ceļa galaktika kā gaiša blāva joslā nakts debesīs bija pazīstama visās senajās civilizācijās. Nosaukums līdz mums atnācis no senās Grieķijas vārda "piens" (*gala* – γαλα). Šis vārds arī ieviesies astronomijā, apzīmējot zvaigžņu sistēmas – galaktikas.

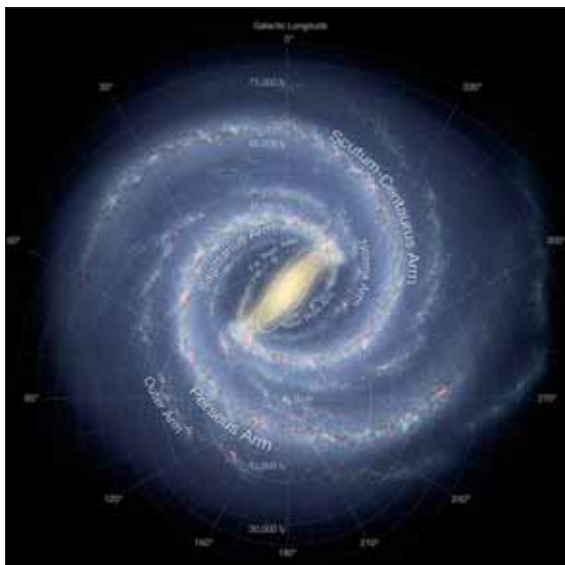
Sengrieķu filozofs Dēmokrits (ap 460.-370. p. Kr.) nojauta, ka Piena Ceļš ir zvaigžņu kopa, ko pirmais tālskafī 1609. gadā ieraudzīja Galileo Galilejs (ZvD, 2014, Vasara (224), 3. lpp.). Piena Ceļa izmērus pēc zvaigžņu novērojumiem 1785. gadā aprakstīja vācu izcelsmes britu astronoms Frīdrihs Vilhelms Heršels (*Friedrich Wilhelm Herschel*, 1738-1822), kaut gan Piena Ceļa galaktikas precīzos izmērus un attālumus līdz zvaigznēm noteica tikai 20. gadsimtā. Piena Ceļa galaktika ietilpst Lokālajā galaktiku grupā, kurā tuvākās galaktikas, neskaitot Piena Ceļa pavadoņus, ir Andromedas miglājs (M 31, 2,5 milj. gg attālumā) un Trijstūra galaktika (M 33 ap 3 milj. gg attālumā). Zvaigžņu skaitu Piena Ceļa galaktikā var noteikt tikai aptuveni, izmantojot optiskos, infrasarkanos, radio un rentgenstaru teleskopus (1. att.). No simtiem miljardu Piena Ceļa zvaigžņu tikai ap 6000 novērojamas ar neapbruņotu aci. Bez zvaigznēm aptuveni  $10^9$  Saules masas Galaktikā atrodas starpzvaigžņu vidē atomārā (HI) un jonizētā ūdeņraža (protoni + elektroni) miglāji (HII). Bez staro-

jošās matērijas Piena Ceļa galaktikā atrodas liels daudzums tumšās matērijas (aptuveni trīs reizes vairāk nekā zvaigžņu masas), kas neizstaro gaismu, bet iespaido Galaktikas gravitāciju (ZvD, 2015, Rudens (229), 9. lpp.).

Piena Ceļš ir spirālveida galaktika, kuras diska diametrs ir ap simttūkstoš gaismas gadu un maksimālais biezums centrā (angl. *bulge* – sablīvējums) ir ap 16 000 gg (1. un 2. att.). Šo Galaktikas disku apņem savdabīgs halo ar diametru ap 165 000 gg, kurā atrodas ap 150 lodveida zvaigžņu kopu (ZvD, 2015, Rudens (229), 6. lpp.). Piena Ceļa galaktikas vecums noteikts pēc vecākajām zvaigznēm, un tas svārstās no 13,8±4 līdz 12,7±0,7 mljrd. gaismas gadu (zvaigžņu vecuma noteikšanā kļūda ir liela) [1, 2]. No tā var secināt, ka Galaktika



1. att. Piena Ceļa galaktikas attēls, uzņemts ar pavadoni Cobe infrasarkanā spektra diapazonā: diametrs  $10^5$  gg; biezums centrā 16 000 gg; masa  $M = 5,8 \times 10^{11} M_{\odot}$  ( $M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30}$  kg ir Saules masa); zvaigžņu skaits  $(2-4) \times 10^{11}$ ; Saules sistēmas attālumus no Galaktikas centra (*baltā bultiņa*)  $26\,000 \pm 1\,400$  gg; vecākās zvaigznes ~13,6x10<sup>9</sup> gadi [1, 2].



2. att. Piena Ceļa galaktikas spirālveida uzbūves shēma: 1) Scutum-Centaurus – Vairoga-Centaura spirālzarš; 2) Norma – Leņķmēra zarš; 3) Sagittarius – Strēlnieka zarš; 4) Perseus – Perseja zarš 5) Outer – Ārējais zarš. Zari ir jauno zvaigžņu veidošanās apgabali, un to nosaukumi izvēlēti pēc zvaigznāju nosaukumiem. Ir parādīta arī Saules (Sun) pozīcija.

sāka veidoties drīz pēc Lielā Sprādziena. Līdz šodienai Piena Ceļa galaktikā rodas un pārveidojas jaunas zvaigznes un zvaigžņu kopas.

Piena Ceļa galaktikas struktūra ir sarežģīta. Zvaigžņu sadalījums diskā ir samērā vienmērīgs, atšķirībā no halo, kur zvaigžņu blīvums ir mazāks. Galaktikas spirāles un Galaktikas centrs (2. att.) ir jauno zvaigžņu veidošanās apgabali. Spirālēs ir liela ūdeņraža koncentrācija atomārā (miglāji HI) un jonizētā veidā (miglāji HII). Spirālēs ir arī daudz zvaigžņu, kuru vecums nepārsniedz simts miljonus gadu. Galaktikas diskā ir arī daudz kosmisko putekļu, kas absorbē gaismu un traucē zvaigžņu novērošanu Galaktikas dziļākajos slāņos.

Galaktikas centrs aptver samērā nelielu apgabalu ar rādiusu ap 3000 gg, kuru šodienas astrofizika uzskata par Galaktikas evolūcijas sākumu. Galaktikas centrs atrodas ~26 000 gg attālumā no Saules sistēmas Strēl-



3. att. Piena Ceļa galaktikas centrālā apgabala kompleksais attēls (izmēri 900x400 gg), iegūts ar Spicera (Spitzer) kosmisko teleskopu (infra-sarkanajā diapazonā), Habla (Hubble) kosmisko teleskopu (HKT, platleņķa kamera) un Čandras (Chandra) rentgenstaru teleskopu (ČRT). Melnā cauruma (baltā bultiņa) masa ir  $(4,31 \pm 0,36) \times 10^6$  Saules masas [3, 4, 5].

nieka zvaigznājā (1. att.). Galaktikas kodola sastāvs ir sarežģīts – ar zvaigžņu kopām sablīvējuma rajonā, karstiem gāzu mākoņiem un varbūtējiem masīviem melnajiem caurumiem (3. att.). Centrālā melnā cauruma masa atbilst  $(4,3 \pm 0,36) \times 10^6$  Saules masām, kuru novērtēja Heidelbergas Maksa Planka institūta astrofizīki, novērojot apkārtējo zvaigžņu orbītas [4] (ZvD, 2015/16, Zieme (230), 3.-9. lpp.). Nesen japāņu astronomi Keio universitātes profesora Tomoharu Okas vadībā, izmantojot Nobejamas 45 m radioteleskopu un ASTE (Atacama Submillimeter Telescope Experiment) radioteleskopu Čīlē submilimetru diapazonā, meklēja otru masīvu melno caurumu ar masu ap  $10^5$  Saules masu [5]. Šādi masīvie melnie caurumi ir novēroti daudzu galaktiku kodolos, un tie iespaido daudzu rašanos un galaktikas evolūciju.

Neraugoties uz to, ka Piena Ceļa galaktikā mēs atrodamies un tās novērojumi sākti jau 18. gadsimtā, daudz kas par Galaktiku, tās uzbūvi un evolūciju vēl tiek skaidrots<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Sk. Pundure I. Gaia ieguvusi miljardzvaigžņu 3D karti, – ZvD, 2016/17, Zieme (234), 10.–12. lpp.

## 2. Piena Ceļa zvaigznes

Vislabāk izpētītā Piena Ceļa zvaigzne ir mūsu Saule, kuras masa ir  $M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30}$  kg un vecums ap 4,6 mljrd. gadu (sakrīt ar Zemes un Saules sistēmas vecumu). Saule, ņemot vērā no tās masas izrietošo mūža ilgumu 10–13 miljardi gadu, ir samērā jauna zvaigzne (ZvD, 2015, Rudens (229), 3.- 9. lpp.). Saule ar caurmēra ātrumu 230 km/s rotē ap Galaktikas centru, veicot pilnu apgriezību aptuveni 225-250 miljonus Zemes gadu (galaktiskais gads).

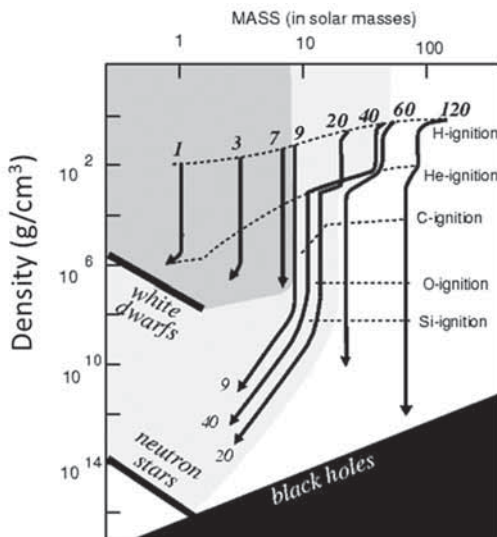
Piena Ceļa zvaigznes (100-400 mljrd.) ir ar ļoti atšķirīgu vecumu. Zvaigžņu vecumu un piederību populācijai nosaka pēc smago elementu absorbcijas līnijām to spektros. Smagie elementi līdz Fe rodas kodoltermisko reakciju rezultātā zvaigžņu dzīlēs, un to koncentrācija mainās zvaigznes evolūcijas procesā (ZvD, 2015, Vasara (228), 3.-12. lpp.). To vislabāk var noteikt Saulei un tuvākajām Piena Ceļa zvaigznēm. Astrofizikā summāro smago elementu koncentrāciju ( $N_{Fe}$ ) zvaigznēs nosaka pret ūdeņraža koncentrāciju [ $N_H$ ] pēc formulas [ $N_{Fe}/N_H$ ] ar decimālogaritmiem, attiecībā pret koncentrāciju Saulē:

$$[Fe/H] = \lg(N_{Fe}/N_{H,zv}) - \lg(N_{Fe}/N_{H,Saule})$$

Astronomi lieto vārdu *metāli* kā piemērotu īsu terminu visiem elementiem, atskaitot H un He, un šo metālu koncentrāciju zvaigznē nosacīti sauc par metāliskumu (angl. *metallicity*) vai Z. Pieņemot Saules metāliskumu par izejas punktu 0, lielums  $Z > 0$  atbilst zvaigznēm ar lielāku  $N_{Fe}/N_H$  nekā Saulei un  $Z < 0$  zvaigznēm ar mazāku [ $N_{Fe}/N_H$ ] nekā Saulei. Saulei absolūtā metālu koncentrācija [ $N_{Fe}/N_H$ ]  $\approx 1/31000 \approx 0,0032\%$ .

Piena Ceļa galaktika sāka veidoties jau dažus simtmiljonus gadu pēc Lielā Sprādziena. Visvecākās zvaigznes atbilst hipotētiskajai III populācijai, kas radās dažos simtos miljonu gadu pēc Lielā Sprādziena. Šajās ārkārtīgi masīvajās zvaigznēs sākumā bija tikai ūdeņradis (H) un hēlijs (He). Kodolreakciju rezultātā tika sintezēti smagāko elementu kodoli līdz dzelzs (Fe) kodoliem (ZvD, 2015, Vasara

(228), 3.-12. lpp.). Zvaigznes evolūcijas nobeiguma procesā atkarībā no sākotnējās masas veidojas pundurzvaigznes, neitronu zvaigznes un melnie caurumi (4. att.). Supernovu sprādzienos smagie elementi tiek izsviesti kosmiskajā telpā (ZvD, 2016, Rudens (233), 2.-8. lpp.). No III populācijas atliekām radās nākamās paaudzes zvaigznes (II populācija), kurās smago elementu (C, N, O, Ne, Mg, Si un Fe) koncentrācija ir lielāka. Nākamās jaunākās paaudzes zvaigznes (I populācija) ir ar vislielāko smago elementu koncentrāciju. Lielākajai daļai zvaigžņu, kuras ir vecākas par Sauli, lielums  $Z < 0$ . Tikai zvaigznēm ar vecumu, mazāku par 500 miljoniem gadu,  $Z > 0$  [1, 2]. Piena Ceļa galaktikā jaunākās zvaigznes veidojās Galaktikas centrā un spirālzaros.



4. att. Zvaigžņu evolūcijas galaprodukti – balteie punduri (*white dwarfs*), neitronu zvaigznes (*neutron stars*), melnie caurumi (*black holes*). Uz horizontālās ass (augšā) atlikta masa Saules masas vienībās ( $M_{\odot}$ ); uz vertikālās ass – zvaigžņu blīvums ( $g/cm^3$ ). Melno caurumu rašanās ir atkarīga no zvaigznes sākotnējās masas. Attēlā norādīti arī kodolreakciju sākumi zvaigznes dzīlēs atkarībā no masas (piemēram, H-ignition – ūdeņraža kodolreakciju aizdedze) [6].

Tā kā Piena Ceļa galaktika sāka veidoties drīz pēc Lielā Sprādziena, tad tajā jābūt arī zvaigžņu evolūcijas gala produktiem – pundurzvaigznēm, neitronu zvaigznēm un melnajiem caurumiem (sk. [6] un literatūras norādes). Īpaša interese beidzamos gados tiek pievērsta melnajiem caurumiem, kas izraisīja arī sensacionālo gravitācijas viļņu atklājumu (F. Gahbauers, *ZvD*, 2016, Vasara (232), 13.-17. lpp.). Melnos caurumus tieši novērot nevar, jo tie aiztur jebkādu starojumu vai daļiņas, un gravitācijas viļņu rašanās divu melno caurumu saplūšanās ir notikums. Melnos caurumus pēc to apkārtnes var nojaust dubultzvaigznēs, kur melnais caurums apvienojas ar otru zvaigzni (donoru), no kuras melnais caurums izrauj zvaigžņu masu un izraisa spēcīgu starojumu radioviļņu un rentgenstaru diapazonā. Šādu dubultzvaigzni *Cygnus X-1* pagājušā gadsimtā atklāja Gulbja zvaigznājā, un tā ir spēcīgākais līdz šim atklātais rentgenstaru avots (5. att.) [6].



5. att. *Cygnus X-1* rentgenstaru avots Gulbja zvaigznājā (uzņemts ar ČRT). *Cygnus X-1* ir dubultzvaigzne, kas sastāv no melnā cauruma ar masu 14,8 Saules masas un donora zvaigznes ar masu 19,2 Saules masas (rotācijas periods ir 5,6 dienas). Šī dubultzvaigzne ir spēcīgākais novērotais rentgenstaru avots [6].

Kopš melno caurumu pirmajiem atklājumiem un teorētiskiem aprakstiem (sk. *ZvD*, 2015/2016, Ziema (230), 3.-9. lpp.) ir publicēti daudzi darbi par melnajiem caurumiem un to rašanos zvaigžņu evolūcijas procesos (sk. [6] un literatūras atsauksmes). Šajos darbos aplūkota arī melno caurumu veidošanās kolapsa procesā bez supernovas eksplozijām, un tas dod ceļību atrast melnos caurumus galaktikas halo zvaigžņu kopās. Teorētiskie apsvērumi prognozē ap simts miljonu melno caurumu Piena Ceļa galaktikā. Šodien novērotas tikai ap 20 tuvām dubultzvaigznēm (melnais caurums + donorzvaigzne), no kurām detalizēti izpēģinātas tikai piecas [6].

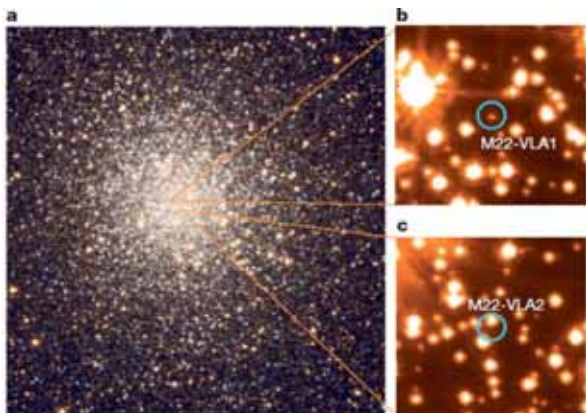
### 3. Piena Ceļa galaktikas zvaigžņu kopas un melnie caurumi

Zvaigžņu kopa ir zvaigžņu grupa, kas kustas ap Galaktikas centru kā viens vesels, un tai raksturīga spēcīga gravitācijas mijiedarbība starp kopas zvaigznēm. Raksturīgais zvaigžņu skaits kopā ir no desmit tūkstošiem līdz dažiem miljoniem, kas apvienotas lodveida kopā ar rādiusu no 10 līdz 30 gg. Izšķir slēgtas (lodveida) kopas, kas pamatā apvieno vecākās zvaigznes no otrās populācijas, un vaļējās kopas ar jaunākām zvaigznēm. Vaļējās zvaigžņu kopās zvaigžņu skaits nepārsniedz dažus tūkstošus, un šīs kopas ātrāk veidojas un arī izjūk.

Zvaigžņu kopas vislabāk novērotas Piena Ceļa galaktikā, kurā reģistrēts vairāk nekā 150 lodveida un vairāk nekā tūkstoš vaļējo kopu. Zvaigžņu rašanās un evolūcija ir noskaidrota tikai tuvināti, un šajā jomā Galaktikai ir īpaša loma sakarā ar iespēju labāk novērot atsevišķas zvaigznes un Galaktikas struktūru (miglājus, spirālzarus, Galaktikas centru). Zvaigžņu kopu novērojumi palīdz izprast arī visas Galaktikas evolūciju.

Jaunus pētījumus Galaktikas kopās veica Mičiganas universitātes (ASV) astrofiziķu grupa profesoru Jay Strader un Laura Chomiuk vadībā. Grupas interese ir centrēta lodveida zvaigžņu kopu kosmoloģijai, ieskaitot melno





6. att. Lodveida zvaigžņu kopa Mesjē 22 (NGC 6656) Dienvidu puslodes Strēlnieka zvaigznājā 10 400 gg attālumā no Zemes (masa  $2,9 \times 10^5$  Saules masas; rādiuss  $50 \pm 5$  gg): **a** – M 22 kopas attēls (uzņemts ar HKT); **b**, **c** – palielinātas melno caurumu VLA1 un VLA2 (masa  $\sim 15 M_{\odot}$ ) pozīcijas zvaigžņu kopā (uzņemts ar HKT modernizēto kameru). *Zilo apļu* diametrs ir  $0,6''$  (loka sekundes), kas atbilst lineāriem izmēriem  $0,004$  pc ( $1 \text{ pc} = 3,086 \times 10^{13} \text{ km}$ ) [7].

caurumu pēfijumus [7, 8]. Zvaigžņu kopā M 22 Strēlnieka zvaigznājā astrofiziķu grupa atklāja divus melnos caurumus VLA1 un VLA2 un noteica to parametrus (6. att.). Šis atklājums bija negaidīts. Nedaudz vēlāk šī Mičiganas universitātes grupa, izmantojot radioteleskopu un Čandras rentgenstaru teleskopu (*Chandra X-ray Telescope*), atklāja bināro melno caurumu zvaigžņu kopā M 62 un noteica tā parametrus (7. att.).

Jauni dati par melnajiem caurumiem atklājās arī kopā NGC 6101. Šo zvaigžņu kopu Dienvidu puslodes Paradīzes Putna zvaigznājā 1826. gadā Austrālijā ar paša konstruēto teleskopu atklāja skotu astronoms Džeims Danlops (*James Dunlop*, 1793-1848). Dž. Danlops veica sistemātiskus zvaigžņu novērojumus, kurus 1828. gadā apkopoja katalogā, kas nes viņa vārdu. NGC 6101 ir lodveida zvaigžņu kopa ar  $\sim 100\,000$  Saules masām  $49\,600$  gg attālumā no Zemes un  $36\,500$  gg attālumā no Galaktikas centra. Zvaigžņu kopa NGC 6101 sastāv no zvaigznēm ar mazu

smago elementu koncentrāciju ( $Z = -1,98$ ), kas atbilst vecumam ap 12 miljardiem gadu [2]. Šajā zvaigžņu kopā profesora Mark Gieles līdzstrādnieks Miklos Peuten ar zvaigžņu orbītu un masas sadalījuma datorsimulāciju ieguva negaidītu varbūtēju rezultātu: kopa NGC 6101 satur simtiem vidējas masas melno caurumu. Rezultāts iegūts nesen un izraisīja diskusiju par zvaigžņu kopas rašanos un evolūciju. Šī hipotēze prasa tālākus teorētiskus pēfijumus un novērojumus [9].

#### 4. Piena Ceļa zvaigžņu kopu vecums un zvaigžņu evolūcija

Zvaigžņu vecums un to sadalījums Galaktikā dod ieskatu par zvaigžņu rašanos un Galaktikas evolūciju. Zvaigžņu vecumu novērtē pēc metālu koncentrācijas  $[N_{\text{Fe}}/N_{\text{H}}]$ . Lodveida zvaigžņu kopas ir Galaktikas vecākās struktūras. Šo kopu rašanās mehānisms nav noskaidrots un ir astrofiziķu uzmanības centrā [6]. Kopu koncentrācija Piena Ceļā ir lielāka Galaktikas centrālajā apgabalā – sablīvējumā. Viens no aktīvākajiem galaktiku un lodveida kopu pēfniekiem ir armēņu izcelsmes



7. att. Mirgojošā (angl. *flickering*) lodveida kopa M 62 Čūskeša zvaigznājā Piena Ceļa galaktikas centrā (uzņemts ar HKT 2012. gadā). Kopas masa  $1,22 \times 10^6$  Saules masas; diametrs ap  $100$  gg. Ir zināms, ka kopa satur 89 mainzvaigznes. Šai kopā nesen atklāja bināro melno caurumu ar 10-20 Saules masām [8].



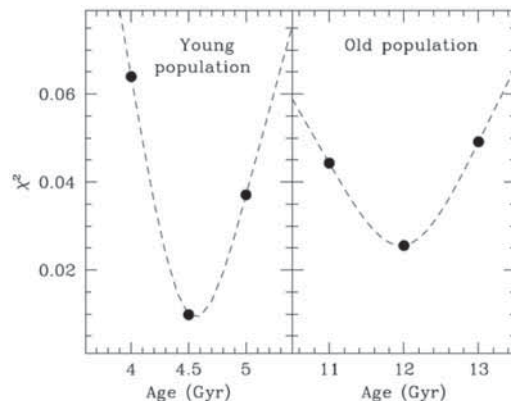
8. att. Piena Ceļa galaktikas sablīvējumam piederīga neparasta zvaigžņu kopa Terzan 5 (uzņemta ar ESO LLT (pa kreisi) un HKT), kurā atklātas divas zvaigžņu populācijas ar atšķirīgu vecumu (sk. 9. att.) [10].

franču astronoms Agops Terzans (dz. 1927. g.). Viņa vārdā nosauktas vairākas Piena Ceļa kopas, tai skaitā Terzan 5, kuru viņš atklāja 1968. gadā (8. att.). Terzan 5 (diametrs 5,4 gg) atrodas Galaktikas centrālajā sablīvējumā 19 000 gg attālumā no Zemes un 7800 gg attālumā no Galaktikas centra.

Starptautiska astrofiziķu grupa no Boloņas, Groningenas un Kalifornijas universitātēm profesora Francesco Rosario Ferraro (Boloņas universitāte) vadībā nesen publicēja savus ilggadīgos pētījumus par kopas Terzan 5 struktūru un zvaigžņu vecumu [10]. Profesora Fr. Ferraro astrofiziķu grupa novērojumiem izmantoja Habla kosmisko teleskopu HST un Eiropas Dienvidobservatorijas ESO ļoti lielo teleskopu VLT. Apstrādāja un analizēja 11 gadu ilgas novērojumus. Pēc metālu koncentrācijas  $[N_{Fe}/N_H]$  astrofiziķi noteica zvaigžņu vecumu. Līdz šim uzskatīja, ka kopa Terzan 5 ir viena no vecākajām Piena Ceļa struktūrdaļām ar zvaigznēm, kuru vecums ir 12 miljardi gadu. Pārsteigums bija, ka astrofiziķi kopā atklāja arī ļoti daudzas jaunākas zvaigznes.

Lai noteiktu zvaigžņu vecumu un to sadalījumu zvaigžņu kopā, vajadzēja veikt gadiem ilgi uzkrāto datu apstrādi – noteikt zvaigžņu vecumu un to telpisko sadalījumu. Vajadzēja iegūt izohrona līknes dažāda vecuma zvaigznēm. Astrofizikā izohrona līkne apvieno zvaigznes ar vienādu vecumu. Lai noteiktu, kāds vecums ir dominējošs, izmanto speciālas statistiskas metodes, tā saucamo Hī kvadrāta kritēriju (angl. *minimum chi-square*

*estimation*). Parametra Hī kvadrātā (grieķu burts  $\chi^2$ ) minimums atbilst varbūtīgākam rezultātam (Hī kvadrāta metodes apraksts ir ārpus šā raksta robežām, un to var atrast speciālā literatūrā [11]). Rezultāti par izohronām līknēm dažādām zvaigžņu grupām atkarībā no parametra  $\chi^2$  ir parādīti 9. att. Parametra  $\chi^2$  minimums jaunākām zvaigžņu populācijām atbilst vecumam  $4,5 \pm 0,5$  miljardi gadu un vecākās populācijas zvaigznēm  $12,0 \pm 1$  miljardi gadu. Šīs divas zvaigžņu grupas ir dominējošās zvaigžņu kopā. Iegūtie rezultāti par zvaig-



9. att. Zvaigžņu kopā Terzan 5 (Strēlnieka zvaigznājā), izmantojot Hī ( $\chi^2$ ) kvadrāta statistiku, atklāja divas zvaigžņu populācijas ar ļoti atšķirīgu vecumu:  $\chi^2$  minimums jaunām (Young) populācijām atbilst vecumam  $4,5 \pm 0,5$  mljrd. gadu un vecām (Old) populācijām –  $12,0 \pm 1$  mljrd. gadu [10, 11]. Uz horizontālās ass atlikts zvaigžņu vecums (Age) miljardos gadu (Gyr).

žņu vecumu liecina, ka zvaigžņu kopa Terzan 5 ir veidojusies ļoti atšķirīgos periodos. Šis rezultāts ir jauns un atver jaunus ieskatus par zvaigžņu kopas un pašas Galaktikas evolūciju.

## 5. Ko mums vēl atklās melnie caurumi

Melnie caurumi ir viens no interesantākajiem objektiem Visumā. No Švarcšilda aprēķiniem 1916. gadā līdz pirmā binārā cauruma atklāšanai Gulbja zvaigznājā (5. att.) pagāja vairāk nekā pusgadsimts. Šodien ir atklāti vairāki melno caurumu pāri<sup>2</sup>, un divu melno caurumu saplūšana izraisīja sensacionālo atklājumu par gravitācijas viļņiem (ZvD, 2016, Vasara (232), 13.-17. lpp.).

Zvaigžņu evolūcijas nobeigumā melno caurumu veidošanās blakus pundurzvaigznēm un neitronu zvaigznēm ir viens no zvaigžņu evolūcijas galaproduktiem. Tomēr ir grūti novērtēt reālo melno caurumu koncentrāciju Galaktikā un vēl grūtāk to pārbaudīt. Precīzu informāciju par melno caurumu var iegūt no dubultzvaigznēm, ja ir zināma donora zvaigznes masa un apgrīšanās periods (5. att.). Jaunas perspektīvas melno caurumu fizikā paver melno caurumu ansambļa atklājums zvaigžņu kopā NGC 6101 [9]. Šis atklājums prasa tālākus novērojumus un teorētiskus modeļus par šo caurumu savstarpējo mijiedarbību un mijiedarbību ar apkārtējām zvaigznēm.

Neskaidra ir gigantisko melno caurumu veidošanās galaktiku centros. Piena Ceļa galaktika nav vienīgā ar šādiem masīviem caurumiem. Visumā vēl ir daudz noslēpumu. Raksta autors kādā privātā sarunā ar akadēmiķi J. Zeļdoviču (Яков Борисович Зельдович, 1914-1987) viņam jautāja, kāpēc viņš kā teorētiķis ir aizrāvies ar astronomiju. Atbilde bija negaidīta: "Visumā neko pilnīgi droši nevar

pieņemt." Atbildē ir daļa patiesības – atklājumu interpretācija astrofizikā laika gaitā mainās (tiek precizēta), kaut gan paša Zeļdoviča atklātie efekti ir ļoti eksakti (piemēram, Sjunga-zeļdoviča efekts par reliktu starojumu).

## Literatūra

- [1] Howard E. Bond et al. A Star in the Solar Neighborhood that Formed Shortly after the Big Bang. – *Astrophys. J.*, **765**, L12, 2013.
- [2] Krauss, L.M.; Chaboyer, B. Age Estimates of Globular Clusters in the Milky Way: Constraints on Cosmology. – *Science*, **299**, 65-69, 2003.
- [3] Wide Field Camera 3. Instrument Handbook. Space Telescope Science Institute. – Baltimore, Maryland, 2016.
- [4] Gillessen S. et al. Monitoring stellar orbits around the Massive Black Hole in The Galactic Center. – *Astrophys. J.*, **692**, 1075-1109, 2009.
- [5] <http://www.astronomy.com/news/2016/01/signs-of-second-largest-black-hole-in-the-milky-way>.
- [6] Mirabel I.F. Formation of black holes in the dark, arXiv: 1609.08411[astro-ph.HE] (Submitted 27 Sep 2016).
- [7] Strader J., Chomiuk L., MacCarone T.J., Miller-Jones J.C.A., Seth A.C. Two stellar-mass black holes in globular cluster M22. – *Nature*, **490**, 71, 2012.
- [8] Chomiuk L., Strader J., MacCarone T.J. et al. A radio-selected black hole X-ray binary candidate in the Milky Way globular cluster M62. – *Astroph. J.*, **777**, 69, 2013.
- [9] Peuten M., Zocchi A., Gieles M., Galandris A., Hénault-Brunet V. A stellar-mass black hole population in the globular cluster NGC 6101? – *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2016; **462** (3): 2333 DOI: 10.1093/mnras/stw1726.
- [10] Ferraro F., Massari D., Dalesandro E., Lanzoni B., Origlia L., Rich R.M., Mucciarelli A. The age of the young buldge-like population in the stellar system Terzan 5: linking the high-Z Universe. – *Astroph. J. [astro-ph.GA]*, 6 Sep 2016.
- [11] Greenwood P.E., Nikulin M.S. A guide to chi-squared testing. – New York: Wiley, 1996. D

<sup>2</sup> Sk. Pundure I. Habs atrod melno caurumu pāri tuvākajā kvazārā Mrk 231. – *ZvD*, 2015/16, Ziema (230), 10.-12. lpp. <http://www.lu.lv/zvd/2015/ziema/habs-atrod-melno-caurumu/>

ILGMĀRS EGLĪTIS

## MAZĀS PLANĒTAS IEGUVUŠAS LATVISKUS NOSAUKUMUS

### **Asteroīds Saule = 2008 OS9 = Nr. 428694**

Pirmo reizi asteroīds tika novērots 2008. gada 29./30. jūlija naktī Astrofizikas observatorijā ar Baldones Šmidta teleskopu (novērotājs Ilgmārs Eglītis). Lādiņsaites matricas attēlu apstrāde un mērījumi ir veikti Viļņā, Teorētiskās fizikas un astronomijas institūtā, tāpēc oficiālie asteroīda pētnieki ir lietuviešu astronoms Kazimiers Černis un I. Eglītis. Atklāšanas brīdī jaunais asteroīds bija diezgan spilgts objekts, spožāks par 17. zvaigžņlielumu, un strauji (1 grāds dienā) pārvietojās dienvidu virzienā Ūdensvīra zvaigznājā. Asteroīds nonāca vistuvāk Zemei 2008. gada 15. augustā (9 miljoni km), tā spožums sasniedza 15. zvaigžņlielumu un kustības ātrums debesīs bija 12 grādi dienā. Kā izrādījās, tas bija apmēram 600-800 m diametrā liels Apollo tipa objekts, kas pietuvojas Saulei tuvāk nekā Venēra un šķērso Zemes orbītu ik pēc diviem gadiem.

Tā paša gada 31. jūlijā asteroīdu apstiprināja ar novērojumiem Linkolna observatorijā (*LINEAR* observatorija, Ņūmeksika, ASV). Pirmajā novērojumu nedēļā dažādi teleskopi savāca vairāk nekā 800 šā unikālā objekta fotometrisko mērījumu. Tas ļāva konstatēt, ka asteroīds izdara vienu apgriezieni ap savu asi 8,43 stundās. Septiņu novērošanas gadu laikā ir uzkrāti arī 512 astrometriskie mērījumi.

Asteroīda orbīta ir stipri izstiepta (ekscentricitāte ir 0,65). Tika konstatēts, ka objekts ap Sauli apgriežas 2 gados un 5 dienās. Pēdējo reizi objekts bija vērojams 2015. gada 28. martā *Mount Lemmon* observatorijā (Arizona, ASV). 2016. gadā Starptautiskā Astronomijas savienība (SAS) apstiprināja šim asteroīdam nosaukumu **Saule**. Dieviete Saule ir

lietuviešu galvenā dieva *Praamžiaus* meita. Šī dievība ir svarīga arī latviešu tautas mitoloģijā, tāpēc pēc abpusējas atklājēju vienošanās tika nolemts tieši šo nosaukumu virzīt uz SAS. Mazā planēta *Saule* = Nr. 428694 atkal būs labi redzama 2021. gada sākumā Čūska zvaigznājā.

### **Asteroīds Eglītis = 2007 FU20 = Nr. 320153**

2007. gada 23. martā Molētu astronomiskajā observatorijā (Lietuva) ar Maksutova (00,35/00,51 m) teleskopu tika atklāts asteroīds, kam tika piešķirts pagaidu apzīmējums 2007 FU20. Jaunatklātais objekts bija 20. lieluma un virzījās Lauvas zvaigznājā uz austrumiem no spožās  $\sigma$  Leo zvaigznes.

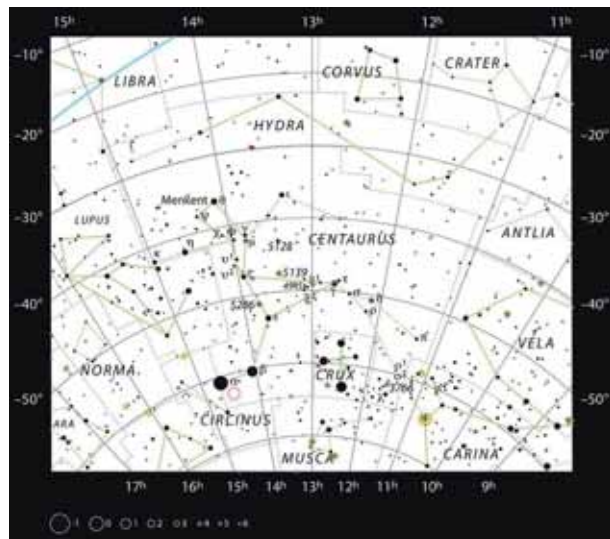
Šis asteroīds atkārtoti tika novērots 24. marta vakarā *Mt. Bigelov* observatorijā Arizonā (ASV). Tika konstatēts, ka mazā planēta riņķo pa asteroīdu joslas ārējo daļu un tās apriņķošanas laiks ap Sauli ir 5 gadi un 215 dienas. Asteroīda izmērs sasniedz apmēram 4 km diametrā. Atklāšanas brīdī tā attālums no Zemes bija 322 miljoni km (no Saules 462 milj. km). Pēdējo reizi asteroīds tika novērots 2013. gada 11. aprīlī *Purple Mountain* observatorijā (Ķīnā) Vēršu Dzinēja zvaigznāja dienvidu pusē. Asteroīda orbītas plakne par 16 grādiem atšķiras no ekliptikas. Starptautiskā Astronomijas savienība pēc Lietuvas astronomu ierosinājuma (pagodinot savu sadarbības partneri no Baldones Astrofizikas observatorijas) deva šim Molētos atklātajam asteroīdam nosaukumu **Eglītis**. Mazā planēta *Eglītis* = Nr. 320153 atkal būs labi redzama augstu virs horizonta Lauvas zvaigznājā 2018. gada februārī tās opozīcijas laikā. D

## PIE CENTAURA PROKSIMAS ATRASTA ZEMES MASAS PLANĒTA

Izmantojot Eiropas Dienvidobservatorijas ESO teleskopus un citus instrumentus, astronomi ieguvuši neapšaubāmus pierādījumus par planētu pie Saulei tuvākās zvaigznes – Centaura Proksimas (lat. *Proxima Centauri* – Centaura tuvākā). Šis jau sen meklētais debess ķermenis, apzīmēts *Proxima b*, ap savu auksto, sarkano zvaigzni veic apriņķojumu 11 dienās. Temperatūra uz tā virsmas ir atbilstoša ūdens pastāvēšanai. Šī klinšainā pasaule, nedaudz masīvāka par Zemi, ir mums tuvākā citplanēta, un tā var arī būt tuvākā vieta, uz kuras var pastāvēt dzīvība ārpus Saules sistēmas.

Nedaudz lielākā attālumā nekā četri gaismas gadi no Saules sistēmas atrodas sarkana pundurzvaigzne Centaura Proksima – Zemei tuvākā zvaigzne, ja neminam Sauli. Šis aukstais spīdekļis Centaura zvaigznājā ir pārāk blāvs, lai to varētu ieraudzīt ar neapbruņotu aci, un atrodas kaimiņos daudz spožākam zvaigžņu pārim, zināmam kā Centaura Alfa AB.

Pirmajā 2016. gada pusgadā Proksima regulāri tika novērota ar augstas izšķirtspējas citplanētu atrašanai paredzēto spektrogrāfu HARPS (*High Accuracy Radial velocity Planet Searcher*), kas pievienots 3,6 metru teleskopam Lasiljas observatorijā Čīlē. Vienlaicīgi notika tās uzraudzība ar citiem teleskopiem pa visu pasauli. Šī bija *Pale Red Dot*<sup>1</sup> (Blāvi sarkanais punkts) kampaņa, kurā astronomu grupa, Gilema Angladas-Eskudes (*Guillem Anglada-Escudé*) no Karalienes Marijas universitātes (*Queen Mary University*) Londonā



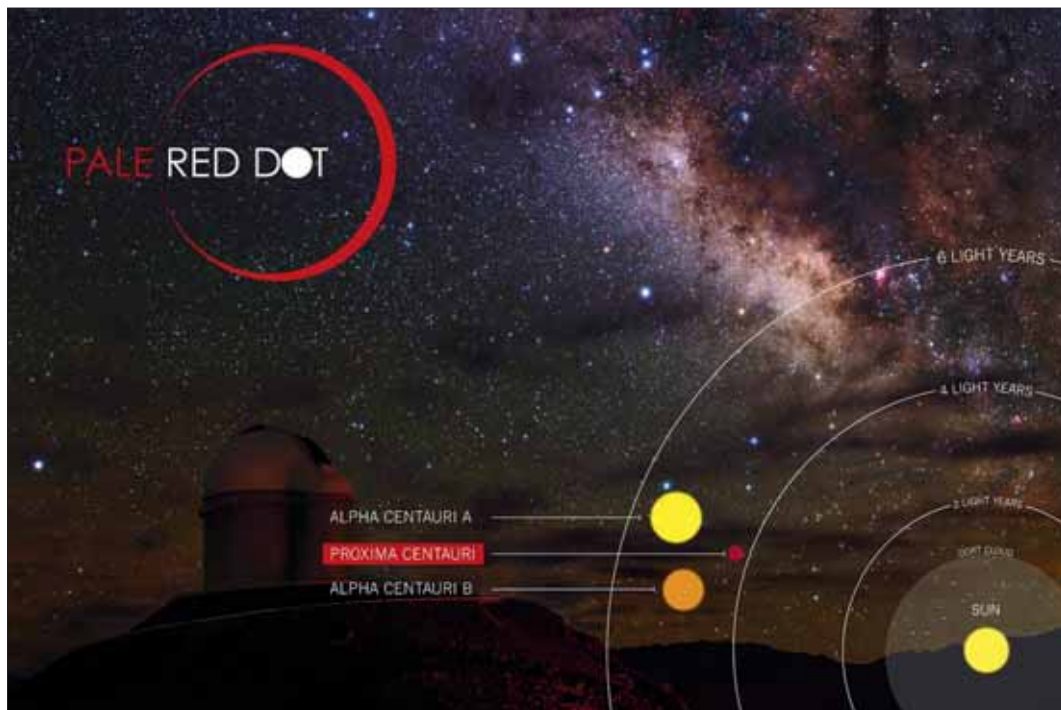
**Centaura Proksima dienvidpuslodes Centaura zvaigznājā.** Šī karte rāda lielo dienvidpuslodes Centaura zvaigznāju (*Centaurus*, Latvijā nav novērojams) un vairumu ar neapbruņotu aci redzamo zvaigžņu skaidrā tumšā nakī. Saules sistēmai tuvākās zvaigznes *Proxima Centauri* izvietojums ir iezīmēts ar sarkanu apli. Proksima ir pārāk vāja, lai redzētu ar neapbruņotu aci, bet to var atrast, izmantojot nelielu teleskopu.

*Nopelni:* ESO/IAU un Sky & Telescope

vadīta, meklēja niecīgu zvaigznes svārstīšanos prom no Zemes un uz to, kuru būtu izraisījis iespējamās orbitējošas planētas gravitācijas pievilksanas spēks.

Kā vērtēja grupas vadītājs G. Anglada-Eskude – iespējamās planētas pirmās pazīmes bija saskaņotas jau 2013. gadā, taču tās nebija pārliecinošas. No tā laika daudz un saspringti tika strādāts, lai iegūtu tālākus virszemes novērojumus ar ESO un citām observatorijām. Pēdējā *Pale Red Dot* kampaņa bijusi plānota apmēram divus gadus.

<sup>1</sup> Nosaukums *Pale Red Dot* (Blāvi sarkanais punkts) sasaucas ar Karla Sagana (*Carl Sagan*) slaveno norādi uz Zemi kā *Pale Blue Dot* (Blāvi zilo punktu). Tā kā Centaura Proksima ir sarkana pundurzvaigzne, tā iemērs savu orbitējošo planētu gaiši sarkanā blāzmā.

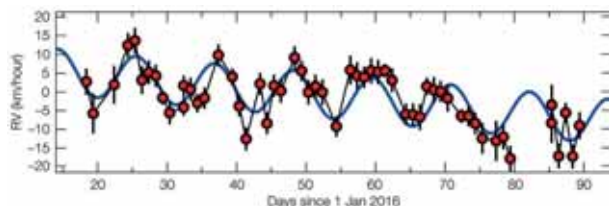


*Ilustrācija.* Blāvi sarkanā punkta kampaņa (*Pale Red Dot campaign*) bija Zemei līdzīgas citplanētas starptautiska meklēšana ap Saulei tuvāko zvaigzni Centaura Proksimu. Tā izmantoja HARPS, pieliktu ESO 3,6 m teleskopam Lasiljas observatorijā, kā arī citus teleskopus visapkārt pasaulei.

Tā bija viena no nedaudzajām sabiedrības informācijas kampaņām, kas pieļāva vispārēju atklātību, lai liecinātu par datu iegūšanas zinātnisko procesu modernajās observatorijās. Sabiedrība varēja redzēt, kā astronomu grupas ar atšķirīgām specialitātēm strādā kopā, lai savāktu, analizētu un izskaidrotu datus, kas galu galā apstiprināja Zemei līdzīgu citplanētu, orbitējošu ap Saules sistēmai tuvāko kaimiņu.

Vairāk informācijas sk. *Pale Red Dot* vietnē: <http://www.palreddot.org>

*Nopelns:* ESO/Pale Red Dot



**Centaura Proksimas gaita 2016. gadā, atklājot planētai raksturīgās pazīmes.** Šī

diagramma rāda, kā Centaura Proksimas kustība uz Zemi un prom no tās pārmainās ar laiku viscaur 2016. gada pirmajā pusē. Dažreiz Centaura Proksima tuvojas Zemei ar apmēram 5 km stundā – parasts cilvēka staigāšanas temps – un reizēm atkāpjas ar

to pašu ātrumu. Šis radiālo ātrumu mainīšanās sistemātisks modelis atkārtojas ar 11,2 dienu periodu. Izrietošās sīkās Doplera nobīdes rūpīga analīze parādīja, ka tas nozīmē planētas klātbūtni ar masu vismaz 1,3 Zemes masas, orbitējošu ap 7 milj. km no Centaura Proksimas – tikai 5% no Zemes-Saules atstatuma.

*Nopelns:* ESO/G. Anglada-Escudé

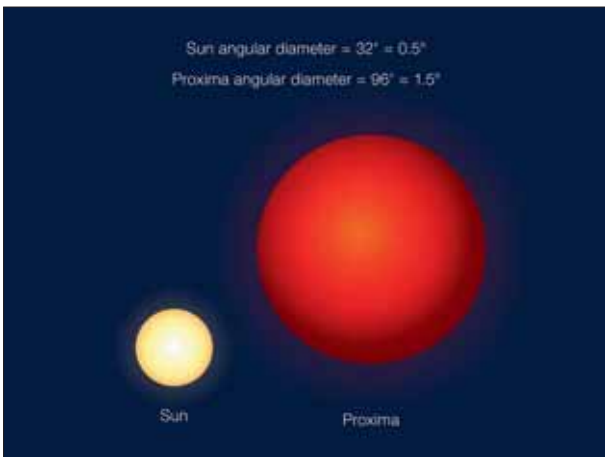
Apvienojot *Pale Red Dot* kampaņas rezultātus ar agrāko novērojumu rezultātiem, kas veikti *ESO* observatorijās un ar citiem teleskopiem, atklājās patiesi aizraujoša rezultāta skaidra zīme: rūpīga Doplera efekta analīze zvaigznes spektrā liecināja par planētas klātbūtni ar masu vismaz 1,3 Zemes masas.

Sarkanie punduri, kā Centaura Proksima, ir aktīvas zvaigznes, un tās spožums un spektrālie raksturlielumi var mainīties veidos, ko var pieņemt par planētas klātbūtni. Lai izslēgtu šo iespēju, grupa ļoti uzmanīgi pārbaudīja arī zvaigznes spožuma izmaiņas kampaņas laikā, izmantojot *ASH2* teleskopu Sv. Pētera Atakamas Debess pētniecības observatorijā (*San Pedro de Atacama Celestial Explorations Observatory*) Čīlē un *Las Cumbres Observatory* teleskopu tīklu apkārt pasaulei. Zvaigznes uzliesmojuma periodos iegūtie radiālo ātrumu dati tika izslēgti no gala analīzes.

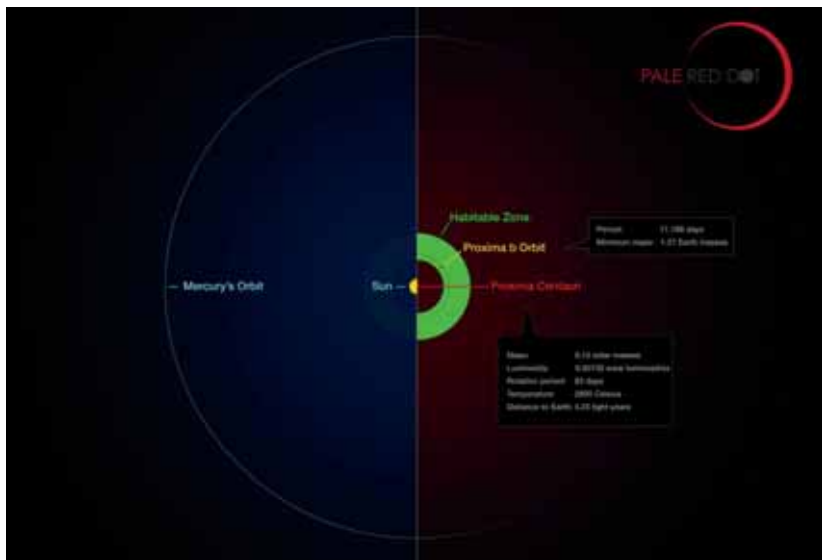
Kaut gan *Proxima b* riņķo pa orbītu daudz tuvāk savai zvaigznei nekā Merkurs ap Sauli Saules sistēmā, pati Centaura Proksima ir daudz vājāka par Sauli. Tā rezultātā *Proxima b* atrodas apdzīvojamības joslas robežās ap zvaigzni, un pēc novērtējuma planētas virsmai ir temperatūra, kas pieļautu šķidrā ūdens klātbūtni. Neraugoties uz *Proxima b* mēreno orbītu, apstākļus uz tās virsmas var stipri ietekmēt ultravioleto un rentgenstaru uzliesmojumi no saimniekzvaigznes – daudz

### **Proxima Centauri un tās planēta salīdzinājumā ar Saules sistēmu.** Šī infografika

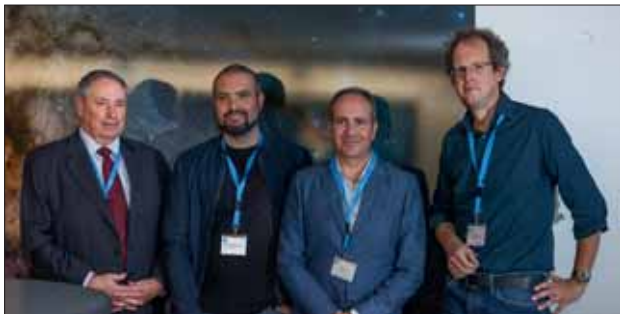
salīdzina planētas *Proxima b* orbītu ap *Proxima Centauri* ar to pašu Saules sistēmas apgabalu. *Proxima Centauri* ir mazāka un aukstāka par Sauli, bet planēta orbītē daudz tuvāk savai zvaigznei nekā Merkurs. Rezultātā tā atrodas tiešām apdzīvojamības joslas (*habitable zone*) robežās, kur šķidrā ūdens var pastāvēt uz planētas virsmas.



**Leņķiskā lieluma salīdzinājums:** kā Proksima (leņķiskais diametrs  $96' = 1,5^\circ$ ) parādīsies no *Proxima b* redzamajās debesīs, salīdzinot ar to, kā Saule (leņķiskais diametrs  $32' = 0,5^\circ$ ) parādās mūsu debesīs no Zemes. Proksima ir daudz mazāka par Sauli, bet *Proxima b* izvietota ļoti tuvu savai zvaigznei. *Nopelns:* ESO/G. Coleman



*Nopelns:* ESO/M. Kommesser/G. Coleman



24. aug. 2016. Eiropas Dienvidobservatorija ESO noturēja preses konferenci Garhingā (Vācija), kurā paziņoja par planētas *Proxima b* atklāšanu. *Attēlā no kreisās: PhD S. Pīts Vordens (projekta Breakthrough Starshot vadītājs, ASV), PhD Gilems Anglada-Eskude (astronomu grupas vadītājs, Apvienotā Karaliste), PhD Pedro J. Amado (astrofiziķis, Spānija) un prof. Dr. Ansgars Reinerss (astrofiziķis, Vācija).*

*Nopelns: ESO/M. Zamani*

spēcīgāk par tiem, ko Zeme pieredz no Saules.

Šis atklājums būs plašu turpmāku novērojumu sākums gan ar pašreizējiem instrumentiem, gan ar nākamās paaudzes milzīgajiem teleskopiem, tādiem kā Eiropas Ārkārtīgi liels teleskops *E-ELT (European Extremely Large Telescope)*. *Proxima b* būs sākotnējais mērķis dzīvības pierādījumu meklēšanai kaut kur citur Visumā. Patiesi, Centaura Alfas sistēma ir arī cilvēces mērķis pirmajiem mēģinājumiem ceļot uz citu zvaigžņu sistēmu, kas ir jau izsludinātais *StarShot* projekts<sup>2</sup>. Dzīvības meklējumi uz planētas *Proxima b* ir nākamais mērķis.

Ziņojums par šo zīmīgo atradumu "A terrestrial planet candidate in a temperate orbit around Proxima Centauri" by G. Anglada-Escudé et al. publicēts žurnālā *Nature*, 536, 437-440, 25 August 2016. D

<sup>2</sup> Par *Breakthrough Starshot* (zvaigžņu šāviņa) projektu sk. ZvD, 2016/17, Ziema (234), 19.-23. lpp.

## ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ

### Sekmīgi izmēģināta Ķīnas jaudīgā nesējraķete CZ-5.

2016. gada 3. novembrī Ķīnā veiksmīgi tika realizēta smagās nesējraķetes *Changzheng-5* jeb CZ-5 izmēģinājuma palaišana. Raķetes kopējais augstums pārsniedz 50 m (atkarībā no komplektācijas), starta svars ir 867 t, ar to plānots pacelt ~25 t derīgās kravas zemā (200 km) orbītā ap Zemi vai ~14 t derīgās kravas nogādāt tālākās orbītās – līdz pat starpplanētu misijām. Pēc tehniskajiem rādītājiem tā ir šobrīd pasaulē otrā jaudīgākā nesējraķete, kas tikai nedaudz atpaliek no *Delta IV Heavy (ASV)*, bet pārspēj *Ariane-5 (ES)* un *Proton-M (Krievija)*.

CZ-5 paredzēts izmantot Ķīniešu kosmiskās stacijas moduļu nogādāšanai orbītā, kā arī ielānoto pētniecisko aparātu palaišanai uz Mēnesi (jau 2017. gada novembrī) un Marsu (2020. gadā).

Te gan jāpiebilst, ka 2017. gadā ielānots arī SpaceX kompānijas radītās nesējraķetes *Falcon Heavy* izmēģinājuma startis. Ja tas sekmēsies, *Falcon Heavy* kļūs par pašu jaudīgāko nesējraķeti, spējīgu nogādāt zemā orbītā ap Zemi 54 t derīgās kravas.

J. K.

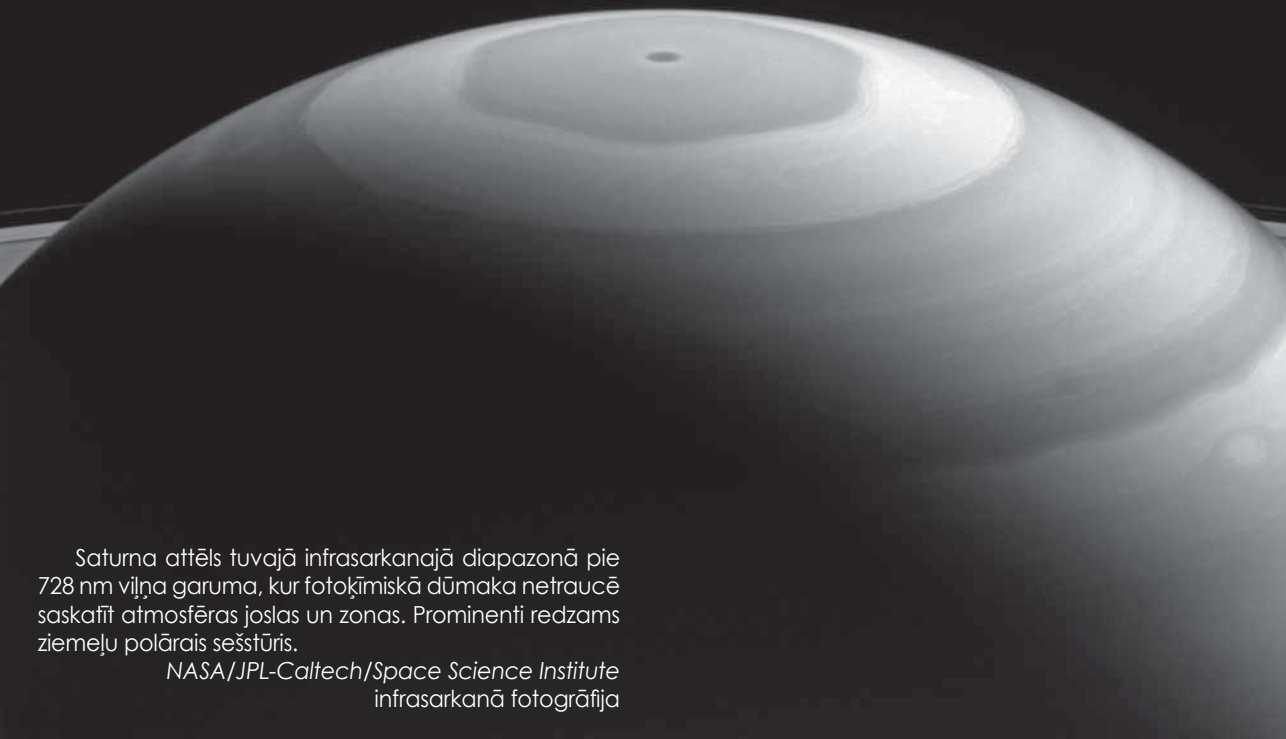


Attēls no weibo.com



JĀNIS JAUNBERGS

## SATURNA MĀKOŅU NOSLĒPUMI



Saturna attēls tuvajā infrasarkanajā diapazonā pie 728 nm viļņa garuma, kur fotoķīmiskā dūmaka netraucē saskatīt atmosfēras joslas un zonas. Prominēti redzams ziemeļu polārais sešstūris.

NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute  
infrasarkanā fotogrāfija

Ir neparasti apzināties, ka vairāk nekā divas tonnas smagais *Cassini* pavadoņš, kas divpadsmit gadus ir pavadījis orbītā ap Saules sistēmas otru lielāko planētu – Saturnu, šogad uz mūžiem kļūs par daļu no sava pēfijumu objekta. Deviņpadsmit gadus pēc starta no Zemes *Cassini* manevrēšanas degvielas rezerves tuvojas beigām, un pēdējās orbītas būs pasīvas, evolucionējot vienīgi Saturna un tā pavadoņu gravitācijas ietekmē, līdz 2017. gada 15. septembrī *Cassini* kā meteors sadegs Saturna atmosfērā. Pēdējās 22 orbītas

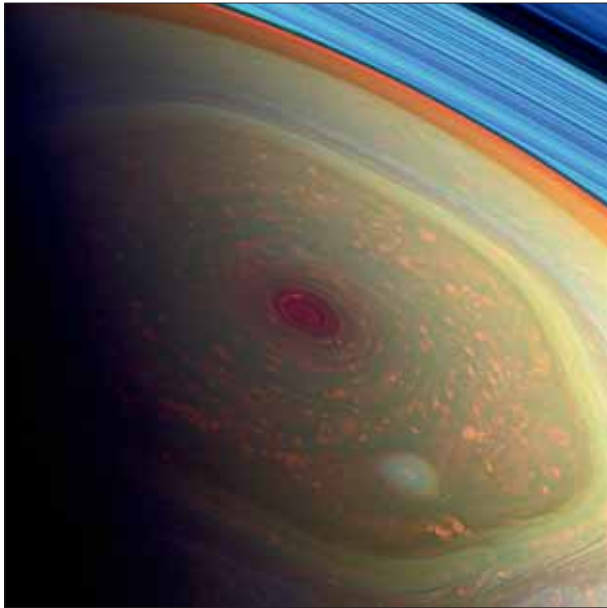
(22.04.2017.-15.09.2017.) būtiski atšķirsies no visas līdzšinējās misijas, kas sastāvēja no plašiem, salīdzinoši lēniem apriņķojumiem ārpus Saturna gredzenu sistēmas. Ar vienu orbitālās horeogrāfijas lēcieni 22. aprīlī *Cassini* orbītas pericentrs (planētai tuvākais punkts) tiks pārmests Saturna gredzenu iekšpusē, kur *Cassini* trauksies tikai 2-3 tūkstošu kilometru augstumā virs Saturna mākoņiem – apgabalā, kas nekad nav pēfīts ar kosmiskajiem aparātiem, kamēr tā ātrums sasniegs 30 km/s. Šādas orbītas atgādina *Juno* pavadoņa misiju pie Ju-

pitēra, kuras mērķis ir detalizēta gravitācijas lauka, magnetosfēras un atmosfēras izpēte. Līdzīgi arī *Cassini* pavadoņi savas pastāvēšanas pēdējā pusgadā cenšies iegūt iespējami precīzākus datus par Saturna atmosfēru, kamēr līdzšinējā misija bija vairāk veltīta Saturna pavadoņu un gredzenu kartēšanai. Misijas noslēgumā iegūto Saturna fotogrāfiju izšķirtspēja būs pat 50 reizes augstāka nekā līdz šim un sasniegs 100 metrus uz pikseli. Saturna mākoņi pirmo reizi tiks zondēti ar radaru, lai atklātu maza mēroga turbulenci, kā arī augšupejošās un grimstošās gaisa strāvas. Gravitācijas mērījumu precizitāte uzlabosies vairākus simtus reižu, ļaujot "nosvērt" atsevišķas meteoroloģiskās parādības un pirmo reizi noteikt Saturna gredzenu masu.

Aplūkojot redzamajā spektra diapazonā uzņemtas Saturna fotogrāfijas, tā atmosfēra šķiet mierīga un vienkārša, salīdzinot ar Jupitera turbulentajām joslām un zonām. No

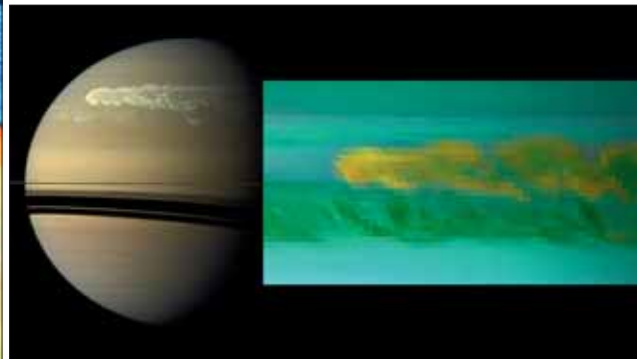
pavasara līdz rudenim Saturna mākoņu segu apslēpj dzeltenīga fotoķīmiskā dūmaka, kura Saules ultravioletā starojuma ietekmē rodas no atmosfērā esošā metāna. Tikai ziemā, kad Saules gaismas intensitāte ir zemāka un plaši atmosfēras apgabali nokļūst gredzenu ēnā, fotoķīmiskā dūmaka izkļūst un Saturna stratosfēra ir dzidri zilā krāsā.

Tomēr Saules gaismas ietekme uz Saturna atmosfēru ir virspusēja, jo šā gāzu okeāna dziļajām norisēm enerģiju dod pirmatnējā siltuma pārnese uz ārpusi, kas izraisa konvekciju un ar to saistītos ciklonus un negaisus. Saturna fotogrāfijas infrasarkanajā spektra diapazonā parāda, ka troposfēras meteoroloģija lielā mērā līdzinās Jupitera atmosfēras parādībām, tikai Saturna zemākajā temperatūrā amonjaka, amonija hidrosulfīda un ūdens mākoņi kondensējas dziļāk, un tie reti paceļas virs stratosfēras dūmakas. Tāpat kā uz Jupitera, arī Saturna atmosfēra ir pašorganizējusies joslās un zonās ar atšķirīgu rotācijas ātrumu ap planētas asi, kas izpaužas kā nermstoši, spēcīgi austrumu un rietumu vēji. Vie-



Saturna ziemeļu polārajā sešstūrī viegli ietilptu visa planēta Zeme.

*NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute* infrasarkanā fotogrāfija nosacītās krāsās



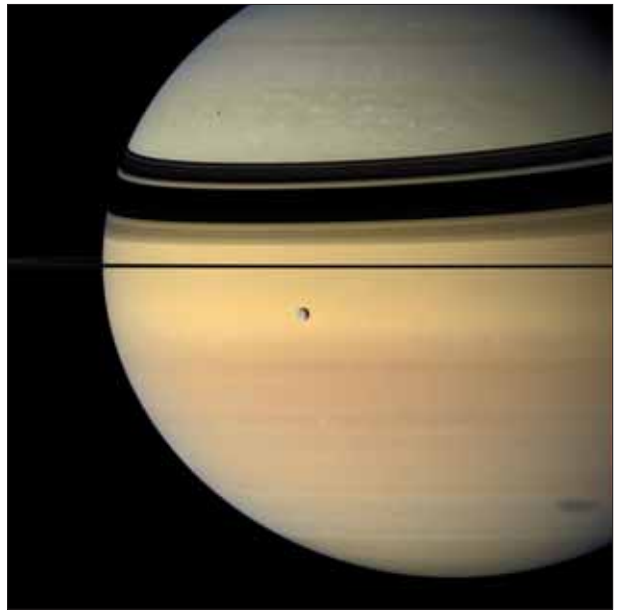
Saturna lielā vētra, kas bija aktīva 2010.-2012. gadā. Līdzīgas vētras atkārtojas ik pēc vairākiem gadiem, kad siltie, bļīvie ūdens tvaiki un amonjaks izlaužas saltajā, bet mazāk bļīvajā ūdeņražā-hēlija stratosfērā. Ielikumā *Cassini* infrasarkanā kartējošā spektrometra dati parāda ūdens un amonjaka klātbūtni.

*NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute* redzamās gaismas un infrasarkanā fotogrāfiju montāža

na no lielākajām milzu planētu dabas mīklām ir jautājums, cik dziļi ir šie vēji, – teorētiski tie varētu turpināties pat tūkstoš kilometru dziļumā, kur tieša izpēte pagaidām nav iedomājama. Dziļās atmosfēras straumes varētu atstāt jūtamu ietekmi uz planētas formu un gravitācijas lauka augstākām harmonikām, kuras var noteikt no kosmiskā aparāta trajektorijas novirzēm, pārlidojot nelielā augstumā virs planētas atmosfēras. Tomēr var arī izrādīties, ka vēji nesniedzas dziļāk par simt kilometriem, ja to dzinējspēks ir tikai troposfēras ciklonu radītā virpuļainība.

Saturna dziļu temperatūras kontrasts ar salto stratofēru mēdz uzkrāties vairāku Zemes gadu garumā un tad izlauzties milzīgu negaisu veidā, kas līdz šim parasti novēroti ap 35. paralēli. Augšupejošām gaisa strāvām vieglajā ūdeņraža un hēlija atmosfērā paceļot blīvākus gaistošu vielu tvaikus, pie dažu atmosfēru spiediena tie ir pietiekami atdzisuši, lai veidotos amonjaka, amonija hidrogēnsulfīda un ledus kristālu mākoņi, kuru daļiņas krīt lejup, līdz 10 atmosfēru spiediena līmenī izkūst par ožamajam spirtam līdzīgu šķīdumu, kas vēl dziļāk karstumā atkal iztvaiko.

Gāzveida amonjaka, ūdens tvaika un sērūdeņraža vertikālā cirkulācija rada sniegbaltus mākoņus, kas paceļas līdz stratofērai, kamēr zem tiem slēpjas simtiem kilometru plašas negaisa zonas. Saturna zibeņu radītos radio sprakšķus uztvēra jau *Voyager* zondes, bet *Cassini* izdevās vairākkārt nofotografēt zibeņošanu, galvenokārt Saturna nakfī ap ekvinokciju, kad netraucēja gredzenu atstarotā gaisma, bet dažreiz caur zilās krāsas filtru arī dienā. Spriežot pēc zibeņu atblāzmu diametra, negaisi visbiežāk norit apmēram 200 km dziļumā zem augstākās novērojamās amonjaka kristāliņu mākoņu segas, tātad ūdens-amonjaka pilienu mākoņos 10-20 atmosfēru spiedienā. *Cassini* arī nofotografēja, kā vairākas dienas pēc negaisu aktivitātes sākuma pat visaugstākie mākoņi krāsojās pelēkā krāsā, ko planetologi skaidro ar kvēpu veidošanos,



Saturna dzeltenīgā krāsa ir fotoķīmiskais smogs, kas veidojas galvenokārt vasarā, kamēr ziemā atmosfēra ir dzidrāka un dominē zilgana krāsa. Attēls uzņemts 2007. gadā, kad ziemeļu puslodē (*augšā*) bija ziema.

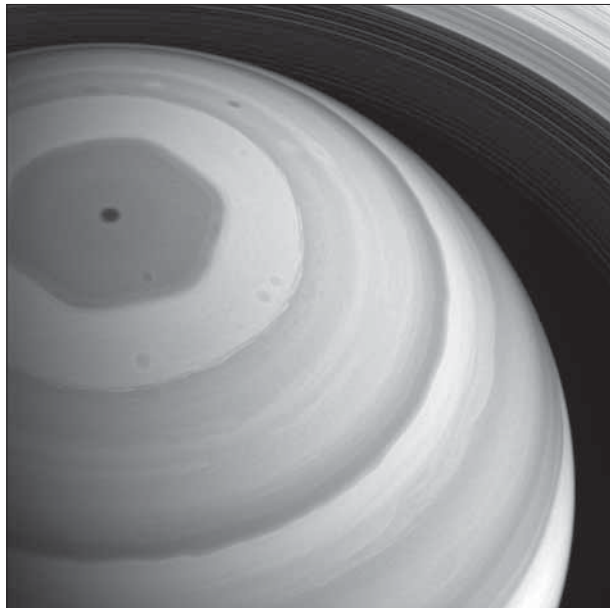
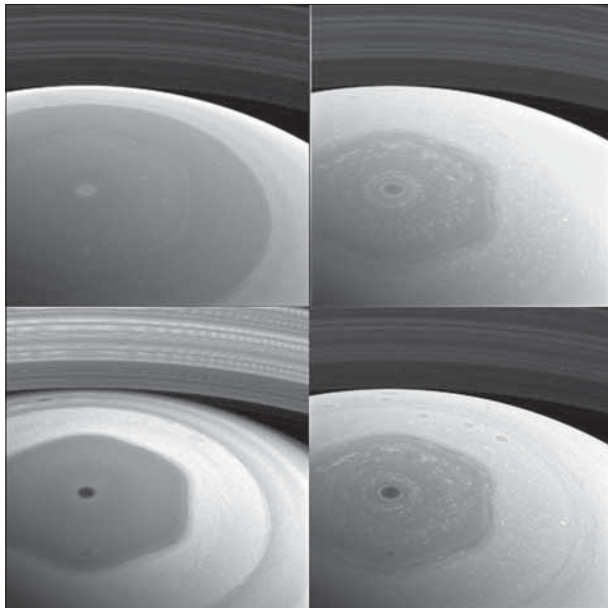
NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute  
fotogrāfija dabiskās krāsās

zibens izlādēs sadaloties atmosfēras metānam. Kvēpiem lēnām dreifējot lejup, tie varētu augstā temperatūrā un spiedienā Saturna atmosfēras dziļākajos slāņos iesaistīties ķīmiskās reakcijās ar ūdeņradi un ūdeni, veidojot sarežģītākus organiskos savienojumus.



Viena no *Cassini* novērotajām, ar negaisu saistītajām zibens izlādēm, redzama pat dienā kā 200 km diametra zilās gaismas atplaisnījums. Saīdinājumam ielikumā tas pats atmosfēras apgabals bez zibens.

NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute  
fotogrāfijas



Saturna ziemeļu polārie rajoni dažādās cilvēka acij neredzamās tuvējā infrasarkanā diapazona "krāsās", kur vislabāk saskatāma amonjaka mākoņu sega.

*NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute*  
fotomontāža

Saturna atmosfēras konvekcija tātad dzen zonālos vējus, kā arī izraisa negaisus subtropiskajos platumu grādos. Konvekcijas radītā cikloniskā virpuļainība var arī ceļot pa dažādiem platumu grādiem, un mazie virpuļi var apvienoties, ar savu rotācijas kustību barojot lielos ciklonus. No 2010. līdz 2012. gadam uz Saturna pastāvēja lieli, uzkrītoši balti ovāli, kas īstenībā bija amonjaka mākoņu iezīmēti lieli cikloni. Divi lielākie no tiem apvienojās, taču pēc tam lielā baltā ovāla kustība apstājās, nododot enerģiju rietumu un austrumu vējiem.

Atmosfēras virpuļainībai sasniedzot ziemeļpolu vai dienvidpolu, tā dod enerģiju spēcīgiem vēju atvāriem ap abiem poliem, ko var uzskatīt arī par polu zonālajiem vējiem, kuriem vairs nav kur tālāk nodot savu enerģiju. Tādējādi ap abiem Saturna poliem pastāv mūžīgi, divus tūkstošus kilometru plaši cikloni, kas ļauj dziļāk nekā parasti ieskatīties Saturna

Saturna atmosfēras struktūras ir vienkāršākas, taču mākoņu joslas un zonas zināmā mērā atgādina Jupitera atmosfēru.

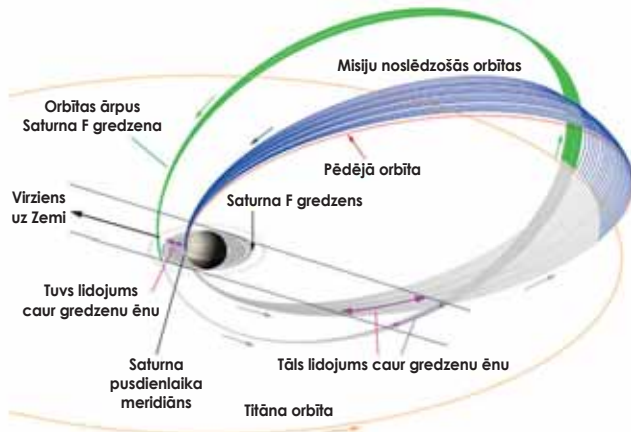
*NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute*  
infrasarkanā fotogrāfija 728 nm garuma viļņos

pelēkajā troposfērā. Šīs grandiozās parādības nebija zināmas līdz *Cassini* misijai.

Ciklonisko kustību pašorganizēšanās ap Saturna ziemeļpolu rada arī rezonanses viļņus, kuri izpaužas kā sešstūra formas ornaments, kas atgādina milzīgu, 28 tūkstošu kilometru diametra sešstūrīgu uzgriezni, centrētu uz Saturna ziemeļpola. Nav skaidrs, kāpēc šāda meteoroloģiskā parādība, kas pēc izmēriem vairāk nekā divas reizes pārsniedz mūsu planētas diametru, nav novērojama ap Saturna dienvidpolu. Var būt, ka Saturna ziemeļu polārā sešstūra rašanās ir skaidrojama ar mijiedarbību starp zonālajiem vējiem un atmosfēras viļņošanas Saturna gravitācijas laukā, bet tikai šaurās zonālo vēju ātruma robežās, kas šobrīd nav sasniegtas Saturna dienvidpola apkaimē.

Līdz šim ievāktā informācija par Saturnu ir Zemes iedzīvotāju prātiem atklājusi brīnišķīgu meteoroloģisko parādību klāstu, kas ietver grandiozas un eksotiskas Saturna dabas

izpaušmes. Tās, protams, darbojas pēc universāliem dabas likumiem, tomēr droši vien nebūtu paredzamas bez Voyager un Cassini veiktajiem novērojumiem Saturna tuvumā. Pēdējais Cassini misijas gads, kas būs veltīts galvenokārt paša Saturna, kā arī tā gredzenu izpētei, līdzināsies pavisam jaunai misijai neparastā, bezbailīgi tuvā orbītā ar pericentru tikai nedaudz virs Saturna atmosfēras. Joprojām labi funkcionējošais Cassini pavadoņš tādējādi iegūs nepieredzēti augstas kvalitātes mērījumus, kuri palīdzēs sistematizēt līdz šim veiktos empīriskos novērojumus un teorētiski arvien ticamāk modelēt Saturna un tūkstosiem tam līdzīgu citplanētu uzbūvi.



Cassini pēdējā pusgada orbītas vedīs ļoti tuvu Saturna atmosfērai, un pēdējās orbītas pericentrs būs 0,983 Saturna rādiusu attālumā no tā centra. Cassini misija noslēgsies 2017. gada 15. septembrī.  
NASA/JPL datorgrafika

### Saites:

- NASA Cassini lapa: <https://saturn.jpl.nasa.gov/>
- Planētu izpētes biedrības publicētā Cassini misijas notikumu tabula: <http://www.planetary.org/explore/space-topics/space-missions/cassinis-tour.html>

### Avoti:

- Baines, K. H.; Delitsky, M. L.; Momary, T. W.; Brown, R. H.; Buratti, B. J.; Clark, R. N.; Nicholson, P. D. Storm clouds on Saturn: Lightning-induced chemistry and associated materials consistent with Cassini/VIMS spectra. – *Planetary and Space Science* 57 (2009), 1650.
- Dyudina, A. A.; Ingersoll, A. P.; Ewald, S. P.; Porco, C. C.; Fischer, G.; Yair, Y. Saturn's visible lightning, its radio emissions, and the structure of the 2009-2011 lightning storms. – *Icarus* 226 (2013), 1020.
- Trammell, H. J.; Li, L.; Jiang, X.; Smith, M.; Hörst, S.; Vasavada, A. The global vortex analysis of Jupiter and Saturn based on Cassini Imaging Science Subsystem. – *Icarus* 242 (2014), 122. D

ANDRIS SLAVINSKIS, Tartu observatorija

## IGAUNIJAS STUDENTU SATELĪTU PROGRAMMAS ESTCUBE IEGULDĪJUMS CILVĒCES LIELĀKAJĀ IZAICINĀJUMĀ

*Ko valsts ar nedaudz vairāk kā miljonu iedzīvotāju un eiro ieguldījumiem gadā kosmosa jomā spēj darīt cilvēces labā, lai dzīvība turpinātu pastāvēt pēc iespējas ilgāk?*

### Kas ir vislielākais izaicinājums cilvēcei un dzīvajai pasaulei?

Zemes iedzīvotāju skaits un resursu patēriņš liek mums rūpīgi apsvērt sabiedrības un

dzīvības ilgtspējību – kā uzturēt Zemi apdzīvojamu pēc iespējas ilgāk un kā apdzīvot citas vietas? Tuvākajā nākotnē draudi ir vides izmaiņas, pārmērīgs resursu patēriņš, sociāl-

ģeopolitiskas katastrofas, mākslīgais intelekts, globāla pandēmija, atomkarš un citi. Tālākā nākotnē – kosmiskas katastrofas, liela aste- roīda trieciens un Saules izmaiņas, kuras var padarīt Zemi neapdzīvojamu; vai vēl tālākā nākotnē – Saule pārstāj nodrošināt ar gaismu un siltumu. Dzīvība ir vērtīga – mums ir lieliska iespēja to saglabāt. Ideālā gadījumā turpi- nātu pastāvēt dzīvība, kura ir ziņkārīga par sevi un visumu. Dzīvība ir reta – iespējams, sasniedzamā vai saklausāmā attālumā tā ir izveidojusies tikai vienu reizi uz Zemes vai citur Saules sistēmā.

Ir vairāki soļi, kurus varam spert vienlaicīgi, lai nodrošinātu maksimāli ilgu dzīvības pastā- vēšanu. *Viens solis* – tā kā dzīvot uz Zemes ir visvieglāk, nodrošināt pēc iespējas ilgāku Ze- mes apdzīvojamību un iegūt vairāk laika strā- dāt pie nākamajiem soļiem. *Otrs solis* – pēģināt dzīvības izcelšanos ārpus Zemes un Saules sistēmas. *Trešais* – pēģināt dzīvības pastāvēšanu un attiecīgos apstākļus citviet Saules sistēmā. *Ceturtais* – sagatavoties Zemes pamešanai. Šāda vispasaules misija dotu iespēju sadar- boties pilnīgi visām zinātnes nozarēm un dotu iespēju jebkuram sniegt ieguldījumu dzīvības saglabāšanā. Kopīgs mērķis, iespējams, spē- tu mobilizēt visus iedzīvotājus un valstis, ļaujot izveidot globālu cilvēces apziņu.



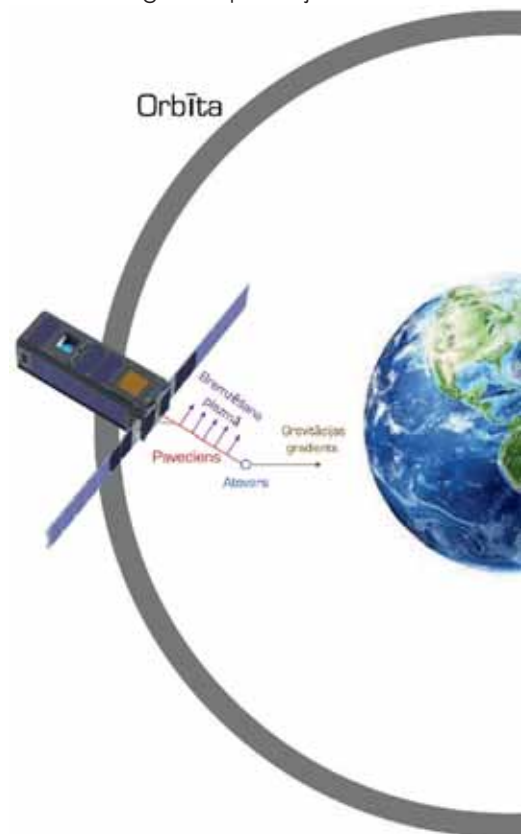
ESTCube-2 tehnoloģiju demonstrācijas misija ar kopējo masu mazāku par 4 kg.

Autori Taavi Torim un Erik Kulu. Avots: ESTCube

Neskatoties uz problēmas sarežģītību, tādi uzņēmumi kā SpaceX, Tethers Unlimited, Deep Space Industries, Honeybee Robotics un Planetary Resources ir attīstījuši savu bizne- su ar ilgtermiņa mērķi izmantot resursus ārpus Zemes un izplatīties Saules sistēmā.

### Zemes apdzīvojamība

Zemes mākslīgais pavadoņs ESTCube-2, kuru izstrādā Igaunijas Studentu pavadoņu fonds (ESTCube Foundation) kopā ar Tartu observatoriju, Tartu universitāti, Somijas Me- teoroloģijas institūtu, Ventspils Augstskolu un Zviedrijas uzņēmumu Nanospace, pārbaudīs vairākas tehnoloģijas, kas var sniegt ieguldīju- mu Zemes ilgākai apdzīvojamībai.



ESTCube-2 plazmā bremzēšanas eksperi- ments.

Autors Iaroslav Iakubivskiy. Avots: ESTCube

## Zemes novērošana

Mūsdienās precīzai Zemes novērošanai izmanto pavadoņus, kuru masa parasti ir lielāka par tonnu, un to izmaksas var sasniegt pat miljardu eiro. Starp pavadoņa izmēru un izmaksām izveidojas sakarība, kas palielina abus lielumus – tā kā tie ir dārgi, tad nevar pieļaut misijas neveiksmes, kas savukārt paugstina prasības, piemēram, liekot dublēt visas sistēmas. Rezultātā palielinās pavadoņa izmērs un izmaksas. Milzīgās izmaksas neļauj palaist konstelācijas – vairākus viena veida pavadoņus, – kas samazinātu laiku starp novērojumiem. Labākajā gadījumā tiek palaisti divi šādi pavadoņi, kuri atjauno novērojumus ik sešas dienas, kā to dara, piemēram, *Sentinel-1* misija.



*Sentinel-1* divu pavadoņu konstelācija izmaksā vairākus simtus miljonu eiro, un katra pavadoņa masa ir 2,3 tonnas.

Avots: Eiropas Kosmosa aģentūra

Pilnībā pārdomājot pavadoņu izstrādes principus, var nonākt pie cita veida misijām, kur katra pavadoņa masa ir mazāka nekā 100 kg vai pat 10 kg, atkarībā no tālīzpētes metodes; ražošanas un palaišanas izmaksas ir vien daži simti tūkstošu eiro; kā arī ir pieļaujams risks, ka pavadoņi var nedarboties. Izmantojot šādus izstrādes un ražošanas principus, ir iespējams palaist desmitiem pavadoņu, kuri atjauno novērojumus vairākas reizes

dienā. ASV uzņēmums *Planet* jau pierādījis, ka šāds princips ļoti labi strādā. Uzņēmums piegādā augstas izšķirtspējas optiskos attēlus ik dienu ar 4 kg smagiem pavadoņiem, kā arī attīsta tehnoloģijas un produktus multispektrālu attēlu piedāvāšanai. Šādus attēlus var izmantot, lai precīzi raksturotu vidi – veģetāciju, mežus, ūdeni, zemi, lauksaimniecības platības, ledu, sniegu utt., kas savukārt dod iespēju pieņemt lēmumus, lai saglabātu Zemi draudzīgu dzīvībai pēc iespējas ilgāk. Eiropā Zemes novērošana ar mazu pavadoņu konstelācijām vēl ir izstrādes stadijā. Viens no veiksmīgākajiem piemēriem ir Somijas uzņēmums *Iceye*, kas izstrādā sintezētās apertūras mikroviļņu radara instrumentus un pavadoņus, kuru masa ir mazāka par 100 kg – vismaz par kārtu mazāka nekā līdz šim izstrādātie pavadoņi ar līdzīgiem instrumentiem.



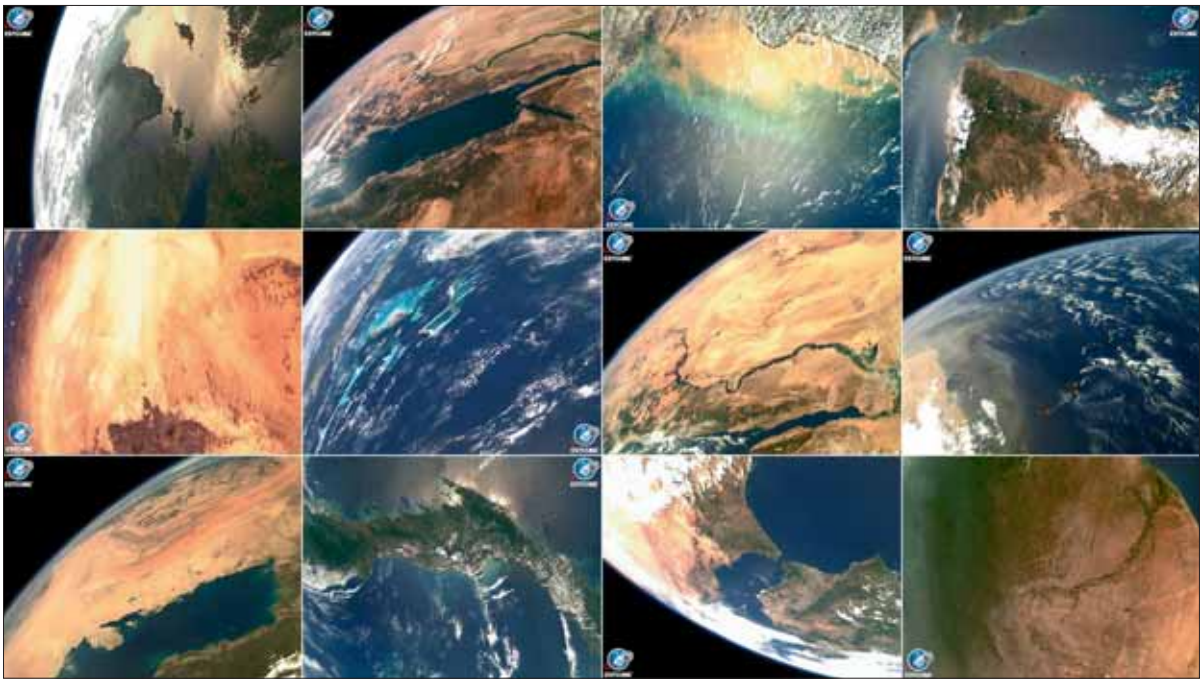
Uzņēmuma *Planet* izstrādātie pavadoņi *Dove*, kuru masa ir mazāka par 6 kg.

Avots: Planet.com



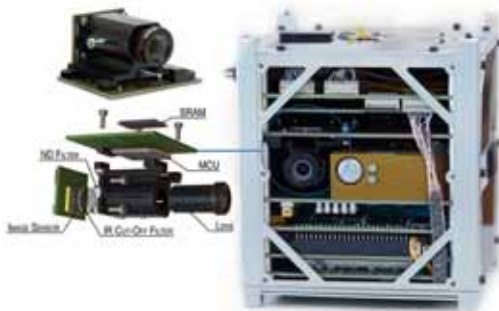
Ar *Dove* pavadoņi uzņemts attēls.

Avots: Planet.com



Attēli\*, kuri uzņemti ar ESTCube-1 kameru.

Avots: ESTCube



Pirmais Igaunijas ZMP ESTCube-1 (pavadoņa struktūru sk. ZvD, 2014, Vasara (224), 26. lpp.) un tā kamera.

Autors Henri Kuuste. Avots: ESTCube

Igaunijas pirmais ZMP ESTCube-1, kura misija ilga no 2013. gada maija līdz 2015. gada maijam, uzņēma simtiem augstas kvalitātes attēlu. Pateicoties tiem, komanda tika uzaicināta izstrādāt optisku kameru Eiropas Kosmosa aģentūras izglītības pavadoņim *European Student Earth Orbiter*, kuru plāno palaist 2017. gadā. Nākamajam pavadoņim ESTCube-2 tiek pielāgotas divas šādas kame-



Kamera, kura izstrādāta ESEO pavadoņim.

Autors Henri Kuuste. Avots: ESTCube

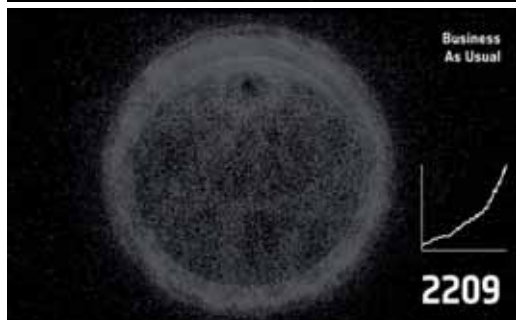
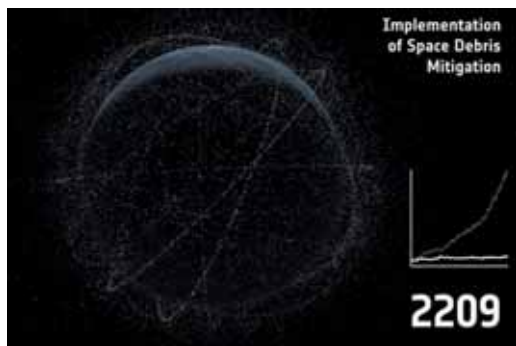
ras, lai uzņemtu attēlus divās spektra joslās un pārbaudītu, vai ir iespējams noteikt veģetācijas indeksu ar instrumentu, kas vieglāks par 1 kg. Paralēli tam tiks izstrādāts instruments, kas spēs sadalīt vairākas spektra joslas viena instrumenta ietvarā, samazinot instrumenta izmēru vēl vairāk.

\* ESTCube-1 pirmos attēlus sk. ZvD, 2014, Vasara (224), 27. un vāku 3. lpp.



## Kosmosa atkritumi

Tā kā tiek palaists aizvien vairāk pavadoņu Zemes novērošanai un citiem lietojumiem, kā arī noteikumi par Zemes zemo orbītu izmantošanu nenodrošina ilgtspējīgu orbītu lietošanu un kosmosa izpēti, tad palielinās kosmosa atkritumu skaits un ir nepieciešamība pēc tehnoloģijām, kuras samazina pavadoņa orbitālo augstumu, ļaujot tam ātrāk sadegt Zemes atmosfērā. *ESTCube-2* pārbaudīs Kulona pretesības dzinēju (*Coulomb drag propulsion*), kas samazina pavadoņa orbitālo ātrumu un augstumu, izmantojot spēku, kas rodas starp jonosfēras plazmu un lādētu vadu vai pavedienu, – notiek bremzēšana plazmā (*plasma brake*). Šāds dzinējs izmanto tikai elektroenerģiju (nav nepieciešama darbviela), sver mazāk nekā ½ kg un spēj samazināt orbitālo augstumu desmit reizi ātrāk, nekā tas notiek, dabiski izmantojot aerodinamisko pretesību.



Kosmisko atkritumu daudzums, mērķtiecīgi samazinot un nesamazinot to skaitu.

Avots: Eiropas Kosmosa aģentūra

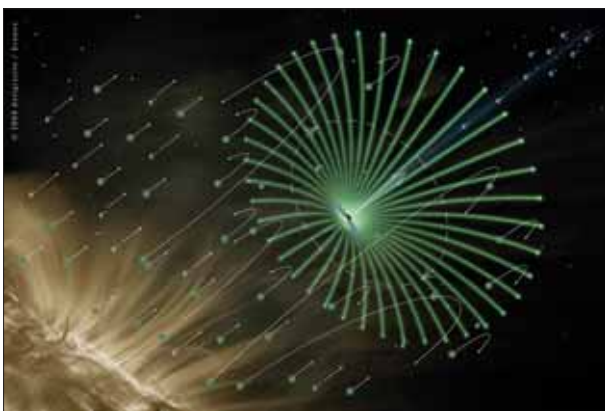


Kosmisko atkritumu daudzums 1961. un 2013. gadā.

Avots: Eiropas Kosmosa aģentūra

## Asteroīda trieciens

Dinozauriem nebija metožu, kā aizsargāties no asteroīda trieciena, un tas izbeidza to pastāvēšanu. Mēs spējam izgudrot, analizēt un ieviest tehnoloģijas bīstamu asteroīdu novirzīšanai. Viena no šādām tehnoloģijām ir Kulona pretesības dzinējs, kas sastāv no lādētiem pavedieniem, kurus grūž Saules vējš



Elektriskās buras zīmējums.

Autors *Antigravite*, Szames.

Avots: electric-sailing.fi

(jonosfēras vietā, salīdzinot ar bremsēšanu plazmā). Šādu tehnoloģijas lietojumu sauc par Saules vēja elektrisko buru (*electric solar wind sail*). Arī šajā gadījumā tehnoloģijas stiprākā īpašība ir spēja strādāt bez darbvietas, un tā ir īpaši noderīga, jo parasti nokļūšana pie asteroīdiem prasa ievērojamu darbvietas apjomu.

### Dzīvība Saules sistēmā

Lielākā daļa starpplanētu misiju veic mērījumus par dzīvības pastāvēšanu un apstākļiem uz citām planētām un debess ķermeņiem (pundurplanētām, dabiskajiem pavadoņiem, asteroīdiem un komētām). Tā kā līdz šim nav iegūti apstiprinoši pierādījumi, tad šī joprojām ir viena no spēcīgākajām motivācijām, kāpēc sūnīt zondes Saules sistēmā. Vai dzīvība ir izcēlusies uz Zemes vai ārpus tās? Pastāv dažādi modeļi, un ir nepieciešams vairāk mērījumu, lai tos apstiprinātu, atspēkotu vai izstrādātu jaunus modeļus.

*ESTCube-2* tiek izstrādāts, paturot prātā, ka tā pati platforma ar nosaukumu *ESTCube-3* tiks palaista Saules vējā – Mēness orbītā, lai pārbaudītu elektrisko buru. Tātad *ESTCube-3* var uzskatīt par prototipu starpplanētu misijām ar pavadoņiem, kuru masa mazāka par 10 kg. Tam būs sava dzinēj sistēma – elektriskā bura, multispektrālā kamera, papildu Saules paneļi, orientācijas noteikšanas un kontroles sistēma, kurai nav nepieciešams Zemes magnētiskais lauks, jo tā aprīkota ar aukstas gāzes dzinēj sistēmu (*cold gas propulsion*), griezes ratiem (*reaction wheel*) un zvaigžņu izsekotāju (*star tracker*).

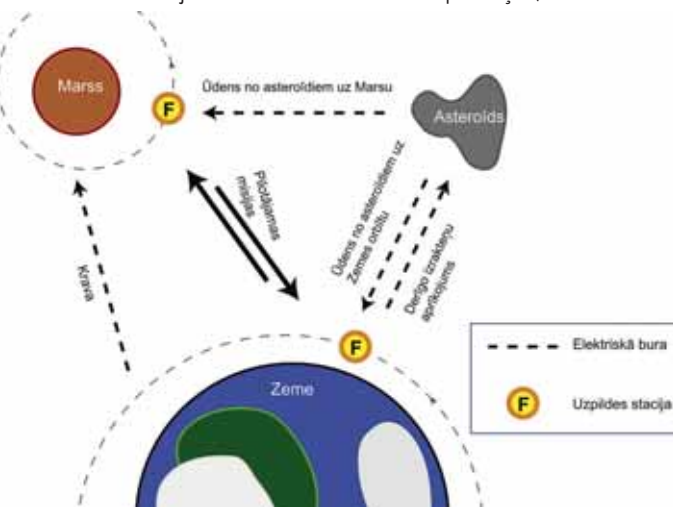
Uz starpplanētu misijām attiecas tas pats paradokss, kas uz Zemes novērošanas misijām, – pavadoņi ir dārgi, jo tie ir lieli, un, tā kā tie ir dārgi, tad nevar pieļaut misiju neizdošanos, kas tos padarā vēl lielākus. Līdz šim ir iegūti detalizēti dati par mazāk nekā 20 asteroīdiem, ko devušas 14 misijas, kuru

izmaksas ir starp 100 miljoniem un 1,4 miljardiem eiro. Grūti iedomāties, ka ar šādu pieeju iespējams iegūt plašu ainu par asteroīdiem dažādos Saules sistēmas reģionos, kuri varētu būt kalpojuši par transporta līdzekli vienkāršām dzīvības formām.

Izmantojot desmitiem mazu un ekonomisku pavadoņu, ko kopā sauc par floti, būtu iespējams iegūt mērījumus par simtiem asteroīdu, tādā veidā desmitkārtīgi palielinot mūsu zināšanas par šiem objektiem. Šādas misijas izmaksas būtu par kārtu mazākas, salīdzinot ar iepriekšējām misijām uz asteroīdiem, dažu pavadoņu neveiksme margināli ietaupītu misijas rezultātu, kā arī misiju būtu viegli mērogot gan zinātniski, gan ekonomiski.

### Saules sistēmas apdzīvošana

Dzīvošana ārpus Zemes rada daudz izaicinājumu – gaisa, ūdens, pārtikas un izejmateriālu nodrošināšana, sociālie un psiholoģiskie faktori, mākslīgās gravitācijas nodrošināšana, ķermeņa izturība, ilgi uzturoties vājas gravitācijas, samazināta skābekļa, paaugstinātas radiācijas un citos neierastos apstākļos, trans-



Elektriskā bura var piegādāt ūdeni un darbvietu Marsa misijām.

Autori Pekka Janhunen, Sini Merikallio un Mark Paton.  
Avots: EMMI — Electric solar wind sail facilitated Manned Mars Initiative

porta sistēmu nodrošināšana, un tā varētu turpināt ilgi. Tik tiešām šis ir lielākais cilvēces izaicinājums.

Vēl viens iemesls, kāpēc asteroīdu izpēte ir svarīga, – tie satur ūdeni, kas nepieciešams dzīviem organismiem un kuru var izmantot kā darbvietu, kā arī izejmateriālus, no kuriem varētu izstrādāt lielas kosmosa struktūras – antenas, dzīvojamās platības, kosmosa kuģus un tamīdzīgi. Datus, kurus atsūfītu iepriekš-apraksfītā mazu pavadoņu flote, varētu izmantot, lai noteiktu, uz kuriem asteroīdiem doties pēc izrakteņiem.

Izmantojot liela izmēra elektrisko buru ar desmitiem pavadieņu, kuri ir desmitiem kilometru gari (līdzīga bura būtu nepieciešama asteroīdu novirzīšanai), varētu nodrošināt transporta sistēmu starp Zemi, Marsu un asteroīdiem (sk. vāku 3. lpp.). Elektriskās buras varētu nogādāt kravas no Zemes uz Marsu, kā arī derīgo izrakteņu ekipējumu uz astero-

īdiem. No asteroīdiem tās varētu nogādāt ūdeni uz Zemes un Marsa orbītām.

### **ESTCube-2 atbalsfītāji un izstrādes grafiks**

Lai spertu mūsu nākamo soli tuvāk dzīvības izplatīšanai Saules sistēmā – izstrādātu un palaistu ESTCube-2, mūs atbalsta uzņēmumi Protolab, Brandner PCB, Farnell, Fleep, ESA-TAN-TMS, Atlassian, Mooncascade, COBALT, kā arī Igaunijas Dabaszinātņu universitāte un Igaunijas Investīciju aģentūra Enterprise Estonia.

2017. gada pirmie mēneši ir atvēlēti pavadoņa apakšsistēmu prototipu ražošanai un integrēšanai. Komanda plāno integrēt inženierijas modeli līdz vasarai, kad tas tiktu testēts. Lidojuma modeļa integrāciju plānots pabeigt 2018. gada vidū un tā testēšanu – 2018. gada beigās. ESTCube-2 plānots palaist 2019. gadā. Ja ESTCube-2 misija būs sekmīga, tad ceram palaist ESTCube-3 2020. gadā. D

RAITIS MISA

## **NEIESPĒJAMĀS DZINĒJS, KAS VISDRĪZĀK IR IESPĒJAMS**

Zinātniskā fantastika itin bieži ir interesanta lasāmviela, kas palīdz atbrīvot iztēli un savā prātā zīmēt nākotnes ainas, kad lietas, kas daļēdārbā apraksfītas, būs reālas. Vismaz daļa no tām. Mēs dzīvojam laikā, kad arvien vairāk šādu lietu tiešām kļūst reālas, un bieži ir tā, ka zinātnes fakti ir pat pārsteidzošāki par kāda autora izgudrotām lietām.

Viena šāda lieta ir dzinējs, kas rada vilkmi, bet kuram nav nekādu izmešu. Tas, kā noprotams, šķietami pārkāpj fizikas pamatus, kas, kā zināms, vēsta: lai kaut ko (masu) paātrinātu, tam jānodod impulss (impulsa nezūdamības likums). Pēc šāda principa darbojas gan klasiskie raķešu dzinēji, gan arī arvien lielāku popularitāti gūstošie jonu un plazmas dzinēji, gan arī eksotiskākas piedziņas tehnoloģijas, piemēram, gaismas buras.

Ne velti lietots vārds “šķietami”, jo patiesībā fizikas principi, uz kuriem balstīts šis dzinējs, zināmi jau vismaz 65 gadus. Kā uzsver dzinēja radītājs, sarežģītākais šajā procesā nav fizika, sarežģītākais ir izveidot pareizu dzinēja tehnisko dizainu.

Dzinēja nosaukums ir *EmDrive*, un plašākas publikas, arī raksta autora uzmanību tas piesaistīja jau 2014. gadā, kad pasauli aplidoja ziņa, ka NASA Eagleworks laboratorijā veikts eksperiments, kas apstiprina, ka *EmDrive* tiešām rada izmērāmu vilkmi. Toreiz šis paziņojums izraisīja milzīgu skeptiķu aktivitāti, un entuziasms, ko šāds paziņojums (par dzinēju bez izplūdes) izraisīja, ātri noplaka.

Bet pērn NASA Eagleworks publicēja otra eksperimenta, kas šoreiz turklāt tika veikts vakuumā, rezultātus. Tie atkal apliecināja, ka

*EmDrive* darbojas un rada vilkmi. Arī ķīnieši paziņoja, ka ir radījuši līdzīga dzinēja prototipu un tas darbojas. Klīst pat baumas, ka dzinēja prototips jau ir kosmosā, uzstādīts Ķīnas *Tiangong-2* kosmosa stacijā. Tā vairs nevarēja būt nejaušība. Kaut arī šobrīd, raksta tapšanas brīdī, tā autoram vēl ir nelielas šaubas par šo paziņojumu patiesumu (veselīgas skepse ietvaros, kā mēdz teikt, "drošības pēc"), tomēr pierādījumi un liecības, ka *EmDrive* darbojas, tās ir samazinājuši līdz izzūdoši mazam lielumam.

### Kas ir *EmDrive*?

*EmDrive* uzbūve ir vienkārša. Būfībā ir nepieciešams mikroviļņu avots un koniskas formas rezonanses kamera. Mikroviļņu avotu var atrast kaut vai mikroviļņu krāsnī, kas tiešām arī tīcis izmantots dažos *EmDrive* eksperimentos, piemēram, Drēzdenes universitātē. Savukārt konisku rezonanses kameru, spriežot pēc attēliem, izgatavo no vara. Vilkme rodas minētajā rezonanses kamerā, starojot mikroviļņus.

Jāpiebilst, ka *EmDrive* ir tikai viens no mēģinājumiem minēto principu lietot dzinēju veidošanā. *EmDrive* radījis britu izgudrotājs Rodžers Šāvirs (*Roger Shawyer*). ASV Pensilvānijas štatā bāzētā kompānija *Cannae* tās izgudrotāja Gvido Fetā (*Guido Fetta*) personā radījis t.s. *Cannae Drive*. Tas ir līdzīgs

dzinējs, kas izmanto tos pašus principus, ko *EmDrive*. Atšķiras tikai dzinēja konstrukcija un rezonanses kameras forma. *Cannae* jau paziņojusi, ka plāno veikt dzinēja izmēģinājumus kosmosā, palaižot nelielu pavadoņi ar *Cannae Drive* uz borta.

Vairāk par *EmDrive*: <http://emdrive.com>

Vairāk par *Cannae*: <http://cannae.com>

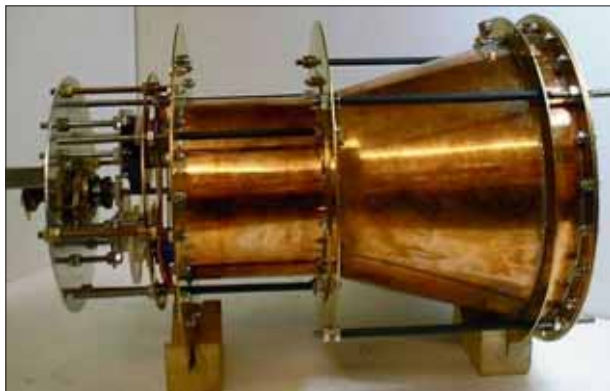
### Izmantošanas iespējas

Saprotams, ka pirmais lietojums šādiem dzinējiem, kam vilkmes radīšanai nepieciešama tikai enerģija, bet kuru jauda ir neliela, pirmkārt izmantojams manevru dzinēju vietā kosmosā. *EmDrive* gadījumā šie tiek saukti par pirmās paaudzes dzinējiem. Tie labi noderētu, piemēram, ģeostacionāro pavadoņu orbītas noturēšanai vai SKS orbītas paaugstināšanai, kas šobrīd prasa regulāru klasisko dzinēju izmantošanu, piemēram, šim mērķim izmantojot *Progress* kravas kuģu dzinējus.

Otrās paaudzes dzinēju veiktspēja būs ievērojami lielāka. Izmantojot jau šobrīd pieejamas tehnoloģijas, ir iespējams izveidot *EmDrive* ar celtspēju  $3,15 \times 10^4$  N/kW (3,2 t/kW). Tātad, izmantojot 1 kW enerģijas, iespējams pacelt vairāk nekā 3 tonnas svara. Un te svarīga ir vārdu izvēle – ne velti lietots vārds "pacelt". Tā ir dzinēja veiktspēja darbībai, nenodrošinot kustību. Ja šāds, otrās paaudzes dzinējs tiktu izmantots arī kustības nodrošināšanai ar, piemēram, paātrinājumu nieka  $0,1 \text{ m/s}^2$  – tā celtspēja būtu vien 0,93 t/kW. Tātad *EmDrive* ir efektīvi izmantojams masas noturēšanai virs zemes, bet ne piedziņai. Šis ierobežojums arī nosaka to, kādi varētu būt iespējamie otrās paaudzes *EmDrive* lietojumi.

Viens iespējamais lietojuma veids ir lidojoši transportlīdzekļi, kuros *EmDrive* nodrošinātu celtspēju, bet virzībai uz priekšu varētu izmantot nelielus reaktīvos dzinējus. Šādi varētu radīt ļoti efektīvas un arī drošas lidojošas mašīnas (aparātus).

Cits lietojums varētu būt hibrīdi kosmosa kuģi. Tajos *EmDrive* atkal nodrošinātu masas, ja tā var teikt, neitralizēšanu, bet tradicionā-



*EmDrive* klasiskais dizains ir nošķelta konusa formā.  
No [emdrive.com](http://emdrive.com)

lie raķešu dzinēji nodrošinātu paātrinājumu suborbitāliem un, iespējams, arī orbitāliem lidojumiem. Tātad, ja šādu kosmosa kuģi izdotos radīt, tas kļūtu par pirmo vienpakāpes lidaparātu, kas spējīgs ieiet Zemes orbītā.

EmDrive radītājiem prātā ir vēl fantastiskākas idejas, kas sniedzas pat līdz lielu Zemei bīstamo asteroīdu orbītu izmaiņšanai, bet tie ir nākotnes plāni. Šobrīd ir jāgūst praktiski rezultāti, izmantojot jau esošo, pirmās paaudzes EmDrive.

Lai uzzinātu, ko par to domā cilvēki, kas par EmDrive zina vairāk nekā lielākā daļa no mums, ar jautājumiem vērsos pie minētos EmDrive testus veikušās NASA Eagleworks laboratorijas inženiera (šobrīd pensijā) Paula Marča (Paul March) un EmDrive izgudrotāja Rodžera Šavīra.

Uzrunāts tika arī kompānijas Cannae izgudrotājs Guido Feta, bet saņēmu atbildi, ka Cannae šobrīd nesniedz komentārus par savām aktivitātēm jaunā dzinēja izveides jomā.

### Atbildes uz jautājumiem e-pastā

No NASA Eagleworks inženiera Paula Marča (PM)

Raitis Misa (RM): Jūs savā iepriekšējā (iepažīšanās) e-pastā rakstījāt, ka esat piedalījies NASA Eagleworks laboratorijas veidošanā. Kāda bija Jūsu loma šajā procesā?

PM: NASA Dr. Harolda Sonnijs Vaitis (Dr. Harold Sonny White) pieņēma mani darbā 2012. gadā par Eagleworks laboratorijas vadītāju, galveno inženieri un, ja nepieciešams, arī tehniķi. Man iedeva tukšu NASA/JSC B15 istabu ar izmēru apmēram 6x8 m un uzdeva izveidot laboratoriju, kurā varētu veikt dzinēju ar  $\mu\text{N}$  (mikroņūtonu\*) vilkmi testēšanu.

Pēc vairāk nekā divu gadu darba un ar lielu Sonniju un viņa studentu atbalstu bija tapusi pasaules klases testu laboratorija ar vakuuma kamerā izvietotu svārstu, kas spēj nomērīt  $\mu\text{N}$  (mikroņūtonu) vilkmi. Šeit bija uzstādīts arī Sonnija radītais vērpes lauka interferometrs.

\* Ņūtons – SI atvasinātā spēka mērvienība ( $\text{m kg s}^{-2}$ ), simbols N, mikroņūtons =  $10^{-6}$  N.

Inženieris  
(šobrīd pensijā)  
Pauls Marčs (Paul March), NASA,  
2016. gada jūlijs.  
Pers. foto



RM: Kad vaicāju, vai, Jūsuprāt, EmDrive darbojas, teicāt, ka jā. Lūdzu, mēģiniet paskaidrot, kā tas darbojas?

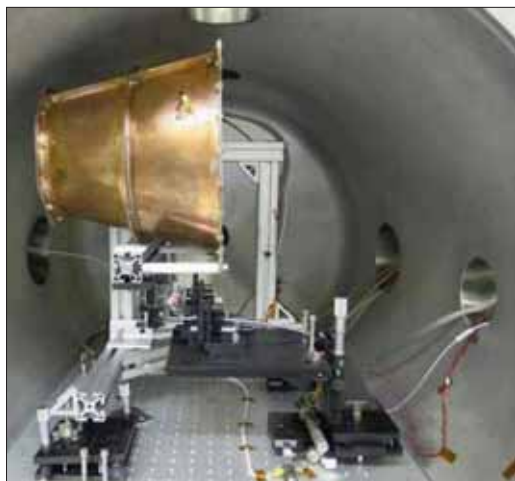
PM: Jā, manuprāt, Eagleworks projektētais un Eagleworks cilvēku testa mērķiem uzbūvētais vara konuss rada 20 līdz 100  $\mu\text{N}$  vilkmi. Testu dzinēja darbības efektivitāte ir 1,2 miliņūtoni uz kW vai 0,0012 N/kWe.

Lai paskaidrotu, kā un kāpēc vara konuss darbojas, ir vairāki konkurējoši fizikāli modeļi. Manuprāt divi labākie ir Dr. Džeimsa Vudvarda (Mach Effect) un Dr. Harolda Sonnija Vaita kvantu vakuuma minējumi.

Diemžēl, lai paskaidrotu katru no minējumiem, būtu nepieciešamas vairākas lappuses, bet abi šie minējumi balstās uz elektromagnētisko un fizikālo iedarbību uz gravitācijas lauku, tādējādi radot inerces un, iespējams, pat gravitācijas efektu. Es to saucau par fona gravitācijas lauku jeb G/I (gravitācijas inerces) lauku, jo, šķiet, tas atbilst fizikālai īpašībai, ko mēs saucam par inerci.

RM: Cik noprotu, EmDrive nākotnē varētu tikt izmantots gan kosmosā, gan arī uz zemes. Kosmosa lietojumi ir skaidri. Tur pat neliela vilkme jau ir vēra ņemams ieguvums. Bet šeit, gravitācijas akas apakšā, ar mazumiņu nepietiks. Kādi ir iespējamie dzinēja lietojumi uz zemes?

PM: Tas, kam šie G/I lauka dzinēji var tikt izmantoti, tieši atkarīgs no to veikspējas. Manuprāt, dzinēji ar efektivitāti zem 0,100 N/kWe ir izmantojami tikai piedziņai kosmosā un tikai autonomām, nepilotējamām misijām. Savu-



NASA Eagleworks konstruētais EmDrive testu vakuuma kamerā. [Noemdrive.com](http://Noemdrive.com)

kārt dzinēji ar efektivitāti no 0,1 līdz 15,0 N/kWe izmantojami lielu pilotējamu kosmosa kuģu piedziņai un uz zemes kā papildu piedziņas avots lidaparātiem, kuru lielāko svara daļu gaisā aerodinamiski noturētu spārni. Ja izdotos radīt G/I lauka dzinēju ar efektivitāti ap 15 N/kWe, var domāt par vertikālas pacelšanās lidaparāta izveidi uz zemes un pat nokļūšanai kosmosā. Tas, cik tālu (augstu) ar šādu lidaparātu varētu tikt, lielā mērā atkarīgs no enerģijas avota un enerģijas blīvuma, ko var sasniegt. Proti, cik liela degvielas un iekārtu masa nepieciešama, lai saražotu noteiktu enerģijas daudzumu, un cik ilgu laiku nepārtrauktas darbības šāds enerģijas avots spētu nodrošināt.

**RM:** Neilgi pēc tam, kad NASA Eagleworks publicēja atskaiti par otru izmēģinājumu vakuumā, aktivizējās skeptiķi, apgalvodami: izrādīsies, ka EmDrive nemaz nedarbojas. Kā arguments tika pieminēts gadījums ar it kā ātrākiem par gaismu neitriņo, kas vēlāk izrādījās mērījuma kļūda. Jūsu komentārs?

**PM:** Skeptiķiem nav jālūko pēc padoma, kā iznīcināt jebkuru jaunu ideju vai izgudrojumu. Tā ir viņu "specializācija". Jaunu ideju autoriem un izgudrotājiem ir jāspēj pierādīt, ka jaunās idejas un iekārtas ir labākas par

esošajām tehnoloģijām, vai arī viņu izgudrojumi nomirs dabīgā nāvē. Tas ir jaunās izgudrošanas biznesa paradigmas *Iņ* un *Jaņ*, un mēs šajā spēlē spēlēsim katrs savu lomu.

Galū galā atbildi uz jautājumu, vai tas darbojas, dos reālos izmēģinājumus iegūti dati, tieši tā, kā tam jābūt. Šobrīd G/I lauka eksperimentu dati, ko esmu redzējis vai pats ieguvis, parāda, ka ir novērojams spēkam līdzīgs efekts, ko rada šis G/I lauks. Tiesa, šobrīd vēl ir zināmas grūtības to precīzi noteikt. Tagad kārtā G/I lauka dzinēju veidotājiem parādīt, ka tie spēj uzlabot rādītājus, ko ieguvām Eagleworks, – 0,0012 N/kWe, vismaz līdz 0,056 N/kWe. Tas nepieciešams tādēļ, ka apmēram šādu efektivitātes līmeni šobrīd jau nodrošina kosmosa risinājumos reāli izmantotie elektriskās piedziņas jeb Holla efekta dzinēji (tie zināmi arī kā jonu dzinēji, - *aut.*). Ja inženieri spēs pāris gadu laikā G/I lauka dzinējus uzlabot līdz šādam rādītājam, tad iegūsim praktisku kosmosa dzinēju, kam nav nepieciešams impulsa nesējs. Tad debesīm vairs nebūs robežu cilvēka centienos sasniegt zvaigznes.

No EmDrive izgudrotāja Rodžera Šavīra (**RŠ**)

**RM:** Šobrīd uzskata, ka EmDrive darbojas. Bet varbūt varat vienkārši paskaidrot, kā tas darbojas? Paskaidrot tā, lai arī mūsu lasītāji varētu to izprast.



EmDrive izgudrotājs Rodžers Šavīrs (Roger Shawyer) ar EmDrive prototipu. [Noemdrive.com](http://Noemdrive.com)

**RŠ:** *EmDrive* darbojas, radot asimetrisku elektromagnētiskās radiācijas spiedienu mikroviļņu rezonanses kamerā. Mikroviļņu rezonanses kamerā ceļojošo radioviļņu impulss jāreizina ar šīs kameras efektivitātes koeficientu  $Q$ . Šis impulss tiek pārnestis uz pašu rezonanses kameru. Un, lai šo impulsu līdzsvarotu un līdz ar to tiktu ievērots impulsa nezūdamības likums, šī kamera paātrinās.

**RM:** *Cik noprotams, EmDrive nākotnē varēs izmantot gan kosmosā, gan arī uz zemes. Par izmantošanu kosmosā ir skaidrs. Tur pat neliela vilkme ir izmantojama. Uz zemes ir citādi. Kādu iespējamās dzinēja lietojumus uz zemes paredzat? Internetā atrodamī video, kur minat iespēju, izmantojot EmDrive, izveidot pat vertikālas pacelšanās lidaparātu.*

**RŠ:** *Rezonanses kameras efektivitāti  $Q$  var daudzkārt palielināt, izmantojot supravadošu tehnoloģiju. Rezultātā var radīt dzinēju ar lielu vilkmes līmeni, ko var izmantot gan iziešanai kosmosā, gan arī daudzos transporta lietojumos šeit uz zemes.*

**RM:** *Nav noslēpums, ka šobrīd par Jūsu projektu ir ieinteresējušies nopietni cilvēki. Varbūt varat atklāt, kas tie ir un kādiem mērķiem plāno izmantot Jūsu izgudrojumu? Manuprāt, būtu tikai loģiski, ka EmDrive izmantošanu sāktu pēc iespējas ātrāk. Šķiet, ka tas ir prasījis daudz laika, lai nonāktu līdz šādai interesei...*

**RŠ:** *Diemžēl komerciālās un nacionālās drošības konfidencialitātes ierobežojumu dēļ šobrīd nevaru sniegt komentārus par šo jautājumu.*

**RM:** *Es gan nepiederu skeptiķu lokam, īpaši nesēnā NASA Eagleworks laboratorijā veiktā eksperimenta gaismā. Tomēr ir avoti, kuros atrodamī raksti, kas apgalvo, ka gala-rezultātā EmDrive nedarbosies kā dzinējs.*

**RŠ:** *Ja cilvēki neizprot jautājuma zinātnisko pusi, viņiem ir tiesības būt skeptiskiem. Tomēr šobrīd visā pasaulē ir pietiekami daudz iestāžu un organizāciju, kuru cilvēki labi izprot zinātnisko pusi (un te nav runa tikai par NASA), tādēļ skeptiķiem ir pienācis laiks izlasīt manus*

zinātniskos rakstus un pašiem veikt aprēķinus.

**RM:** *Divi jautājumi vienā par citām aktivitātēm. Pirmkārt, kļīst baumas, ka ķīnieši jūsu tehnoloģiju jau ir izvietojusi savā kosmosa stacijā. Varētu jau viņiem pajautāt, bet iespēja saņemt patiesām patiesu atbildi nav liela. Cik var spriest no tā, ko zināt, vai tā varētu būt patiesība? Vai viņu tests ir izdevies?*

*Otra jautājuma daļa ir par Cannae Inc aktivitātēm. Viņi apgalvo, ka gatavo testam paši savu bezzīmes tehnoloģiju, kas atšķiras no EmDrive. Viņi savā paziņojumā preseī uzsver, ka izmanto paši savu tehnoloģiju, kurai nav nepieciešama nekāda degviela. Vai tā ir cita tehnoloģija, kas pēc būtības atšķiras no EmDrive izmantotās? Nešķiet ticami.*

**RŠ:** *Ķīna jau 2010. gadā publicēja pirmos ticamos testu rezultātus, tātad viņiem bija pietiekami daudz laika, lai radītu un notestētu tehnoloģiju izmēģinājumiem orbītā. Un, jā, es domāju, ka viņi labi saprot, kā darbojas EmDrive.*

*Cannae dzinējs veidots, izmantojot ļoti atšķirīgas formas rezonanses kameru. EmDrive klasiskais dizains ir nošķelta konusa formā. Tomēr tas darbojas, izmantojot tos pašus fizikālos principus, ko EmDrive.*

*Sk. arī video interviju ar Rodžeru Šavīru <https://www.youtube.com/watch?v=4hTdSg47h3k>*

## Nobeigums

*Cilvēku izpratne par dabu mums apkārt kļūst arvien pilnīgāka, tomēr tajā ir vēl daudz balto plankumu un iespēju veikt fundamentālus atklājumus. Var tikai minēt, kādu labumu tie nesīs cilvēka centieniem ielūkoties dabā dziļāk, tālāk, precīzāk, ja šāds, uz jau sen zināmiem fizikas principiem balstīts izgudrojums sola radīt revolūciju vispirms jau kosmosa apgūvē un, iespējams, arī virszemes transportā. Varbūt jau ne tik tālā nākotnē tiešām pārvietosimies lidojošās mašīnās. Ne velti saka, ka cilvēki, prognozējot nākotnes sasniegumus, pārspīlē to, kas būs pēc dažiem gadiem, bet krietni par zemu novērtē to, kas būs pēc dažiem gadu desmitiem.D*

## ESO VLT MEKLĒS PLANĒTAS CENTAURA ALFAS SISTĒMĀ

Kā vēstīts 9.janv. 2017. paziņojumā presei (*eso1702 – Organisation Release*), ir parakstīta vienošanās starp Eiropas Dienvidobservatoriju ESO un programmu *Breakthrough Initiatives*, lai ļoti lielā teleskopa VLT (*Very Large Telescope*) mēraparatūru Čīlē piemērotu planētu meklēšanai Saules kaimiņu zvaigžņu Centaura Alfas sistēmā. Šīs planētas varētu kļūt par mērķi kosmisko miniatūrzonžu palaišanai projekta *Breakthrough Starshot*<sup>1</sup> ietvaros.

ESO ģenerāldirektors Tims de Zeuvs (*Tim de Zeeuw*) parakstīja vienošanos ar *Breakthrough Initiatives*, ko pārstāvēja Pīts Vordens (*Pete Worden*), fonda *Breakthrough Prize Foundation* priekšsēdētājs un *Breakthrough Initiatives* izpilddirektors. Vienošanās paredz darbu finansēšanu uz VLT uzstādītā attēlveidotāja un vidējā infrasarkanā diapazona spektrometra VISIR (*VLT Imager and Spectrometer for mid-InfraRed*) modifikācijai, lai ievērojami palielinātu to spēju meklēt potenciāli apdzīvojamās planētas Centaura Alfā, Zemei tuvākajā zvaigžņu sistēmā. Vienošanās tāpat paredz VLT novērošanas laiku, lai veiktu planētu rūpīgas meklēšanas programmu 2019. gadā.

Planētas *Proxima b* atklāšana<sup>2</sup> 2016. gadā pie Proksimas, trešās un pašas vājākās Centaura Alfas sistēmas zvaigznes, palielina interesi par šo programmu.

Tuvāko citplanētu atrašana pētniecības un inženierzinātņu projektam *Breakthrough Starshot*, kura izpilde sākās 2016. gada aprīlī, ir sevišķi svarīgs jautājums. Projekts pamatojas uz gaismas dziļo superātro nanozonžu koncepciju, kura ietvaros tiek likti pamati pirmo zonžu palaišanai uz Centaura Alfu šīs paauzdes laikā.

<sup>1</sup> Sk. Raitis Misa. Solis tuvāk zvaigznēm. – *ZVD*, 2016/17, Zieme (234), 19.-23. lpp. <http://www.lv.zvd/2016/zieme/solis-tuvak-zvaigznem/>

<sup>2</sup> Par *Proxima b* atklāšanu sk. 11.-14. lpp.



24.aug.2016. ESO preses konferencē savā Galvenajā pārvaldē Garhingā, Minhenes tuvumā, Vācijā, paziņoja (*eso1629 – Science Release*) par planētas atklāšanu tikai četrus gaismas gadu attālumā, kas, domājams, ir cieta un varētu saturēt šķidru ūdeni un svešas dzīvību. Izmantojot Eiropas Dienvidobservatorijas ESO teleskopus, astronomi atraduši skaidru liecību, ka mums tuvākā zvaigzne Centaura Proksima ir saule citai Zemei līdzīgai pasaulei, kas nosaukta *Proxima b*.

Runā PhD Pīts Vordens (*S. Pete Worden*), projekta *Breakthrough Starshot* vadītājs.

*Nopelni:* ESO/M. Zamani

Apdzīvojamas planētas uziešana pie Centaura Alfas ir ārkārtējas grūtības uzdevums saimniekzvaigznes lielā spožuma dēļ (*sk. vāku 2. lpp.*), kas pārplūdina samērā blāvās planētas. Novērojumi vidējā infrasarkanā diapazona viļņu garumā var atvieglot šo uzdevumu – šajos staros planētas siltuma izstarojums ir ievērojami stiprāks un atšķirība zvaigznes un planētas spožuma līmeņos ievērojami samazinās. Bet pat šajā spektra diapazonā zvaigzne vienlīdz ir dažus miljonus reizu spožāka par atklāto planētu, kas prasa īpašu novērojumu tehniku, lai spētu samazināt žilbinošo zvaigznes gaismu.





**Ļoti lielais teleskops un zvaigžņu sistēma Centaura Alfa.** Šīs ilustrācijas priekšplānā ESO's Ļoti lielais teleskops VLT Paranal observatorijā Čīlē. Bagātais zvaigžņu fons iekļauj spožo dubultzvaigzni Centaura Alfū un Proksimu, Zemei tuvāko zvaigžņu sistēmu. 2016. gada nogalē ESO parakstīja vienošanos ar programmu *Breakthrough Initiatives*, lai pielāgotu VLT mēraparatūru vadīt planētu meklējumus Centaura Alfās sistēmā. *Nopelns: Y. Beletsky (LCO - Las Campanas Observatory)/ESO*

Jau pašreizējais vidējā infrasarkanā diapazona uztvērējs *VISIR* uz VLT varēs nodrošināt nepieciešamos tehniskos parametrus, ievērojami uzlabojot attēlu kvalitāti, izmantojot adaptīvās optikas un koronogrāfijas metodes, lai samazinātu zvaigznes gaismu un tādējādi atklātu iespējamo Zemei līdzīgo planētu signālu.

Jaunā aparatūra ietver instrumenta moduli, ko šā eksperimenta ietvaros izgatavos Minhenes firma *Kampf Telescope Optics*, kurā būs viļņu frontes sensors un principiāli jauna detektora kalibrēšanas ierīce. Turklāt, piedaloties Lježas universitātei Beļģijā un Upsalas universitātei Zviedrijā, tiek plānots jauns koronogrāfs.

Potenciāli apdzīvojamo planētu uziešana un pētniecība pie citām zvaigznēm kļūs

par vienu no gaidāmā Eiropas Ārkārtīgi lielā teleskopa *E-ELT (European Extremely Large Telescope)* pamatuzdevumiem. Milzīgais *E-ELT* spoguļa izmērs ļaus iegūt planētu attēlus arī lielos attālumos Piena Ceļā. VLT gaismas savācējspēks ir tikai pietiekams, lai attēlotu planētu ap Saulei tuvāko zvaigzni Centaura Alfa.

Uztvērēja *VISIR* modernizācijas pieredze ļoti noderēs nākamajam instrumentam *METIS (Mid-infrared E-ELT Imager and Spectrograph)*, ko paredzēts uzstādīt uz *E-ELT*, kas tiks uzbūvēts pēc līdzīga principa. Teleskopa *E-ELT* gigantiskie izmēri ar *METIS* ļaus reģistrēt un pētīt Marsa izmēra citplanētas Centaura Alfās sistēmā (ja vien tās tur ir), kā arī citas potenciāli apdzīvojamās planētas pie citām tuvējām zvaigznēm. D

JĀNIS KUZMANIS

## NE TIKAI ASTEROĪDI!

Tālajā 1998. gadā kinoskatītāji tika iepazīstināti uzreiz ar divām filmām (*Deep Impact* un *Armageddon*) ar visai līdzīgu sižetu – Zemei draud neizbēgama sadursme ar tuvojošos asteroīdu vai komētas kodolu. Šoreiz neiedzilnāsimies filmu saturā, bet tā bija pirmā reize, kad līdz plašākas publikas apziņai nonāca doma par lielu meteorītu krišanas iespējamajām katastrofālajām sekām visas planētas mērogā. Kopš tā laika:

- 1) regulāri vismaz dažas reizes gadā plašsaziņas līdzekļos parādās ziņas par Zemei bīstami tuvu pielidojošiem asteroīdiem;
- 2) ir sīcies starptautisks šādu potenciāli bīstamu debess ķermeņu monitorings.

Pavisam uz mūsu planētas apzināti >100 šādu meteorītu radītu krāteru atlieku (ir pat termins *astroblēma*), kuru diametrs pārsniedz kilometru, lielākās struktūras sasniedz 250 un pat 300 km diametru (*Sudbury* Kanādā un *Vredefort* Dienvidāfrikas Republikā). To vecums iesniedz simtos miljonu gadu, kuru laikā erozijas procesi pilnībā spējuši noārdīt sākotnējās katastrofas pazīmes. Interesanti, ka vienā šādā 4,5 km diametra un 290 miljonus gadu vecā astroblēmā ērti izvietojusies Latvijas mazpilsēta Dobeles.

Tomēr Zemes vēsturē iespaidīgas katastrofas ar globālām sekām radījuši arī vulkānu izvirdumi. Daudziem vēl atmiņā haoss Eiropas gaisa satiksmē 2010. gada pavasarī un vasarā, ko radīja nebūt ne īpaši spēcīgais *Eyjafjallajökull* vulkāna izvirdums Islandē. Pirms ~70 000 gadu Sumatras salas ziemeļdaļā notika tāda mēroga vulkāna izvirdums, kura radītie pelnu slāņi Indijā, vairāk nekā 2000 km

attālumā, sasniedza 6 m biezumu. Nešaubīgi, ka tas ilgus gadus ietekmēja klimatu visas planētas mērogā.

Tātad pastāfsīsim par lielākajiem un postošākajiem vulkānu izvirdumiem, aprobežojoties gan ar pēdējo ~4000 gadu periodu, kas ļauj meklēt kādas pēdas civilizācijas atmiņā.

### Kā salīdzināsim?

Uzreiz jāsaka, ka zemestrīču gadījumos ierastais salīdzinājums ballēs vai magnitūdās neder. Abas parādības – zemestrīces un vulkānu izvirdumi – ir saistītas, bet ir arī kvalitatīvi atšķirīgas. Lielāko daļu zemestrīču, ieskaitot pašas postošākās, parasti rada planētas kontinentālo plātņu kustība, iežos radītajai spriedzei lēcienveidā pārejot deformācijā. Vairākumā gadījumu izvirduma materiālu nemaz nav. Vulkāna izvirdumā gāzu spiediena iedarbībā caur krātera kanālu laukā izlido karstu sasmalcinātu vai pat izkusušu iežu daļiņas un izplūst šķidra lava. Izvirdums var būt ārkārtīgi dažāds, to ietekmē vulkānu barošā magmas rezervuāra dziļums, tilpums, gāzu spiediens, magmas ķīmiskais sastāvs, temperatūra un gāzu saturs tajā. Ja gāzu ir maz, notiek mierīga izkusušās lavas izplūde, cilvēkam sajūtami zemestrīces grūdieni aprobežojas ar tuvāko apkārtni. Arī otrādi, – ja lava ir ļoti sfīgra, tad tā var pilnībā noslēgt krātera kanālu. Gāzu spiedienam augot, kādā brīdī iežu izturība tiek pārsniegta, sekas var būt visai dramatiskas. Cilvēces vēsturē iespaidīgākais eksplozīvais izvirdums bija Krakatau vulkāna izvirdums 1883. gadā Indonēzijā. Radušos triecienvilni barogrāfi (meteoroloģiskas ierīces

gaisa spiediena izmaiņu pierakstam) reģistrēja dažu dienu laikā vairākkārt, tātad tas pāris reizes apskrēja apkārt visai zemeslodei.

1982. gadā vulkānisma parādību salīdzināšanai piedāvāja izmantot vulkāniskās eksplozivitātes indeksu (VEI), tajā ietvert vulkānisko izmešu apjomu, izvirduma ilgumu, izvirduma mākoņa augstumu un citus kvalitatīvus vērtējumus. Ar izmešiem te saprot to cieto vai sacietējušo materiālu (vulkāniskie pelni, lapilas un bumbas) neatkarīgi no porainības pakāpes, kas izvirduma laikā nonāk apkārtējā vidē. VEI nevar tieši saistīt ar izvirdumā izdalījušos enerģiju, neņem vērā arī izplūdušo gāzu sastāvu, kam ir liela nozīme.

**Tabula. Izmešu apjoms vulkāniskajos izvirdumos.**

VEI	Izmešu kopapjoms
0	$< 10^4 \text{ m}^3$
1	$> 10^4$
2	$> 10^6$
3	$> 10^7$
4	$> 0,1 \text{ km}^3$
5	$> 1$
6	$> 10$
7	$> 100$
8	$> 1000$

Piezīmēsim, ka, sākot ar VEI 5, būtiska daļa vulkānisko pelnu un gāzu nokļūst stratofērā, kur pastāvīgās globālās cirkulācijas iespaidā izkliedējas visas planētas mērogā. Sākot ar VEI 2, katra nākamā iedaļa nozīmē izmešu apjoma desmitkārtšanos. Šai skalā *Eyjafjallajökull* 2010. gada izvirdums vērtējams kā VEI 4, bet Vezuva m.ē. 79. gada izvirdums, kas apraka vairākas apdzīvotās vietas, ir VEI 5. Krakatau postošais 1883. gada izvirdums sasniedza tikai VEI 6.

Minētajā ~4000 gadu laikā nav bijis neviena izvirduma ar VEI 8, bet bijuši pieci VEI 7 liemeņa vulkānu izvirdumi, par kuriem nedaudz pastāstīsim.

## Santorini, Grieķija

Pirmā un mums ģeogrāfiski vistuvākā šāda izvirduma norises vieta ir Grieķija. Aplūkojot 1. att., starp lielo Krētas salu dienvidos, Mazāzijas pussalu austrumos un Grieķijas kontinentālo daļu rietumos izkaisītas Egejas jūrā redzam desmitiem nelielu saliņu, gandrīz tieši vidū dažas saliņas veido nelielu apli. Tas ir Santorini arhipelāgs (2. att.), zemūdens vulkā-



1. att. Egejas jūras vidū ar bultiņu norādīts Santorini arhipelāgs.



2. att. Iespējams, ka pirms aprakstītā izvirduma Santorini arhipelāgs bija viena sala.

na virsotne. Lielākā sala saucas Tira, kas kopā ar vairākām mazām saliņām veido gandrīz 20 km diametra loku, kura iekšpusē klintis stāvus iesliecas jūrā vairāku simtu metru dziļumā. Loka vidū no ūdens jau paceļas *Nea Kame-ni* saliņa, augošā vulkāna nākamā smaile. Pašā Tīras salā izrakumos zem aptuveni 60 m biezas vulkānisko pelnu kārtas atklāts skaidri redzams iepriekšējais augsnes slānis, plānāki šā paša ķīmiskā sastāva vulkānisko pelnu nogulumu izkaisīti viscaur Vidusjūras austrumdaļā un apkaimē, ieskaitot Turciju un Ēģipti.

Attiecībā uz izvirduma norises datējumu dažādu pētniecības metožu sniegtie rezultāti nedaudz atšķiras, tādēļ to pieņemts vērtēt kā notikušu 1500.–1620. gadā p.m.ē. 2006. gadā notikušās ekspedīcijas pētījumā secināts, ka kopējais izvirduma izmešu apjoms ir divkārt lielāks, nekā iepriekš vērtēts, un sasniedz 100 km<sup>3</sup>, kas to droši ļauj pieskaitīt VEI 7 līmeņa notikumiem.

Sala pirms tam ir bijusi apdzīvota, Akrotīri zem pelnu un pumeka slāņa izrakumos atrastas būvju paliekas. Atšķirībā no Pompejiem te neatrada bojāgājušu cilvēku atliekas, arī mākslas un sadzīves izstrādājumu ir maz, kas ļauj domāt par iedzīvotāju laicīgu evakuēšanos no salas. Iespējams, ka kādā brīdī izvirdums izraisīja cunami, vismaz tuvējā Krētas salā atklātas hronoloģiski sakrītošas šādu postījumu pēdas piekrastes apdzīvoto vietu izrakumos. Vēsturnieki uzskata, ka Santorīni izvirdums lielā mērā sekmējis tā sauktās Mīnojas kultūras bojāeju Krētas salā. Notikums ir plaši un daudzveidīgi fiksēts (protams, lielākoties mītiskā formā) sengrieķu teiksmās, ziņas par šai periodā notikušu kataklizmu rodamas Bībelē, Senās Ēģiptes un Divupes rakstu pieminekļos (sk. *Klētņieks J. Tutanhamona kapeņes, Saules dievs Ra un "cilvēces iznīcināšana"*. – *ZvD*, 2003, Pavasaris (179), 41.-45. lpp.). Daži vēsturnieki ar to saista pat vairāku gadu neražu, tam sekojošu badu un *Xia* dinastijas krišanu tālajā Ķīnā. VEI 7 līmeņa izvirdums pilnībā spēj izraisīt tā sauktās vulkāniskās ziemas iestāšanos globālā mērogā.

Ģeoloģiskie pētījumi liecina, ka Santorīni vulkāna izvirdumi pēdējo ~200 000 gadu laikā bijuši daudzkārt; nav pamata domāt, ka tie neatkārtosies.

### Lomboka, Indonēzija

Tropiskā Bali sala Indonēzijā ir dārgs, bet Latvijā reklamēts eksotisks tūrisma galamērķis. Tieši uz austrumiem no Bali atrodas Lombokas sala (3. att.) ar savu augstāko virsotni *Rinjani* vulkānu. Līdzās *Rinjani* (4. att.) atrodas plaša kaldera\* (diametrs 6-7 km), kuras vietā pirms 1257. gada atradās Samalas vulkāns. Kalderā pašlaik atrodas *Segara Anak* ezers, tāpat tajā izveidojušies vairāki aktīvi vulkāniski konusi.



3. att. No kreisās – Javas salas austrumu gals, Bali sala un Lomboka. *Rinjani* vulkāna izvirdums 2015. gada oktobrī–novembrī. Pelnu strēle 4 km augstumā aizstiepusies līdz pat Javai.



4. att. No kreisās – Bali, Lomboka, Sumbava. Ar krustiņiem atzīmēti *Rinjani* vulkāns Lombokā un Tamboras vulkāns Sumbavā.

\* Kaldera – plašs, dažkārt lēzens bļodveida krāteris, kas veidojies eksplozīvos izvirdumos.

Interesanta ir pēfījumu gaita, kas ļāva identificēt Lomboku kā izvirduma vietu. Līdzīgi kā gadskārtu joslas koka stumbrā, kuru gadu veidojas jaunas nosēdumu kārtas Grenlandes un Antarkīdas ledājos. Nezinātājam tas ir vienkārši ledus, bet reizē ar ledu tur nonāk mikroskopiskas putekļu daļiņas, gaisā esošie ziedputekšņi un viss, kas aizķēries krītošajā sniegā. Iegūstot urbumos ledus cilindrus no aizvien dziļākiem slāņiem, pētnieki tos analizē kārtiņu pēc kārtiņas, tādējādi atšifrējot iegūto mikropiemaisījumu sastāvu uz aizvien senākiem vēstures periodiem. Šādā veidā m.ē. 1257. gadam atbilstošos ledus slāņos tika identificēta anomāli augsta sulfātu koncentrācija, kas liecināja par ļoti spēcīgu vulkāna izvirdumu (stratosfērā nonāk sēra dioksīds, kas tālāk rada sulfātus). Bet kur? Tā kā 1257. gada sulfātu anomālija bija atrodama ledus paraugos no ļoti dažādām zemeslodes vietām, tad tas norādīja uz iespaidīgu izvirdumu kaut kur tropu joslā. Pamazām, analizējot arī citus ledus mikropiemaisījumus un atmetot dažādas varbūtības, pētnieki nonāca pie Samalas vulkāna kā iespējamākā. Galīgo atzinumu ļāva rast ieraksti *Babad Lombok* viduslaiku hronikās, kā arī mikroskopisko stikla lodīšu ķīmiskā sastāva sakrītība ledus paraugos un Lombokas salas attiecīgā laika nogulumiežos.

Tā kā minētie secinājumi tapuši pavisam nesen – 2012.-2016. gadā –, tad sīkāku pēfījumu pagaidām nav. Tuvumā daudz citu aktīvu vulkānu, kas stipri sarežģī jebkādu nogulumiežu analīzi.

Arī par šo katastrofu rodami vēsturiski dati. Lomboka bija apdzīvota, tajā pat pastāvējusi sava valstiņa (mūsdienīgu Indonēzijas teritoriju viduslaikos veidoja daudz nelielu un savstarpēji aktīvi konkurējošu valstiņu), kas tādējādi beigusi savu eksistenci. Hronikās runā par cilvēku upuriem un ciematu bojāeju arī kaimiņsalās, kas VEI 7 mēroga izvirdumam ir pilnīgi saprotami. Arī Eiropā un citur 1258. gada vasara minēta kā ļoti auksta un lietaina, kas radījis neražas gadu.

## Sumbava, Indonēzija

Aplūkojamais ir pats nesenākais un tādēļ vislabāk dokumentētais VEI 7 mēroga izvirdums, kas notika 1815. gadā Lombokai tieši līdzās austrumos esošajā Sumbavas salā. Tamboras vulkāns, kas dažus iepriekšējos gadsimtus bija izturējies mierīgi, vairākos izvirduma vilņos 1815. gadā no 5. līdz 15. aprīlim (maksimums 10. aprīlī) izmeta apmēram 150 km<sup>3</sup> cieta vulkānisko materiālu. Sprādzienveida trokšņus dzirdēja pat vairāk nekā 1000 km attālumā, pelnu mākoņus vējš aiznesa uz ziemeļrietumiem vairāk nekā 1300 km tālu. Vulkāna augstums pirms tam bija apmēram 4300 m, pēc izvirduma tas samazinājās par trešdaļu līdz 2850 m, izveidojot 6–7 km diametra kalderu (5. att.). Tuvējās salas skāra arī 2-4 m augsti cunami vilņi.

No rakstā aplūkotajām šī katastrofa ir vienīgā, kur varam kaut aptuveni runāt par upuru skaitu – 71 000, no tiem 10-20% tieši bojāgājušie, pārējie no sekojošā bada un slimībām, kas skāra apkārtējās salas, Javas austrumdaļu ieskaitot.

Daudzo vērtējumu apvienošana dod izvirduma staba augstumu 30-40 km, atbilstoši tam daudz pelnu un gāzu nonāca stratosfērā, izplatoties visapkārt zemeslodei un vai-



5. att. Tamboras vulkāna kaldera ir vairāk nekā kilometru dziļa.

rākus gadus globāli ietekmējot klimatu. Jau 1815. gada vasarā daudzviet (arī Eiropā) bija novērojami īpaši koši un krāsaini saulrietu un saullēkti, kas liecināja par atmosfēras augšējo slāņu piesārņojumu. Ietekme turpinājās nākamā gada pavasarī un vasarā – gan Eiropā, gan Ziemeļamerikā bija ļoti auksts, miglains un vējains, kas daudzviet izraisīja neražu. Pētnieki vērtē, ka izvirdums izraisīja globālās temperatūras krišanos vasarā par 0,4-0,7 grādiem vairākus gadus pēc kārtas, tā padarot 1810.-1820. gadu periodu par aukstāko kopš ~1400. gada.

Vulkānu izmestās gāzes spēj izraisīt dažādas klimatiskās izmaiņas. Ūdens tvaiki un CO<sub>2</sub> sekmē atmosfēras apakšējo slāņu sasilšanu, taču efekts turpinās tikai dažus mēnešus, jo tvaiki kondensējas un izveido mākoņus, kas atstaro Saules gaismu. Ilgāka ir SO<sub>2</sub> ietekme, jo tas ātri oksidējas un stratosfērā rada sērskābes un sulfātu aerosolus, kas aiztur un atstaro Saules gaismu jau lielā augstumā. Temperatūra stratosfērā kāpj, bet zemes virsmas tuvumā krītas. Aerosoli lielā augstumā saglabājas pat vairākus gadus, jo tur ir maz ūdens tvaiku, kas radītu kondensāciju.

### Taupo, Jaunzēlande

Pašā Jaunzēlandes Ziemeļsalas centrā atrodas vairāk nekā 600 km<sup>2</sup> plašais Taupo ezers, populāra tūrisma un atpūtas vieta (6. att.). Ezera lielums, pieejamība, lēzenie kalni visapkārt slēpj faktu, ka tā vienlaikus ir arī Taupo vulkāna kaldera. Pirmajā brīdī te grūti ieraudzīt vulkānu tā klasiskajā izpratnē, jo paša kalna būfībā nav, visapkārt plašajam ezeram ir gan klintis, gan arī stāvāki krasti, bet neizceļas nekāda virsotne. Tās sen vairs nav.

Ģeoloģiskie pētījumi liecina par Taupo vulkāna VEI 7 mēroga izvirdumu, kura apmēram 150 km<sup>3</sup> izmešu nopostīja lielāko daļu salas. Datējumi nedaudz atšķiras, bet ticamākais ir m.ē. 186. gads. Jaunzēlande tolaik (un vēl ~1000 gadus) bija cilvēku neapdzīvota, tuvākie notikuma liecinieki varēja būt Austrālijas aborigēni vairāk nekā 2000 km attālumā.



6. att. Taupo ezers Ziemeļsalas centrā.

Atrodamas vienīgi norādes par dīvainām meteoroloģiskām parādībām tālāka Ķīnas un Romas hronikās, kas liecina par stratosfēras piesārņojumu.

Tomēr te ir bijis daudz iespaidīgāks izvirdums – pirms apmēram 26 500 gadiem Taupo vulkāns bija cēlonis VEI 8 mēroga kataklizmai. Vairāk nekā 1000 km<sup>3</sup> izmešu materiāla radīja ievērojamu iežu nosēšanos vairāku simtu km<sup>2</sup> platībā, vulkāns burtiski nogrima, un tā kalderā izveidojās ezers, pašreizējā Taupo ezera priekštecis. Sekoja vēl desmitiem vājāku izvirdumu, bet pēc spēcīgā 186. gada izvirduma nekas līdzvērtīgs nav bijis. Nokrišņiem uzkrājoties, ezera līmenis cēlies apmēram 35 m virs pašreizējā, līdz ūdens atrada un izskaloja noteci pa Vaikato upi. Mūsdienās Taupo ezers atrodas tikai 350 m virs jūras līmeņa.

### Paektu, Koreja/Ķīna

Paektu (~2740 m) ir ziemeļaustrumu Ķīnas un Korejas pussalas augstākā virsotne, aktīvs vulkāns (7. un 8. att.), kura virsotnē atrodas apmēram 5 km diametra kaldera ar ezeru,



7. att. Paektu vulkāna atrašanās vieta.

ko pusi gada klāj ledus. Ezeru šķērso Ķīnas un Korejas robeža. Apkārtējo rajonu ģeoloģiskie pētījumi, Grenlandes u.c. ledus paraugu analīzes un tālaika korejiešu hroniku ieraksti liecina par Paektu vulkāna VEI 7 mēroga izvirdumu m.ē. 946.-947. gadā. Rajons ir kalnains un mazapdzīvots, tādēļ sīkākas ziņas nav saglabājušās, bet izvirduma pelnu slāņi atrasti pat Hokaido salā Japānā. Nelieli izvirdumi bijuši arī vēlāk, pēdējais 1903. gadā.



8. att. Ezers Paektu vulkāna kalderā.

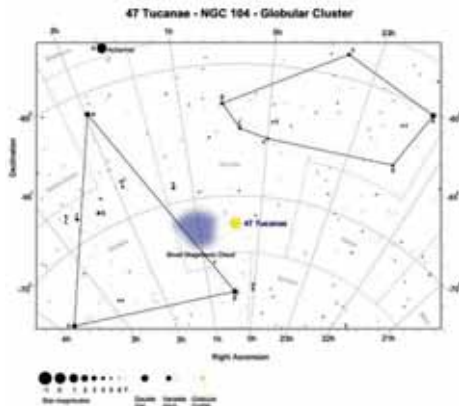
No aplūkotajiem Paektu vulkāns izceļas ar to, ka tikai 115 km attālumā atrodas Ziemeļkorejas Pangiri poligons, kurā joprojām notiek kodolieroču pazemes izmēģinājumi. Pēdējo izmēģinājumu (2016. gada janvārī) satricinājumi līdzinājās 5 magnitūdu zemestrīcei. Vai šādi nevar iedarbināt vulkānu?

Attēli – autora zīmēti un no earthobservatory.nasa.gov. D

## ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ

**Piedāvāts iespējamākais kandidāts vidējas masas melnajam caurumam.** Līdz šim astronomi bija sastapušies ar divu veidu melnajiem caurumiem – supermasīvajiem galaktiku centrālajos apgabalos (to masa ir no simtiem tūkstošu līdz miljardiem  $M_{\odot}$  – Saules masas), kā arī zvaigžņu masas (to masa nepārsniedz smagāko zvaigžņu masu – dažus simtus  $M_{\odot}$ ). Atšķirās arī priekšstati par to veidošanos: ja zvaigžņu masas melnie caurumi ir ļoti smagu zvaigžņu evolūcijas galaprodukts, tad supermasīvie savu masu varētu būt *uzaudzējuši* ilgā un nemifīgā apkārtējās matērijas satveršanas procesā. Ilgu laiku neizdevās atklāt nevienu objektu, kas varētu tikt raksturots kā vidējas masas melnais caurums ar vairāku tūkstošu  $M_{\odot}$  masu; tādu meklējumos tika pēfīti daudzi kompakti zvaigžņu sablīvējumi.

ASV un Austrālijas zinātnieku grupa (B. Kiziltan, H. Baumgardt, A. Loeb), modelējot zvaigžņu kustības dinamiku lodveida kopā Tukana 47 (NGC 104) un zināmo (vairāk nekā 20) neitronu zvaigžņu izvietojumu tajā, nākuši klajā ar secinājumu par iespējamu melno caurumu ar masu  $\sim 2200 M_{\odot}$  kopas centrā. Raksturīgā melno caurumu akrēcijas diska radio- un rentgenstarojuma trūkumu autori skaidro ar starpzvaigžņu gāzes niecīgo saturu kopā. Sīkāk sk.: *An intermediate-mass black hole in the centre of the globular cluster 47 Tucanae.* – *Nature*, vol. 542, pp. 203-205, 09 February 2017.



Attēls no freestarcharts.com

J. K.

MĀRTIŅŠ GILLS

## PA TIHO BRAHES PĒDĀM VĒNAS SALĀ

Mēdz būt dažādi ceļošanas veidi un mērķi. Dažos gadījumos aplūkoti objekti vai notikumi ļauj īpaši veiktu braucienu ieskaift astrotūrisma kategorijā. Uzskatāmākie piemēri ir Saules aptumsumu novērojumi, kāda īpaša muzeja (piem., Lietuvas Etnokosmoloģijas muzeja), planetārija (piem., Adlera planetārija Čikāgā) vai observatorijas (piem., Mitakas observatorijas Tokijā) apmeklējumi. Tā sanācis, ka raksta autors ne reizi vien ir devies kādā astrotūrisma pasākumā, un tālākajās rindās būs ieskats šādas tematikas vienas dienas ekskursijā pie mūsu pašu Baltijas jūras – tikai citā tās pusē.

Robežā starp Baltijas un Ziemeļu jūru Ēresunda jūras šaurumā ir sala, kurā pirms vairāk nekā četriem gadu simtiem dažus gadu desmitus norisinājās sava laika progresīvākie astronomiskie pētījumi. Protams, vēl pirms Vēnas salas (zviedriski – *Ven*; dāniski – *Hven*) apmeklējuma raksta autors zināja, ka ievērojamais dāņu astronoms Tiho Brahe (Tycho Brahe, 1546-1601) bija kādu laiku mitinājies un strādājis uz salas, bija veidojis sava laika precīzākos un pilnīgākos debess spīdekļu katalogus, kā arī to, ka mūža pēdējos gadus strādāja Prāgā kopā ar astronomu Johannesu Keplera, tomēr autors nebija īsti iedomājies, cik patiesi negaidītas nories aptuveni divdesmit gadu garumā (no 1576. līdz 1597. g.) astronomijas vārdā bija notikušas Vēnas salā. Vēl pirms šīs salas klātienas apmeklējuma no Daugavas muzeja darbiniekiem bija nācies dzirdēt hipotēzi, ka T. Brahe bija arī izskatījis iespēju veidot observatoriju Doles salā, kas neformāli ļāva emocionāli kaut nedaudz saistīt T. Brahi ar Latviju\*. Pēc braucienu intriga par iespējamo Latvijas kontekstu pieauga, un radās iespēja izlasīt šai vēsturiskajai epizodei veltītu apcerējumu Jāņa Stradiņa grāmatā "Lielā zinātnes pasaule un mēs" (Rīga, Zinātne, 1980). Tomēr vēsturiskie notikumi bija iegriezušies tā, ka ar dāņu karaļa Frederika II gādību Vēnas sala tika nodota jaunā astronomam T. Brahes

\* Sk. Sveiciens no Tiho Brahes Hvenas salas. – ZvD, 2002, Rudens (177), 31. lpp. <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/1404>

LIB. V. OBSS. ANNI 1586.		243	
Lucida Eradae ipsa punctationes	15 14 5	Doctor hueric/Ovion per Q. Tydh.	41 107
Lucida per Ovionis	15 15 1	per Sect. vet.	41 102
Sinclair hueric Ovionis	15 15 1	per Q. Tydh.	41 102
Prima in Bahcho	11 14 1	per Sect. Nov.	41 113
Media in Bahcho	11 13 1	Declin.	1 punct.
Vicina in Bahcho	11 12 1	11 punct.	7 15
Doctor per Ovionis	14 14	11 punct.	7 16
Casus maior in Merid. per Q. Tydh.	17 14 1	Per Casus maiores per Q. Tydh.	16 17
per Sect. Nov.	18 15	per Sect. vet.	16 102
Declin. mediam	15 102 uno	per Q. Tydh.	16 102
Ab. lucide hueric per Sect. Δ	17 11	per Sect. Nov.	16 19
Ab. pino.	6 14	Declin. per annul.	17 102
		Casus maior per Q. Tydh.	17 14 utroque
		per Sect. vet.	17 113 punct.
<b>DIE 16. IANVARIIL</b>		<b>DIE 21. IANVARIIL</b>	
Prima & Lucida Eradae per Q. Tydh.	15 14 5	Lucida Cui in Merid. per Q. Tydh.	16 107
per Sect. Nov.	18 15 1	Sinclair per Ovionis per Q. Tydh.	15 113 utroque p.
Declin. per annul.	5 40 1 factu	Sinclair hueric Ovion Q. Tydh.	19 102
Ab. punctat.	5 47 1 bont	alio punctat.	40 0
Ab. per Q. Tydh.	18 14 1	per Sect. vet.	10 59
per Sect. vet.	18 11	per Sect. Nov.	19 102
Lucida in Eradae per Q. Tydh.	40 14 1	Declin. per Annul.	5 54 utroque p.
Lucida per Ovionis per Q. Tydh.	11 14 1	L. Bahcho Ovionis per Q. Tydh.	11 113
per Sect. vet.	11 14 1	L. Bahcho Ovionis per Sect. Nov.	11 113
per Sect. Nov.	11 14 1	per Sect. vet.	11 113
Declin.	11 11 1	III. in Bahcho per Q. Tydh.	11 113 alt. p.
II	8 41 1 punct.	per Sect. vet.	11 51 1
Sinclair hueric Ovion per Q. Tydh.	40 10 1	per Sect. Nov.	14 14
per Sect. vet.	18 10 1	Doctor per Ovionis per Q. Tydh.	14 14
per Sect. Nov.	40 5 1	alt. punctat.	14 113
Decl. per Annul.	1 punct.	Variancia observacionis ppe-	
II punct.	7 11	per Q. Tydh. in cypri.	
L. Bahcho Ovionis per Q. Tydh.	0 0	per Sect. Nov.	14 11
per Sect. vet.	11 14 1	Doctor hueric Ovion per Q. Tydh.	41 11
per Sect. Nov.	11 14 1	alt. punctat.	41 102
Declin. per Sect. Nov.	11 14 1	per Sect. vet.	41 113
L. Bahcho Ovionis maiores	0 0	per Sect. Nov.	41 11
alt. punctat.	0 19 45 1	Per Casus maiores per Q. Tydh.	16 102
L. Bahcho Ovionis per Q. Tydh.	12 14	Casus maior in Merid. utroque punctat.	17 14 1
per Sect. vet.	12 14	per Sect. vet.	17 51 1
per Q. Tydh.	12 11 1 1 1	per Sect. Nov.	17 14 1
per Sect. Nov.	12 14 1	per Sect. vet.	17 14 1
Declin. utroque punctat.	1 11 0	per Sect. Nov.	17 14 1
alt. punctat.	1 10 1		
III. Bahcho Ovion per Q. Tydh.	11 11 1	<b>DIE 16. IANVARIIL</b>	
per Sect. vet.	11 11 1	Lucida Cui per Q. Tydh.	16 107
per Sect. Nov.	11 11 1	Prima Eradae per Q. Tydh.	16 102 utroque p.
Declin.	11 11 1	Sinclair per Ovionis per Q. Tydh.	11 113
11 punctat.	2 11 1	alt. punct.	11 113
per annul. fabricat. maior.			
Doctor per Ovionis per Q. Tydh.	14 14	<b>DIE 11. IANVARIIL</b>	
per Sect. vet.	14 11	Lucida Cui in Merid. per Q. Tydh.	16 102
per Q. Tydh.	14 11	Sinclair hueric Ovion per Q. Tydh.	15 113
per Sect. Nov.	14 14	L. Bahcho Ovion.	11 113
Declin.	1 punct.	L. Bahcho Ovion per Q. Tydh.	11 113
11 punct.	7 11	L. Bahcho Ovion.	11 113
11 punct.	9 11	III. Bahcho Ovion.	11 113

1. Lapa no Tiho Brahes novērojumu apkopojošās grāmatas "Historia Coelestis", 1672.

2. T. Brahe. 3. Kvadrants Stjerneborgas observatorijā. 4. T. Brahes lietotais sekstants. 5. Uraniborga. Lapa no grāmatas "Astronomiae Instauratae Mechanica", 1598.







lietošanā. Dažiem T. Brahe iespiedies atmiņā kā viens no ekscentriskākajiem astronomiem – ne tikai tādēļ, ka viņš reiz dueli bija zaudējis degunu, bet arī ar to, ka savā observatorijā turēja galma ākstu. Un tā kādā vasaras dienā autoram ar astronomu Daini Draviņu gida lomā radās iespēja tuvāk iepazīt, kādas liecības Vēnas salā līdz mūsu dienām ir saglabājušās par T. Brahi.

Galvenais savienojošais posms starp Vēnas salu un lielo sauszemi ir prāmji "Uraniborg" un "Stjerneborg", kas vairākas reizes dienā kursē no Zviedrijas pilsētas Landskronas, kura ir pārdesmit kilometru attālumā no Malmes, Helsingborgas vai Lundas. Prāmīš ceļā pavadā aptuveni pusstundu, līdz nokļūst uz 7,5 km<sup>2</sup> lielās salas. Pastāvīgi uz tās dzīvo nepilni 400 iedzīvotāji, bet nedēļas nogalēs un vasaras periodā iedzīvotāju skaits trīskāršojas. Dažiem te ir vasaras māja, bet citi apmetas noīrētos kotedžas tipa namiņos. Nesteidzīgam Vēnas apmeklējumam ieteicams ieplānot pilnu dienu. Prāmja brauciena laikā jau no attāluma var saredzēt vairākus desmitus metru augstos zaļos un smilšainos salas stāvkrustus, pie kuriem izceļas arī pa kādai gaiši krāsotai ēkai. Pēc izkāpšanas no prāmja seko neliels kāpiens augšup, un pa galveno ceļu dodamies uz salas centrālo daļu. Ir iespēja nomāt velosipēdus, bet nav ne vainas arī nelielai pastaigai. Ceļa malā ir sastopamas vairākas skulpturālas zīmes – Saturns, Jupiters, tad Marss, tālāk jau pie paša muzeja ir arī Zeme. Ar pašu kājām varam izjust proporcijas starp planētu attālumiem. 16. gadsimtā vēl neiepazītās planētas Urāns un Neptūns atrastos jūrā un tādēļ nav iezīmētas, bet ziemeļos no Landskronas ir zīme bijušajai planētai Plutonam. Saulei tuvākās planētas ir pie dārza un T. Brahes muzeja ēkas. Papildus ekspozīcijai bijušā dievnama telpās šejienes divi galvenie apskates objekti ir fragmenti no Uraniborg pils un daļēji rekonstruētā Stjerneborg observatorija, kas atradušās viena otrai blakus. Pats būvnieciskais, kas raksturo šīs observatorijas, ir teleskopu neesamība – ne tagad, ne toreiz. Šis



6. Stjerneborga. Lapa no grāmatas "Astronomie Instauratae Mechanica", 1598.

7. Norāde uz T. Brahes muzeju.



optiskais novērojumu instruments tika izgudrots dažus gadus pēc T. Brahes nāves. Vēnas salas galvenie instrumenti bija dažādu modifikāciju kvadranti un sekstanti, ar kuru palīdzību bija iespēja noteikt gan debess spīdekļa azimutālās koordinātas, gan arī savstarpējos leņķiskos attālumus (ar precizitāti līdz pat loka minūtei, reizēm – pusi loka minūtes) starp jebkuriem diviem spīdekļiem.

Hronoloģiski pirmo uzbūvēja Uraniborgu (laikā no 1576. līdz 1580. gadam) – pētniecības vietu kā nelielu renesanses stila pili ar simetrisku kvadrātisku dārzu tai apkārt. Taču jau neilgi pēc tās izveides T. Brahem nācās secināt, ka novērojumi no ēkas balkoniem nav diez cik parocīgi – vējš traucēja, šūpoja mērinstrumentus. Trīsstāvu ēka palika vien kā telpas dzīvošanai, alkīmijas eksperimentiem un pieņemšanām. Jā, T. Brahe nebija vien iegrimis debess novērojumos, bet cienīja arī sviņīgu uzdzīvi. To pavadīja arī despotiska attieksme pret vietējiem zemniekiem. Tam ir dažas līdz mūsu dienām saglabājušās savdabīgas liecības. Piemēram, ir aplūkojams pagrabs, kas varētu būt kalpojis pārtikas glabāšanai, bet ir viedoklis, ka tas kalpojis par pazemes

**8., 9.** Saules sistēmas planētu zīmes uz Vēnas salas. **10.** Pieminēklis T. Brahem vietā, kur bija atradusies Uraniborga.

**11.** Daļa no Uraniborgas dārza.





12

karceri zemnieku sodīšanai. Kā nemateriālais mantojums ir minams izteiciens "Tiho Brahes dienas" (zviedriski - *Tycho Brahe-dagar*) kā sinonīms sliktām dienām (saskaņā ar vienu versiju tas simbolizē dienas, kad no astronoma rīcības cieta salas iedzīvotāji, bet cita versija ir konkrētu dienu saistība ar T. Brahes astroloģiski noteiktiem datumiem). Par vietējo iedzīvotāju attieksmi liecina arī tas, ka neilgi pēc T. Brahes nāves cēli būvētās ēkas tika noīdzinātas līdz ar zemi.



13

Risinājums novērojumu veikšanas grūtībām Uraniborgā bija Stjerneborgas ("zvaigžņu pils") ēkas būvēšana (uzbūvēja ap 1581. g) – bez pilnī raksturīgā pompozuma, bet gluži praktiski – zemē iedzīljināta stabila un no vēja pasargāta vieta astronomisko instrumentu turēšanai. Mūsdienās Uraniborgu mēs varam aplūkot tikai senajos zīmējumos, bet Stjerneborgas "pazemes" observatorija ir daļēji rekonstruēta apmeklētājiem. Apmeklējumi notiek seansu veidā – noteiktos laikos ierobežots skaits apmeklētāju dodas astronomiskajās pagrabtelpās. Logu nav, nodziest gaisma, iepriekš sagatavots sākas stāsfījums ar nelielu gaismu šovu – secīgi apskatāmi rekonstruētie T. Brahes astronomiskie mērinstrumenti.



14

Arī dabīgā gaismā ir iespēja aplūkot gan mērinstrumentus, gan ekspozīciju par observatoriju vēsturi un to vēlāko izpēti. Tā atrodas bijušās baznīcas ēkā, kas savukārt tika izveidota daļēji uz Uraniborgas pamatiem. Kopumā abās observatorijās dažādos laikos izmantots fiksētais un vairāki azimutāli grozāmi kvadranti, vairāku veidu sekstanti, armilārijs, zvaigžņu globuss.

1572. gada 11. novembrī T. Brahe Kasiopējas zvaigznājā novēroja jaunu zvaigzni – pārnovu (šobrīd zināma ar kataloga numuru SN 1572). Šis atklājums viņam kļuva par noteicošo faktoru profesijas izvēlē. Par godu SN 1572, kas šobrīd ir radio avots un vājš miglājs, latviešu izcelsmes zviedru mākslinieks Larss Vilks

12. Stjerneborgas observatorijas jumti.

13. Kvadranta rekonstrukcija Stjerneborgā.

14. Larsa Vilka skulptūra "Tycho's Star", 1999.



15. Salas apmeklētāji pārrunā Vēnas salas dīķu veidošanās vēsturi. 16. Viens no dīķiem, kas tika izveidots T. Brahes papīra ražotnes vajadzībām.

17. Raksta autors (*pa labi*) ar astronomu Daini Draņņu.

Visi foto – M.Gills

uz Vēnas salas ir izveidojis kinētisku skulptūru, kas diennakts garumā norāda uz Tiho pārnovu.

Interesants ir arī fakts, ka T. Brahe savas grāmatas drukāja uz salā izgatavota papīra. Pastaigājoties var aiziet klātienē aplūkot bijušās papīra ražotnes dīķus, no kuriem plūstošais ūdens darbināja dzirnavas un papīra ražotnes mehānismus. Savdabīgi, ka arī šī ražotne tika iznīcināta dažus gadus pēc T. Brahes aiziešanas.

Lai arī sala ir neliela, uz Vēnas salas nesteidzīgi pavadītais laiks nebūs zemē nomests. Gūsiet pietiekami daudz interesantu iespaidu. No praktiskās puses var minēt, ka tur ir iespēja arī paēst, nakšņot, noīrēt velosipēdu, iepazīt vietējās izcelsmes viskiju un pat uzspēlēt golfu. Vārdu sakot – Vēnas sala ir ne tikai astrotūrisma pieturas punkts. D

Turpinot LZA Prezidenta ierosinājumu, kas 4. okt. 2016. izpaudās LZA un ZvD kopīgajā pasākumā "Zvaigžņotā Debess" savieno Latviju ar pasauli, **Mārtiņš Sudārs**, lidojumu dinamikas inženieris kompānijā *Thales Alenia Space Italia*, LU 75. konferences Astronomijas sekcijas 17. febr. 2017. sēdē ziņoja par Eiropas lomu turpmākajā kosmiskā transporta un infrastruktūras attīstībā.

M. Sudārs ir daudz rakstījis ZvD – <http://www.lu.lv/zinas/t/44746/>. Viņa rakstu par šo tematu varēsīm lasīt kādā no turpmākajiem laidieniem.

## MĒS VISUMĀ. VĒLREIZ PAR LEMETRU

Apcere

Savas pastāvēšanas laikā – nieka dažos miljonos gadu – cilvēks ir arvien rūpīgāk iepazīs savu apkārtni. Un priekšstatu par savas esības telpu mums veido ne vien eksaktie novērojumi, bet arī prāta spriedumi, tāpat māksla un literatūra. Šo elementu mijiedarbībā rodas arī filozofiskie vispārinājumi un teorētiskie un matemātiskie formulējumi.

Pašreiz cilvēce no senajiem priekšstatiem par ierobežoto esību apkārtējo planētu un zvaigžņu telpā ir ieviesta bezgalīgajā Visumā. Šā procesa pamatā ir daudzu paaudžu astronomiskie novērojumi. To iegūtās ziņas dokumentētas gan zinātniskos manuskriptos, gan literāros darbos. Tā Dantes poēmā "Dievišķā komēdija" grēcinieki novietoti elles lokos saskaņā ar planētu izvietojumu. Mūsai izpratnes pirmsākums meklējams vācu izcelsmes Anglijas astronomu Heršelu dzimtas (18.–19. gs.) pētījumos par ārpusgalaktiskajiem miglājiem. Sākumā konstatēti kā blāvi plankumiņi, Heršelu katalogā uzskaitīti dažos simtos, šodien jaudīgo teleskopu redzeslokā saskaīti jau vairāki miljoni šo tālo zvaigžņu pasaulju.

Pārsteidzošs atklājums par tālajām galaktikām bija 20. gadsimta sākumā ASV Lovela observatorijas astronoma Vesto Slaifera (*Slipher V.M.*, 1875-1969) spektroskopiskie konstatējumi par galaktiku attālināšanos no mums. Šo sākumā uzmanīgi izteikto domu uztvēra enerģiskais Vilsona kalna observatorijas astronoms Edvīns Habls (*Hubble E.P.*, 1889-1953), turpinot pētījumus šajā jomā un īstenībā liekot pamatus gluži jaunai kosmoloģijas nozarei – Visuma dinamikas izzināšanai.

Tas bija laiks, kad sabiedrības uzmanību bija saistījusi relativitātes teorija – teorija par pasautelpas elementu savstarpējo saikni. Teorijas izveidotājs fiziķis Alberts Einšteins (*Einstein A.*, 1879-1955) bija meklējis matemātisku izteiksmi, kas aprakstītu viņa priekšstatu par harmonisku pasautelpu, kō savulaik bija izvirzījis nīderlandiešu lēcu slīpētājs un domātājs Baruks (vēlāk Benedikts) Spinoza (*Baruch, Benedict de Spinoza*, 1632-677). Relativitātes teorijas vienādojumu dažādie risinājumi kļuva par kosmologu darbības lauku, meklējot Visuma uzbūves vispārīgos pamatus. Šai prob-

UN UNIVERIS HOMOGENE DE MASSE CONSTANCE ET DE RAYON CROISSANT,  
RENDANT COMPTE  
DE LA VITESSE RADIALE DES NÉBULEUSES EXTRA-GALACTIQUES

Note de M. l'Abbé G. LEMAITRE

## 6. CONCLUSION.

Nous avons obtenu une solution qui vérifie les conditions suivantes :

1. La masse de l'univers est constante et est liée à la constante cosmologique par la relation d'Einstein

$$\sqrt{\lambda} = \frac{2\pi^2}{\kappa M} = \frac{1}{R_0}$$

2. Le rayon de l'univers croit sans cesse depuis une valeur asymptotique  $R_0$  pour  $t = -\infty$ .

No Annales de la Société Scientifique de Bruxelles (1927), A47, p. 58.

*A Homogeneous Universe of Constant Mass and Increasing Radius accounting for the Radial Velocity of Extra-galactic Nebulae.* By Abbé G. Lemaître.

(Translated by permission from "Annales de la Société scientifique de Bruxelles," Tome XLVII, série A, première partie.)

## 6. Conclusion.

We have found a solution such that

(1°) The mass of the universe is a constant related to the cosmological constant by Einstein's relation

$$\sqrt{\lambda} = \frac{2\pi^2}{\kappa M} = \frac{1}{R_0}$$

(2°) The radius of the universe increases without limit from an asymptotic value  $R_0$  for  $t = -\infty$ .

No Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (1931), Vol. 91, p. 489.

lēmāi pievērsās arī beļģu kosmologs un matemātiķis abats Žoržs Lemetrs (*Lemaître G.E.*, 1894-1966).

Jaunais matemātiķis Lemetrs Pirmā pasaules kara laikā bija iesaistīts artilērijā, bet, beidzoties karam, pēc piedzīvotajām šausmām un pēckara grūtībām viņš pievērsās cilvēces pamatvērtībām – reliģijai un kosmoloģijai. Lemetrs iestājās garīgajā seminārā un 1923. gadā tika ordinēts par priesteri. Viņš arī guva iespēju doties uz ASV un iepazīties ar jaunākajiem astronomijas sasniegumiem, jo, kamēr Eiropa postīja kultūras vērtības, tikām ASV būvēja jaunus, jaudīgus teleskopus. Masačūsetsas Tehnoloģiju institūtā Lemetrs aizstāvēja filozofijas doktora grādu, matemātiski analizējot Nīderlandes astronoma Vilema Sitera (*Sitter W. de*, 1872-1934) teorētiskos spriedumus par pasauktelpas plašumos vēl tālu neizprastajiem procesiem.

Atgriezies Eiropā, Lemetrs kļuva par Luvenas Katolju universitātes profesoru un turpināja arī kosmoloģiskos pētījumus. 1924. gadā viņš publicēja savu teoriju par Visuma dinamiku. Tas bija matemātiski formulēts pētījums par astronomiskajos novērojumos nule atklāto ārpusgalaktisko miglāju recesiju. Lemetrs bija saskatījis miglāju pārvietojumos kāda kopīga vēl neizprasta procesa pazīmi. Viņš izveidoja pasauktelpas modeli, kura pamatā bija šo miglāju novērojumu dati, un atklāja, ka šo miglāju pārvietošanās ir matemātiski saistīta ar Visuma rādiusa izmaiņām no mīnusz līdz plus bezgalībai. Šis konstatējums formulēts raksta noslēgumā – gan sākotnējā tekstā franču valodā, gan arī angļu tulkojumā.

### **Vēres:**

Берри А. Краткая история астрономии. – Москва-Ленинград, 1946, стр. 276-361.

Алигьери Данте. Божественная комедия. – Москва, 1967, стр. 9-309.

Кузнецов Б. Г. Эйнштейн. – Москва, 1963, стр. 48-68.

Guth Alan H. The Inflationary Universe. – London, 1998, pp. 358. D

Lemetra publikācija sākumā tā īsti netika pamanīta, bet pēc tulkojuma angļu valodā 1931. gadā tai pievērsās tolaiku jaunākās paaudzes kosmologi. Pakāpeniski astronomisku novērojumu rezultātā zinātnē un visā sabiedrībā aktuāls kļuva jautājums par pasauktelpas dinamiku, īpaši par Visuma rašanos no bezgalīgi maza telpas apgabala. Šo priekšstatu kopu tagad apzīmējam par Lielā Sprādziena teoriju. Izrādījās, ka esam ieraudzījuši savas pasaules izplešanos.

Lemetrs nekad neuzvēra savu risinājuma nozīmi, toties 1930. gadā plašā brīva stila rakstā apcerēja kopš anfikajiem laikiem veidoto cilvēces domu par pasauktelpas bezgalību, kas paaudžu ritumā ir izvērtusies par zinātnisku pārliecību. Lemetrs arī apbrīnoja cilvēka domu spējas un aizgrābtībā deklarēja, ka tās mums ir devis Radītājs. Mūsdienu skatījumā cilvēku spēju attīstība nebūtu bijusi iespējama arī bez grandioza darba, cenšoties arvien pilnīgāk iepazīt bezgalīgo Visumu. Lemetra secinājumi liecina, ka, telpai izplešoties, tajā var rasties jauni telpas un matērijas mijiedarbības veidi. Tādā kārtā cilvēku prātiem ir dotas bezgalīgas attīstības iespējas.

Priekšstats par Visuma bezgalību un dinamiku laika gaitā ir kļuvis par daudzu pētījumu virzienu. Sākotnēji tie bija vispārīgi teorētiskie spriedumi par Lielo Sprādzienu, taču arvien vairāk astronomisko novērojumu veicināja izprast mūsu pasauktelpas rašanās fizikālos pirmsākumus. Jaunākā un būtiskākā ir inflācijas teorija, kas analizē matērijas pārvērtības īsi pēc Lielā Sprādziena.

MARUTA AVOTIŅA, AGNESE ŠUSTE

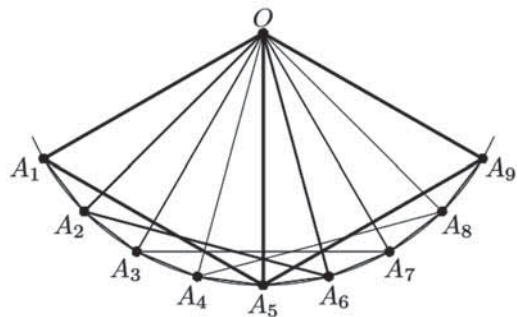
## 2015. GADA STARPTAUTISKĀS MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDES UZDEVUMU ATRISINĀJUMI

Uzdevumi publicēti *Zvaigžņotās Debess* 2016. gada pavasara numurā (56.-60. lpp.) un atrodami arī [1]. Tālāk dotie atrisinājumi nav vienīgi iespējamie (skat. [2]). Dotie atrisinājumi nevar kalpot par paraugu, kā noformēt olimpiādes darbu – vietām izlaistas pamatojumu detaļas. Iesakām lasītājam patstāvīgi papildināt un izvērst risinājumu. Olimpiādes rezultātu analīzi skat. [3].

### 1. uzdevums

**Atrisinājums. a)** Pieņemsim, ka  $n$  ir nepāra skaitlis. Apskatām regulāru  $n$ -stūri. Šī  $n$ -stūra virsotnes pretēji pulksteņrādītāja kustības virzienam apzīmējam ar  $A_1, A_2, \dots, A_n$  un ar  $S$  apzīmējam virsotņu kopu  $S = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ . Parādīsim, ka kopa  $S$  ir līdzsvarota. Katrām divām dažādām virsotnēm  $A_i$  un  $A_j$  pieņemsim, ka  $k \in \{1; 2; \dots; n\}$  ir vienādojuma  $2k \equiv i+j \pmod{n}$  atrisinājums. Tā kā  $k-i \equiv j-k \pmod{n}$ , tad  $AA_k = A_j A_k$  un līdz ar to kopa  $S$  ir līdzsvarota.

Pieņemsim, ka  $n$  ir pāra skaitlis. Apskatām regulāru  $(3n-6)$ -stūri, ar  $O$  apzīmējam tam apvilkts riņķa līnijas centru. Šī  $(3n-6)$ -stūra virsotnes pretēji pulksteņrādītāja kustības virzienam apzīmējam ar  $A_1, A_2, \dots, A_{3n-6}$  un apskatām virsotņu kopu  $S = \{O, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}\}$ . Parādīsim, ka kopa  $S$  ir līdzsvarota. Katrām divām dažādām virsotnēm  $A_i$  un  $A_j$  izpildās vienādība  $OA_i = OA_j$ . Apskatām virsotnes  $O$  un  $A_i$ . Ievērojam, ka visiem  $i \leq n/2$  trijstūris  $OA_i A_{n/2-1+i}$  ir regulārs. Tātad, ja  $i \leq n/2$ , tad  $OA_{n/2-1+i} = A_i A_{n/2-1+i}$ ; pretējā gadījumā, ja  $i > n/2$ , tad  $OA_{n/2-1+i} = OA_{i-n/2+1}$ . Līdz ar to kopa  $S$  ir līdzsvarota. Konstruācijas piemēru, ja  $n=10$ , skat. 1. att.



1. att.

**b)** Pierādīsim, ka visiem nepāra skaitļiem  $n \geq 3$  eksistē līdzsvarota, ekscentriskā kopa, kas satur  $n$  punktus, un ka šāda kopa neeksistē pāra skaitļiem  $n \geq 3$ .

Ja  $n$  ir nepāra skaitlis, tad par kopu  $S$  ņemsim regulāra  $n$ -stūra virsotņu kopu. Ja a) gadījumā pierādījām, ka šāda kopa  $S$  ir līdzsvarota, vēl jāpierāda, ka tā ir arī ekscentriskā. Patiešām, ja  $P$  ir tāds punkts, ka trīs dažādām virsotnēm  $A, B$  un  $C$  izpildās vienādība  $PA = PB = PC$ , tad  $P$  ir  $n$ -stūrim apvilkts riņķa līnijas centrs, kas nepieder kopai  $S$ . Tātad  $S$  ir ekscentriskā kopa.

Apskatīsim gadījumu, kad  $n$  ir pāra skaitlis. Pieņemsim pretējo, ka  $S$  ir līdzsvarota, ekscentriskā kopa, kas satur  $n$  punktus. Teiksim, ka punkts  $C$  ir saistīts ar divu dažādu kopas  $S$  punktu  $A$  un  $B$  pāri  $\{A; B\}$ , ja  $AC = BC$ . Tā kā ir  $n(n-1)/2$  šādu punktu pāri, tad eksistē tāds kops  $S$  punkts  $P$ , kas ir saistīts ar vismaz  $\left\lfloor \frac{n(n-1)}{2} \right\rfloor : n = \frac{n}{2}$  punktu pāriem. Ievērojam, ka neviens no šiem  $n/2$  pāriem nesatur pun-



ktu  $P$ , tātad šo  $n/2$  pāru apvienojumā ir ne vairāk kā  $n-1$  punkts. Līdz ar to ir tādi divi punktu pāri, kuriem ir kopīgs punkts. Pieņemsim, ka šie divi pāri ir  $\{A; B\}$  un  $\{A; C\}$ . Bet tādā gadījumā  $PA=PB=PC$ , kas ir pretrunā ar pieņēmumu, ka  $S$  ir līdzsvarota, ekscentriskā kopa. Tātad pāra skaitļiem  $n \geq 3$  neeksistē līdzsvarota ekscentriskā kopa.

## 2. uzdevums

**Atbilde.** Ir 16 šādu skaitļu trijnieki:  $(2;2;2)$ ,  $(2;2;3)$ ,  $(2;3;2)$ ,  $(3;2;2)$ ,  $(2;6;11)$ ,  $(2;11;6)$ ,  $(6;2;11)$ ,  $(6;11;2)$ ,  $(11;2;6)$ ,  $(11;6;2)$ ,  $(3;5;7)$ ,  $(3;7;5)$ ,  $(5;3;7)$ ,  $(5;7;3)$ ,  $(7;3;5)$ ,  $(7;5;3)$ .

**Atrisinājums.** Viegli pārbaudīt, ka visi augstāk minētie trijnieki atbilst uzdevuma nosacījumiem. Vēl jāpierāda, ka nav citu skaitļu trijnieku, kas atbilst uzdevuma nosacījumiem.

Pieņemsim, ka  $(a; b; c)$  ir trijnieks, kas apmierina uzdevuma nosacījumus. Ja  $a=1$ , tad gan  $b-c$ , gan  $c-b$  būtu jābūt divnieka pakāpei, bet tas nav iespējams, jo to summa ir 0. Tātad  $a \geq 2$  un simetrijas dēļ arī  $b \geq 2$  un  $c \geq 2$ . Šķirojam divus gadījumus.

1. Starp skaitļiem  $a, b$  un  $c$  ir vismaz divi vienādi skaitļi.

Nezaudējot vispārīgumu, varam pieņemt, ka  $a=b$ . Tad  $a^2-c$  un  $a(c-1)$  ir divnieka pakāpes. Tā kā  $a(c-1)$  ir divnieka pakāpe, tad gan  $a$ , gan  $c-1$  ir divnieka pakāpes. Tātad eksistē tādi nenegatīvi veseli skaitļi  $a$  un  $\gamma$ , ka  $a=2^\alpha$  un  $c=2^\gamma+1$ . Tā kā arī  $a^2-c=2^{2\alpha}-2^\gamma-1$  ir divnieka pakāpe un tā nevar būt kongruenta ar  $-1$  pēc moduļa 4, tad  $\gamma \leq 1$ . Turklāt  $2^{2\alpha}-2$  un  $2^{2\alpha}-3$  var būt divnieka pakāpe, ja  $a=1$ . Secinām, ka  $(a; b; c)$  ir  $\{2;2;2\}$  vai trīs  $\{2;2;3\}$  permutācijas.

2. Skaitļi  $a, b$  un  $c$  visi ir dažādi.

Simetrijas dēļ varam pieņemt, ka

$$2 \leq a < b < c. \quad (1)$$

Pierādīsim, ka  $(a; b; c)$  šajā gadījumā ir  $(2;6;11)$  vai  $(3;5;7)$ . Tā kā  $(a; b; c)$  apmierina uzdevuma nosacījumus, tad eksistē tādi nenegatīvi veseli skaitļi  $\alpha, \beta$  un  $\gamma$ , ka

$$bc-a=2^\alpha, \quad (2)$$

$$ac-b=2^\beta, \quad (3)$$

$$ab-c=2^\gamma. \quad (4)$$

Līdz ar to

$$a > \beta > \gamma. \quad (5)$$

Atkarībā no  $a$  vērtības šķirojam divus gadījumus.

2.1. Apskatām gadījumu, kad  $a=2$ . Pieņemsim, ka  $\gamma > 0$ . Tad no (4) izriet, ka  $c$  ir pāra skaitlis, un no (5) un (3) izriet, ka  $b$  ir pāra skaitlis. Tātad (2) kreisā puse ir kongruenta ar 2 pēc moduļa 4. Tas ir iespējams tikai, ja  $bc=4$ , kas ir pretrunā ar (1). Līdz ar to  $\gamma=0$  un iegūstam, ka  $c=2b-1$ .

No (3) iegūstam, ka  $3b-2=2^\beta$ . Vienādība var būt tikai tad, ja  $\beta \geq 4$ , jo  $b > 2$ . Ja  $\beta=4$ , tad  $b=6$  un  $c=2 \cdot 6-1=11$ , kas ir derīgs trijnieks. Vēl jāapskata gadījums, kad  $\beta \geq 5$ . No (2) izriet, ka  $9 \cdot 2^\alpha = 9b(2b-1) - 18 = (3b-2)(6b+1) - 16 = 2^\beta(2^{\beta+1}+5) - 16$ , un, ja  $\beta \geq 5$ , tad izteiksme  $2^\beta(2^{\beta+1}+5) - 16$  nedalās ar 32. Tātad, lai izpildītos vienādība, tad  $a \leq 4$ , bet tas pretrunā ar (5).

2.2. Apskatām gadījumu, kad  $a \geq 3$ . Izvēlamies tādu veselu skaitli  $v \in \{-1; 1\}$ , ka  $c-v$  nedalās ar 4. Tad  $2^\alpha + v \cdot 2^\beta = (bc - av^2) + v(ca - b) = (b+av)(c-v)$  dalās ar  $2^\beta$ , no kā izriet, ka  $b+av$  dalās ar  $2^{\beta-1}$ . No otras puses, ņemot vērā (1), no  $2^\beta = ac - b > (a-1)c \geq 2c$  izriet, ka  $a$  un  $b$  ir mazāki nekā  $2^{\beta-1}$ . Tas ir iespējams tikai tad, ja  $v=1$  un  $a+b=2^{\beta-1}$ . No (3) izriet, ka

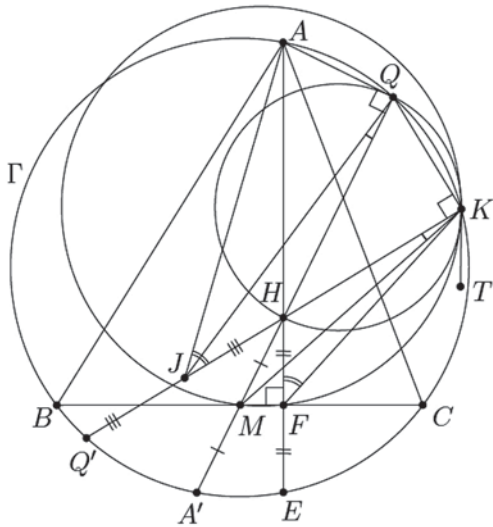
$$ac-b=2(a+b), \quad (6)$$

kamēr vien  $4b > a+3b = a(c-1) \geq ab$ , no kā secinām, ka  $a=3$ . Tad (6) varam pārrakstīt kā  $c=b+2$  un no (2) iegūstam, ka  $b(b+2)-3 = (b-1)(b+3)$  ir divnieka pakāpe. Tātad reizinātāji  $b-1$  un  $b+3$  ir divnieka pakāpes. Tā kā šo reizinātāju starpība ir 4, tad vienīgā iespēja, ka  $b=5$  un līdz ar to  $c=7$ .

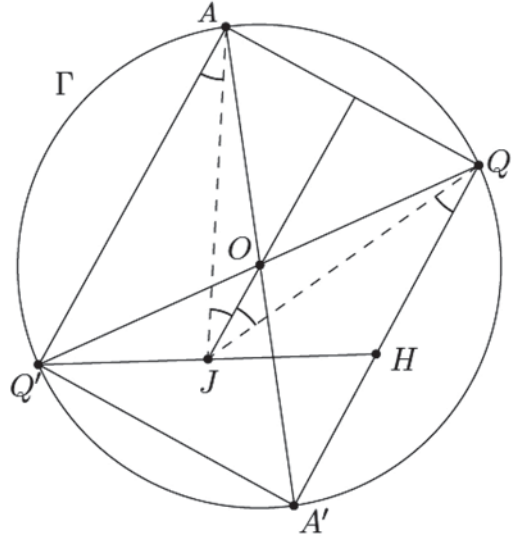
Līdz ar to esam pierādījuši, ka nav citu trijnieku  $(a; b; c)$ .

## 3. uzdevums

**Atrisinājums.** Atliekam punktus  $A'$  un  $O'$ , kas attiecīgi ir simetriski punktiem  $A$  un  $H$  attiecībā pret  $\Gamma$  centru  $O$  (skat. 2. att.). Tā kā  $\angle AQA' = 90^\circ$  un  $\angle AQH = 90^\circ$ , tad punkti  $Q, H$  un  $A'$  atrodas uz vienas taisnes. Līdzīgi iegūst, ka arī punkti  $K, H$  un  $O'$  atrodas uz vienas taisnes.



2. att.



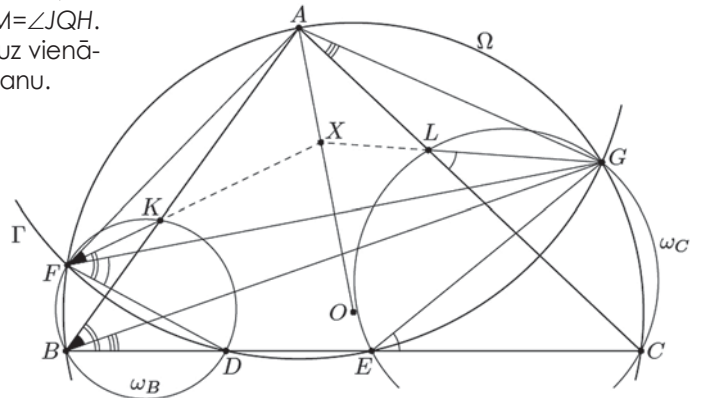
3. att.

Taisnes  $AHF$  otru krustpunktu ar  $\Gamma$  apzīmējam ar  $E$ . Zināms, ka punkti  $M$  un  $F$  ir attiecīgi nogriežņu  $HA'$  un  $HE$  viduspunkti. Ar  $J$  apzīmējam  $HQ'$  viduspunktu.

Apskatām tādu punktu  $T$ , ka  $TK$  ir riņķa līnijas  $KQH$  pieskare, kas novilkta punktā  $K$ , un punkti  $Q$  un  $T$  atrodas dažādās pusēs no  $KH$ . Tad  $\angle HKT = \angle HQK$  un pierādīsim, ka  $\angle MKT = \angle CFK$ . Tātad atliek pierādīt, ka  $\angle HQK = \angle CFK + \angle HKM$ . Tā kā  $\angle HQK = 90^\circ - \angle O'HA'$  un  $\angle CFK = 90^\circ - \angle KFA$ , tad  $\angle O'HA' = \angle KFA - \angle HKM$ . No trijstūru  $KHE$  un  $AHQ'$  līdzības (punkti  $F$  un  $J$  ir atbilstošo malu viduspunkti) iegūstam, ka  $\angle KFA = \angle HJA$ . Līdzīgi iegūst, ka  $\angle HKM = \angle JQH$ . Līdz ar to pierādāmais ir reducējies uz vienādības  $\angle O'HA' = \angle HJA - \angle JQH$  pierādīšanu.

Ņemot vērā, ka  $\angle O'HA' = \angle JQH + \angle HJQ$  un  $\angle HJA = \angle QJA + \angle HJQ$ , pietiek pierādīt, ka  $2\angle JQH = \angle QJA$  (skat. 3. att.). Pēdējā vienādība izriet no tā, ka  $AQA'O'$  ir taisnstūris un punktam  $J$ , kas ir  $HQ'$  viduspunkts, ir jāatrodas uz  $AQ$  vidusperpendikula.

4. att.



#### 4. uzdevums

**Atrisinājums.** Pietiek pierādīt, ka  $FK$  un  $GL$  ir simetriski attiecībā pret  $AO$ .

Nogriežņi  $AF$  un  $AG$  ir simetriski attiecībā pret  $AO$  kā riņķa līnijas  $\Omega$  vienāda garuma hordas. Tātad pietiek pierādīt, ka  $\angle KFA = \angle AGL$ .

Apzīmējam trijstūriem  $BDF$  un  $CEG$  apvilkās riņķa līnijas attiecīgi ar  $\omega_B$  un  $\omega_C$  (skat. 4. att.). Tātad  $\angle KFA = \angle DFG + \angle GFA - \angle DFK$ . Ņemot vērā riņķa līnijas  $\omega_B$ ,  $\Gamma$  un  $\Omega$ , pēdējo vienādību var pārrakstīt kā  $\angle KFA = \angle CEG + \angle GBA - \angle DBK = \angle CEG - \angle CBG$ . Ņemot vērā

riņķa līnijas  $\omega_c$  un  $\Omega$ , iegūstam, ka  $\angle KFA = \angle CLG - \angle CAG = \angle AGL$  un līdz ar to esam pierādījuši prasīto.

## 5. uzdevums

**Atbilde.**  $f(x) = x$  un  $f(x) = 2 - x$ .

**Atrisinājums.** Pārbaudot funkcijas  $f(x) = x$  un  $f(x) = 2 - x$ , iegūst, ka tās der par vienādojuma atrisinājumu. Vēl jāpierāda, ka nav citu funkciju, kas apmierina doto vienādojumu:

$$f(x+f(x+y))+f(xy)=x+f(x+y)+yf(x). \quad (1)$$

Pieņemsim, ka  $f$  ir funkcija, kas apmierina vienādojumu (1). Ievietojot (1) vērtību  $y=1$ , iegūstam

$$f(x+f(x+1))=x+f(x+1). \quad (2)$$

Tātad punkts  $x+f(x+1)$  ir funkcijas  $f$  nekustīgais punkts katram reālam skaitlim  $x$ .

Šķirojam divus gadījumus attiecībā pret vērtību  $f(0)$ .

1. Apskatām gadījumu, kad  $f(0) \neq 0$ . Ievietojot  $x=0$  vienādojumā (1), iegūstam  $f(f(y))+f(0)=f(y)+yf(0)$ .

Ja  $y_0$  ir funkcijas  $f$  nekustīgais punkts, tad, ievietojot vērtību  $y=y_0$  pēdējā vienādojumā, iegūstam, ka  $y_0=1$ . No (2) izriet, ka  $x+f(x+1)=1$  visiem reāliem  $x$ . Tātad  $f(x+1)=1-x$  jeb  $f(x)=2-x$  visiem reāliem  $x$ .

2. Apskatām gadījumu, kad  $f(0)=0$ . Vienādojumā (1) ievietojot  $y=0$  un  $x$  aizstājot ar  $x+1$ , iegūstam

$$f(x+f(x+1))+1=x+f(x+1)+1. \quad (3)$$

No (1), ievietojot  $x=1$ , iegūst

$$f(1+f(y+1))+f(y)=1+f(y+1)+yf(1). \quad (4)$$

Ievietojot  $x=-1$  vienādojumā (2), iegūstam  $f(-1)=-1$ . Pēc tam ievietojam  $y=-1$  vienādojumā (4) un secinām, ka  $f(1)=1$ . Tātad no (4) iegūst

$$f(1+f(y+1))+f(y)=1+f(y+1)+y. \quad (5)$$

Ja  $y_0$  un  $y_0+1$  ir funkcijas  $f$  nekustīgie punkti, tad arī  $y_0+2$  ir  $f$  nekustīgais punkts. No (2) un (3) izriet, ka  $x+f(x+1)+2$  ir  $f$  nekustīgais punkts katrai reālai  $x$  vērtībai, t.i.,  $f(x+f(x+1)+2)=x+f(x+1)+2$ .

Aizstājot  $x$  ar  $x-2$ , vienkāršojam pēdējo vienādojumu:  $f(x+f(x-1))=x+f(x-1)$ .

No otras puses, ievietojot  $y=-1$  vienādojumā (1), iegūst  $f(x+f(x-1))=x+f(x-1)-f(x)-f(-x)$ .

Tātad  $f(-x)=-f(x)$  visiem reāliem  $x$ .

Vienādojumā (1) aizstājot  $(x, y)$  ar  $(-1, -y)$  un izmantojot, ka  $f(-1)=-1$ , iegūstam  $f(-1+f(-y-1))+f(y)=-1+f(-y-1)+y$ .

Tā kā  $f$  ir nepāra funkcija, tad pēdējo vienādojumu var pārveidot formā  $-f(1+f(y+1))+f(y)=-1-f(y+1)+y$ .

Saskaitot šo vienādojumu ar (5), iegūstam, ka  $f(y)=y$  visiem reāliem  $y$ .

## 6. uzdevums

**Atrisinājums.** Vizualizēsim naturālo skaitļu kopu kā punktu virkni. Katram  $n$  vilksim bultu, kuras sākumpunkts ir punktā  $n$  un galapunkts ir punktā  $n+a_n$ , tātad bultas garums ir  $a_n$ . Ņemot vērā nosacījumu, ka katram  $m \neq n$  izpildās  $m+a_m \neq n+a_n$ , tad katram naturālam skaitlim atbilst ne vairāk kā viens bultas galapunkts. Ir daži naturāli skaitļi, kam neatbilst neviens bultas galapunkts, piemēram, skaitlis 1. Šos punktus sauksim par *starta punktiem*. Ja virkne tiek sākta kādā no *starta* punktiem un turpināta, virzoties pa bultām bezgalīgi tālu, tad sauksim to par *staru*, kura punktiem (bultu galapunkti, kas veido *staru*) atbilst stingri augoša naturālu skaitļu virkne. Katras bultas garums ir ne vairāk kā 2015. Tātad, ja *stars* sākas punktā  $s$ , tad katrā intervālā  $[n; n+2014]$ , kur  $n \geq s$ , atrodas vismaz viens *stara* punkts.

Pamatosim, ka *starta* punktu nav vairāk kā 2015. Pieņemsim pretējo, ka ir vismaz 2016 *starta* punkti. Tādā gadījumā eksistē vesels skaitlis  $n$ , kas ir lielāks nekā pirmie 2016 *starta* punkti, bet tad intervālā  $[n; n+2014]$  būtu jābūt vismaz 2016 bultu galapunktiem, kas nav iespējams. Tātad *starta* punktu skaits  $b$  apmierina nevienādības  $1 \leq b \leq 2015$ .

Ar  $N$  apzīmēsim naturālu skaitli, kas ir lielāks nekā visi *starta punkti*. Pierādīsim, ka  $b$  un  $N$  ir meklētie skaitļi.

Pieņemsim, ka ir doti tādi divi naturāli skaitļi  $m$  un  $n$ , ka  $n > m \geq N$ . Summa  $\sum_{i=m+1}^n a_i$  ir vienāda ar visu bultu, kuru sākumpunkti ir  $m+1, \dots, n$ , garumu summu. Ņemot visas bultas kopā, tās veido *apakšstaru*. *Apakšstaru* skaits ir  $b$ , kāds *apakšstars* varētu būt tukšs

(t.i., nesaturēt nevienu punktu). Uz katra *stara* apskatām pirmo skaitli, kas ir lielāks nekā  $m$ , visus šos skaitļus apzīmējam ar  $x_1, x_2, \dots, x_b$  un līdzīgi ar  $y_1, y_2, \dots, y_b$  apzīmējam skaitļus, kas atbilst vērtībai  $n$ . Tad starpības  $y_1 - x_1, \dots, y_b - x_b$  sastāv no *apakšstaru* garumiem un, iespējams, dažām nullēm, kas atbilst tukšajiem *apakšstariem*. Līdz ar to iegūstam, ka

$$\sum_{i=m+1}^n a_i = \sum_{j=1}^b (y_j - x_j),$$

no kurienes

$$\sum_{i=m+1}^n (a_i - b) = \sum_{j=1}^b (y_j - n) - \sum_{j=1}^b (x_j - m).$$

Tagad katra *stara* kāds punkts atrodas intervālā  $[m+1; m+2015]$  un tādējādi starpības  $x_1 - m, \dots, x_b - m$  atbilst  $b$  dažādiem kopas  $\{1; 2; \dots; 2015\}$  elementiem. Turklāt, tā kā  $m+1$  nav *starta* punkts, tad tam ir jāpieder kādam *staram*; tātad skaitlim 1 ir jāparādās starp šiem skaitļiem, tāpēc

$$1 + \sum_{j=1}^{b-1} (j + 1) \leq \sum_{j=1}^b (x_j - m) \leq 1 + \sum_{j=1}^{b-1} (2016 - b + j).$$

Līdzīgus spriedumus lietojot skaitlim  $n$  un  $y_1, y_2, \dots, y_b$ , iegūstam

$$1 + \sum_{j=1}^{b-1} (j + 1) \leq \sum_{j=1}^b (y_j - n) \leq 1 + \sum_{j=1}^{b-1} (2016 - b + j).$$

Līdz ar to

$$\begin{aligned} \left| \sum_{i=m+1}^n (a_i - b) \right| &\leq \sum_{j=1}^{b-1} ((2016 - b + j) - (j + 1)) = \\ &= (b - 1)(2015 - b) \leq \left( \frac{(b - 1) + (2015 - b)}{2} \right)^2 = 1007^2, \end{aligned}$$

kas arī bija jāpierāda.

## Atsauces

1. <https://www.imo-official.org/problems.aspx>
2. <https://www.imo-official.org/problems/IMO2015SL.pdf>
3. [https://www.imo-official.org/year\\_statistics.aspx?year=2015](https://www.imo-official.org/year_statistics.aspx?year=2015) D

## Populārzinātnisko gadalaiku izdevumu «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS» var abonēt:

- **Latvijas Pasta nodaļās**, žurnāla indekss 2214, pa tālruni 67008001 vai internetā [www.pasts.lv](http://www.pasts.lv);
- Abonēšanas centrā **“Diena”**, internetā [www.abone.lv](http://www.abone.lv);
- Izdevniecībā **“Mācību grāmata”** Rīgā, Klijānu ielā 2d-414 – skaidrā naudā vai, pieprasot rēķinu, pa tālr. 67 325 322 vai e-pastu [macibu.gramata@apollo.lv](mailto:macibu.gramata@apollo.lv).

**Abonēšanas cena** 2017. gadam 9.- € (Rudens laidiena pielikumā – *Astronomiskais kalendārs 2018*), vienam numuram – 2.25 €.

MĀRIS KRASTIŅŠ

## ZVAIGŽŅU ATSPULGI SALACAS ŪDENOS

Augusts ik gadu aicina vērties naksnīgajās debesīs, lai atgādinātu par sevi kā laiku, kad līdz ar Perseīdu meteoru plūsmas maksimumu daudzi jo daudzi, lūkojoties debesīs un skaitot krītošās zvaigznes, var cerēt piepildīt savas vēlēšanās vai arī vienkārši izbaudīt šīs astronomiskās parādības krāšņumu. 2016. gadā tika prognozēta lielāka Perseīdu aktivitāte plūsmas maksimumā, tādēļ 28. amatieru astronomijas semināra "Ērglis 2016" dalībnieki ar nevilnotām cerībām no 11. līdz 14. augustam pulcējās Mazsalacā, lai pārliecinātos, cik precīzas būs bijušas prognozes par Perseīdu aktivitāti. Kā ierasts, semināra programmu papildināja dažādas lekcijas, dienas un nakts projektu izstrāde, kā arī debess dzīļu objektu novērojumi, kurus nodrošināja Mārtiņš Eihvalds un Nikolajs Nikolajevs. Semināra dalībnieki pulcējās Valtenberģu muižā, bet lekcijām tika izmantotas Mazsalacas vidusskolas telpas (sk. 1. att.).

Semināra ievadā 11. augusta vakarpusē pēc tā oficiālās atklāšanas dalībnieki un ikviens interesents varēja iepazīties ar meteoru novērošanas teorijas pamatiem, par kuriem pastāstīja šo rindu autors, kā arī daudzveidīgajiem Aivja Meijera fizikas eksperimentiem (sk. 2. att.). Laika apstākļi vakarpusē nebija īpaši daudzsoļoši, tomēr debesis līdz ar tumšas iestāšanos noskaidrojās, un skatienam pavērās Visuma krāšņums. Arī Perseīdas ar aktivitāti neskopojās, taču tā noteikti nebija tāda, kādu vecākie semināra dalībnieki atminējās vēl no 20. gadsimta deviņdesmito gadu pirmās puses.



1. att. Semināra "Ērglis 2016" dalībnieki pie Mazsalacas vidusskolas. *Nikolaja Nikolajeva foto*



2. att. Aivis Meijers demonstrē fizikas eksperimentus. *N. Nikolajeva foto*

Pēc zvaigžņotās nakts nākamās dienas rīta stundas nāca ar pamatīgām lietusegāzēm. Izrādījās, ka Mazsalaca bija vienīgais novads Latvijā, kuru 12. augusta rītā skāra nokrišņi. Vēlāk tie gan mitējās, tādēļ pārgājienā uz Skaņakalnu (sk. 3. att.) semināra dalībnieki jau varēja doties, īpaši neraizējoties par samirkšanu, kaut arī nelieli lietus mākoņi par sevi lika manīt visas dienas garumā. Pēc ieklausīšanās Skaņakalna dziedrajās atbalsīs semināra dalībnieki atgriezās Mazsalacā un pēc pusdienām sāka Ilgoņa Vilka sagatavo-



3. att. Skaņakalns. N. Nikolajeva foto



4. att. "Kosmiskais cirks" aizvien aizrauj semināra dalībniekus. M. Krastiņa foto

to dienas un nakts projektu izstrādi. Dienas projektu ietvaros bija iespējams veikt Saules novērojumus, sagatavot priekšlikumus jaunai astronomiskai spēlei, astronomiskai aplikācijai vai arī sacerēt astronomisku dziesmu. Savukārt nakts projektu ietvaros bija jānovēro Piena Ceļš, debess dzīļu objekti, Polārzcvaigzne, Urāns un Mēness. Pēcpusdienas programmas ietvaros semināra dalībnieki piedalījās aizraujošajā un populārajā spēlē "Kosmiskais cirks" (sk. 4. att.), kā arī turpināja iepazīties ar Aivja Meijera fizikas eksperimentiem.

12. augusta vakara programmu ievadīja dalībnieku izveidoto komandu prezentācijas, kam sekoja šo rindu autora stāstījums par vēsturiskajiem notikumiem saistībā ar TELE 2 2009. gadā rīkoto Mazsalacas meteorīta krišanas inscenējumu. Turpinājumā I. Vilks dalījās savā pieredzē, fotografējot dažādus astronomiskos objektus un parādības, bet vakara programmu noslēdza M. Eihvalda stāstījums par mobilās observatorijas vēsturi un nākotnes iecerēm. Laika apstākļi arī semināra otrajā vakarā bija labvēlīgi novērojumiem, kaut arī Perseīdu aktivitāte plūsmas maksimumā optimistiskās prognozes īsti nepiepildīja.

"Ērgļa 2016" trešās dienas rīts ausa ar mākoņainu laiku, kas nevēsa optimismu par sestdien gaidāmajiem laika apstākļiem. Taču semināra programmu tie neietekmēja. Rīta pusē Kalvis Salmiņš pastāstīja par astronomiskajām koordinātu sistēmām, bet pēc tam semināra dalībnieki devās astronomiskajā skrējienā pa Mazsalacu. Pēcpusdienā semināra dalībnieki turpināja projektu izstrādi, kā arī noklausījās ļoti saistošo Ivo Dinsberga stāstījumu par meteoroloģisko pavadoņu datu apstrādi (sk. 5.att.).

13. augusta vakara programmā I. Vilks pastāstīja par gravitācijas viļņiem, bet Vitolds Grabovskis klātesošos iepazīstināja ar cilvēka redzes niansēm (sk. 6. att.). Neatņemama semināra programmas sastāvdaļa ir ieskats semināra vēsturē, par kuru šoreiz pastāstīja I. Vilks, bet vakara programmu noslēdza spēle "No pusvārda". Kaut arī lietus vakara stun-

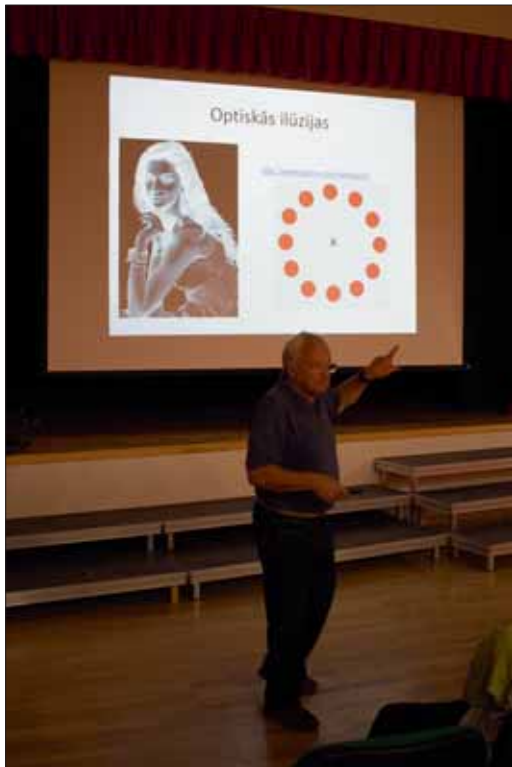


5. att. Ivo Dinsbergs stāsta par meteoroloģisko pavadoņu datu apstrādi. *I. Vilka foto*

dās bija mitējies, mākoņi nebija izkūlušī, tādēļ semināra dalībniekiem nācās samierināties ar reālajiem apstākļiem un ar gandarījumu konstatēt, ka semināram bija sagādātas vismaz divas skaidras naktis.

Semināra noslēdzošajā dienā dalībnieki prezentēja savu veikumu, kas bija ļoti daudzveidīgs un radošs. Kā atzinību par šo veikumu semināra dalībnieki saņēma Latvijas Astronomijas biedrības (LAB) diplomus, kā arī organizatoru sarūpētās balvas. Tika izteikta cerība, ka 2016. gadā radītās spēles nākotnē tiks iekļautas semināra programmā.

LAB izsaka pateicību par līdzdalību semināra "Ērglis 2016" rīkošanā Mazsalacas novada pašvaldībai, Mazsalacas novada domes priekšsēdētājam Harijam Rokpelnim, Mazsalacas vidusskolas direktorei Zaigai Ivanai un citiem Mazsalacas novada pašvaldības un Mazsalacas vidusskolas darbiniekiem, kuri sniedza atbalstu semināra laikā. Tāpat LAB pateicas Kristīnei Adgerei, Arnim Ginteram, A. Meijeram, I. Vilkam, N. Nikolajevam, kā arī žurnālam "Zvaigžņotā Debess".



6. att. Vitolds Grabovskis semināra dalībniekus iepazīstina ar cilvēka redzes niansēm.

*N. Nikolajeva foto*

2017. gadā sakarā ar pilna Saules aptumsuma (21. augustā redzams ASV) novērojumiem daudzi astronomijas interesenti ierastajā semināra norises laikā atradīsies ASV, tādēļ 29. amatieru astronomijas semināra "Ērglis 2017" programma tiks saīsināta un tas notiks no 28. līdz 30. jūlijam. Semināra norises vieta tiks precizēta. Sīkāka informācija par semināru būs pieejama internetā LAB mājaslapā [www.lab.lv](http://www.lab.lv) un SIA „Starspace” mājas lapā [www.starspace.lv](http://www.starspace.lv). D

**Abonē «ZVAIGŽŅOTO DEBESI!» Abonēt lētāk nekā pirkt!**

Uzziņas 67 325 322 vai pa e-pastu [macibu.gramata@apollo.lv](mailto:macibu.gramata@apollo.lv)



Vinjete. V. Noskovs

JĒKABS ŠTRAUSS

## ZVAIGŽNOTAIS VISUMS GRAFIKAS MĀKSLĀ

Visi ap mums esošais, ko saucam par visu-  
mu, universu, kosmosu, starplanētu telpu, iz-  
platījumu, pasauli un zvaigžņoto debesi, gan-  
drīz nevienu neatstāj vienaldzīgu. Savukārt  
daudzus tas iedvesmo, – gribas pašiem radīt  
ko jaunu, paliekošu, apgarotu, lielu ... un kaut  
fantāzijā aizlidot uz vistālākajām zvaigznēm.

Šo vēlēšanos vēl stiprāku dara cilvēki, kas  
paši ir bijuši tur, kur zvaigznes var “ar roku aiz-  
sniegt” – reālā lidojumā izplatījumā un atve-  
duši uz Zemes daudz vizuālās informācijas un  
stāstu. Daudzi no viņiem arī paši nodarbojas  
ar mākslu. Šādi cilvēki kļūst par mākslinie-  
ku iedvesmas subjektiem, jo tie, kas izjutuši  
zvaigžņotās bezgalības pieskārienu, arī citus  
iedvesmo uz lieliem darbiem.

Tā rodas mākslas darbi par Visumu, kos-  
miskajiem objektiem un parādībām, kosmo-  
nautiem, astronautiem un viņu pilotētajiem  
lidaparātiem, kā arī kosmosā izpētes instru-  
mentiem. Šeit fantāzijai un iedvesmai nav  
robežu – fantastiskais kosmos un kosmiskā  
fantāzija.

Šoreiz parunāsim par Visumu tik daudzvei-  
dīgajā un fantastiskajā grafikas mākslā. Kā nu  
ne! Grafikai ir ļoti daudz izpausmes iespēju,  
jomu un daudzveidīgu izpildījuma tehniku. Arī  
labu mākslinieku nav mazums. Tāpēc mazliet  
iepazīstināšu lasītājus ar to, ko grafikā īsti var  
radīt un kāpēc tieši kosmosu šajā nozarē tik  
precīzi ir iespējams parādīt.

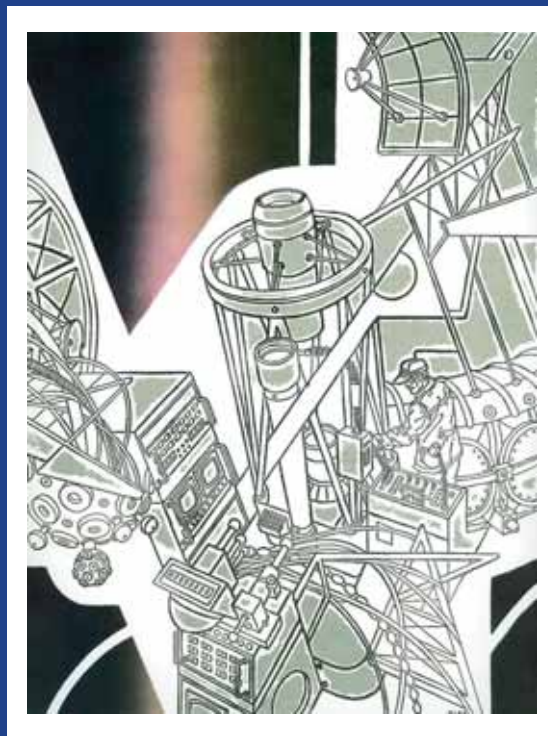
Atšķirībā no zīmējuma, kas ir tikai vienā  
eksemplārā, grafika ir pavairojamā jeb tira-  
žējamā māksla. Mākslinieks pats izgatavo ies-  
piedformu un ideālā variantā arī pats nodru-

kā savu darbu. Šādu autora novilkumu sauc  
par estampu.

Grafikas mākslai ir vairāki veidi.

### I. Stājgrafika

Tas ir liela izmēra patstāvīgs mākslinieka  
darināts estamps vai arī estampu cikls bez  
lietišķām funkcijām. Atšķirībā no plakāta, ka-  
rikatūras u.c. grafikas veidiem darba šizetu  
parasti katrs skatītājs uztver un pārdzīvo indivi-  
duāli bez komentāriem. Ir tikai atsevišķa dar-  
ba vai cikla nosaukums un autora paraksts.  
Dažreiz iztiek arī bez darba nosaukuma. Šā-  
dus darbus mēs skatām muzejos un izstāžu  
zālēs, mākslas darbu izsolēs un grafikas mīlo-  
tāju kolekciju mapēs vai ierāmētus – mājās  
pie sienas.







Stājgrafika. Lietuviešu autora Sauļus Vajus darbs "Zinātnes un tehnikas pasaulē". Mākslinieks demonstrē savu attieksmi un redzējumu kosmosa izpētē. Šķiet, ka tehniskās iekārtas ir daudz varenākas par trauslo cilvēku, kas rīkojas ar šiem instrumentiem. "Un tomēr – cilvēks ir visu šo rīku pavēlnieks! Tā ir tipiska padomju laika (laikmeta) "zinātniskā" nostādne un sabiedrības "pārliecība" par mūsu visvarenību; kā vēlāk izrādījās – sabiedrībai uzspiests patoss.

Stājgrafika. Igaunu grafiķa Vello Vinna darbs "Lidojums". Savā darbā autors mums piedāvā kaut domās paceļot izplatījumā. Ceļojums izvērsās interesants, bet īss – kaut kas mūs "velk" atpakaļ pie zemes. Tā šoreiz nav gravitācija. Tas ir pieradums, nostalgija, mūsu pašu ego un personīgās intereses pāri visam – neiznāk tā iedomātā spānotā atrašanās no ierastās materiālās vides, nu neiznāk...



**Stājgrafika.** Igaunņu mākslinieka Aleksa Kīta darbs "Nākotne. "Lidojums"". 1967. g. Mākslinieks mūs aizved fantastiskā ceļojumā izplatījumā. Autors rāda nākotni, kad kosmosā varēs lidot ne tikai izredzētie, bet arī cilvēki ar ģimenēm.

## II. Mazo formu grafika

1. **Miniatūrgrafika** (minigrafika) – tā ir maza izmēra grafika – garākā mala nedrīkst pārsniegt 20 cm. Arī sižetos neparādās izvērstas "lielo pasaules problēmu" risinājums, bet viss ir rādīts kamerstilā, daudz intīmāk, bez lieka skaļuma. Arī šeit darbi netiek komentēti – pietiek ar nosaukumu un autora parakstu.

**Miniatūrgrafika.** Šajā ukraiņu autora K. Kozlovskas kamerdarbā debess spīdekļi Saule ir tēlots kā reāls debess ķermenis – tāds, kādu mēs, nelidojuši kosmosā un neskatījuši teleskopā, to redzam ik brīdī, kad tā spīd. Lūkojoties šajā darbā, mēs pat aizmirstam, ka mūsu Saule taču ir Zemei tuvākā zvaigzne...



**Miniatūrgrafika.** Igaunņu mākslinieks Enns Kera mums rāda savu variantu par komētas parādīšanos naksnīgajās debesīs. Jāsaka, ka mākslinieki samērā reti ir pievērsušies šīs debess parādības rādīšanai, tāpēc interesanti ir iepazīties ar katra autora skatījumu un traktējumu.



2. Grāmatu un preses grafika ir grāmatu, avīžu, žurnālu u.c. periodisko izdevumu vizu-

ālā izveide – ilustrāciju, teksta, vinješu, ornamentu un zīmju izkārtojums vienotā ansamblī, kas ir svarīga satura uztveres un estētiskā baudījuma sastāvdaļa. Profesionāls ilustrators ideālu sasniedz tad, kad ilustrācijas ir tieši saistītas ar tekstu un izdevuma vāks norāda, par ko ir runa šajā iespieddarbā.



Grāmatu grafika. Krievu kokgrebējs V. Noskovs ir simboliski pievērsies kosmosa tēmai. Tā ir ilustrācija F. Čujeva dzejolim "Klusuma minūte". Jaunas dzīvības rašanās – tas mums netieši asociējas ar zvaigžņoto kosmisko pāri V. Tereškovu un N. Adrianovu, kas pirmie laida pasaulē kosmonautu bērnu. Tas bija padomju laika patoss un cilvēka visvarenības demonstrēšana. "Vai viņš arī kādreiz lidos izplatījumā, vai arī šoreiz daba "bērnos atpūties"? – tāds jautājums rodas mūsdienu cilvēkam, skatoties šajā darbā. Tāds bija laiks un tāds sižeta traktējums. Mākslas vēsturnieki to sauc par laikmeta liecību mākslā.



Grāmatu grafika. Albrehts Dīrers. Titullapas ilustrācija darbam "Marijas dzīve", 1510. g. Kokgriezuma tehnikā darinātā Marija uz Mēness sirpja ir viens no virtuozākajiem tā laika Madonnas traktējumiem šajā jomā.

3. Ex libris ir grāmatas īpašuma zīme. Pie mazo formu grafikas pieder tikai tie ekslibri, kas ir izstāžu, konkursu un nopietnu kolekciju objekti – darināti sarežģītās grafikas tehnikās, nevis ir vienkārši lietišķās grafikas darinājumi. Šāda veida grāmatzīmes slavina savu īpašnieku un ir sen jau "izkāpušas" no grāmatām un bibliotēkām.

Ex libris. Šajā rakstā kosmosa tēma tieši ekslibrī ir visplašāk pārstāvētais grafikas veids. Ļoti daudzi autori ir strādājuši pie šīs tēmas – grāmatzīmju darināšanas izciliem zinātniekiem, kosmonautiem, observatorijām, vienkārši visuma izpētes interesentiem, skolām u.c.

Sižeti ir visdažādākie – zīmju īpašnieku portreti, kosmosa ainavas, simboli, debess ķermeņi un parādības, lidaparāti, citplanētiešu invāzija utt. Ļausim žurnāla lasītājiem pašiem izpētīt šos darbus, to personāžus, kam ekslibri ir veltīti. Šā mākslas veida cienītājiem tā būs aizraujoša tikšanās gan ar veltījuma īpašniekiem, gan darbu autoriem.



I. Kirakidi



V. Morozov



G. Kravcov



M. Polakov



E. Lepps



H. un M. Burmagini



V. Noskov



G. Kravcov



M. Pikov



V. Potapov



E. Lepps



A. Čepausks



V. Žitņikovs

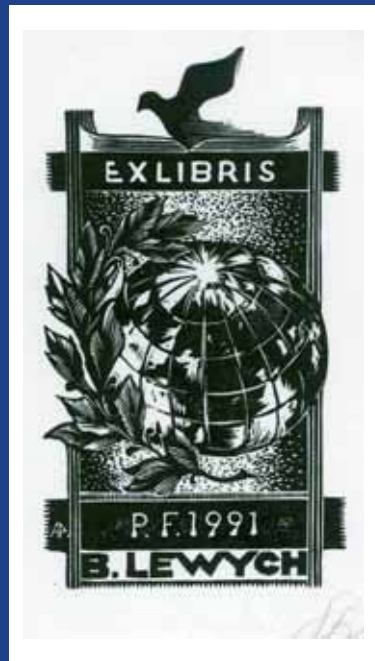


V. Vasiļjevs



V. Kirīns

4. PF jeb POST FESTUM, PER FELICE, POUR FELICITER utt. – tas ir īpašs sarežģītās grafikas tehnikās mazā tirāžā darināts Jaunā gada apsveikums, ko mākslinieks taisa ar savu vārdu vai, ja tas ir pasūtījuma darbs, tad ar pasūtītāja vārdu, un ar šo oriģinālo mazās formas grafiku apsveic savus tuvākos un draugus. Tas tad arī ir tas, kas paliek pēc svētkiem – piemiņa, mākslas darbs no paša autora – oriģināldarbs, ne veikalā pirktā pastkarte. Bet tā jau ir ekskluzīva lieta un visiem nav pieejama.



PE. Šā veida un satura grafikas darbus vairāk ir radījuši tieši latviešu mākslinieki, ar kuriem žurnāla lasītājus iepazīstināsim turpmāk. Šoreiz ilustrācijai ir izvēlēts ukraiņu grafiķa Ruslana Agirbas PF – Borisam Leviham. Tas ir pasūtījuma darbs, kas simboliski parāda īpašnieka ambīcijas – kolekcionāra gars grib iekārot zemeslodi. Varbūt īpašnieka jubilejas reizē tā var arī pasapņot.



"Kosmosa iekarotājiem slava!" Autors L. Golovanovs, 1959. gads

### III. Plakāts

Tas ir grafikas veids (arī atsevišķs darbs), ko izmanto masveida uzskatāmai informācijai, propagandai, aģitācijai, reklāmai utt. Tas parasti ir liela izmēra (90x70 cm un 120x90 cm) krāsains iespieddarbs, kurā dominē lakonisks tēlojums, kas saistīts ar konkrētu tekstu. Šajā gadījumā tas slavina un propagandē valsts sasniegumus kosmosa izpētē.

Plakāts. Izcili padomju propagandas piemēri ir kosmosa tēmai veltītie lielformāta darbi. Ja neņem vērā ideoloģiju, jāsaka, ka īpaši teicams ir

mākslinieku darbs. Tiešām iespaidīgi. Gan sižets, gan krāsu koloāns un portreta meistariģs atveidojums rada kopumā suģestējoģu efektu. Darbos rādītā dinamika liek skatītājam traukties lādzi izplāfijumā. Tas ir piemērs, kādā veidā plakāts tieģšām iedarboģjas uz skatītāģu un uz masām vispār.



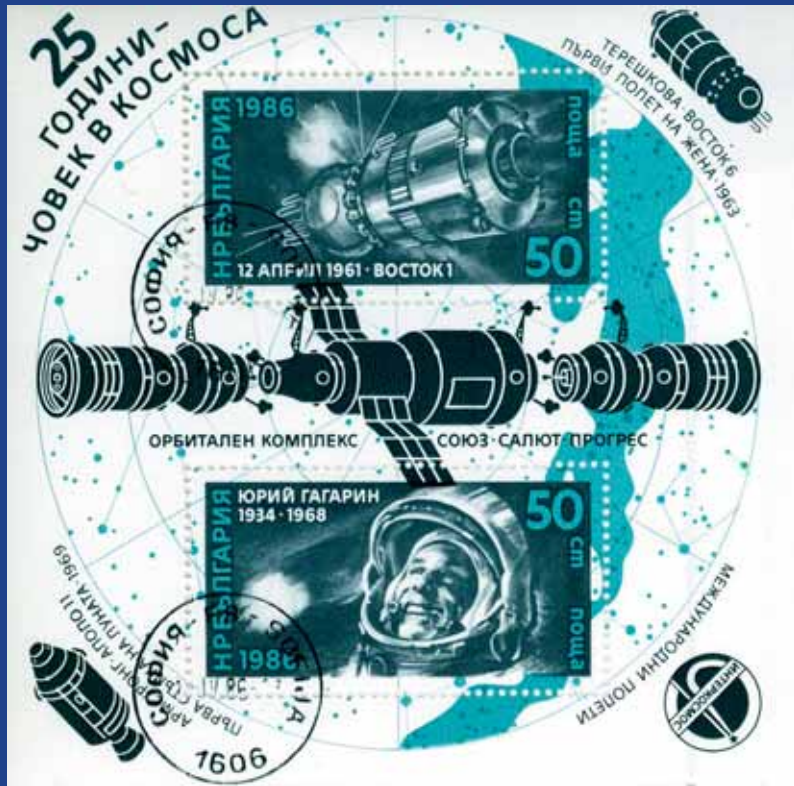
"Varoģu dzimtenei slava!" Autori V. un I. Kalenski, 1961. gads



"Mģsu triumfs kosmosā – himna padomģu valģtij!" Autors V. Viktorovs, 1963. gads

### IV. Lietišķā grafika

ģis grafikas veids ir saistģts ar utilitāru, praktģski lietoģamu objektu mākslinieģiski grafģsko apģdari. Tie ir ģķie iespiedģdarģi – vģrtģzģmes un vģrtģspapģri (pastģmarkas, aploģksnes, atklāģtnes, akģcijas, biģetes utģ.), etiģketes, firmas zģmes, emblģmas, heraldģka un sģragģstģka (ģerģboģģi un zģmogi), atzģģģģbas rakģsti un diplomģ, pros-





pekti, spēļu kārtis, ekslibri, ja tie domāti grāmatās līmēšanai, un, protams, visu veidu esaiņojums.

Lietīškā grafika. Šoreiz šā grafikas veida demonstrēšanai izvēlējos pastmarkas un pastkarti. Pasaulē ir ļoti daudz emitētas pastmarkas par visuma tēmu – tas jau

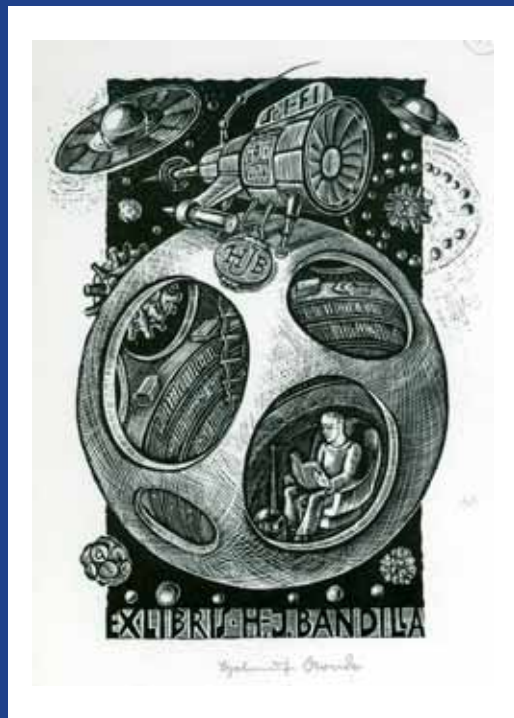
tika aprakstīts vairākos iepriekšējos žurnāla "Zvaigžņotā Debess" numuros (nr. 199-213; Pav'2008-Rud'2011). Pastkartes ir daudz mazāk izdotas nekā pastmarkas. Šoreiz izvēlēta ir tipiska 60. gadu sākuma stila atklātne, ko darinājis latviešu mākslinieks Pauls Šēnhofs. Šis laiks tieši sakrīt ar cilvēka pirmajiem lidojumiem kosmosā, un pastkarte, kaut panaivi bērnišķīgā izpildījumā, tomēr demonstrē tā laika visuma iekarošanas eiforiju.

Šoreiz savus lasītājus iepazīstinājām ar grafikas veidiem un to iespējām. Turpinājumā neklātienē varēsiet iepazīties ar tiem Latvijas māksliniekiem, kas pievērsušies kosmosa tēmai un ar to saistītām parādībām. Būs interesanti!

■ Izņemot plakātus, reproducētie darbi ir ņemti no mākslinieces E. Vīliamas privātkolekcijas. D



A. Kalašņikovs



H. Arnsts



ILGMĀRS EGLĪTIS

## ASTRONOMES MĀRĪTES EGLĪTES DZĪVES GĀJUMS

Smagas slimības radīto komplikāciju rezultātā 2016. gada 7. novembrī 65 gadu vecumā no dzīves šķīrās Mārīte Eglīte (dzim. Bite-niece).

Mārītes dzīves gājums aizsākās 1951. gada 14. martā Rīgā. Viņas bērnība saistījās ar notikumiem Pārdaugavā. Skolas gadi pagāja Rīgas Valsts vācu ģimnāzijā (tagad Rīgas 5. vidusskola). Pēc ģimnāzijas beigšanas 1969. gadā, neskatoties uz vecāku cerībām par jaunākās meitas studijām medicīnā, Mārīte sāk studijas Latvijas Valsts universitātes Fizikas un matemātikas fakultātē. Izvēlētais ceļš ved tuvāk mīļotajai astronomijas zinātnei. Jau studiju laikā sāka zvaigžņu spektru izpēti Baldones observatorijā (tolaik LZA Radioastrofizikas observatorijā). Studiju gados tālajā Prāgā studentu apmaiņas brauciena laikā sākas cieša draudzība ar nākamo dzīves draugu Ilgmāru Eglīti. Draudzīgās saites stiprina kopīgā interese par astronomiju, un 1973. gada vasaras beigās tiek svinētas kāzas. Lai gan sirdij tuva bija astronomija, valsts sadales rezultātā 1974. gadā darba gaitas bija jāsāk kā fizikas skolotājai Pumpuru vidusskolā Jūrmalā, kur tās ar pārtraukumu divu meitu dzimšanas laikā turpinās 12 gadus.

Vairākkārt Mārīte atsāk darbu sirdij tuvajā astronomijas zinātnē, strādājot Latvijas Zinātņu akadēmijas Radioastrofizikas observatorijā. Viņas zinātniskā interese saistās ar oglekļa zvaigžņu spektru klasifikāciju un analīzi. Tomēr dzīves pavērsieni gan ģimenē (divu meitu Viņas un Zanes piedzimšana), gan valstī prasa stabilu ienākumu avotu, kas piespiež Mārīti atkal un atkal atgriezties darbā skolā, nu jau



Mārīte Eglīte Latvijas Universitātes rodo-dendru dārzā 2012. gada pavasarī.

*I. Eglīša foto*

Baldonē. Visilgāk pedagoģijas darbs turpinās Baldones vidusskolā un Baldones mūzikas skolā kā fizikas, matemātikas un astronomijas skolotājai. Ar Baldones vidusskolas kolektīvu kopā pavadīti vairāk nekā 30 gadu. Mīlestība pret astronomiju neļauj fizikas skolotājai samierināties ar nelielo stundu skaitu, kuras veltītas astronomijas zināšanu apguvei fizikas kursa ietvaros. Mārīte panāk Izglītības un zinātnes ministrijas piekrišanu pilna astronomijas kursa atjaunošanai Baldones vidusskolā.

Mārītei raksturīgā pašai aizliedzīgā nodotānā darbam deva iespēju sasniegt ievērojamus rezultātus Baldones vidusskolas skolēniem fizikas olimpiādēs un zinātnisko darbu konkursos valsts līmenī. Viņas pilnīgā atdeve

darbam 2011. gadā atzīmēta ar Ata Kronvalda fonda apbalvojumu. Seši vadītie skolēnu zinātniski pētnieciskie darbi astronomijā ir guvuši pirmo vietu valstī, turklāt divi no tiem (2010. un 2013. gadā) izvirzīti Eiropas jauno zinātnieku konkursam.

Pateicoties Māriņes precizitātei un neatlaidībai, tika atklāta svarīga sakarība starp oglekļa zvaigžņu efektīvajām temperatūrām un spektrofotometrisko gradientu. Viņai ir izdevies atklāt arī vairākus desmitus jaunu oglekļa zvaigžņu un izdalīt šo zvaigžņu koncentrācijas apgabalus Galaktikā. Māriņe ir

vairāk nekā desmit zinātnisko publikāciju līdzautore. Par spīti slimībai, darbu astronomijā viņa turpināja līdz pat pēdējām savas dzīves dienām.

Māriņei vienmēr sirdij tuvi ir bijuši ceļojumi. Jaunībā pa straujajām Krievijas upēm. Viņu nebiedēja ne mežonīgās krāces, ne smagie pārgājieni līdz upju augštecēm, nesot vairāk nekā 30 kg smago mugursomu, ne pārvaramās reizēm pat sniegotās kalnu pārejas.

Brieduma gados ceļojumi turpināti joprojām, ar dzīvesdraugu pa Eiropas skaistākajiem dabas nostūriem, bet nu jau ar auto.D

ILZE VEIGURA, ILONA VĒLIŅA-ŠVILPE, Latvijas Universitātes Bibliotēka

## SCIENTIAE ET PATRIAE: LATVIJAS UN LATVIJAS UNIVERSITĀTES VĀRDS VISUMĀ

### LU Bibliotēka – augstskolas pētniecisko sasniegumu popularizētāja

Viens no Latvijas Universitātes (LU) Bibliotēkas pamatuzdevumiem ir ne tikai nodrošināt LU īstenotās studiju programmas un zinātniskās pētniecības virzienus ar informācijas resursiem un profesionālu servisu, bet vēl būtiskāk – dažādos veidos izcelt augstskolas intelektuālos sasniegumus un godināt pētnieku devumu zinātnē. Viens no veidiem, kā LU Bibliotēka šo uzdevumu īsteno, ir izstāžu veidošana.

Šis raksts ir atskats uz izstādes "Latvijas Universitāte Saules sistēmā: debess ķermeņi, kam dots ar Latviju un Latvijas Universitāti saistīts vārds" atklāšanas pasākumu 2016. gada nogalē LU Bibliotēkā Raiņa bulvārī. Izstādes veidošanā tika izmantoti materiāli no LU Astronomijas institūta bibliotēkas\* bagātīgā krājuma, kas satur nozīmīgus izdevumus dažā-

dās zinātņu nozarēs: astronomijā, ģeodēzijā, topogrāfijā, kartogrāfijā, debess mehānikā, kosmosa pētniecībā, fizikā, matemātikā, navigācijā u.c. nozarēs.



Ekspozīcijas priekšplānā Latvija! Latviešu astronoms Kārlis Šteins Krakovas astronomiskajā observatorijā 1933. gadā pirmais noteica mazās planētas 1933 OP=QP precīzu orbītu un nolēma tai piešķirt savas dzimtenes Latvijas vārdu. Nosaukums tika apstiprināts 1934. gadā.

No LU Bibliotēkas fotoarhīva

\* Sk. Bakēvica A. Latvijas Universitātes Astronomijas institūta bibliotēka. – ZvD, 2012/13, Ziema (218), 64.-70. lpp. <http://www.lu.lv/zvd/2012/ziema/biblioteka/>

Izstāde skatītājiem sniedza ieskatu unikālos notikumos, kad debess ķermeņiem – asteroīdiem ir piešķirti ar Latviju un *Alma Mater* saistīti vārdi.

Pats svarīgākais – šeit redzam LU zinātnieku ilggadēju pētījumu sasniegumus, kas vainagojušies ar jaunu debess ķermeņu novērošanu un to precīzu orbītu aprēķināšanu. Nozīmīgu ieguldījumu astronomijas attīstībā dod LU Astronomijas institūts (AI). Šie panākumi sasniegti daudzu pētījumu gadu rezultātā LU AI Baldones observatorijā. Izstāde apliecina, ka, pateicoties LU pētniekiem un Baldones observatorijai, Latvijas vārds ir izskanējis ne tikai pasaulē, bet arī ierakstīts Visumā.

### Asteroīdu medības Latvijas debesīs

15. decembra pēcpusdienā LU Bibliotēkas lasītavā bija daudzi viesi. Pasākums bija sevišķs, jo tajā vienkopus pulcējās vairākas spilgtas personības, kuru vārdā nosaukti asteroīdi: *Dr. phys.* Ilgmārs Eglītis – LU AI direktors, vadošais pētnieks, *Dr. phys.* Jānis Balodis – LU Ģeodēzijas un ģeoinformātikas institūta vadošais pētnieks, kā arī latviešu arhitekts, arhitektūras teorētiķis, daudzu arhitektūras vēs-



Izstādes atklāšanas īpašie viesi. *No kreisās:* LU Zinātņu un tehnikas vēstures muzeja direktors un LU AI pētnieks *Dr. paed.* Ilgonis Vilks, LU Ģeodēzijas un ģeoinformātikas institūta vadošais pētnieks *Dr. phys.* Jānis Balodis un LU AI direktors, vadošais pētnieks *Dr. phys.* Ilgmārs Eglītis.

*No LU Bibliotēkas fotoarhīva*



*No kreisās:* LU Bibliotēkas direktore, vadošā pētniece *Dr. paed.* Iveta Gudakovska, *Dr. phys.* Jānis Balodis, *Dr. phys.* Ilgmārs Eglītis, *Dr. paed.* Ilgonis Vilks, *Dr. habil. arch.* Jānis Krastiņš, LAB valdes priekšsēdētājs Māris Krastiņš.

*No LU Bibliotēkas fotoarhīva*



Ilgonis Vilks sniedz pārskatu, kā dažādos gadījumos tika veidoti debess ķermeņu nosaukumi.

*No LU Bibliotēkas fotoarhīva*

tures grāmatu autors, Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Arhitektūras fakultātes profesors *Dr. habil. arch.* Jānis Krastiņš.

Izstādes atklāšanu ar savu klātbūtni pagodināja LU Bibliotēkas direktore, vadošā pētniece *Dr. paed.* Iveta Gudakovska, LU Zinātņu un tehnikas vēstures muzeja direktors un LU AI pētnieks *Dr. paed.* I. Vilks un Latvijas Astronomijas biedrības (LAB) valdes priekšsēdētājs *Mg. phys.* Māris Krastiņš.

Klātesošie varēja ne tikai iepazīties ar izstādi, bet arī uzzināt daudz interesanta par Visuma dzīvē un tā izpēti.

I. Vilks sniedza vēsturisku ieskatu debess ķermeņu vārdu veidošanā no senākiem laikiem līdz pat mūsdienām, savukārt I. Eglītis plaši pastāstīja par asteroīdiem un to medībām jeb atklāšanas specifiku, kā arī LU AI Baldones observatorijas ciešo sadarbību ar Lietuvas kolēģiem.

Savukārt J. Balodis dalījās atmiņās par bagātīgo darba pieredzi astronomijas jomā. Sarunās aktīvi iesaistījās arī pārējie izstādes atklāšanas dalībnieki, izmantojot iespēju uzdot viņus interesējošos jautājumus ne tikai par asteroīdiem, bet arī citām ar astronomiju saistītām tēmām.

### Izstādes centrā - asteroīda unikālais stāsts

Katra asteroīda atklāšana, novērošana, precīzas orbītas aprēķināšana, kā arī ceļš līdz nosaukuma iegūšanai ir īpašs stāsts. Viens no sarežģītākajiem posmiem izstādes veidošanā bija lielo informācijas apjomu par katru asteroīdu ietilpināt nelielās anotācijās, jo būtiskākais izstādes mērķis bija skatītāju ieinteresēt, kā arī piešķirt izstādei izglītojošu aspektu.

Izstāde sniedza lielisku iespēju vairāk uzzināt par katru no 21 asteroīda, kam dots ar



Par aizraujošajām asteroīdu medībām Latvijas debesīs stāsta Ilgmārs Eglītis.

No LU Bibliotēkas fotoarhīva



Sarunas pēc izstādes atklāšanas pasākuma. No kreisās: Dr. phys. Ilgmārs Eglītis, Dr. paed. Ilgonis Vilks, Māris Krastiņš, Dr. habil. arch. Jānis Krastiņš.

No LU Bibliotēkas fotoarhīva

LU un Latviju saistīts vārds. Daļa no nosaukumiem ir atpazīstami: "Latvia", "Krisbarons", "Kurland", "Canders", "Vasks" – šie ir tikai daži ar Latviju un LU saistīti vārdi, kuros nosaukti 20. gs. atklātie asteroīdi. Tomēr ir debess ķermeņu vārdi, kuri plašākai sabiedrībai ir mazāk zināmi.

Godinot izcilus astronomijas zinātnes pamatlicējus Latvijā, debess ķermeņiem piešķirti daudzu pētnieku vārdi. "Steins" – nosaukts par godu LU profesoram Kārlim Šteinam (1911-1983), vienam no izcilākajiem latviešu astronomiem, asteroīdu un komētu pētniekiem, "Dirikis" – veltīts Maīsam Dirīķim (1923-1993), LU Astronomiskās observatorijas zinātniskajam darbiniekam, Latvijas Zinātņu akadēmijas goda doktoram, kurš savu zinātnisko mūžu veltīja mazo planētu un komētu pētījumiem, "Vasilevskis" – iemūžināts latviešu izcelsmes astronoma, Lika observatorijas (Kalifornijā, ASV) līdzstrādnieka, profesora Staņislava Vasīļevska (1907-1988) devums un atbalsts astronomijas zinātnes veicināšanā Latvijā. Savukārt piešķirti, lai īpaši izceltu LU zinātnieku ilggadējo ieguldījumu astronomijas pētniecības veicināšanā: LU Ģeodēzijas un ģeoinformātikas institūta vadošajam pētniekam J. Balodim un LU Astronomijas institūta direktoram, astronomam un vadošajam

pētniekam, LU Al Baldones observatorijas vadītājam I. Eglītim.

Strādājot ar izstādes materiāliem, ekspozīcijas veidotāji ieguva ne tikai jaunas praktiskas iemaņas un radošu pacēlumu, bet arī bija pārsteigti par astronomijas zinātnes Latvijā veidošanās bagāto vēsturi un izcilu zinātnieku dzīvesstāstiem, no kuriem mūsdienās varam smelties iedvesmu. Viena no šādām personībām – Frīcis Blumbahs (1864-1949). Izstādē atspoguļoti tikai svarīgākie viņa zinātniskās darbības momenti: sadarbība ar izcilu krievu zinātnieku Dmitriju Mendeļejevu, darbs galvenajā svaru un mēru palātā Sanktpēterburgā, pienākumi Latvijas Valsts Universitātes Astronomijas katedras vadītāja amatā, kā arī darbs, pildot pirmā Zinātņu akadēmijas Fizikas un matemātikas institūta Astronomijas sektora vadītāja pienākumus. Ārpus izstādes ekspozīcijas ir palicis ļoti aizraujošs Fr. Blumbaha dzīvesstāsts: studijas Tartu universitātē, darbs Pulkovas observatorijā Krievijā, darba uzdevums Anglijā kā D. Mendeļejeva pilnvarotam pārstāvim, lai rūpētos par krievu pamata mērvienību aršinas un mārciņas prototipu savlaicīgu un kvalitatīvu izgatavošanu, dalība meteorologu konferencē Parīzē 1921. gadā, pārstāvot padomju valsti, kā arī atgriešanās Latvijā 1939. gadā, pateicoties LU palīdzībai.

Godinot Fr. Blumbaha mūža devumu astronomijas zinātnē, asteroīdam, kuru 2008. gadā LU Al Baldones observatorijā atklāja I. Eglītis sadarbībā ar Lietuvas universitātes Teorētiskās fizikas un astronomijas institūta pētnieku Kazimieru Černi, 2015. gadā tika piešķirts nosaukums "Blumbahs".

Izstādes atklāšanā, pateicoties J. Baloža atmiņu stāstiem, labāk iepazīnām arī vienu no asteroīdu nosaukumiem, kas izstādes veidošanas laikā šķita visnoslēpumainākais, – "Agita". Nosaukums dots par godu LU Astronomiskās observatorijas darbiniecei, programmistei Agitai Tarasovai, kura sadarbībā ar LU astronomu un pētnieku Jāni Balodi ieviesa automātiskās zvaigžņu identifikācijas

un fotogrāfisko novērojumu astrometriskās apstrādes metodes Krimas Astrofizikas observatorijas mazo planētu pētniecības dienesta praksē.

### Izstādes izaicinājums – vizualizēt un ieinteresēt

Viens no izaicinājumiem izstādes veidošanas gaitā bija informācijas apkopošana un vienotas vizuālās koncepcijas izstrāde, jo asteroīdiem do to vārdu amplitūda ir ļoti plaša – tajā ietilpst Latvijas un pasaules kontekstā nozīmīgu astronomijas pētnieku, kultūras jomas darbinieku un zinātnieku vārdi, kā arī atsauces uz Latvijas vietām un baltu tautu senajām dievībām. Daudzveidīgais nosaukumu klāsts un katra asteroīda unikālais stāsts, kļuva par priekšnosacījumu izstādi veidot no atsevišķām planšetēm, kurās atrodama koncentrēta vizuāla un rakstiska informācija par katru debess ķermeni un personu vai vietu, kuras vārdā tas nosaukts.

Lai izstāde veidotu vienotu veselumu, visas planšetes izpildītas vienotā mākslinieciskā noformējumā. Vizuālā noformējuma koncepcija balstīta Visuma plašumā un iespējamajā bezgalībā, kas kontrastē ar asteroīda



Asteroīds "Baldone", nosaukts par godu LU Al Baldones observatorijai. Izstādes informācijas centrā – Baldones observatorijas Šmidta (*Schmidt*) sistēmas teleskops, ar ko tiek veikti astronomiskie novērojumi.

No LU Bibliotēkas fotoarhīva



Asteroīds "Eglītis" nosaukts par godu vienam no mūsdienu aktīvākajiem Latvijas astronomiem, izcilam zvaigžņu fotometrijas un klasifikācijas speciālistam I. Eglītim.

No LU Bibliotēkas fotoarhīva



J. Baloža vārds asteroīdam piešķirts, godinot zinātnieka ieguldījumu automātiskās zvaigžņu identifikācijas un fotogrāfisko novērojumu apstrādes metodes izstrādē un ieviešanā praksē.

No LU Bibliotēkas fotoarhīva

mazajiem izmēriem, liekot domāt par veselumu kā daļu summu. Ekspozīcijas centrā ir izvietotas planšetes, kas veltītas asteroīdiem, kuri nosaukti par godu Latvijai, Baldonei un LU AI direktoram Dr. phys. I. Eglītim, apliecinot LU pētnieku un Baldones observatorijas nozīmīgo lomu astronomijas zinātnes attīstības veicināšanā Latvijā.

Ap šo kodolu kārtotas pārējās 18 planšetes, atspoguļojot informāciju gan par astero-



Neliels galvenās asteroīdu joslas asteroīds 1968. gadā ieguva leģendārās latviešu aktrises Vijas Artmanes vārdu.

No LU Bibliotēkas fotoarhīva

Ādiem, gan vietvārdiem un spilgtām personībām zinātnē un mākslā, kuru vārdā nosaukti šie asteroīdi: "Rīga", sens Jelgavas nosaukums "Mitau", "Valmiera", sens Daugavas nosaukums "Duna", "Krisbarons", "Artmane", "Vasks".

### Uz tikšanos izstādē!

LU Bibliotēka pateicas I. Vilkam, J. Balodim par sniegto atbalstu un piedāvāto informāciju izstādes tapšanas gaitā, īpaši – I. Eglītim par ierosinājumu veidot šo rakstu. Izsakām jums sirsnīgu pateicību par jūsu atsaucību un sadarbību, veicinot izstādes ieceres īstenošanu!

Izstādes veidotāji ir pārliecināti, ka katrs no izstādē redzamajiem varoņiem – pētnieki, kuri veikuši asteroīdu novērošanu vai precīzu orbītu aprēķinus, observatorijas, kurās veikti pētījumi, persona vai vieta, kuras vārdā nosaukts asteroīds, ir pelnījuši atsevišķu izstādi, kurā skatītāji varētu gūt padziļinātu ieskatu gan vēsturiskos, gan ar astronomijas zinātnes darbības attīstību saistītos aspektos.

Nemot vērā izstādes atklāšanas pasākuma dalībnieku ieteikumu, izstāde tiks ekspozēta dažādās LU struktūrvienībās: LU Bibliotēkas pētnieciskajā Bibliotēkā Kalpaka bulvārī 4, LU Dabaszinātņu akadēmiskajā centrā Jelgavas ielā 1, kā arī LU Fizikas un matemātikas fakultātes bibliotēkā Zeļļu ielā 23. Informācija par izstādes atrašanos ir publicēta LU portālā [www.biblioteka.lu.lv](http://www.biblioteka.lu.lv). Visi laipni aicināti! D

## ASTRONOMISKĀ TORŅA TREŠĀ DESMITGADE

2016. gada 13. oktobrī apritēja 30 gadi, kopš aktīvi darbojas Latvijas Universitātes (LU) Astronomiskais tornis. Par torņa darbību iepriekšējos posmos jau ir daudz rakstīts (*skat. norādes raksta beigās*), šoreiz pievērsīsimies trešajai desmitgadei.

Tā iesākās ar nozīmīgu notikumu – 2007. gada februārī pēc LU Zinātņu un tehnikas vēstures muzeja iniciatīvas un par muzeja līdzekļiem tornī tika uzstādīts jauns Meade 20 cm katadioptriskais teleskops ar fokusa attālumu 2 m. Svinīgajā atklāšanā piedalījās astronomi un astronomijas interesenti, kā arī LU zinātņu prorektors Indriķis Muižnieks. Vecais Heides teleskopa montējums, kuru izmantoja tornī kopš 1921. gada, tika noņemts, atkal apvienots ar Heides teleskopa cauruli un izstādīts F. Candra – kosmosa izpētes muzejā. Pavasarī notika torņa iekštelpu remonts, tūskaitā tika nomainīts kupola iekšējais apšuvums. Atsedzās kāds ar zīmuli izdarīts uzraksts krievu valodā ar vēsturisku nozīmi: “Pēdējo pilno Saules aptumsumu 1914. gada 8. augustā (pēc vecā stila, - I. Vilka piezīme) novēroja studentu grupa un prof. Ērenfeihls.” Un patiesi, 1914. gada aptumsums bija pēdējais pilnais Saules aptumsums, kuru varēja novērot lielā daļā Latvijas teritorijas. Nākamais būs tikai 2142. gadā.

Bet atgriezīsimies 2007. gadā. 28. septembrī tornis pirmo reizi tika atvērts apmeklētājiem Zinātnieku nakts laikā. Turpmākajos gados tradīcija laiku pa laikam tika turpināta. Piemēram, 2016. gadā aptuveni 100 cilvēku aplūkoja dubultzvaigzni Albireo. Tā kā Zinātnieku nakti apmeklētāju ir daudz, bet torņa telpas ir šauras, Meade teleskopa vietā pāris reizu tika izmantots “Zvaigžņotās Debess” redkolēģijas rīcībā esošais teleskops, kuru novietoja LU ēkas priekšā.

2009. gada septembrī uz jumta platformas blakus tornim svinīgā pasākumā atklāja



Gunta Vilka vada ekskursiju 2007. gadā. Redzams jaunais teleskops.

*No F. Candra – kosmosa izpētes muzeja arhīva*

Rīgas ģeodēziskā nullpunkta piemiņas zīmi un Latvijas Universitātes 90. gadadienai veltītu Saules pulksteni. Turpat uz jumta platformas 2011. gada janvārī daži desmiti cilvēku novēroja daļēju Saules aptumsumu. Regulārajos vakara seansos apmeklētājiem rāda teleskopā izteiksmīgākos debess objektus – tobrīd redzamās planētas, spožas dubultzvaigznes, Sietiņu, Oriona miglāju un citus. Ja ir redzams Mēness, tas tiek atstāts “saldajam ēdienam”. Pie neparastākiem novērojumiem pieskaitāma Jupitera un Merkura konjunktija zemu pie horizonta un putnu kāsis, kas projicējās uz lečoša Mēness fona. 2013. gada martā novērota komēta C/2011 L4 (*PANSTARRS*).

Kādu laiku trešajā gadu desmitā tornis bija atvērts pirmdienās un trešdienās, pēc tam tikai trešdienās. Kopš 2014. gada zvaigžņotās debess demonstrējumi pārcelti uz ceturtdienām, lai tos saskaņotu ar LU Zinātņu un tehnikas vēstures muzeja miniplanētārija darba laiku. Ja debesis ir skaidras, pēc miniplane-



Saules pulksteņa atklāšana 2009. gadā.  
LU fotoarhīvs



Zinātnieku nakts apmeklētāji tornī 2016. gadā.

Sarmītes Livdānes foto



Saules aptumsuma novērojumi uz jumta platformas 2011. gadā.

LU fotoarhīvs

tārija seansa apmeklētāji var doties uz torni un vērot dabā tos spīdekļus, par kuriem stāstīts planetārijā. Demonstrējumus tornī visu 10 gadu garumā veikuši Mārtiņš Keruss un Kristīne Adgere, viņiem reizēm pievienojās Māris Krastiņš. Pēdējos gados apmeklējums vakarā ir bez maksas. Savukārt dienā caur torņa teleskopu uz Rīgas baznīcu torniņiem un citiem

virszemes objektiem lūkojas F. Candra – kosmosa izpētes muzeja apmeklētāji. Ekskursijas vada muzeja vadītāja Gunta Vilka un reizēm šo rindu autors.

Vakaros trešās desmitgades laikā torni apmeklējuši 4800 cilvēki. Varētu domāt, ka apmeklētāju skaits ir samazinājies, un tam var atrast vairākus iemeslus. Ja attiecīgais ceturtdienas vakars ir apmācies, novērojumi nenotiek. Agrāk tornis bija atvērts vienu vakaru nedēļā neatkarīgi no laikapstākļiem. Kā cits iemesls minams fakts, ka pēdējos desmit gadu laikā ir kļuvuši publiski pieejami vairāki citi teleskopi – Starspace observatorijā Suntažos, Ventpils Jaunrades namā, LU Astronomijas institūta Baldones observatorijā. Taču, ja paraugāties, cik daudz cilvēku apmeklē torni dienā, tad izrādās, ka minētajā laika posmā torņa teleskopā kopumā ielūkojušies aptuveni 18 000 cilvēku. Tas ir daudz.

2015. gadā tika noīrēta teleskopa korekcijas lēca, kas bija krietni noputējusi. Nu teleskopa rādītie attēli ir dzidrāki. 2016. gada novembrī Latvijas Astronomijas biedrības sanāksmē šo rindu autors īsas hronikas veidā deva atskatu uz pagājušajiem 30 gadiem. Vienlaikus torņa kārpju telpā tika atklāta



neliela izstāde, kuru tagad var aplūkot visi apmeklētāji. Tādējādi Latvijas Universitātes

Astronomiskais tornis mierīgi, bet pārliecinoši ir sācis savas darbības ceturto desmitgadi.

### Raksti "Zvaigžņotajā Debēsī" par Astronomisko torni:

- Ilgonis Vilks. Latvijas Valsts universitātes astronomiskais tornis atkal darbojas. – 1987. gada rudens (117).
- Mārtiņš Gills. Astronomiskais tornis atvērts jau 10 gadus. – 1996. gada rudens (153).
- Mārtiņš Gills. No Saules aptumsuma līdz komētas novērojumiem. – 1997. gada vasara (156).
- Ilgonis Vilks, Mārtiņš Gills. Merkura novērojumi LU Astronomiskajā tornī. – 2003. gada rudens (181).
- Ilgonis Vilks, Mārtiņš Gills, Kārlis Bērziņš. Logs vaļā jau 20 gadus. – 2007. gada pavasaris (195).
- Kristīne Adgere. Astronomiskais tornis zinātnes popularizēšanā. – 2007./2008. gada ziema (198).
- Ilgonis Vilks. Par kādu uzrakstu uz sienas. – 2008. gada pavasaris (199).D

## ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ | ĪSUMĀ

**2016. gada 31. decembrī tika koriģēts koordinētais pasaules laiks UTC (Coordinated Universal Time), pievienojot gada pēdējai dienai lieku sekundi.**

Tas tika darīts ar mērķi, lai laika starpība starp atomlaiku un UTC nepārsniegtu 0,9 sekundes.

Vispasaules koordinētais laiks ir saistīts ar Zemes rotāciju ap savu asi, kas laika gaitā kļūst lēnāka. LU Astronomijas institūta ZMP Lāzerlokācijas stacijas atompulkstenis 2017. gada 1. janvārī 01:59 parāda lieko sekundi, rādot laiku 01:59:60. Savukārt augšējais atompulkstenis rāda pasaules laiku, kas uz paneļa netiek pareizi parādīts – trūkst liekās sekundes. Pulkstenis savu "kļūdu" izlaboja trīs sekundes vēlāk, parādot trešo sekundi divreiz pēc kārtas. Tas bija tikai kosmētisks defekts, jo abas iekārtas darbojās nevainojami. Atšķirības iemesls ir tas, ka apakšējais ir jaunāks modelis.

Attēls iegūts, filmējot atompulksteņu statni. Lieko sekundi pievieno dienas beigās pēc UTC laika. Latvija atrodas otrajā laika joslā, tādēļ liekā sekunde Latvijā parādās tūlīt pēc 01:59:59.

Vairāk skat. V. Lapoškas rakstā "Par "lieko" sekundi" – "Zvaigžņotās Debess" 2009. gada Pavasara izdevuma (203) 11.-12. lpp.

**Kalvis Salmiņš**



LU Astronomijas institūta atompulkstenis (Rīgā, Kandavas ielā) parāda lieko sekundi, kas tika pielikta 2016. gada 31. decembrī 23:59:59 UTC.

Attēla autors Aivis Meijers

## ŠOPAVASAR JUBILEJA | ŠOPAVASAR JUBILEJA | ŠOPAVASAR JUBILEJA

**80 gadu – 1937. g. 27. aprīlī** Rīgā dzimis **Māris Ābele**, latviešu astronoms, LU Astronomiskās observatorijas līdzstrādnieks (1960), *Dr.phys.* (1993), LU Astronomijas institūta (1997) vad. pētnieks. Izveidojis fotoelektrisku zenītteleskopu laika un ģeogrāfiskā platuma noteikšanai, konstruējis ZMP novērošanas kameru, ko izmantoja daudzās pasaules valstīs, piedalījies lāzera tālmēru konstruēšanā. Vairāku autorapliecību un zinātnisku publikāciju autors, daudzu balvu laureāts. Sk. vairāk *ZvD: Balklavs A. Māris Ābele – Frīdriha Candra balvas laureāts.* – 2000, Vasara (168), 30.-32. lpp.; *Viļks I. Optiķis ar zelta rokām.* – 2007, Vasara (196), 32.-36. lpp.

**80 gadu – 1937. g. 8. maijā** Rīgā dzimis **Agris Jānis Kalnājs**, latviešu izcelsmes amerikāņu astronoms, Hārvarda observatorijas līdzstrādnieks (1960), lasījis lekcijas Telavivas universitātē (1970) un strādājis Grīničas observatorijā (1971), kopš 1973. g. Austrālijas Mauntstromlo un Saidingspringsas observatorijas astronoms, kā arī Nacionālās universitātes (Kanberā) mācībspēks, profesors (1976). Pētījis galvenokārt galaktiku dinamiku. Sk. arī *Alksnis A., Daube I. Galaktiku pētniekam Agrim Kalnājam jubileja.* – *ZvD*, 2007, Pavasaris (195), 86.-87. lpp.

I. D.

## ŠOPAVASAR ATCERAMIES | ŠOPAVASAR ATCERAMIES | ŠOPAVASAR ATCERAMIES

Pirms **110 gadiem – 1907. g. 19. maijā** Alojās pagastā dzimis **Ernests Ābele**, latviešu skolotājs (1929), tālbraucējs kapteinis (1936) un astronoms (1943). Strādājis par skolotāju Liepājas (1929) un Kr. Valdemāra jūrskolā Rīgā (1936). Emigrējies uz Vāciju (1944), kur bijis Kārļa Skalbes latviešu ģimnāzijas direktors (Fišbahā, Nimbargas tuvumā, 1945–1949). Kopš 1952. gada ASV Ohaio pavalsts Ziemeļu universitātes mācībspēks, fizikas profesors (1959), kodolfizikas speciālists, emeritētais profesors (1973). Zinātniskie darbi veltīti zvaigžņu spektroskopijai un atomenerģijas izmantošanai mierlaika vajadzībām. Miris 1996. g. 14. janvārī Deitonā, ASV.

I. D.

## SVEICAM | SVEICAM | SVEICAM | SVEICAM | SVEICAM | SVEICAM

**Nozīmīgākie sasniegumi Latvijas zinātnē 2016. gadā.** Izvērtējot vairāk nekā 50 iesniegtos priekšlikumus dažādās zinātņu nozarēs, Latvijas Zinātņu akadēmija nosaukusi 11 nozīmīgākos sasniegumus Latvijas zinātnē 2016. gadā. Papildus šogad vēl piešķirti seši LZA prezidenta atzinības raksti.

Starp septiņiem sasniegumiem **teorētiskajā zinātnē** kā otrais (sk. 1. lpp. LZA, LZA un LZS laikrakstā "Zinātnes Vēstnesis", nr. 1(522), 9.janv.2017.) nosaukts publikāciju cikls **Saules sistēmas mazo planētu – asteroīdu pētījumi**. Autors *Dr.phys.* Ilgmārs Eglītis, Latvijas Universitātes Astronomijas institūts: 72 publikāciju ciklā apkopotā Baldones observatorijā veikto mazo planētu ilggadīgo pētījumu rezultāti. Atklāti 48 jauni Saules sistēmas asteroīdi un precizētas 826 asteroīdu orbītas, pateicoties 3511 mazo ķermeņu astrometrisko pozīciju noteikšanai. Pilnveidota teorija Centaura tipa asteroīdu orbītu evolūcijas prognozēšanai.

**Latvijas Zinātņu akadēmijas vārdbalvas 2017. gadā.** 2017. gada 23. janvārī LZA, LZA un LZS laikraksta "Zinātnes Vēstnesis", nr. 2(523), 1. lpp. publicēts LZA Senāta lēmums par balvu ekspertu komisiju lēmumu apstiprināšanu un citu starpā piešķirta **Artura Balklava** balva zinātnes popularizēšanā – akadēmīķim **Olģertam Dumbrājam**.

Pirmo reizi "Zvaigžņotajā Debess" LZA akadēmīķis (fizika) *Dr.rer.nat.* O. Dumbrājs publicējis ar rakstu "Saules enerģija uz Zemes" – 2003, Pavasaris (179), jaunākais raksts "Neitrīno oscilācijas: no pirmsākumiem līdz Nobela prēmijai" – 2016, Vasara (232).

Priecājamies un sveicam!

I. P.

## DEBESS SPĪDEKLĪ 2017. GADA PAVASARĪ

**Pavasara ekvinokcija** 2017. gadā būs **20. martā plkst. 12<sup>h</sup>29<sup>m</sup>**. 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 no joslas uz vasaras laiku notiks naktī no 25. uz 26. martu.

Vasaras saulgrieži un astronomiskā pavasara beigas šogad būs 21. jūnijā plkst. 7<sup>h</sup>24<sup>m</sup>. Tad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē (♋), tai būs maksimālā deklinācija, un tas nozīmē, ka **nakts no 20. uz 21. jūniju** būs **visīsākā** visā 2017. 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 ļoti 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 saņemšanas tipiskie pavasara zvaigznāji – Hidra, Sekstants, Lauva, Jaunava, Kauss, Krauklis, Berenikes Mati, Vēršu Dzinējs un Svāri ir ļoti novērojami debess dienvidrietumu, dienvidu pusē. Visvairāk spožu zvaigžņu ir Lauvas zvaigznājā. Tāpēc tā izteiksmīgā figūra ļoti izceļas pavasara debesīs. Vēl atsevišķas spožas zvaigznes ir Jaunavas, Vēršu Dzinēja un Kraukļa zvaigznājā, kā arī Skorpiona zvaigznājā, kas gan Latvijā novērojams tikai daļēji. Faktiski tieši maijs ir pats labākais laiks (pēc pusnakts, ļoti zemu pie horizonta), lai ieraudzītu Antaresu (Skorpiona  $\alpha$  un citas šā zvaigznāja zvaigznes.

Apmēram līdz maija vidum ar teleskopiem var ieteikt aplūkot šādus debess dzīļu objektus: vaļējās zvaigžņu kopas M44 un M67 Vēža zvaigznājā; galaktikas M65, M66, M95,

M96 un M105 Lauvas zvaigznājā. Daudz galaktiku atrodamas arī Jaunavas un Berenikes Mati zvaigznājā. Tomēr to aplūkošanai nepieciešami visi lieli teleskopi.

Maija otrajā pusē un jūnijā nakts ir ļoti gaiša. Tāpēc tad redzamas tikai visspožākās zvaigznes. Par debess dzīļu objektu novērošanu nevar būt pat runas. Kā orientieri šajā laikā var kalpot Spika (Jaunavas  $\alpha$ ) un Arkturs (Vēršu Dzinēja  $\alpha$ ). Austrumu, dienvidaustrumu pusē tad jau ļoti redzami spožie vasaras zvaigznāji: Lira, Gulbis un Ērglis.

Saules šķietamais ceļš 2017. gada pavasarī kopā ar planētām parādīts *1. attēlā*.

Pavasara vakari ir ļoti labvēlīgi augoša Mēness novērošanai. Tad iespējams redzēt arī pavisam šauru (jaunu) Mēness sirpi. Šogad 29. martā var cerēt ieraudzīt 39 stundas un 27. aprīlī 30 stundas vecu (jaunu) Mēnesi.

## PLANĒTAS

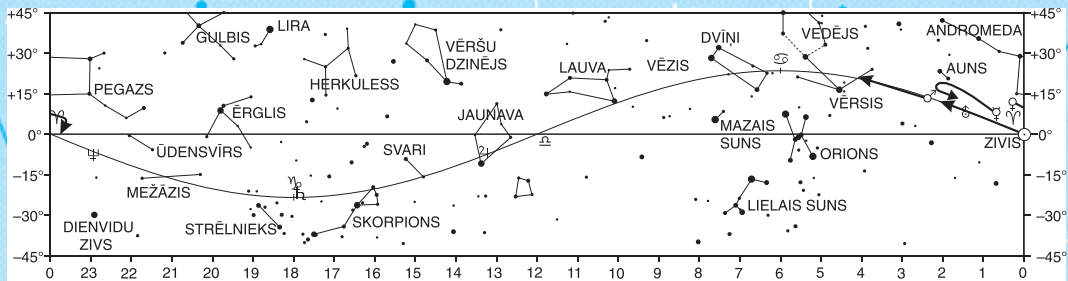
1. aprīlī **Merkurs** nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (19°) – sākot apmēram ar 25. martu un apmēram līdz 10. aprīlim to varēs novērot vakaros, neilgu laiku pēc Saules rieta, zemu pie horizonta rietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs +0<sup>m</sup>,1.

Savukārt jau 20. aprīlī Merkurs būs apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc aprīļa otrajā pusē un maija sākumā tas nebūs novērojams.

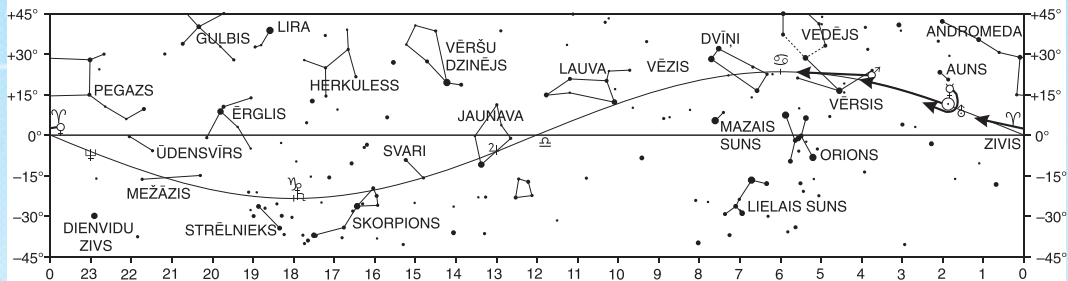
18. maijā Merkurs nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (26°). Tomēr arī maija vidū un otrajā pusē Merkurs tik un tā nebūs rītos redzams, jo lēks neilgu laiku pirms Saules un būs ļoti gaišs.

Jūnijā Merkura elongācija arvien samazināsies – tas nebūs novērojams līdz pat pavasara beigām.

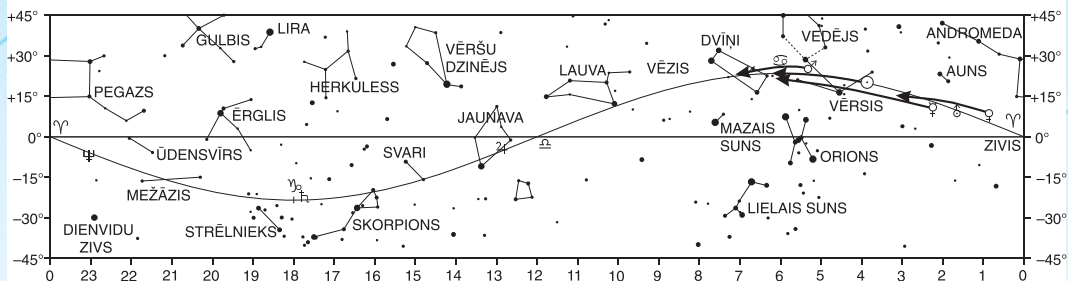
29. martā plkst. 12<sup>h</sup> Mēness paies garām 7° uz leju, 25. aprīlī plkst. 23<sup>h</sup> 5° uz leju un



20.03.2017. – 20.04.2017.



20.04.2017. – 21.05.2017.



21.05.2017. – 21.06.2017.

1. att. Eklīptika un planētas 2017. gada pavasarī.

24. maijā plkst. 5<sup>h</sup> 2<sup>o</sup> uz leju no Merkura.

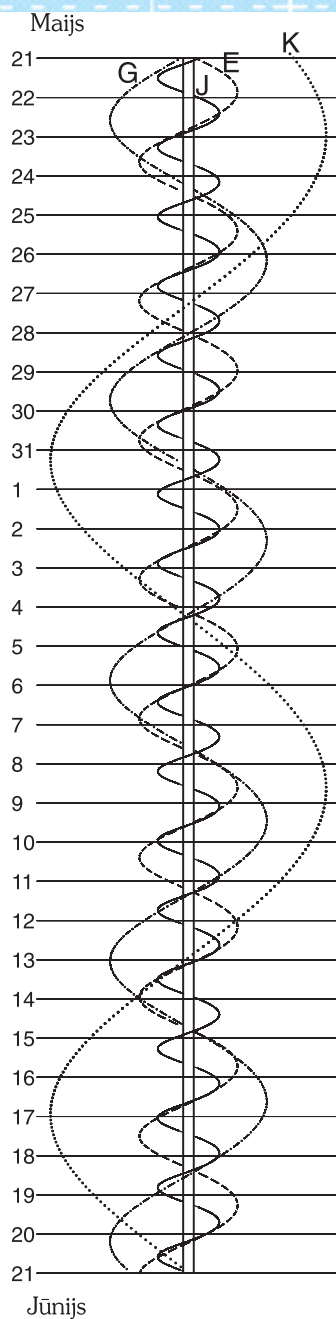
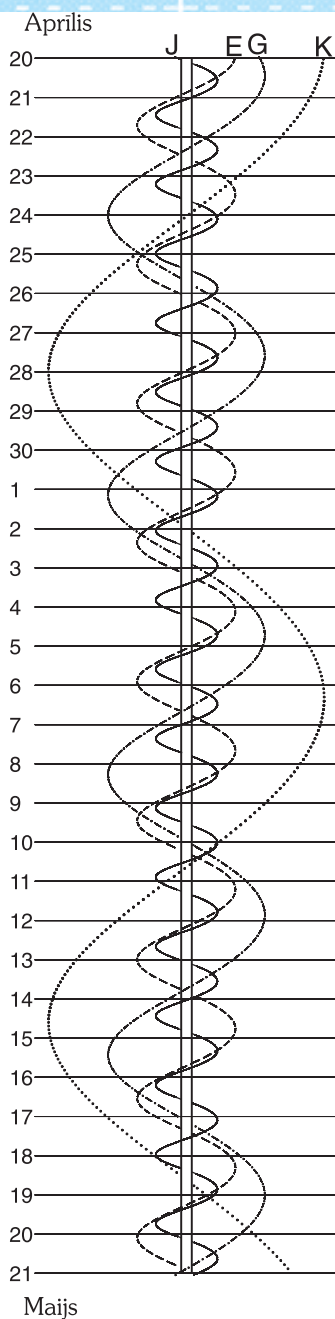
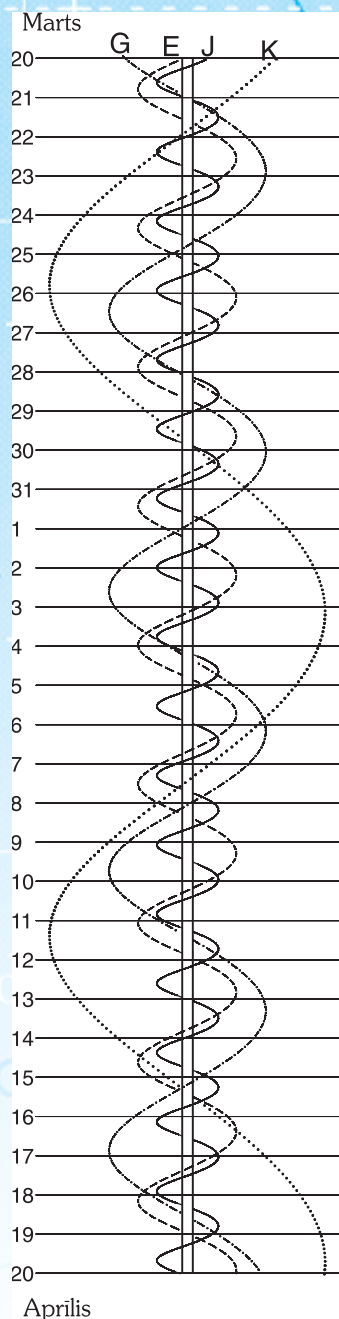
2017. g. pavasaris būs nelabvēlīgs **Vēnēras** novērošanai. 25. martā tā atradīsies apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to) – pavasara sākumā un aprīlī nebūs redzama.

Vēnēras elongācija ātri pieaugs, un 3. jūnijā tā nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (46°). Tomēr tās novērošana rītos būs ne pārāk laba – tā lēks neilgu laiku pirms Saules un būs gaišas nakts.

27. martā plkst. 14<sup>h</sup> Mēness paires garām 13° uz leju, 24. aprīlī plkst. 0<sup>h</sup> 6° uz leju un 22. maijā plkst. 17<sup>h</sup> 3° uz leju no Venēras.

Līdz 12. aprīlim **Mars** atradīsies Auna zvaigznājā un būs redzams vakaros, vairākas stundas pēc Saules rieta. Tā spožums pavasara sākumā būs +1<sup>m</sup>,4 un redzamais leņķiskais diametrs mazs – 4".

Pēc tam līdz 5. jūnijam Mars atradīsies Vērsu zvaigznājā. Tā novērošanas apstākļi būs līdzīgi kā iepriekš, vienīgi spožums ne-



Aprīlis

Maijs

Jūnijs

2. att. Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2017. gada pavasarī. Jo (J), Eiropa (E), Ganimēds (G), Kallisto (K). Austrumi attēlā atrodas *pa labi*, rietumi – *pa kreisi*.

daudz samazināsies (maija beigās – +1<sup>m</sup>,7).

Pavasara beigās Marss būs redzams Dvīņu zvaigznājā, bet jau tikai īsu brīdi pēc Saules rieta, un traucēs ļoti gaišās naktis.

30. martā plkst. 18<sup>h</sup> Mēness paies garām 6° uz leju, 28. aprīlī plkst. 12<sup>h</sup> 6° uz leju un 27. maijā plkst. 5<sup>h</sup> 6° uz leju no Marsa.

Pavasara sākumā un aprīlī **Jupiters** būs ļoti labi redzams visu nakti, jo 8. aprīlī tas atradīsies opozīcijā. Tā spožums tad būs -2<sup>m</sup>,5 un redzamais ekvatoriālais diametrs – 44". Šajā laikā un visu pavasari tas atradīsies Jaunavas zvaigznājā.

Maijā un jūnijā Jupiteru varēs labi novērot naktis lielāko daļu, izņemot rīta stundas. Tā redzamais spožums pavasara beigās samazināsies līdz -2<sup>m</sup>,1.

11. aprīlī plkst. 1<sup>h</sup> Mēness paies garām 1,5° uz augšu, 8. maijā plkst. 2<sup>h</sup> 1° uz augšu un 4. jūnijā plkst. 4<sup>h</sup> 1,5° uz augšu no Jupitera.

Jupitera spožāko pavadoņu redzamība 2017. g. pavasarī parādīta 2. attēlā.

Paša pavasara sākumā un aprīlī **Saturns** būs diezgan labi novērojams naktis otrajā pusē. Maija pirmajā pusē – gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. 15. jūnijā tas atradīsies opozīcijā. Tāpēc maija beigās un jūnijā līdz pat pavasara beigām tas būs ļoti labi redzams praktiski visu nakti. Tā spožums šajā laikā būs +0<sup>m</sup>,0. Pavasara sākumā un apmēram līdz maija vidum Saturns atradīsies Strēlnieka zvaigznājā. Pēc tam tas pāries uz Čūsksneša zvaigznājā, kur atradīsies līdz pavasara beigām.

16. aprīlī plkst. 21<sup>h</sup> Mēness paies garām 2,5° uz augšu, 14. maijā plkst. 1<sup>h</sup> 2° uz augšu un 10. jūnijā plkst. 4<sup>h</sup> uz augšu no Saturna.

Pavasara sākumā, aprīlī un maijā **Urāns** praktiski nebūs novērojams, jo 14. aprīlī būs konjunktijā ar Sauli. Jūnijā to varēs mēģināt ieraudzīt rītos zemu pie horizonta austrumu, dienvidaustrumu pusē. Tā redzamais spožums būs +5<sup>m</sup>,9. Tomēr novērošanu stipri apgrūtinās ļoti gaišās naktis.

Visu šo laiku Urāns atradīsies Zivju zvaigznājā.

29. martā plkst. 8<sup>h</sup> Mēness paies garām 4° uz leju, 25. aprīlī plkst. 21<sup>h</sup> 4° uz leju, 23. maijā plkst. 9<sup>h</sup> 4° uz leju un 19. jūnijā plkst. 20<sup>h</sup> 5° uz leju no Urāna.

Saules un planētu kustību zodiaka zīmēs sk. 3. attēlā.

## MAZĀS PLANĒTAS

2017. gada pavasarī tuvo opozīcijai un spožāka vai ap +9<sup>m</sup> būs tikai viena mazā planēta – Vesta (4).

### Vesta:

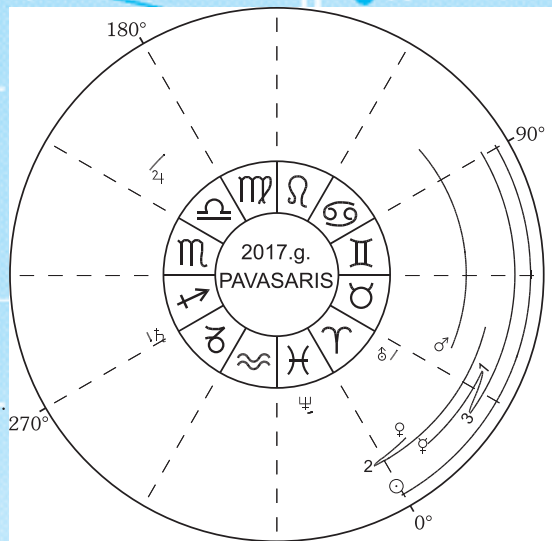
Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
20.03.	7 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>	+26°16'	1,919	2,459	7,4
30.03.	7 37	+26 08	2,033	2,450	7,6
9.04.	7 45	+25 51	2,151	2,441	7,7
19.04.	7 55	+25 27	2,270	2,432	7,8
29.04.	8 07	+24 55	2,387	2,423	7,9
9.05.	8 20	+24 15	2,500	2,414	8,0
19.05.	8 35	+23 27	2,609	2,404	8,1
29.05.	8 50	+22 31	2,711	2,395	8,1
8.06.	9 06	+21 27	2,807	2,385	8,1
18.06.	9 22	+20 14	2,895	2,375	8,2

### 3. att. Saules un planētu kustība zodiaka zīmēs.

☉ – Saule – sākuma punkts 20.03. 0<sup>h</sup>, beigu punkts 21.06. 0<sup>h</sup> (šie momenti attiecas arī uz planētām; simbolu novietojums atbilst sākuma punktam).

- ☿ – Merkurs, ♀ – Venēra,
- ♂ – Marss, ♃ – Jupiters,
- ♄ – Saturns, ♅ – Urāns,
- ♆ – Neptūns,

1 – 10.aprīlis 2<sup>h</sup>; 2 – 15.aprīlis 14<sup>h</sup>; 3 – 3.maijs 19<sup>h</sup>.



## KOMĒTAS

**41P/Tuttle-Giacobini-Kresak komēta.** Šī periodiskā komēta 2017. g. 14. aprīlī būs perihēlijā. Turklāt tā līdz pat maija sākumam būs nenorietoša! Tāpēc pavasara pirmajā pusē komēta būs ļabi novērojama ar binokļiem un teleskopiem. Komētas efemerīda ir šāda (0<sup>h</sup> UT):

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
20.03.	10 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	+52°05'	0,154	1,094	7,5
30.03.	12 51	+63 33	0,142	1,062	6,8
9.04.	15 47	+62 33	0,147	1,046	6,6
19.04.	17 26	+52 16	0,163	1,049	6,9
29.04.	18 07	+41 30	0,187	1,068	7,5
9.05.	18 25	+32 13	0,215	1,104	8,4

**C/2015 V2 (Johnson) komēta.** Šī komēta 2017. g. 12. jūnijā būs perihēlijā. Arī tā līdz pat maija vidum būs nenorietoša! Tāpēc 2017. g. pavasarī komēta būs ļabi novērojama ar binokļiem un teleskopiem. Maija beigās un jūnijā gan traucēs gaišās nakts. Komētas efemerīda ir šāda (0<sup>h</sup> UT):

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, a.v.	Attālums no Saules, a.v.	Spožums
20.03.	16 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup>	+47°13'	1,478	1,981	8,8
30.03.	16 32	+47 34	1,361	1,911	8,5
9.04.	16 27	+47 29	1,246	1,848	8,1
19.04.	16 15	+46 39	1,135	1,791	7,8
29.04.	15 58	+44 33	1,031	1,741	7,5
9.05.	15 36	+40 38	0,938	1,701	7,2
19.05.	15 12	+34 22	0,865	1,669	6,9
29.05.	14 50	+25 39	0,821	1,648	6,7
8.06.	14 33	+15 05	0,813	1,638	6,7
18.06.	14 20	+3 55	0,846	1,639	6,8

## MĒNESS

### Mēness perigejā un apogejā

**Perigejā:** 30. martā plkst. 15<sup>h</sup>; 27. aprīlī plkst. 19<sup>h</sup>; 26. maijā plkst. 4<sup>h</sup>.

**Apogejā:** 15. aprīlī plkst. 13<sup>h</sup>; 12. maijā plkst. 22<sup>h</sup>; 9. jūnijā plkst. 1<sup>h</sup>.

### Mēness ieiet zodiaka zīmēs (sk. 4.att.):

20. martā 17<sup>h</sup>32<sup>m</sup> Mežāzī (♊)

23. martā 4<sup>h</sup>29<sup>m</sup> Ūdensvīrā (♋)

25. martā 12<sup>h</sup>07<sup>m</sup> Zivīs (♈)

27. martā 17<sup>h</sup>12<sup>m</sup> Aunā (♈)

29. martā 18<sup>h</sup>49<sup>m</sup> Vērsī (♉)

31. martā 19<sup>h</sup>41<sup>m</sup> Dvīņos (♊)

2. aprīlī 21<sup>h</sup>28<sup>m</sup> Vēzī (♏)

5. aprīlī 1<sup>h</sup>14<sup>m</sup> Lauvā (♌)

7. aprīlī 7<sup>h</sup>20<sup>m</sup> Jaunavā (♍)

9. aprīlī 15<sup>h</sup>35<sup>m</sup> Svaros (♎)

12. aprīlī 1<sup>h</sup>42<sup>m</sup> Skorpionā (♏)

14. aprīlī 13<sup>h</sup>28<sup>m</sup> Strēlniekā (♐)

17. aprīlī 2<sup>h</sup>05<sup>m</sup> Mežāzī

19. aprīlī 13<sup>h</sup>52<sup>m</sup> Ūdensvīrā

21. aprīlī 22<sup>h</sup>43<sup>m</sup> Zivīs

24. aprīlī 3<sup>h</sup>33<sup>m</sup> Aunā

26. aprīlī 4<sup>h</sup>57<sup>m</sup> Vērsī

28. aprīlī 4<sup>h</sup>40<sup>m</sup> Dvīņos

30. aprīlī 4<sup>h</sup>49<sup>m</sup> Vēzī

2. maijā 7<sup>h</sup>13<sup>m</sup> Lauvā

4. maijā 12<sup>h</sup>47<sup>m</sup> Jaunavā

6. maijā 21<sup>h</sup>21<sup>m</sup> Svaros

9. maijā 8<sup>h</sup>01<sup>m</sup> Skorpionā

11. maijā 20<sup>h</sup>00<sup>m</sup> Strēlniekā

14. maijā 8<sup>h</sup>38<sup>m</sup> Mežāzī

16. maijā 20<sup>h</sup>51<sup>m</sup> Ūdensvīrā

19. maijā 6<sup>h</sup>53<sup>m</sup> Zivīs

21. maijā 13<sup>h</sup>11<sup>m</sup> Aunā

23. maijā 15<sup>h</sup>34<sup>m</sup> Vērsī

25. maijā 15<sup>h</sup>16<sup>m</sup> Dvīņos

27. maijā 14<sup>h</sup>26<sup>m</sup> Vēzī

29. maijā 15<sup>h</sup>13<sup>m</sup> Lauvā

31. maijā 19<sup>h</sup>17<sup>m</sup> Jaunavā

3. jūnijā 3<sup>h</sup>04<sup>m</sup> Svaros

5. jūnijā 13<sup>h</sup>47<sup>m</sup> Skorpionā

8. jūnijā 2<sup>h</sup>00<sup>m</sup> Strēlniekā

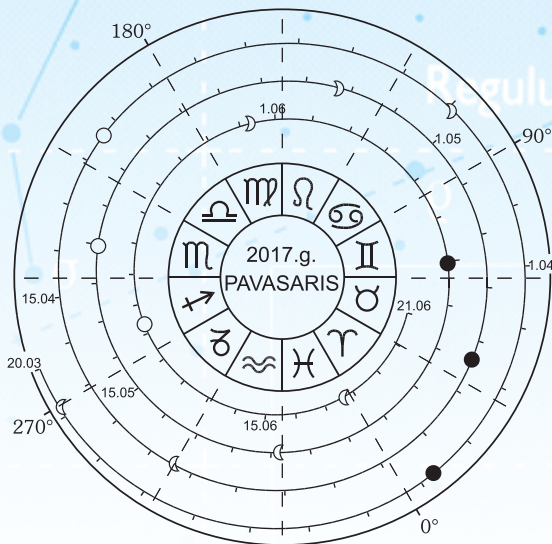
10. jūnijā 14<sup>h</sup>37<sup>m</sup> Mežāzī

13. jūnijā 2<sup>h</sup>45<sup>m</sup> Ūdensvīrā

15. jūnijā 13<sup>h</sup>18<sup>m</sup> Zivīs

17. jūnijā 20<sup>h</sup>56<sup>m</sup> Aunā

20. jūnijā 0<sup>h</sup>54<sup>m</sup> Vērsī



4. att. Mēness kustība zodiaka zīmēs.

Mēness kustības treka iedaļa ir viena diennakts.

Jauns Mēness ● : 28. martā 5<sup>h</sup>57<sup>m</sup>; 26. aprīlī 15<sup>h</sup>16<sup>m</sup>; 25. maijā 22<sup>h</sup>44<sup>m</sup>.

Pirmais ceturksnis ☽ : 3. aprīlī 21<sup>h</sup>39<sup>m</sup>; 3. maijā 5<sup>h</sup>47<sup>m</sup>; 1. jūnijā 15<sup>h</sup>42<sup>m</sup>.

Pilns Mēness ○ : 11. aprīlī 9<sup>h</sup>08<sup>m</sup>; 11. maijā 0<sup>h</sup>42<sup>m</sup>; 9. jūnijā 16<sup>h</sup>10<sup>m</sup>.

Pēdējais ceturksnis ☾ : 20. martā 17<sup>h</sup>58<sup>m</sup>; 19. aprīlī 12<sup>h</sup>57<sup>m</sup>; 19. maijā 3<sup>h</sup>33<sup>m</sup>; 17. jūnijā 14<sup>h</sup>33<sup>m</sup>.



## Mēness aizklāj spožākās zvaigznes:

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
14.04.2017.	$\gamma$ Lib	3 <sup>m</sup> ,9	3 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	18° – 18°	93%
28.04.2017.	$\alpha$ Tau (Aldebarans)	0 <sup>m</sup> ,9	21 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	21 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	15° – 11°	7%

Laiki aprēķināti Rīgai. Pārējā Latvijā aizklāšanas laika nobīde var sasniegt 5 minūtes uz vienu vai otru pusi.

## METEORI

Pavasaros ir novērojamas trīs vērā ņemamas plūsmas.

1. **Lirīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 16. līdz 25. aprīlim, 2017. gadā maksimums gaidāms 22. aprīlī plkst. 15<sup>h</sup>, kad plūsmas intensitāte var būt apmēram 15-20 meteoru stundā (reizēm var pārsniegt pat 90 meteorus stundā).

2.  **$\pi$  Pupīdas.** Šī plūsma novērojama laikā no 15. līdz 28. aprīlim, 2017. gadā maksimums gaidāms 23. aprīlī plkst. 20<sup>h</sup>. Intensitāte

ir mainīga un reizēm var sasniegt 40 meteoru stundā, tomēr tā daudz labāk novērojama dienviņu puslodē.

3.  **$\eta$  Akvarīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir no 19. aprīļa līdz 28. maijam, 2017. gadā maksimums gaidāms 6. maijā plkst. 5<sup>h</sup>. Tās intensitāte var sasniegt pat 85 meteorus stundā. Tomēr reāli novērojamais meteoru skaits pie mums ir daudz mazāks, jo arī šī plūsma labāk novērojama dienviņu platuma grādos. D

## PIRMO REIZI ZVAIGŽNOTAJĀ DEBESĪ

**Jānis Kuzmanis** – beidzis (1975) Rīgas 1. vidusskolu un (1980) Latvijas Valsts universitātes Ķīmijas fakultāti, ilgāku laiku strādājis Organiskās sintēzes institūtā. Pašlaik darbojas grāmatu izdevējfirmā, tostarp veic žurnāla "Zvaigžņotās Debess" materiālu apstrādi un maketēšanu (1998/99–Rud'2009; 2011/12–), tādējādi arī iepazīstot astronomijas aktualitātes.



**Ilze Veigura:** 2010. gadā absolvējusi Rīgas pilsētas Pļavnieku ģimnāziju, mācības turpināja Latvijas Kultūras akadēmijā – kultūras teorijas un vadīlzbiznesa programmā, 2014. gadā iegūstot humanitāro zinātņu bakalaura grādu mākslās. 2015. gadā sāka studijas maģistrantūrā Latvijas Mākslas akadēmijā mākslas vēstures un teorijas apakšnozarē. No 2015. gada pilda bibliotekāres pienākumus LU Bibliotēkā. Interesu laukā ietilpst mākslas vēsture un aktuālie procesi kultūrā.



## CONTENTS

**“ZVAIGŽNOTĀ DEBESS” FORTY YEARS AGO** *E.Mūkins*. Clouds of Venus: Structure and Composition (abridged). *J.Miezis*. 3rd All-union Young Astronomers Gathering (abridged). **DEVELOPMENTS in SCIENCE** *K.Schwartz*. New Discoveries in the Milky Way. **DISCOVERIES** *I.Eglītis*. Small Planets Get Latvian Names. *I.Pundure*. Earth-mass World Revealed around Proxima Centauri. **SPACE RESEARCH and EXPLORATION** *J.Jaunbergs*. Mysteries of Saturn’s Clouds. *A.Slavinskis*. Contribution of Estonian Student Satellite Programme ESTCube to Largest Challenges for Humanity. *R.Misa*. Impossible Engine that Is likely Possible. *I.Pundure*. ESO VLT to Search for Planets in Alpha Centauri System. **EARTH and COSMOS** *J.Kuzmanis*. Not only Asteroids! **FLASHBACK** *M.Gills*. Tycho Brahe’s Traces on the Island of Ven. *N.Cimahoviča*. Contemplation: We in the Universe. Once more about Lemaitre. **For SCHOOL YOUTH** *M.Avoņina*, *A.Šuste*. Solutions of the International Mathematical Olympiad 2015. **For AMATEURS** *M.Kraštinš*. Star Reflections in Salaca Waters. Star Party ‘Aquila 2016’. **COSMOS as an ART THEME** *J.Štrauss*. The Starry Universe in Graphic Art. **CHRONICLE** *I.Eglītis*. Astronomer Māriņe Eglīte’s Life Story. *I.Veigura*, *I.Vēliņa-Švilpe*. Scientiae et Patriae: Names of Latvia and the University of Latvia in the Cosmos. *I.Vilks*. Third Decade of Astronomical Tower. *K.Salmiņš*. UTC Adjusted 31 December 2016. *J.Kauliņš*. **ASTRONOMICAL PHENOMENA** in Spring of 2017.

## СОДЕРЖАНИЕ (№ 235, Весна, 2017)

**В «ZVAIGŽNOTĀ DEBESS» 40 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД** Из чего состоят облака Венеры? (по статье Э. Мукинса.) III всесоюзный слёт юных астрономов (по статье Я.Миезиса). **ПОСТУПЬ НАУКИ** *К.Шварц*. Новые открытия в Млечном Пути. **ОТКРЫТИЯ** *И.Эглитис*. Малые планеты получили латышские названия. *И.Пундуре*. У звезды Проксима Центавра обнаружена планета земной массы. **ИССЛЕДОВАНИЕ и ОСВОЕНИЕ КОСМОСА** *Я.Яунбергс*. Секреты облаков Сатурна. *А.Славинскис*. Вклад эстонской студенческой спутниковой программы ESTCube в некоторых из самых больших проблем человечества. *Р.Миса*. Невозможный двигатель, который, скорее всего, возможен. *И.Пундуре*. ESO VLT будет искать планеты в системе Альфа Центавра. **ЗЕМЛЯ и КОСМОС** *Я.Кузманис*. Не только астероиды! **ОГЛЯДЫВАЯСЯ в ПРОШЛОЕ** *М.Гиллс*. По следам Тихо Браге на острове Вен. *Н.Цимахович*. Созерцание: Мы во Вселенной. Ещё раз о Леметре. **Для ШКОЛЬНОЙ МОЛОДЁЖИ** *М.Авотиня*, *А.Шусте*. Решения задач Международной олимпиады по математике в 2015 году. **ЛЮБИТЕЛЯМ** *М.Крастиньш*. Отражения звёзд в воде реки Салаца. Семинар ‘Aquila 2016’. **ТЕМА КОСМОСА в ИСКУССТВЕ** *Е.Штраусс*. Звёздная вселенная в графическом искусстве. **ХРОНИКА** *И.Эглитис*. Жизненный путь астронома Марите Эглите. *И.Вейгура*, *И.Велиня-Швилпе*. Scientiae et Patriae: имя Латвии и Латвийского Университета во Вселенной. *И.Вилкс*. Третье десятилетие работы Астрономической башни. *К.Салминьш*. 31 декабря 2016 года скорректирован UTC. *Ю.Каулиньш*. **НЕБЕСНЫЕ СВЕТИЛА** весной 2017 года.

THE STARRY SKY, No. 235, SPRING 2017  
Compiled by *Irena Pundure*  
“Mācību grāmata”, Rīga, 2017  
In Latvian

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS, 2017. GADA PAVASARIS  
Reģ. apl. Nr. 0426  
Sastādījusi *Irena Pundure*  
© Apgāds “Mācību grāmata”, Rīga, 2017  
Redaktore *Anīta Bula*  
Datortālis *Jānis Kuzmanis*



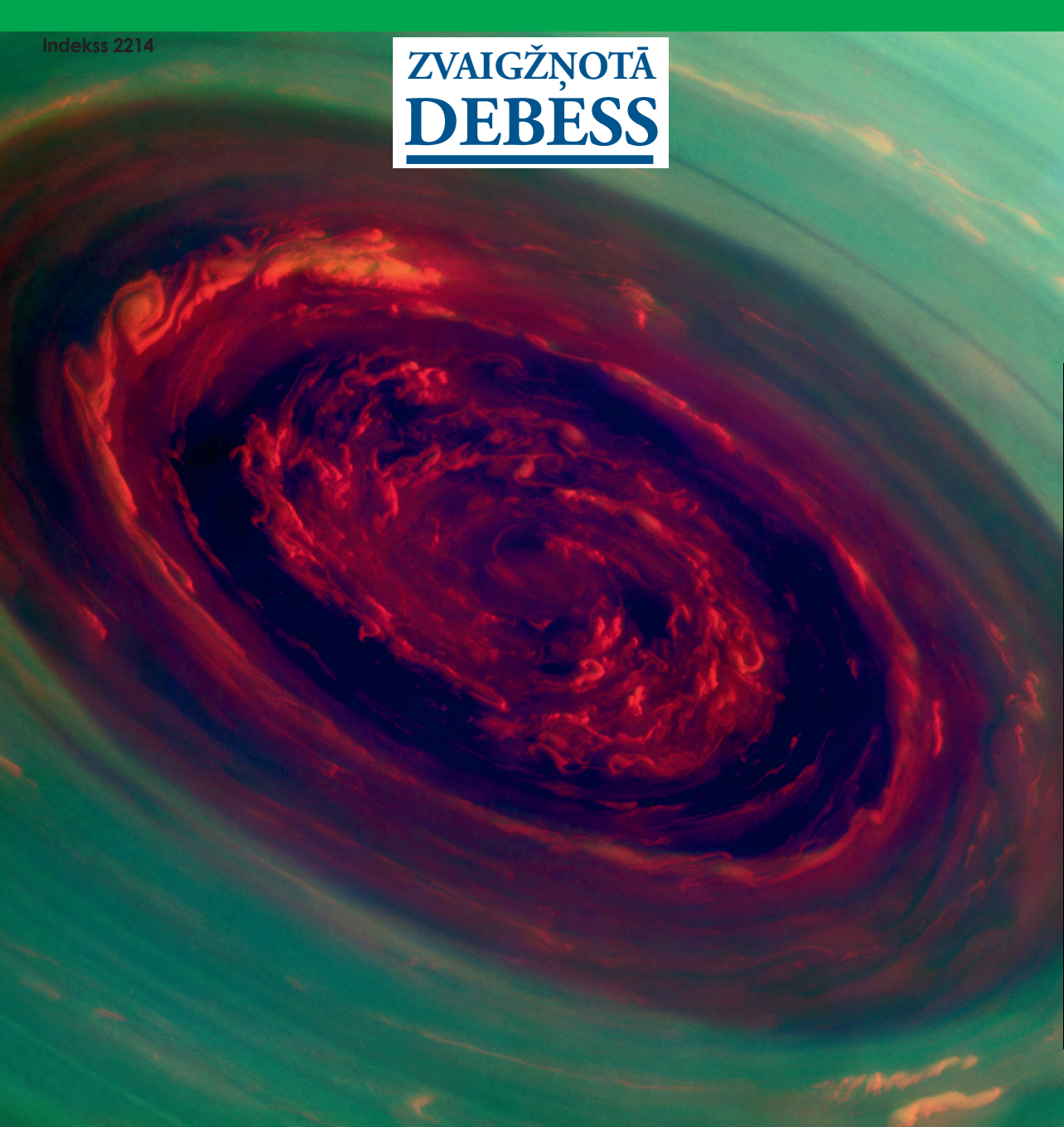
Pēc sekmīgiem saules buras pārbaudījumiem Mēness orbītā, nākošās paaudzes ESTCube pavadoņi varētu doties uz asteroīdiem. Autori: *Kaidi Marii Kütt* un *Andris Slavinskis*.

Avots: ESTCube

Sk. *Slavinskis A.* Igaunijas Studentu satelītu programmas ESTCube ieguldījums lielākajā cilvēces izziņinājumā.

Indekss 2214

# ZVAIGŽNOTĀ DEBESS



ISSN 0135-129X



9 770135 129006

Cena 3,00 €

Saturna Ziemeļpola 2000 km plašajā, mūžīgajā ciklonā vēja ātrums sasniedz 150 m/s.

NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute *infrasarkanā fotogrāfija nosacītās krāsās*

Sk. Jaunbergs J. Saturna mākoņu noslēpumi.