

# Zvaigžņotā 2022 PAVASARIS

# DEBESS

TOP JAUDĪGĀKĀS

raketes Latvijā

Vai Visums varēja  
rasties no

**NEKĀ?**

Pati **VECĀKĀ**  
viela uz Zemes



Izdevējs



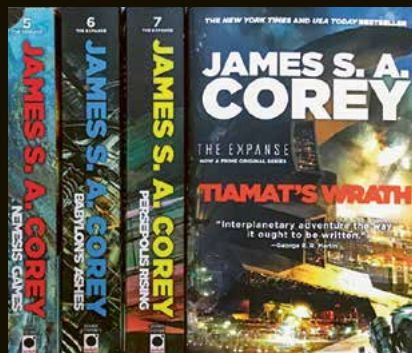
LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE

Kosmiskais teleskops, kas

**PĀRSPĒS** citus

Pat slepenās lidmašīnas  
klūs redzamas

6. lpp.



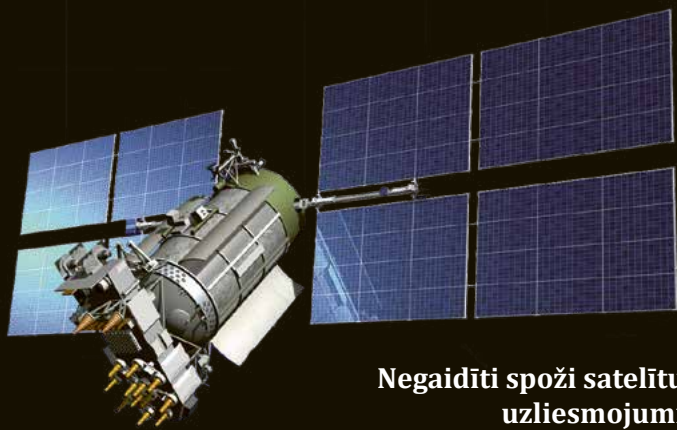
Grāmatas, no kurām grūti  
atraties

30. lpp.



Iegūta starptautisko  
sacensību pieredze

52. lpp.

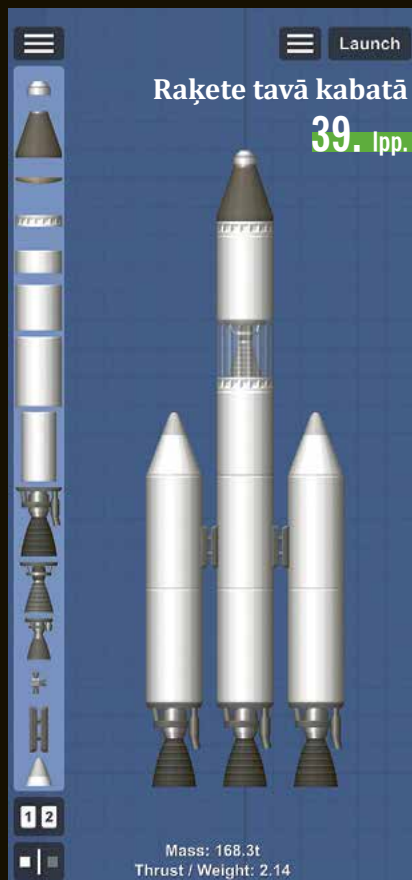
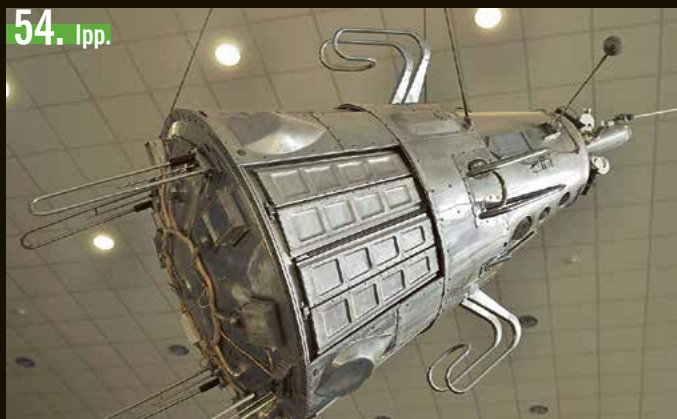


Negaidīti spoži satelītu  
uzliesmojumi

40. lpp.

Kā Rīgā novēroja pirmos satelītus

54. lpp.



Rakete tavā kabatā

39. lpp.

Mass: 168.3t  
Thrust / Weight: 2.14

ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

2022. GADA PAVASARIS (255)

Izdevējs:



**LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE**

**Dibinātājs:** Latvijas Zinātņu akadēmijas  
Astrofizikas laboratorija (1958).

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

**Redakcijas kolēģija:**

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

**Maketētāja:** Baiba Lazdiņa

**Literārais redaktors:** Oskars Lapsiņš

**Žurnāls sagatavots:**

Latvijas Universitātes  
Akadēmiskajā apgādā  
Tālrunis: 67034889  
E-pasts: [apgads@lu.lv](mailto:apgads@lu.lv)

**Iespiests:** SIA Latgales druka

**Interneta resursi:** [www.lu.lv/zvd](http://www.lu.lv/zvd)

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

**Uz 1. vāka:** 2021. gada nogalē kosmosā palaists astronomu ilgi gaidītais Džeimsa Veba kosmiskais teleskops, kas spēs ielūkoties Visumā tālāk par citiem teleskopiem. Northrop Grumman attēls

**Uz 3. vāka:** [shutterstock.com](http://shutterstock.com)

**Uz 4. vāka:** Piena Ceļa galaktikas centrs nosacītās krāsās radioteleskopu tīkla MeerKAT uzņēmumā. Vidū redzams radiostarojuma avots Strēlnieks A, malās – pārnovu miglāju burbuļi. Heywood et al (SARAO), J. C. Munoz-Mateos (ESO) attēls

# SATURS

## AKTUĀLI

**Jaunumi īsumā.** *Ilgonis Vilks, Jānis Kaminskis* 2

**Jauna radioastronomisko novērojumu metodika**  
*Nikolajs Dugins, Marija Nečajeva, Karina Šķirmante, Vladislavs Bezrukovs, Gints Jasmonts* 6

## METEORĪTI

**Aguas Zarcas meteorīts.** *Kārlis Bērziņš* 9

## VISUMA IZPĒTE

**Kā Lielais Sprādziens varēja rasties no nekā?**  
*Elesteirs Vilsons, tulkojis Ilgonis Vilks* 12

## TELESKOPI

**Palaists Džeimsa Veba kosmiskais teleskops**  
*Raitis Misa* 18

## OLIMPISKAIS IZAICINĀJUMS

**Fizika. Slīpais sviediens.** *Sagatavojusi Inese Dudareva* 23

## INTERVIJA

**Latvijā top kompakts un jaudīgs raķetes**  
*Mārtiņš Gills intervē Andreju Puķīti* 24

## INTERESANTI

**Jaunumi zinātniskās fantastikas cienītājiem**  
*Anna Gintere* 30

## AMATIERU ASTRONOMIJA

**Ieteikumi pieredzējušam astrofotogrāfam**  
*Fabians Neijers, tulkojis Jānis Kaminskis* 34

## MOBILĀ LIETOTNE

**Laižam raķeti telefonā.** *Mārtiņš Gills* 39

## AMATIERU ASTRONOMIJA

**Satelītu pēddzinis.** *Ilgonis Vilks* 40

## ASTROVIETA

**Valensijas zinātnes parks.** *Mārtiņš Gills* 47

## FOTOSTĀSTS

**Leonarda komēta.** *Jānis Šatrovskis* 48

## JAUNA GRĀMATA

**Par "Zvaigžņu aicinājumu".** *Mārtiņš Gills* 50

## ASTRONOMIJA SKOLĀ

**Latvijas jaunieši pirmo reizi piedalās starptautiskā astronomijas olimpiādē**  
*Dmitrijs Docenko, Inese Dudareva* 52

## ATSKATS VĒSTURĒ

**Satelītu vizuālie novērojumi Rīgā.** *Ilgonis Vilks* 54

## DEBESS APSKATS

**Debess spīdekļi 2022. gada pavasarī.** *Juris Kauliņš* 60

# Jaunumi īsumā

## VĒL VIENA PLANĒTA PIE TUVĀKĀS ZVAIGZNES

Pie Saulei tuvākās zvaigznes Centaura Proksimas atrasta jau trešā planēta, Proksima d (mākslinieka skatījumā, attēlā). Tās masa ir četras reizes mazāka nekā Zemei. Proksima d atrodas 4 miljonu kilometru attālumā no savas zvaigznes, tāpēc tās orbitālais periods ir nieka 5 dienas. Centaura Proksima, kas ir mazākā no trim zvaigznēm Centaura Alfas sistēmā,

ir sarkanais punduris ar nelielu starjaudu. Līdz ar to planēta, atrodoties tik tuvu zvaigznei, nav ļoti karsta. Tomēr Proksima d neatrodas apdzīvojamajā zonā, kur normālos apstākļos var pastāvēt šķidrums, bet gan iekšpus tās. Pirmo planētu pie šīs zvaigznes – Proksimu b – atklāja 2016. gadā. 2020. gadā tās pastāvēšanu apstiprināja precīzākos novērojumos. Proksima b pēc masas ir salīdzināma ar Zemi un atrodas apdzīvojamajā

zonā. Vēl šajā planētu sistēmā ir planētas statusa kandidāte Proksima c. Tā ir liela, bet auksta planēta ( $-234^{\circ}\text{C}$ ), kas atrodas tālu no zvaigznes un veic vienu apriņķojumu piecos gados. Jaunā planēta atklāta ar Eiropas Dienvidu observatorijas VLT teleskopa instrumentu ESPRESSO, izmantojot radiālā ātruma metodi. Lai arī Proksima d ir tik maza, ka “kustināja” savu zvaigzni ar ātrumu 40 cm sekundē, tomēr to izdevās konstatēt. 🦋

## KOSMISKĀ VĒTRA NOGREMDĒ SATELĪTUS

Izrādās, ka vētrās grimst ne tikai kuģi. 2022. gada 4. februārī ģeomagnētiskā vētra “nogremdēja” atmosfērā gandrīz 40 *Starlink* satelītus. 3. februārī kompānija *SpaceX* palaida zemā orbītā 210 kilometru augstumā 49 *Starlink* satelītus. Bija paredzēts tos vēlāk pacelt augstākā darba orbītā. Divas dienas iepriekš Zemi sasniedza lādētās daļiņas no neliela Saules koronā-lā izvirduma. Sākumā tās neizraisīja ģeomagnētisko vētru, tā attīstījās tikai 4. februārī. Ģeomagnētiskā vētra ilga vairākas stundas, un tās jauda Ziemeļpola apkaimē sasniedza 100 gigavatus. Zemes kopējās enerģijas mērogā tas nav daudz, taču ar to pietika, lai ļoti retinātie Zemes atmosfēras augšējie slāņi pārņemtu daļu lādēto daļiņu enerģijas,

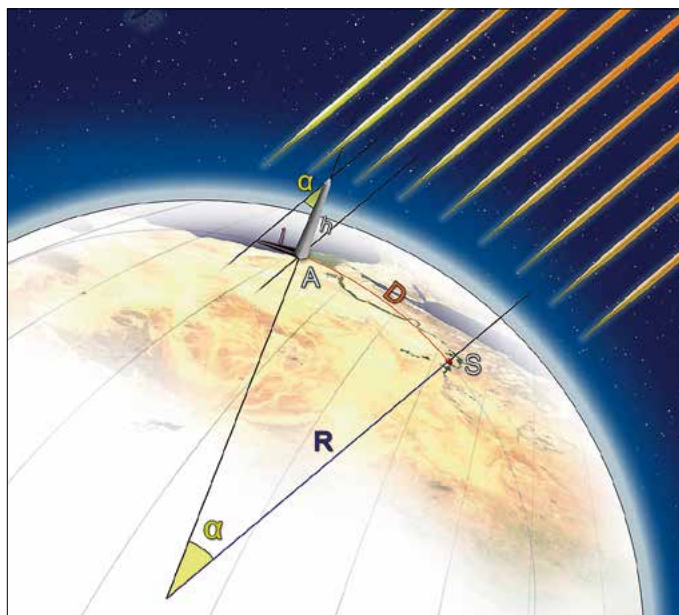


Sociedad de Astronomía del Caribe

sasiltu un izplestos. *SpaceX* ziņoja, ka *Starlink* satelītu lidojuma augstumā atmosfēras pretestība pieaugusi pat par 50 procentiem. Tas arī pazudināja daļu satelītu. Tie sāka intensīvi bremsēties un zaudēt augstumu, līdz sadega atmosfēras blīvajos slāņos. Vienu šādu notikumu fiksēja Karību

Astronomijas biedrības kamera (attēlā). Nepalīdzēja pat tas, ka satelītus pagriezta tā, lai tie lidotu plakanišķi, kas nodrošināja mazāku gaisa pretestību. Vienīgais labums, ka *Starlink* satelīti ir nelieli un pilnībā sadega, neradot atlīzas, kas varētu nonākt uz Zemes virsmas. 🦋

Graa. CC BY-SA 3.0



## TRĪS TŪKSTOŠGADES SEPTIŅĀS GRĀMATĀS

2021. gadā izdots iespaidīgs septiņu sējumu rakstu krājums par Zemes izmēra un formas noteikšanas mērījumiem trīs tūkstošu gadu garumā. Tas ir vēsturnieka Jana de Grēves (*Graeve*) un ģeodēzista Džima Smita (*Smith*) mūža darbs. Grāmatas tapušas, sadarbojoties ar Starptautisko mērnieku biedrību. Darba apjoms ir gandrīz 3000 lappušu. Pirmie pieci sējumi veltīti Zemes mērījumu vēsturei, sākot ar laiku pirms mūsu ēras, līdz Strūves ģeodēziskā loka uzmērīšanai 19. gadsimtā.

Protams, aprakstīta arī sen grieķu zinātnieka Eratostena veiktā Zemes apkārtmēra noteikšana (attēlā). Divos noslēguma sējumos aplūkoti Zemes 30. meridiāna mērījumi pāri Āfrikas kontinentam, aprakstot tā iespējamo savienošānu ar Strūves ģeodēzisko loku,

kas dotu iespēju izveidot gandrīz 11,6 tūkstošus kilometru garu triangulācijas līniju. Vārds *astronomija* grāmatās pieminēts 3391 reizi, kā arī minēts tas, ka, tikai pateicoties dažu planētu ovālā diska novērojumiem, radās pamatotas šaubas par Zemes absolūti

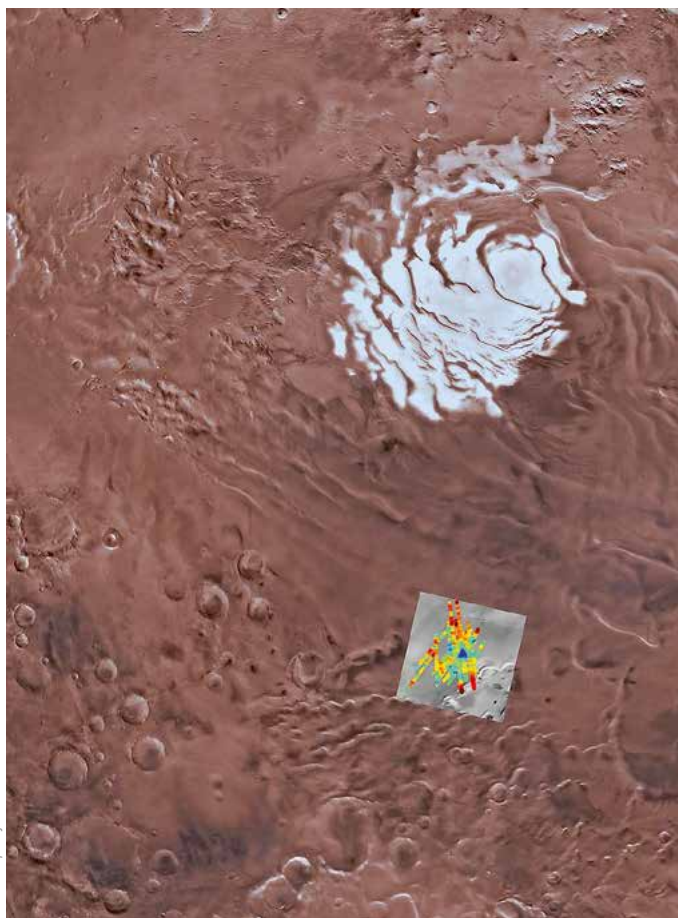
sfērisko formu. Tādējādi zinātnieki ieguva pētniecisko dzirksti un motivāciju noskaidrot, kāda patiesībā ir Zemes forma. Apjomīgais darbs nodrukāts tikai 100 eksemplāros, taču grāmatas var iegādāties elektroniskā formātā. Vairāk informācijas vietnē [fig.net](http://fig.net). 🦋

## PIEAUG ĶERĪBAS UZ MARSA ŠĶIDRO ŪDENI

2018. gadā zinātnieki paziņoja, ka Eiropas Kosmosa aģentūras zonde *Mars Express* planētas dienvidpola rajonā atklājusi apmēram

30 kilometru platu, putekļiem klātu ledus zonu, kas spēcīgi atstaro zondes radara signālu tādā veidā, kā to darītu šķidrās ūdens. Iespējamā šķidrā ūdens ezeru klāj apmēram 1,5 kilometrus biezs

ūdens ledus slānis. Ir novērtēts, ka temperatūra Marsa dienvidpola ledus cepures pamatnē ir apmēram mīnus 68 grādi. Kā šādā temperatūrā ūdens var būt šķidrās? Jau uzreiz tika izvirzīts pieņēmums, ka tas ir sālūdens, kas satur daudz magnija un kalcija sāļu (perhlorātu), tādējādi darbojas kā antifrīzs. Citi gan to apšaubīja, sakot, ka radara atstarojumu varētu dot arī māla slāņi, sāļu hidratī vai vienkārši sāļiem bagātīgs ledus. Tagad zinātnieki no Teksasas Dienvidrietumu pētniecības institūta Devida Stilmēna (*Stillman*) vadībā ir laboratorijā izpētījuši uz Marsa sastopamo sāļu šķīdumus un secinājuši, ka tie var palikt šķidrī līdz pat  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperatūrā. Turklāt sāļā šķīduma maisījumam ar ledus vai iežu graudiem būtu raksturīgs tieši tāds radara signāla atstarojums, kāds tika novērots. Vai tādā ezerā var pastāvēt dzīvība? Perhlorātiem piesātināts ūdens nav sevišķi piemērots mikroorganismiem, taču ekstremofīlie organismi uz Zemes ir parādījuši, ka spēj eksistēt ļoti dažādos apstākļos. 🦋



USGS brīnišķīgās attēls



## SARKANĀ PĀRMILŽA PĒDĒJĀS DIENAS

Astronomi detalizēti izsekoja kādas sarkanās pārmilžu zvaigznes pēdējām dienām (attēlā, mākslinieka skatījumā) pirms pārnovas sprādziena, kā arī iemūžināja sprādziena norisi. 2020. gada vasarā Havaju Universitātes Astronomijas institūta Pan-STARRS teleskops fiksēja

kādas zvaigznes spožuma pieaugumu spirālveida galaktikā NGC 5731, kas atrodas 120 miljonu gaismas gadu attālumā. Rudenī zvaigzne uzsprāga kā 2. tipa pārnova, un tai piešķīra apzīmējumu SN 2020tlf. Novērojumiem pieslēdzās Keka observatorijas lielais 10 metru teleskops, kas arī atrodas Havaju salās. Ar to ieguva pirmos spektrus

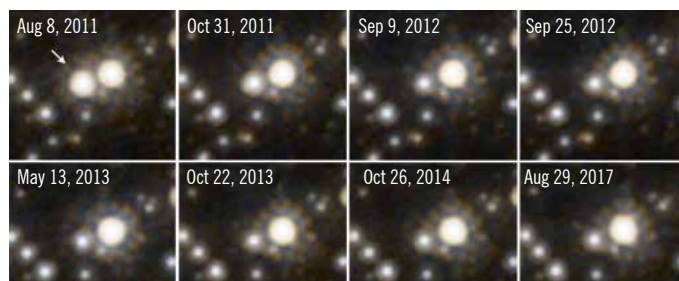
un secināja, ka jau sprādziena brīdī ap zvaigzni pastāvēja gāzu un putekļu mākonis, kas acīmredzot bija izsviests vasarā un kura parādīšanos bija fiksējis Pan-STARRS teleskops. Tā bija pirmā reize, kad sarkanajās pārmilžu zvaigznēs šāda aktivitāte novērota pirms pārvēršanās par pārnovu. Līdz šim zvaigznes pirms sprādziena bija uzvedušās mierīgi un “neafišēja savu nodomu”. Bet tas nozīmē, ka vismaz dažos gadījumos pirms sprādziena notiek zvaigznes iekšējās struktūras izmaiņas. Turpmākie novērojumi ar Keka teleskopu deva iespēju secināt, ka zvaigznes masa pirms sprādziena bija 10 Saules masas. 🦋

## ATKLĀTS “VIENTUĻŠ” MELNAIS CAURUMS

Mūsu Galaktikā jābūt no 10 miljoniem līdz miljardam melno caurumu, kas veidojušies no zvaigznēm. Taču lielāka daļa no tiem nav redzami, jo atrodas kosmosā vieni paši un, kā jau melnie caurumi, neizstaro gaismu. Melno caurumu var konstatēt, ja uz to krīt starpzvaigžņu viela, kas izveido spīdošu akrēcijas disku, vai arī melnais caurums ietilpst dubultsistēmā, un par tā klātbūtni var spriest pēc redzamā komponenta kustības. Tagad astronomi pirmo reizi ir atklājuši “vientuļņu” melno caurumu, kura tuvumā nav starpzvaigžņu vielas vai citu zvaigžņu. Tika izmantots melnā cauruma spēcīgais gravitācijas lauks,

kas nolieca un koncentrēja aiz tā novietotās zvaigznes gaismas starus, t. s. gravitācijas mikrolēca. Faktiski novērojums veikts jau 2011. gadā, kad divi instrumenti neatkarīgi novēroja 270 dienas ilgu un izteiktu kādas zvaigznes spožuma pieaugumu. Turpmākais laiks bija nepieciešams, lai veiktu papildu novērojumus (attēlā) ar Habla kosmisko teleskopu, analizētu datus un

secinātu, ka mikrolēcas efektu radīja tieši melnais caurums, nevis eksoplanēta vai parastā zvaigzne, kā tas novērots iepriekš. Astronomi izrēķināja, ka melnā cauruma masa ir 7,1 Saules masas un tas atrodas 5200 gaismas gadu attālumā. Tas šķiet gluži vai neticami, ka tik milzīgā attālumā iespējams konstatēt objektu, kura notikumu horizonta diametrs ir tikai 42 kilometri! 🦋





NIKOLAJS DUGINS, MARIJA NEČAJEVA, KARINA ŠĶIRMANTE,  
VLADISLAVS BEZRUKOVS, GINTS JASMONTS

# Jauna radioastronomisko novērojumu metodika

LATVIJAS ZINĀTNIEKI IZSTRĀDĀJUŠI RADIOASTRONOMISKO NOVĒROJUMU METODIKU, KO IESPĒJAMS IZMANTOT CITĀDI GRŪTI SASKATĀMU KOSMISKO OBJEKTU DETEKTĒŠANĀ.

**Š**obrīd sabiedrībā liela uzmanība tiek pievērsta Zemei tuvu garām lidojošu asteroīdu un komētu radītajam apdraudējumam, kā arī kosmisko atlūzu piesārņojumam orbītā ap Zemi. Informāciju par asteroīdiem, komētām un kosmiskajām atlūzām tradicionāli nodrošina optiskie novērojumi, tomēr tiem ir vairāki trūkumi, piemēram, teleskopu nav droši vērst Saules virzienā.

Pēdējā gada laikā Ventpils Augstskolas Inženierzinātņu institūta Ventpils Starptautiskā radioastronomijas centra (VSRC) pētnieki kopā ar Nižņijnovgorodas Radiofizikālo pētījumu institūta zinātniekiem cenšas uzlabot radioastronomisko novērojumu metodiku, lai varētu novērot debess ķermeņus Saules sistēmā neatkarīgi no to starojuma intensitātes, formas un materiāla.

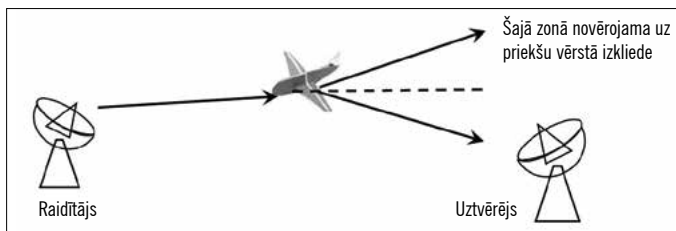
VSRC pētnieki Latvijas Zinātnes padomes projektā *Uz radioviļņu izkliedes efektu balstītas radiolokācijas metodes pielietojums kosmosa objektu detektēšanai*, Nr. LZP-2020/2-0101, ir izstrādājuši jaunu novērojumu metodiku, kas, apvienojot radioviļņu izkliedes efektu ar ļoti garas bāzes radiointerferometriju, spētu detektēt Zemei tuvos asteroīdus, komētas un kosmiskās atlūzas.



## KĀ TAS DARBOJAS?

Šīs metodes pamatā ir efekts, kas rodas, kad spožs debess objekts apgaismo pētāmo ķermeni, un starojums, pateicoties tā viļņu dabai, "aplīecas" ap ķermeni un nokļūst arī aiz ķermeņa, kur citādi būtu ēnas zona. Viļņi no ķermeņa kontūras atšķirīgiem punktiem interferences dēļ var pastiprināt cits citu, līdz ar to aiz pētāmā ķermeņa esošs novērotājs var reģistrēt vairākas reizes lielāku starojuma enerģiju nekā to, kas tiktu atstarota no ķermeņa.

Šo efektu izmanto t. s. bistatiskajos radaros, kas sastāv no raidītāja un uztvērēja. Pirmkārt, izkliede uz priekšu gan notiek tikai tad, kad novērojamais objekts atrodas raidītāja–uztvērēja trajektorijas tuvumā. Atbilstošā zona ir ļoti šaura, dažī loka grādi. Otrkārt, izkļedes efekts kļūst jūtams tikai tad, ja novērojamā objekta izmērs ir daudz lielāks par izmantoto viļņu garumu. Šo metodi var lietot, lai atklātu grūti detektējamus lidaparātus, kuros izmantota *Stealth* tehnoloģija, kas samazina radioviļņu atstarošanu no objekta, vai arī, piemēram, detektēt asteroīdus ar mazu gaismas atstarošanas spēju.



Bistatiskā radara radioviļņu izkliede uz priekšu gar redzes līniju

Autoru ziņējums

## EKSPERIMENTĀLI METODIKAS PIERĀDĪJUMI

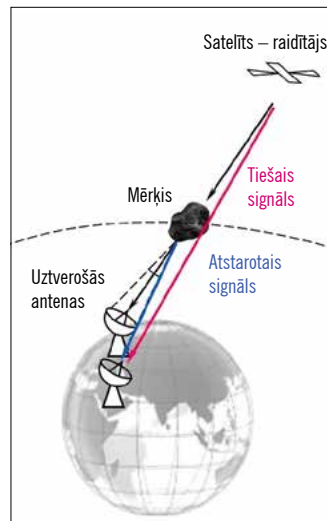
Izmantojot Irbenes radioteleskopus RT-32 un RT-16 kā uztvērējus un GPS, *Galileo* un GLONASS navigācijas satelītus kā raidītājus, VSRC pētniekiem izdevās eksperimentāli pierādīt, ka šo metodi var izmantot kosmosa objektu detektēšanā. Novērojumi notika gan vienas antenas režīmā, gan radiointerferometra režīmā 1,6 GHz frekvenču joslā.

Tika novērotas vairāk nekā divdesmit kosmiskās atlūzas un satelīti. Abi radioteleskopi uztvēra navigācijas satelītu raidītos signālus un detektēja novērojamā objekta virzību pāri raidītāja–uztvērēja skatu līnijai. Vairāk nekā 50% gadījumu izdevās sekmīgi reģistrēt izkļedēto signālu. Tādējādi tika novēroti objekti ar dažādu ģeometrisko laukumu, atšķirīgā attālumā no Zemes un dažādā leņķiskā attālumā no detektēšanas līnijas.

Attēlā redzami divi skaidri nodalīti signāli – no navigācijas satelīta ar lēni mainīgu frekvenci (taisnā līnija apmēram uz augšu 8. lappuses attēlā) un no novērojamā objekta, kurš ātri šķērso "redzeslauku" un kura frekvence strauji mainās (diagonālā līnija).

## IESPĒJAS LIDMAŠĪNU DETEKTĒŠANA

VSRC pētnieki izstrādāto metodi lietoja lidmašīnu detektēšanā, lai novērtētu metodes potenciālu ar *Stealth*

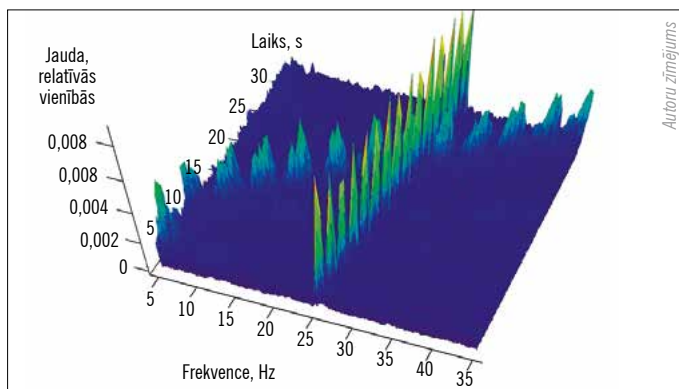


Autoru ziņējums

Novērojot izvēlētos objektus, navigācijas satelīts tika izmantots kā raidītājs un Irbenes radioteleskopi RT-32 un RT-16 kā uztvērēji

AR JAUNO METODI NOVĒROJOT KOSMISKĀS ATLŪZAS UN SATELĪTUS, VAIRĀK NEKĀ 50 PROCENTOS GADĪJUMU IZDEVĀS SEKMĪGI REĢISTRĒT IZKLIEDĒTO SIGNĀLU.





legūto rezultātu vizualizācija

tehnoloģiju aprīkotu lidaparātu detektēšanā. Gatavojoties šim eksperimentam, tika izstrādāta datorprogramma, kas atlasīja raidītājus – satelītus un detektējamus objektus – lidmašīnas, kas būtu novērojami vienlaikus. Tā sasaistīja lidmašīnu reišus (identificējot lidmašīnas pozīciju) ar tuvākajiem satelītiem, ņemot vērā satelīta stāvokli attiecībā pret Zemi. Datorprogramma sniedz ziņas par novērojamā satelīta nosaukumu, laika momentu, kad veicams novērojums, teleskopa uzvadišanas azimutu un leņķisko augstumu, ka arī attālumu starp novērojamajiem objektiem.

Ar Ņižņijnovgorodas Radiofizikālo pētījumu institūta radioteleskopu izdevās reģistrēt no lidmašīnām izkļiedēto signālu. Novērotie signāli bija spēcīgi, kas varētu būt izskaidrojams ar lidmašīnu mazo attālumu no radioteleskopa. Vispār spēcīga raidītāja izmantošana atvieglo novērošanas procedūras pārbaudi un palīdz uzlabot datu apstrādes metodes.

Lietojot jauno metodi, iespējams būtiski palielināt Zemei bīstamo asteroīdu vai komētu atklāšanas varbūtību, kā arī attālumu, kurā šos objektus var novērot. Sekmīgie rezultāti apstiprina metodikas daudzsološo potenciālu. Nākamais solis ir izveidot konkurētspējīgu tehnisko risinājumu – piedāvāt debess objektu noteikšanu tuvā Zemes telpā, veicot automatizētu konkrēta debess apgabala monitoringu. Metodes izstrādes stadijā notika pirmās pārrunas ar Eiropas Kosmosa aģentūras pārstāvjiem par metodes lietojuma potenciālu Eiropas mērogā.

Izmēģinājumos tika izmantoti divi radioteleskopi

RT-32 un RT-16, bet metodi ir iespējams izmantot arī ar zemas frekvences masīva jeb LOFAR (*Low-Frequency Array*) tehnoloģiju, jo LOFAR staru kūlis ir plašāks un aptver lielāku debess telpu. Tā kā LOFAR ir nekustīgu antenu masīvs un novērojumu laikā staru kūlis veidojas elektroniski, tad var veidot vairākus starus vienlaikus. Šis risinājums ļautu veikt debess telpas monitoringu, netraucējot zinātniskos uzdevumus.

Viena no LOFAR stacijām atrodas Irbenes radioteleskopu kompleksā, un nākamais solis ir izstrādātās metodikas testēšana, izmantojot Irbenes LOFAR staciju kā uztvērēju un satelītus vai spēcīgus radioavotus kā raidītājus. Ja izdotos pierādīt metodes efektivitāti LOFAR gadījumā, tas pavērtu iespēju izmantot starptautisko LOFAR teleskopu tīklu kosmiskā piesārņojuma monitoringā. Savukārt vienlaikus veikti novērojumi gan ar “parastajiem” radioteleskopiem, gan ar LOFAR ļautu noteikt jonosfēras mainīguma parametrus, nodrošinot vēl lielāku objektu pozicionēšanas precizitāti. ✍

JAUNO METODI VAR LIETOT, LAI ATKLĀTU GRŪTI DETEKTĒJAMUS LIDAPARĀTUS, Kuros IZMANTOTA *STEALTH* TEHNOLOĢIJA, KAS SAMAZINA RADIOVIĻŅU ATSTAROŠANOS NO OBJEKTA.

# *Aguas Zarcas* meteorīts

2019. GADĀ KOSTARIKĀ NOKRITA PĒDĒJĀ PUSGADSIMTA LAIKĀ,  
IESPĒJAMS, ZINĀTNISKI NOZĪMĪGĀKAIS METEORĪTS.

**D**ebesīs virs Kostarikas 2019. gada 23. aprīļa vakarā novēroja spožu bolīdu, kas sadalījās daudzos gabalos. Daži notikuma liecinieki ziņoja, ka dzirdējuši divus spalģus, pārkonam līdzīgus grāvienus, kas, visticamāk, saistīti ar abu lielāko atrasto meteorīta gabalu atdalīšanos. Pirms ieiešanas Zemes atmosfērā objekts bija apmēram pusmetru liels, pēc izmēra to var salīdzināt ar tipisku veļas mazgājamo mašīnu. Meteorīts nokrita Kostarikas Alahvelas provincē netālu no *Aguas Zarcas* ciemata, kura nosaukumu no spāņu valodas varētu tulkot kā “dzidrš tīrs ūdens”. Meteorīts oficiālais nosaukums ir *Aguas Zarcas*, reizēm to sauc par *AZ*.

Viens no lielākajiem *AZ* meteorīta gabaliem, kura svars ir 1071 grams, kopā ar atlūzām – 1152 grami, izsīta caurumu Marsijas Kampo Munjosas (*Muñoz*) mājas terases jumta gofrēta cinka loksne

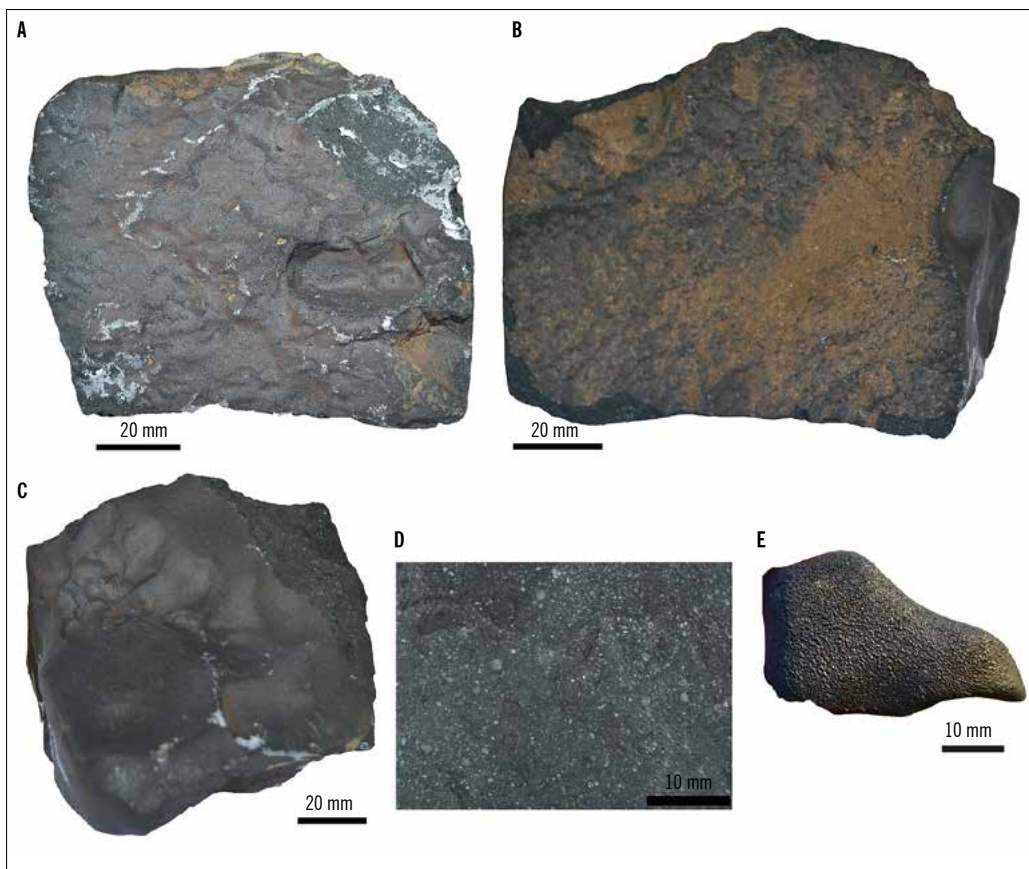
un ar troksni nogāzās zemē, padarīdams *Aguas Zarcas* par *āmura akmeni*. Āmura akmens (angļu valodā *hammer stone*) ir meteorīts, kas krītot trāpījis cilvēkam, cilvēka radītiem objektiem vai dzīvniekiem. Tas bija pirmais atrastais meteorīta gabals. Jau nākamajā dienā netālu tika atrasti 361 un 622 gramus smagi fragmenti. Tiem sekoja citi, kopā ap simts atradumu, lielākais no tiem – 1898 grami. Pavisam kopā tika savākti apmēram 27 kilogrami kosmiskā objekta materiāla. Pirmās vizuālās meteorīta analīzes 27. aprīlī veica Kostarikas Universitātes pētnieki.

Pirms spēcīga lietus, kas nolija reģionā, atrada apmēram 11 kilogramus kosmisko akmeņu. Viens no ražīgākajiem bija meteorītu mednieks Maikls Fārmers (*Farmer*), kuram izdevās savākt apmēram piecus kilogramus, kas tālāk tika pētīti Arizonas štata Universitātes Meteorītu izpētes centrā. Aptauijājot

vietējos iedzīvotājus, viņam izdevās atrast suņu būdu, kurai bija caururbies meteorīta gabals, padarot *AZ* par dubultu “āmuru”. Pēc lietus atrastie 16 kilogrami fragmentu vairs nebija tik zinātniski vērtīgi, jo tie bija ķīmiski un fizikāli mijiedarbojušies ar ūdeni.

Kāpēc *AZ* meteorīts ir tik īpašs? Pirmām kārtām tas ir CM2 grupas oglekļa hondrīts – akmens meteorīts, kas bagātīgs ar sarežģītām *hidrētām* organiskām vielām; tas nozīmē, ka šis objekts iepriekš kosmosā atradies tiešā vai netiešā ūdens (ūdeņraža un skābekļa atomu) ietekmē, tieši tāpēc īpaši nozīmīgi bija pirms lietus atrastie fragmenti. CM hondrīti satur salīdzinoši daudz oglekļa (1,5–6%), un tiem raksturīgs neliels *hondru* (graudveida iekļāvumu) daudzums. Tiek uzskatīts, ka CM meteorītu izcelsme ir saistīta ar C (oglekļa tipa) asteroīdiem.

Pēc savas nozīmības un sastāva *AZ* salīdzināms ar



Aguas Zarcas meteorīta lielākais fragments dažādos rakursos

1969. gada 28. septembrī Austrālijā nokritušo CM2 grupas Mērčisonas (*Murchison*) meteorītu. Nedaudz par Mērčisonas CM2 meteorīta raksturlielumiem, kas palīdzēs labāk izprast arī ļoti līdzīgā, bet svaigākā (t. i., Zemes klimata ietekmes novecošanas ziņā neskartākā) *Aguas Zarcas* nozīmību. Jau 70. gadu beigās, pētot Mērčisonas meteorītu, tajā atklājās palielināts tā saukto lēno ksenona (Xe) izotopu daudzums ( $^{128}\text{Xe}$  un  $^{130}\text{Xe}$ ), kas liecina par meteorīta saistību ar procesiem, kuri notiek sarkanajās milzu

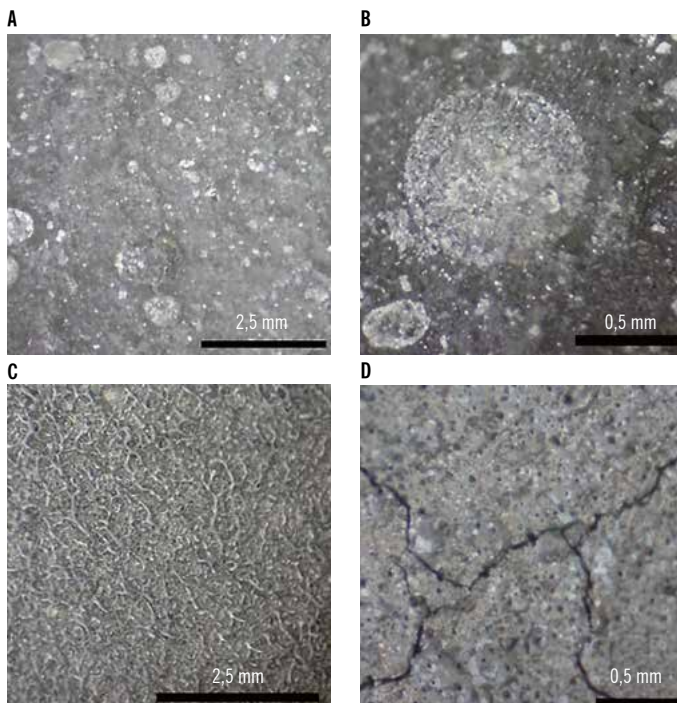
zvaigznēs. Par to jau rakstījis Uldis Dzērvītis *Zvaigžņotās Debess* 1992. gada pavasara numurā (9.–11. lpp).

Šajā meteorītā atrasti arī atsevišķi iekļāvumi, kas ir vecāki nekā Saules sistēma, dažu rekordistu vecums ir pat lielāks par septiņiem miljardiem gadu. Mērčisonas meteorītā ir izdevies izdalīt apmēram 14 tūkstošus dažādu molekulu vai atomu savienojumu, bet, ņemot vērā masas spektrometrijas instrumentu ierobežojumus, domājams, ka tādu varētu būt pat vairāk nekā 50 tūkstoši.

*Aguas Zarcas* meteorīta pamatmasas vecums ir 4,56 miljardi gadu. Tas ir atdalījies no kāda ļoti sena Saules sistēmas asteroīda laikā, kad Saule vēl tikai kļuva par aktīvu zvaigzni. Tajā atklāts jau vairāk nekā 100 dažādu aminoskābju un, iespējams, konstatēti pat proteīni, kas vēl jāpārbauda. NASA astrobiologs Daniels Gleivins (*Glavin*) sacīja: “Mēs neatklājām pašu dzīvību, taču šeit ir visas sastāvdaļas.”

AZ meteorīta organisko vielu matricā atklāti arī 2–30 mikrometrus lieli graudveida iekļāvumi, kuru

vecums ir 4,6–4,9 miljardi gadi, dažu vecums – 7–7,5 miljardi gadu. Tā ir pirms Saules sistēmas veidošanās radusies cietā viela, šīs daļiņas atlidojušas pie mums no vienas vai vairākām kaimiņu zvaigznēm. Tā ir vecākā Zemes laboratorijās pētītā kosmiskā cietā viela, kas līdz šim atklāta un sastāv no minerāliem – silīcija karbīda un grafīta. Šis meteorīts palīdz labāk izprast ne tikai Saules sistēmas pirmsākumus, bet arī ļauj laboratorijā tiešā veidā “aptaustīt” citu zvaigžņu apkaimē radušos vielu. Iznāk, ka meteorīti dabiskā veidā ir mums atnesuši unikālu kosmisko informāciju, kas citādi būtu iegūstama tikai starpzvaigžņu lidojumos. Meteorīta izpēte turpinās, nākotnē solot jaunus interesantus atklājumus. 🌱



*Aguas Zarcas* attēli mikroskopā: A – kopskats uz struktūru ar hondrām; B – hondra tuvplānā; C – ārējā garoza ar sakusuma plūduma līnijām; D – lūzumi, kas radušies meteorīta trieciena un atdzišanas laikā

Escuela Centroamericana de Geología



lesakām *YouTube* noskatīties *Science Magazine* sagatavoto video par *AZ* meteorītu angļu valodā. [https://youtu.be/8UFhdMo\\_WZo](https://youtu.be/8UFhdMo_WZo)



Kopš 2019. gada jūnija *Aguas Zarcas* meteorīta fragments apskatāms arī Meteorītu muzejā Rīgā. Ņemot vērā meteorīta īpašo nozīmību, tas tika izvēlēts par Meteorītu muzeja 2021. gada meteorītu: <http://www.meteoriti.lv/GadaMeteorits/?gads=2021>



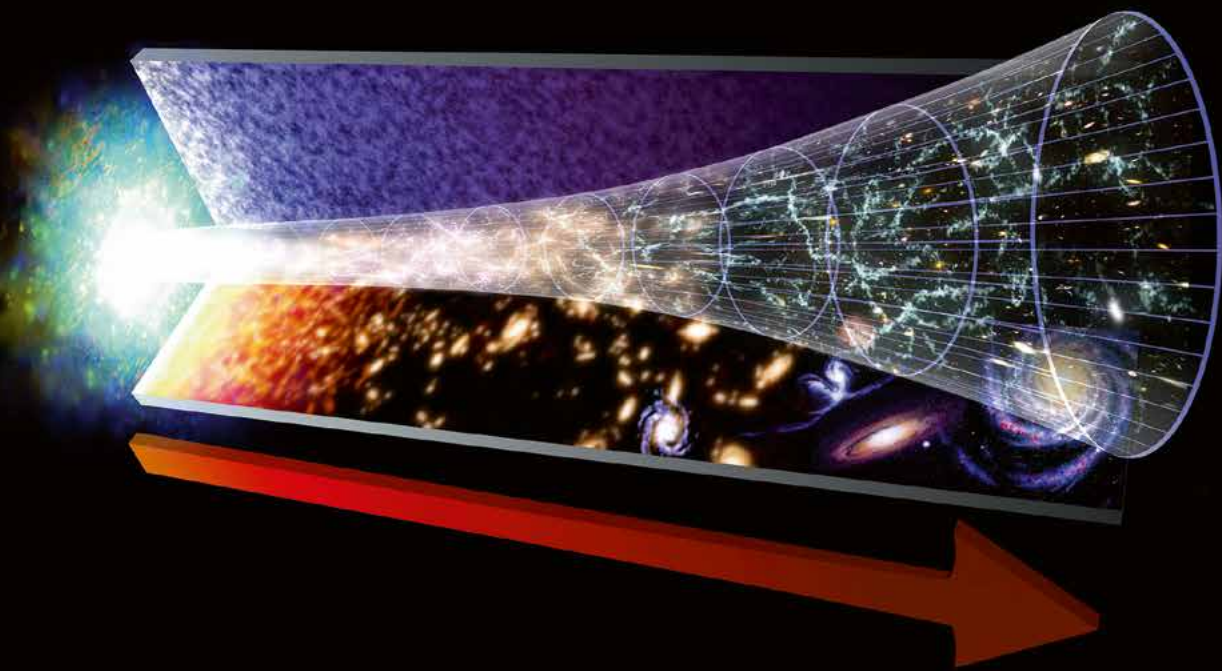
*Aguas Zarcas* meteorīta fragments Meteorītu muzeja stendā

Karīja Bērziņa foto

ELESTEIRS VILSONS (ALASTAIR WILSON),  
Birmingemas Universitātes filozofijas profesors

Tīmekļa žurnāls *The Conversation*, CC BY ND licence

Ar autora laipnu atļauju tulkojis ILGONIS VILKS



# Kā Lielais Sprādziens varēja rasties no nekā?

LASĪTĀJA JAUTĀJUMS: “MANA IZPRATNE IR TĀDA, KA NEKAS  
NERODAS NO NEKĀ. LAI KAUT KAS PASTĀVĒTU, JĀBŪT PIEEJAMAM  
MATERIĀLAM VAI SASTĀVDAĻAI, UN, LAI TIE BŪTU PIEEJAMI, JĀBŪT  
PIEEJAMAM KAUT KAM CITAM. LŪK, MANS JAUTĀJUMS: NO KURIENES  
NĀCA MATERIĀLS, KAS RADĪJA LIELO SPRĀDZIENU, UN KAS NOTIKA  
VISPIRMS, LAI IZVEIDOTU ŠO MATERIĀLU?”

PĪTERS, 80 GADI, AUSTRĀLIJA.

**F**izikis Braiens Kokss (Cox) nesenaļā BBC seriālā *Universe* brīdina: "Pēdējā zvaigzne lēnām atdzisis un izdzisis. Ar tās nodzišanu Visums kļūs atkal par tukšumu, bez gaismas, dzīvības vai jēgas." Šis pēdējās zvaigznes izdzišana būs tikai bezgala gara, tumša laikmeta sākums. Visu matēriju galu galā aprīs milzīgi melnie caurumi, kas savukārt iztvaikos blāvā starojumā. Kosmoss arvien izpletīsies, kamēr pat šī blāvā gaisma kļūs pārāk izkliedēta, lai mijiedarbotos. Aktivitāte Visumā beigsies.

Vai tā būs? Pārsteidzošā kārtā daži kosmologi uzskata, ka iepriekšējais aukstais, tumšais, tukšais Visums, gluži kā tas Visums, kas mūs sagaida tālā nākotnē, varēja būt mūsu pašu Lielā Sprādziena avots.

## PIRMĀ MATĒRIJA

Bet, pirms nonākam pie tā, apskatīsim, kā radās "materiāls" – fizikālā matērija. Ja mēs cenšamies izskaidrot no atomiem vai molekulām veidotas stabilās vielas izcelsmi, tad Lielajā Sprādzienā, ne arī simtiem tūkstošu gadu pēc tam, nekā tāda neapšaubāmi nebija. Mums patiesībā ir diezgan detalizēta izpratne par to, kā pirmie atomi veidojās no vienkāršākām daļiņām, kad Visums bija pietiekami atdzisis, lai saliktas vielas būtu stabilas, un kā šie atomi vēlāk zvaigznēs tika "pārkausēti" smagākos elementos. Bet šī izpratne neattiecas uz jautājumu, vai kaut kas ir radies no nekā.

Tāpēc padomāsim vēl tālāk atpakaļ. Pirmās ilgstoši pastāvošās vielas daļiņas bija protoni un neitroni, kas kopā veido atoma kodolu. Tie radās apmēram vienu sekundes desmitstūkstošo daļu pēc Lielā Sprādziena. Pirms tam īsti nepastāvēja nekāds materiāls šā vārda ikdienas nozīmē. Bet fizika ļauj mums turpināt izsekot laika skalai vēl tālāk atpakaļ, līdz fizikālajiem procesiem, kas norisinājās pirms stabilas vielas izveidošanās.

Tas mūs ved uz tā saukto "Lielā apvienojuma laikmetu". Šobrīd esam iekļuvuši hipotētiskās fizikas jomā, jo savos eksperimentos nevaram saražot pietiekami daudz enerģijas, lai pārbaudītu tajā laikā notikušos procesus. Bet ticama hipotēze ir tāda, ka fizikālo pasauli veidoja īslaicīgi pastāvošu elementārdaļiņu zupa, tostarp kvarki, kas ir protonu un neitronu būvbloki. Gan matērija, gan antimatērija bija apmēram vienādā daudzumā. Katram matērijas daļiņu veidam, piemēram, kvarkam, bija antimatērijas "spoguļattēla" pavadoņi, kas bija gandrīz identiski, tomēr atšķīrās vienā aspektā. Kad matērija un antimatērija satiekas, tā anihilē enerģijas uzliesmojumā. Tas nozīmē,

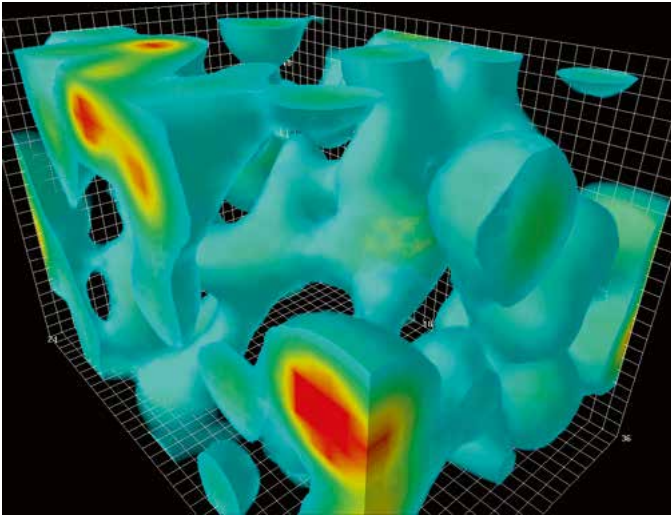
ka šīs daļiņas tika pastāvīgi radītas un iznīcinātas.

Bet kā šīs daļiņas vispār radās? Kvantu lauku teorija skaidro, ka pat vakuums, kas it kā atbilst tukšai laiktelpai, ir fizikālas darbības pilns – enerģijas fluktuāciju (svārstību) veidā. Šīs fluktuācijas var radīt daļiņas, kas pavisam drīz atkal izzūd. Tas var izklausīties pēc matemātiskas divainības, nevis reālas fizikas, taču šādas daļiņas ir konstatētas neskaitāmos eksperimentos.

Laiktelpas vakuumā kūsā daļiņas, kas pastāvīgi tiek radītas un iznīcinātas šķietami "no nekā". Bet varbūt tas viss patiešām liecina, ka kvantu vakuums (neraugoties uz tā nosaukumu) ir kaut kas, nevis nekā. Filozofs Deivids Alberts (*Albert*) ir aktīvi kritizējis Lielā Sprādziena stāstus, kas sola šādā veidā kaut ko iegūt no nekā.

Pieņemsim, ka mēs jau tātu: bet no kurienes radās pati laiktelpa? Tad mums jāpagriež pulkstenis vēl tālāk atpakaļ, patiesi senajā "Planka laikmetā" – periodā, kas Visuma vēsturē ir tik agrs, ka mūsu labākās fizikas teorijas sabrūk. Šis laikmets pēc Lielā Sprādziena ilga tikai vienu desmitmiljoņu daļu no triljonās triljonās

**PAT VAKUUMS, KAS IT KĀ ATBILST TUKŠAI LAIKTELPAI, IR FIZIKĀLAS DARBĪBAS PILNS – ENERĢIJAS FLUKTUĀCIJU JEB SVĀRSTĪBU VEIDĀ.**



Kvantu vakuuma fluktuāciju simulācija kvantu hromodinamikā

daļas sekundes. Šajā brīdī pati telpa un laiks bija pakļauti kvantu fluktuācijām. Fiziski parasti rīkojas atsevišķi ar kvantu mehāniku, kas pārvalda daļiņu mikropasauli, un ar vispārīgās relativitātes teoriju, kas attiecas uz lieliem, kosmiskiem mērogiem. Bet, lai patiesi izprastu Planka laikmetu, ir vajadzīga pilnīga kvantu gravitācijas teorija, kas apvieno abas.

Mums joprojām nav ideālas kvantu gravitācijas teorijas, taču ir mēģinājumi, piemēram, stīgu teorija un cilpu kvantu gravitācija. Šajās teorijās telpa un laiks parasti tiek uzskatīti līdzīgi viļņiem, kas parādās dziļā okeāna virsmā. Tas, ko mēs piedzīvojam kā telpu un laiku, ir kvantu procesu rezultāts, kas darbojas dziļākā, mikroskopiskā līmenī; procesiem, par kuriem mums kā makroskopiskā pasaulē sakņotām būtnēm nav daudz nojēgas.

Planka laikmetā mūsu parastā izpratne par telpu un laiku nav izmantojama, tāpēc mēs vairs nevaram paļauties uz mūsu ierasto izpratni par cēloņiem un sekām. Neraugoties uz to, visas iespējamās kvantu gravitācijas teorijas apraksta kaut ko fizikālu, kas notika Planka laikmetā, – parastās telpas un laika kvantu priekšteci. Bet no kurienes tas radās?

Pat ja cēloņsakarība vairs nav spēkā ierastajā veidā, joprojām varētu būt iespējams izskaidrot vienu Planka laikmeta Visuma komponentu ar citu. Diemžēl līdz šim pat mūsu labākā fizika nekādi nespēj sniegt atbildes. Kamēr mēs nepadziņosim turpmāku virzību uz “visa teoriju”, mēs nevarēsim sniegt galīgu atbildi. Lielākais, ko šajā posmā varam ar pārliecību teikt, ir tas, ka fizika līdz šim nav atradusi nevienu apstiprinātu gadījumu, kad kaut kas rodas no nekā.

## CIKLI GANDRĪZ NO NEKĀ

Lai patiesi atbildētu uz jautājumu, kā kaut kas var rasties no nekā, būtu jāapraksta visa Visuma kvantu stāvoklis Planka laikmeta sākumā. Visi mēģinājumi to izdarīt joprojām ir ļoti spekulatīvi. Dažas idejas piesaista pārdabiskus spēkus, piemēram, radītāju. Bet citi skaidrojumi paliek fizikas ietvaros, piemēram, Multivisums, kurā ir bezgalīgs skaits paralēlo visu, vai Visuma cikliskie modeļi, kuros Visums piedzimst un atkal atdzimst no jauna.

2020. gada Nobela prēmijas laureāts fizikā Rodžers Penrouzs (*Penrose*) ir ierosinājis vienu intriģējošu, bet pretrunīgu cikliskā Visuma modeli, kas nodēvēts par “konformo ciklisko kosmoloģiju”. Penrouzu iedvesmoja interesanta matemātiska saikne starp ļoti karstu, blīvu, mazu Visuma stāvokli – kāds tas bija Lielā Sprādziena laikā – un ārkārtīgi aukstu, tukšu, izplestu Visuma stāvokli – kāds tas būs tālā nākotnē. Viņa radikālā teorija ir tāda, ka šie stāvokļi kļūst matemātiski identiski, kad tie nonāk līdz galējai robežai. Lai arī tas varētu šķist paradoksāli, pilnīga matērijas neesamība varēja radīt visu matēriju, ko mēs redzam sev apkārt mūsu Visumā.

Šajā skatījumā Lielais Sprādziens rodas gandrīz no nekā. Tas ir tas, kas paliek pāri, kad visa Visuma matērija ir nonākusi melnajos caurumos, kas savukārt ir pārtapuši fotonos – pazuduši tukšumā. Tādējādi viss Visums rodas no





## LAI ARĪ TAS VARĒTU ŠĶIST PARADOKSĀLI, PILNĪGA MATĒRIJAS NEESAMĪBA VARĒJA RADĪT VISU MATĒRIJU, KO MĒS REDZAM SEV APKĀRT MŪSU VISUMĀ.

kaut kā, kas, skatoties no citas fizikālas perspektīvas, ir tik tuvs nekam, cik vien iespējams. Bet šis nekas joprojām ir kaut kas. Tas joprojām ir fizikāls Visums, lai arī tukšs.

Kā tas pats stāvoklis, no vienas puses, var būt auksts, tukšs Visums un karsts, blīvs Visums, no otras puses? Atbilde slēpjas sarežģītā matemātiskā procedūrā, ko sauc par "konformo mērogošanu", tā ir ģeometriskā transformācija, kas faktiski maina objekta izmēru, bet atstāj nemainīgu tā formu.<sup>1</sup>

Penrouzs parādīja, kā auksto tukšo stāvokli un karsto

blīvo stāvokli var saistīt caur šādu mērogošanu, lai atbilstu laiktelpas forma, bet ne tās izmēri. Jāatzīst, ka ir grūti aptvert, kā divi objekti var būt identiski šādā veidā, ja tiem ir dažādi izmēri, taču Penrouzs apgalvo, ka izmēram kā jēdzienam vairs nav jēgas tik ekstrēmā fizikālā vidē.

Konformajā cikliskajā kosmoloģijā skaidrojums iet no veca un auksta uz jaunu un karstu – karstais blīvais stāvoklis pastāv aukstā tukšā stāvokļa dēļ. Bet "dēļ" nav pierastais cēlonis, kam pēc kāda laika seko sekas. Šajos ekstrēmajos stāvokļos ne tikai izmērs pārstāj būt svarīgs, to dara arī laiks. Aukstais tukšais stāvoklis un karstais blīvais stāvoklis

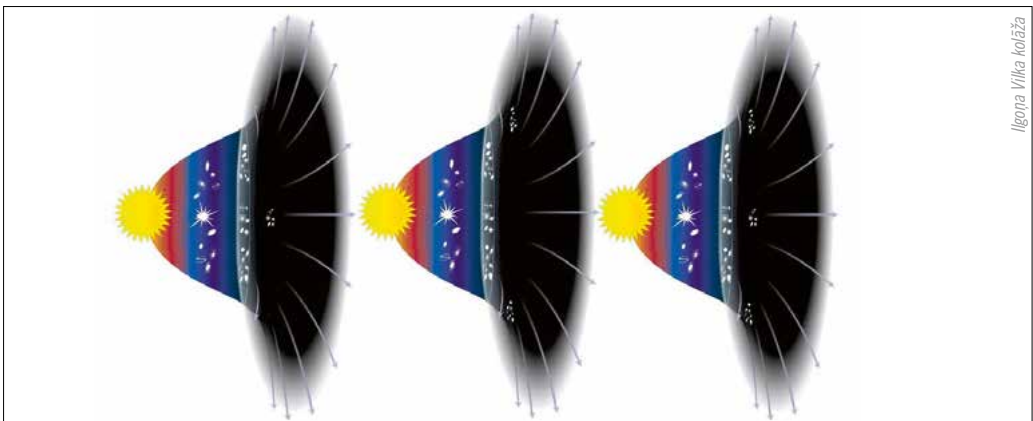
atrodas dažādās laika līnijās. Aukstais tukšais stāvoklis no novērotāja viedokļa turpinātos mūžīgi savā laika ģeometrijā, bet karstais blīvais stāvoklis, ko tas rada, faktiski apdzīvo jaunu laika līniju.

Tas var palīdzēt izprast karsto blīvo stāvokli, kas rodas no aukstā tukšā stāvokļa kaut kādā veidā bez cēloņa. Varbūt mums vajadzētu teikt, ka karstais blīvais stāvoklis parādās no aukstā, tukšā stāvokļa vai sakņojas tajā, vai tiek realizēts caur auksto, tukšo stāvokli. Šis ir izteikti metafiziskas idejas, kuras zinātnes filozofi ir plaši pētījuši, īpaši kvantu gravitācijas kontekstā, kur parastie cēloņi un sekas, šķiet, nefunkcionē. Uz mūsu zināšanu galējām robežām kļūst grūti atdalīt fiziku no filozofijas.

### EKSPERIMENTĀLI PIERĀDĪJUMI?

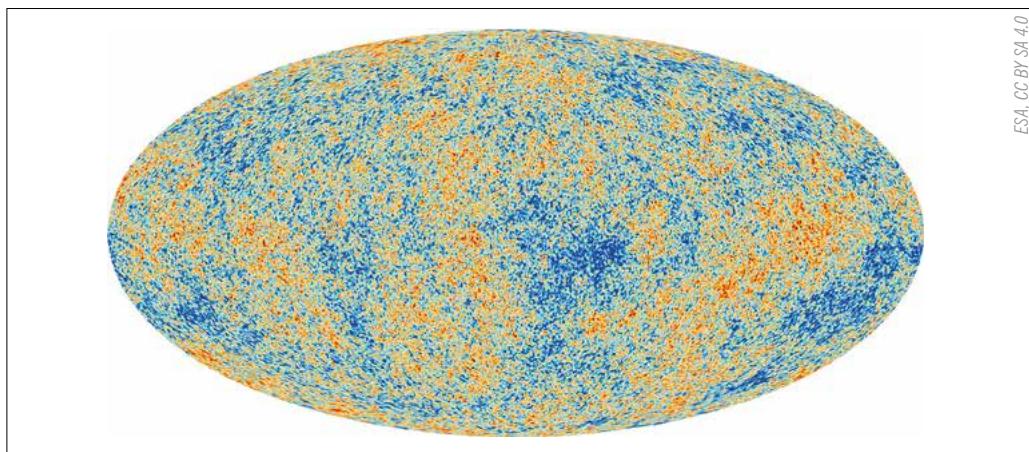
Konformā cikliskā kosmoloģija piedāvā dažas detalizētas, kaut arī spekulatīvas atbildes uz jautājumu par to, no kurienes radās mūsu Lielais

<sup>1</sup> Kartogrāfijā lieto konformo projekciju, kas saglabā leņķi starp virzieniem (mazu figūru formu), bet izkropļo attālumus. *Tulk. piez.*



Ilgma Vilka kolāža

Secīgi atšķirīgu Visumu cikli konformajā cikliskajā kosmoloģijā



Planka satelīta iegūtā kosmiskā mikroviļņu fona starojuma karte

Sprādzieni. Bet pat tad, ja Penrouza redzējumu attaisnos kosmoloģijas attīstība nākotnē, mēs varētu domāt, ka joprojām nebūtu atbildējuši uz dziļāku filozofisku jautājumu – uz jautājumu par to, no kurienes nāk pati fizikālā realitāte. Kā radās visa ciklu sistēma? Tad mēs beidzot nonākam pie tīrā jautājuma par to, kāpēc ir kaut kas, nevis nekas, proti, pie viena no lielākajiem metafizikas jautājumiem.

Bet mēs šeit koncentrējamies uz skaidrojumiem, kas paliek fizikas jomā. Dziļākam jautājumam par ciklu sākumu ir trīs plašas iespējamības. Pirmkārt, tam var nebūt nekāda fizikāla izskaidrojuma. Otrkārt, varētu pastāvēt bezgalīgi atkārtoti cikli. Katrs no tiem veido savu visumu, un katra visuma sākotnējo kvantu stāvokli nosaka kāda iepriekšējā visuma iezīme. Treškārt, varētu pastāvēt viens atsevišķs cikls un viens vienīgs Visums, kas atkārtos un kura sākumu nosaka kāda

beigu iezīme. Pēdējās divas pieejas novērš nepieciešamību pēc jebkādiem bezcēloņa notikumiem, un tas piešķir tām īpašu pievilcību. Nepaliktu nekas, ko neizskaidrotu fizika.

Penrouza skatījums uz bezgalīgiem jauniem cikliem ir daļēji saistīts ar viņa paša izvēlēto kvantu teorijas interpretāciju. Kvantu mehānikā fizikāla sistēma eksistē daudzu dažādu stāvokļu superpozīcijā vienlaikus, un tā tikai nejauši “izvēlas vienu”, kad mēs to mērām. Penrouza gadījumā katrs cikls ietver nejaušus kvantu notikumus, kas attīstās atšķirīgi, tas nozīmē, ka katrs cikls atšķirsies no iepriekšējā un nākamā. Tās patiesībā ir labas ziņas eksperimentālajiem fiziķiem, jo tas varētu ļaut ieskatīties vecajā Visumā, kas radīja mūsu Visumu, un ieraudzīt vājas pēdas vai anomālijas Planka satelīta novērotajā, no Lielā Sprādziena pāri palikušajā starojumā.

Penrouzs un viņa līdzstrādnieki uzskata, ka viņi

jau ir pamanījuši šīs pēdas, saistot Planka datus redzamās nevienādības ar starojumu no iepriekšējā Visuma supermasīvajiem melnajiem caurumiem. Tomēr viņu novērojumus ir apstrīdējuši citi fiziķi, un verdikta vēl nav.

Nebeidzami jauni cikli ir Penrouza redzējuma atslēga. Bet pastāv dabisks veids, kā pārveidot konformo ciklisko kosmoloģiju no daudziem cikliem uz vienu ciklu. Tad fizikālā realitāte sastāv no viena cikla – cauri Lielajam Sprādzienam līdz maksimāli tukšam stāvoklim tālā nākotnē, un atkal uz riņķi līdz tam pašam Lielajam Sprādzienam, kas atkal rada tādu pašu Visumu.

Šī pēdējā iespēja atbilst citai kvantu mehānikas interpretācijai, ko dēvē par daudzpasaulu interpretāciju. Ik reizi, kad mēs izmērām sistēmu, kas atrodas superpozīcijā, mērījums nenosaka stāvokli nejauši. Tā vietā mērījumu rezultāts, ko mēs redzam, ir tikai

viena iespēja – tā, kas ir spēkā mūsu pašu Visumā. Pārējie mērījumu rezultāti realizējas citos visumos; Multivisumā, kas ir efektīvi nošķirts no mūsējā. Tātad neatkarīgi no tā, cik maza ir iespēja, ka kaut kas notiks, ja iespējamība nav nulle, tā realizējas kādā paralēlajā kvantu pasaulē. Citās pasaulēs ir tādi cilvēki kā jūs, kuri ir uzvarējuši loterijā vai ir pēkšņas viesuļvētras aizrauti mākoņos, vai ir spontāni uzliesmojuši, vai ar viņiem tas viss noticis vienlaikus.

Daži cilvēki uzskata, ka šādi paralēli visumi var būt novērojami kosmoloģiskajos datos kā pēdas vai nospiedumi, ko izraisa cita visuma sadursme ar mūsējo.

Daudzpasauļu kvantu teorija sniedz jaunu pavērsienu konformajai cikliskajai

## RODŽERA PENROUZA REDZĒJUMS VARĒTU ŠĶIST AIZRAUJOŠS NE TIKAI FIZIĶIEM, BET ARĪ ZINĀTNES FILOZOFIEM UN MĪTU CIENĪTĀJIEM.

kosmoloģijai, lai gan Penrouz tam nepiekrīt. Mūsu Lielais Sprādziens varētu būt viena kvantu Multivisuma atdzimšana, kas satur bezgalīgi daudz dažādu visumu, kas visi notiek reizē. Notiek viss iespējamais, tad tas notiek atkal un atkal, un atkal.

### SENS MĪTS

Zinātnes filozofam Penrouza redzējums ir aizraujošs. Tas paver jaunas iespējas, kā izskaidrot Lielo Sprādzienu, paceļot mūsu

skaidrojumus ārpus parastajiem cēloņiem un sekām. Tāpēc tas ir lielisks tests, lai pētītu dažādus veidus, kā fizika var izskaidrot mūsu pasauli. Tas ir pelnījis lielāku filozofu uzmanību.

Mītu cienītājam Penrouza redzējums šķiet skaists. Penrouza daudzu ciklu formā tas sola bezgalīgas jaunas pasaules, kas dzimušas no viņu senču pelniem. Viena cikla formā tas pārsteidzošā, mūsdienīgā veidā piesauc seno urobrosa jeb pasaules čūska ideju. Skandināvu mitoloģijā čūska Jormunganda ir gudrā viltnieka Loki un milzes Angrbodas bērns. Jormunganda apriņ savu asti, un izveidotais aplis uztur pasaules līdzsvaru. Bet urobrosa mīts ir dokumentēts visā pasaulē, pat Senajā Ēģiptē.

Viena cikla Visuma urobross patiešām ir majestātisks. Tā vēderā atrodas mūsu pašu Visums, kā arī katrs no dīvainajiem un brīnišķīgajiem iespējamajiem alternatīvajiem visumiem, ko pieļauj kvantu fizika. Punktā, kur tā galva saskaras ar asti, tas ir pilnīgi tukšs, bet tajā pašā laikā pielādēts ar enerģiju simts tūkstošu miljonu miljardu triljonu grādu temperatūrā pēc Celsija. Pat mūžam mainīgais Loki būtu pārsteigts. 🌿

Djeihouty, CC BY-SA 4.0



Urobross uz Tutanhomona kapa



Northrop Grumman speciālisti gatavo Džeimsa Veba kosmisko teleskopu transportēšanai

# Palaists Džeimsa Veba kosmiskais teleskops

2021. GADA ZIEMASSVĒTKU DIENĀ NORISINĀJĀS ĻOTI ĪPAŠS UN GAI DĪTS NOTIKUMS – KOSMOSĀ DEVĀS DŽEIMSA VEBĀ KOSMISKAIS TELESKOPS. PAR LABĀKU SVĒTKU DĀVANU ASTRONOMI NEVARĒJA PAT SAPŅOT. VIENĪGI VARĒJA VĒLĒTIES, LAI TAS BŪTU NOTICIS KĀDUS DESMIT GADUS AGRĀK.

## IDEJA PAR VEBĀ TELESKOPI

Nozīmīga loma Džeimsa Veba kosmiskā teleskopa būvē bija Kosmiskā teleskopa zinātniskajam institūtam (*Space Telescope Science Institute*),

kas atrodas Baltimorā, ASV. Tieši tur 1989. gada nogalē tika izstrādāta kosmiskā teleskopa koncepcija ar darba nosaukumu: nākamās paaudzes 10 metru klases

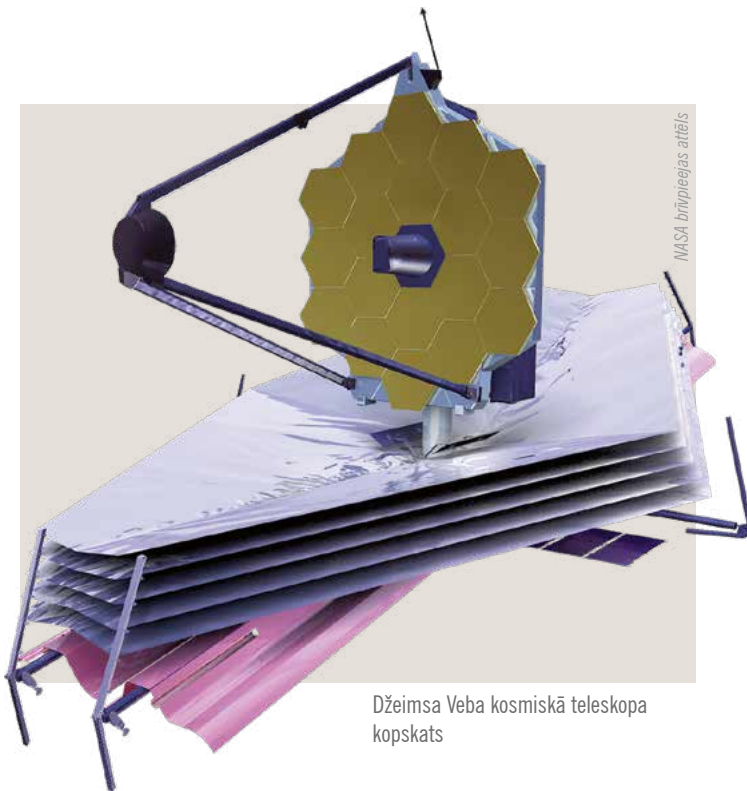
ultravioletā starojuma-redzamās gaismas-infrasarkanā starojuma Habla kosmiskā teleskopa pēctecis.

Jau nākamajā gadā koncepcija nedaudz mainījās,

un turpmākai izstrādei tika virzīts 8 metru klases teleskops, kurš spēj uztvert nedaudz gaismas, bet galvenokārt – infrasarkanā starojumu. Starta bija paredzēts laikā no 2007. līdz 2011. gadam, budžets – robežās no 1 līdz 3,5 miljardiem ASV dolāru. Plānotais darbmūžs bija vismaz pieci gadi ar iespēju, ka teleskops varētu darboties 10 gadus.

1999. gadā kā iespējamus izpildītājus NASA piesaistīja uzņēmumus *Lockheed Martin* un *Northrop Grumman Space Technology/Ball Aerospace*, kā arī starptautiskos partnerus – Eiropas un Kanādas kosmosa aģentūras. 2002. gadā par projekta īstenotāju izvēlējās *Northrop Grumman Space Technology*. Tad arī teleskopam deva vārdu – to nosauca bijušā NASA vadītāja Džeimsa Veba vārdā.

2004. gadā sāka būvēt galvenā spoguļa segmentus, kurus pabeidza tikai 2011. gadā. Vēlāk sākās darbs pie teleskopa pamata struktūru izstrādes. 2005. gadā apstiprināja teleskopa zinātniskos mērķus, kā arī paziņoja, ka tā palaišanai izmantos ESA nesējraķeti *Ariane 5*. Turpmāk vairāku gadu garumā noritēja darbs pie paša teleskopa un tā instrumentiem. Tas bija laikietilpīgs process, turklāt tika veiktas arī korekcijas teleskopa uzbūvē. 2017. gada 1. decembrī teleskops beidzot bija samontēts un notestēts, un tā startu ieplānoja 2018. gada oktobrī.



NASA, brīvpieejas attēls

Džeimsa Veba kosmiskā teleskopa kopskats

2018. gada martā paziņoja, ka teleskopa un vadības moduļa savienošanai un testēšanai vajadzēs vairāk laika, nekā paredzēts, un startu atlika uz 1–2 gadiem. Tēriņi jau bija sasnieguši 8 miljardus ASV dolāru. 2019. gadā izskanēja doma projektu pārtraukt, jo izdevumi arvien pieauga un kavēšanās turpinājās. ASV Kongress tomēr apstiprināja papildu finansējumu.

Sākās SARS-CoV-2 pandēmija, kas projektu aizkavēja vēl vairāk. Pienāca 2021. gada 25. decembris, un Kuru kosmodromu Franču Gviānā piepildīja *Ariane 5* nesējraķetes starta dārdoņa. Džeimsa Veba kosmiskais teleskops bija sācis ceļu uz Saules-Zemes otro Lagranža punktu. Projekta kopējās izmaksas tiek lēstas ap 10,5 miljardiem ASV dolāru.

## STARTS UN CEĻŠ UZ LAGRANŽA PUNKTU

Džeimsa Veba kosmiskais teleskops atvērtā veidā ir tik liels, ka neietilpst nevienas nesējraķetes kravas nodalījumā. Pat ne *Ariane 5* kravas nodalījumā, kura diametrs ir 5,4 metri. Teleskopa saulesarga izmēri ir aptuveni 14 × 21 metri, galvenā spoguļa diametrs ir 6,5 metri. Lai to ievietotu raķetē, teleskops līdzīgi kā origami figūra tika salocīts tā, lai ietilptu apmēram 16 metrus garā cilindrā apmēram ar 4,5 metru diametru.

Pēc starta teleskopa “atlocīšana” aizņēma 30 dienas. Visam bija jānotiek paredzētajā secībā un bez kļūmēm, taču izvēršanas procesā bija 344 kritiski soļi. Ja kaut viens no tiem neizdotos, Veba teleskopa konstrukciju





Startē kosmiskā raķete Ariane 5 ar Džeimsa Veba kosmisko teleskopu

nevarētu izmantot, un misija būtu beigusies. Par laimi, viss darbojās, kā paredzēts.

Pēdējais kritiskais solis teleskopa ceļā uz “darba vietu” bija ieiešana orbītā ap otro Lagranža punktu. 24. janvārī teleskopa vadības bloka dzinēji veica korekcijas manevru, un teleskops ieradās galamērķī apmēram 1,5 miljonu kilometru attālumā no Zemes. Otrais Lagranža punkts izvēlēts tāpēc, ka tajā teleskops atrodas tālu no Zemes un Mēness siltuma starojuma un var visu laiku raudzīties kosmosā prom no Saules.

2022. gada februārī tika sākta galvenā spoguļa 18 segmentu regulēšana ar mērķi panākt, lai tie visi veidotu vienlaidu spoguļi, kura gaisma koncentrētos 0,74 metrus lielajā sekundārajā spoguļī, kas savukārt uztverto gaismu nogādātu teleskopa zinātnisko instrumentu blokā. Spoguļu regulēšanu plānots pabeigt 2022. gada aprīļa vidū. Sagaidāms, ka apmēram 160 dienas pēc starta tiks uzņemti pirmie skaidrie attēli. Pirmie objekti, ko apskatīs Veba teleskops, būs Lielais Magelāna Mākonis un kāda

mūsu Galaktikai tuva pundurgalaktika. Attēli gan taps arī ātrāk, bet tie būs neskaidri, un tos izmantos, tikai lai regulētu spoguļa segmentus un sekundāro spoguļi.

Pirmie zinātniski nozīmīgie attēli gaidāmi 2022. gada vasarā, kad būs pabeigta spoguļu regulēšana un instrumentu atdzesēšana. Veicot novērojumus infrasarkanajā starojumā, tiek uztverts novērojamo objektu izstarotais siltums. Tātad instrumenti, kas veic novērojumus, var uztvert arī siltumu, ko izstaro pats teleskops. Lai no tā izvairītos,

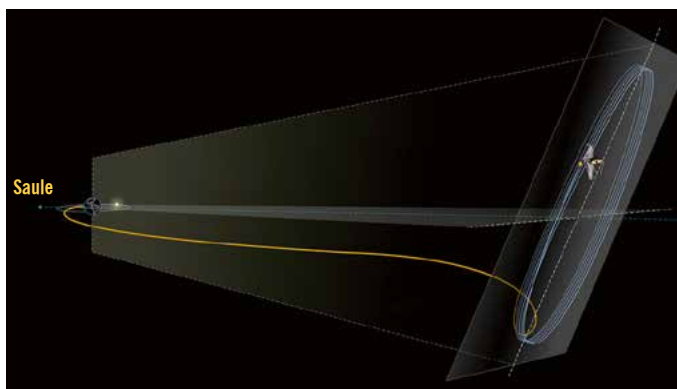
Veba teleskopa instrumentus atdzesēs līdz mīnus 233 grādiem, vidējā diapazona infrasarkano instrumentu MIRI (*MidInfrared Instrument*) – pat līdz mīnus 266 grādiem.

Kā to panākt? Teleskops kosmosa vakuumā atdzīs pats, jo tam ir no piecām kārtām veidots saules-sargs, kas efektīvi atstaro Saules un citu debess ķermeņu siltuma starojumu, nodrošinot teleskopa konstrukcijas temperatūru – mīnus 223 grādus. Instrumentus papildus atdzesēs, izmantojot pasīvo dzesēšanu. MIRI dzesēs ar šķidro hēliju.

Pēc Veba teleskopa palaišanas daudzi uzteica nesējraķetes *Ariane 5* veikumu. Pirmkārt, raķete bija ļoti precīza un nodrošināja gandrīz ideālu teleskopa trajektoriju. Otrkārt, tā piešķīra teleskopam nedaudz lielāku ātrumu, nekā bija gaidīts. Šobrīd tiek lēsts, ka teleskopam pietiks degvielas apmēram 20 gadu aktīvai darbībai, nevis plānotajiem 10 gadiem. Degviela nepieciešama, lai laiku pa laikam stabilizētu kosmiskā teleskopa trajektoriju orbitā ap Lagranža punktu.

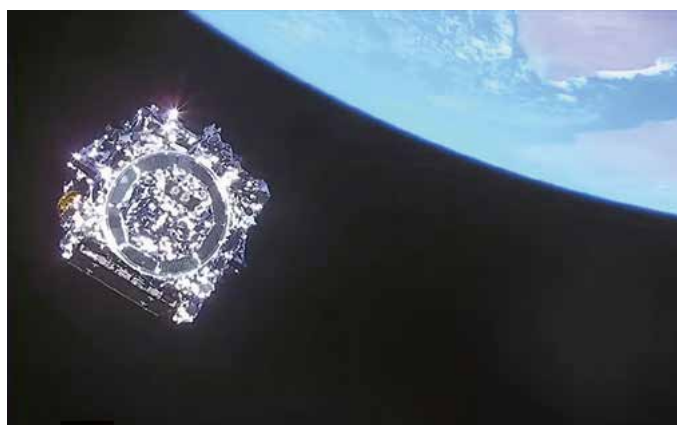
## KO PĒTĪS VEBĀ TELESKOPS?

Paredzams, ka Veba teleskops ļaus atbildēt uz vairākiem jautājumiem, kas nodarbina astronomu un kosmologu prātus. Tā instrumenti ir ļoti jutīgi un dos iespēju ielūkoties 13,6 miljardu gadu tālā Visuma vēsturē līdz pat brīdim, kad Visuma vecums bija tikai 180 miljoni gadu pēc



Teleskopa ceļš līdz Lagranža punktam un orbīta ap to

NASA brīvpieejas attēls



Džeimsa Veba teleskops atdalījies no raķetes otrās pakāpes. Pēdējais skats uz teleskopu no Zemes

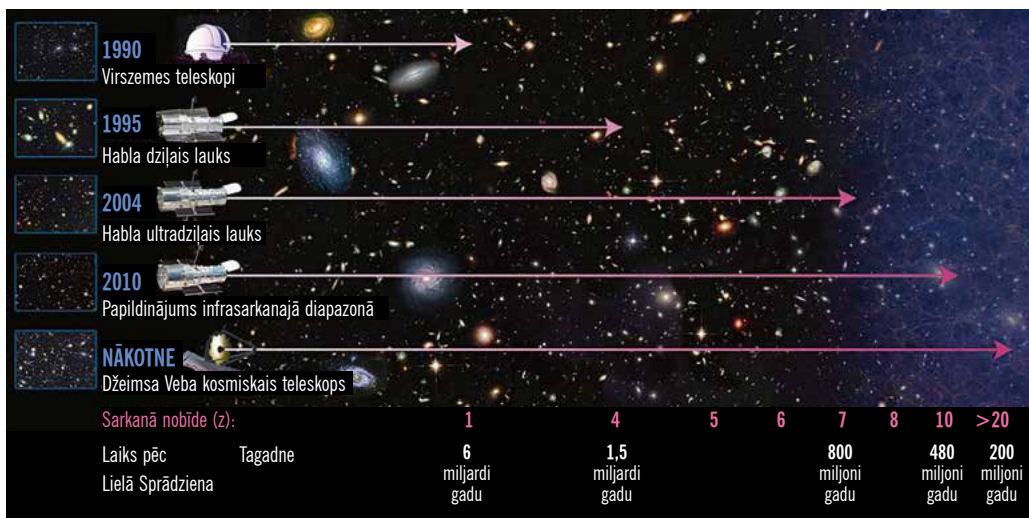
NASA brīvpieejas attēls

Lielā Sprādziena un iedegās pirmās zvaigznes. Tas redzēs arī pirmās galaktikas, kas veidojās apmēram 100 miljonu gadu vēlāk. Pirmo reizi cilvēces rīcībā būs instruments, kas spēs ielūkoties tik senā pagātnē. Iespējams, tas sniegs atbildi uz jautājumu, kā veidojās pirmie melnie caurumi, kā tie auga; palīdzēs saprast, kā attīstās galaktikas.

Mērķis novērot ļoti senus notikumus ir iemesls, kādēļ teleskopa instrumenti uztver galvenokārt infrasarkanāno starojumu. Tālo zvaigžņu,

galaktiku un citu objektu gaisma, kas ceļojusi līdz mums miljardiem gadu, sarkanās nobīdes dēļ ir novirzījusies lielākoties uz infrasarkanā diapazonu. Tiesa, teleskops redzēs arī oranžo un sarkano gaismu, tā spektrālais diapazons ir no 0,6 līdz 28,5 mikrometriem.

Viens no pētāmajiem jautājumiem saistīts ar planētu veidošanos – kādos apstākļos un kā veidojas planētu sistēmas? Tā kā topošās planētas ir “vēsas”, infrasarkanais diapazons novērojumiem ir ļoti piemērots. Veba teleskops



ESA, CC BY SA 4.0

Cik tālu kosmosā spēš ieskatīties Veba teleskops salīdzinājumā ar citiem

pētīs citplanētu atmosfēru, mēģinot atrast citplanētas ar Zemes tipa atmosfēru. Citplanētu atmosfērā meklēs metāna, ūdens, skābekļa, oglekļa gāzes un sarežģītu organisko molekulu pazīmes. Notiks arī Neptūna un Urāna novērojumi, jo daudzas citplanētas ir līdzīgas tieši šim Saules sistēmas planētām.

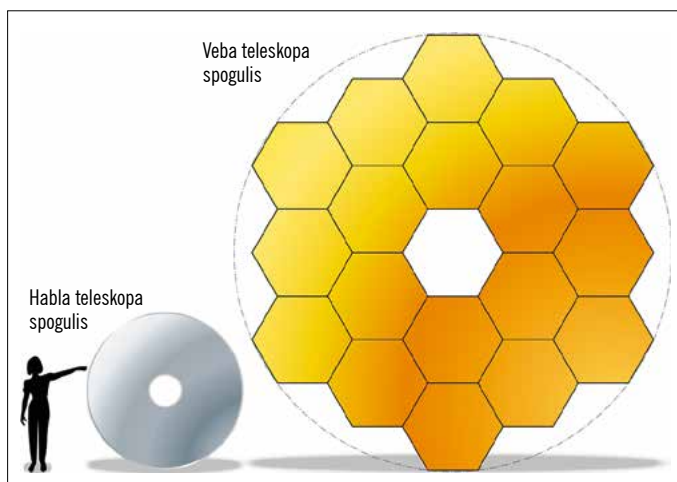
Nākamais jautājums ir – kā tieši un kādos apstākļos veidojas zvaigznes? Kas nosaka zvaigžņu masu? Kā zvaigžņu dzīves cikla noslēgums ietekmē apkārtējo vidi? Novērojumi infrasarkanajā starojumā ļaus izlauzties cauri zvaigžņu veidošanās apgabalu putekļiem un ielūkoties jaundzimušu zvaigžņu dzīvē. Vēl vairāk – teleskopa instrumenti ir tik jutīgi, ka ļaus ielūkoties notikumos vēl pirms zvaigžņu dzimšanas.

Cits pētījumu objekts ir brūnie punduri – objekti, kas pēc savām īpašībām ir pa

vidu starp zvaigznēm un planētām. Tiks meklētas atbildes uz jautājumu, kāpēc daļa gāzes mākoņu saspiešanās procesā kļūst par milzu planētām, bet citos gadījumos – par brūnajiem punduriem.

Lai sniegtu atbildes kaut uz daļu no šiem jautājumiem, Veba teleskopam vēl jānoregulē spoguļi un jāatdzesē

instrumenti. Abi procesi ir sekmiģi sākti, tāpēc ir diezgan droši, ka jau šovasar ieraudzīsim ko tādu, ko neviens līdz šim nav redzējis. Un ir pilnīgi droši, ka Veba teleskopa iegūtie dati un attēli radīs jaunu izpratni par Visuma attīstības sākumposmu, tādējādi daudziem zinātniekiem būs iespēja veikt nozīmīgus atklājumus. 🚀



Bobarrino, CC BY SA 3.0

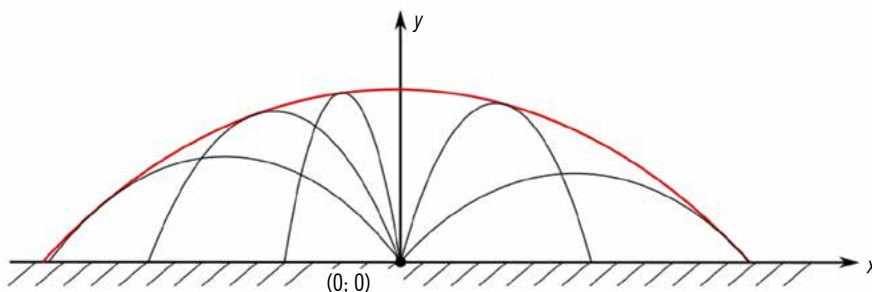
Veba teleskopa spoguļi salīdzinājumā ar Habla teleskopa spoguļi un cilvēku



# Fizika. Slīpais sviediens

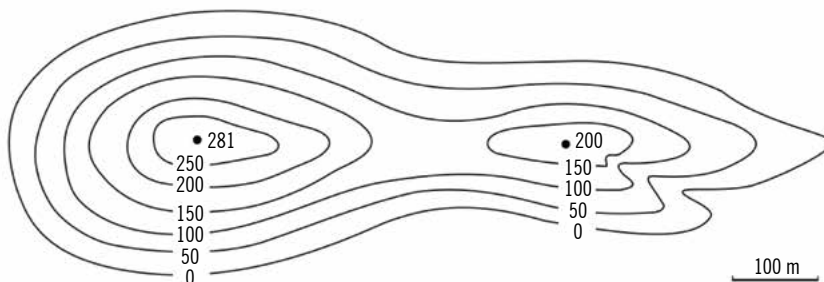
Akmens ar ātrumu  $v$  tiek sviests no plakanas, horizontālas virsmas homogēnā gravitācijas laukā  $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$ . Gaisa pretestību neņem vērā.

- A** Pierādi, ka akmens aizlidos vistālāk, ja tas tiks mests  $45^\circ$  leņķī pret vertikāli. Cik tālu tas tādā gadījumā aizlidos?
- B** Neatkarīgi no tā, kādā leņķī tas tiek mests, akmens trajektorija pieskaras parabolai  $y = ax^2 + b$ , kur koordinātu sākumpunkts ir akmens izmešanas punkts.



Izsaki konstantes  $a$  un  $b$ , izmantojot  $v$  un  $g$ .

- C** Tagad pieņemsim, ka  $a = -0,05 \text{ m}^{-1}$  un  $b = 5 \text{ m}$ . Akmens tiek izmests no slīpas plaknes, kas novietota leņķī  $\beta$  pret horizontu. Dots, ka  $\beta = \frac{3}{4}$ . Cik liels ir lielākais iespējamais attālums starp akmens izmešanas un piezemēšanās punktiem (abi atrodas uz slīpās plaknes)?
- D** Dots salas topogrāfiskais attēls. Skaitļi norāda, cik metru virs jūras līmeņa (vjl) atrodas attiecīgā augstumlīnija. Uz mazā pakalna virsotnes (200 m vjl) atrodas lielgabals, kas spēj izšaut lodi ar ātrumu  $v = 56,8 \text{ m/s}$ .



Vai no lielgabala izšautā lode var sasniegt salas augstāko punktu (281 metrs vjl)? Uzzīmē uz kartes ārējo robežu sauszemes laukumam, kur lode var piezemēties. Apraksti metodi!

# Latvijā top kompaktas un jaudīgas raķetes

IR IERASTS, KA RAĶETES IR LIELAS, DĀRGAS UN TĀS STARTĒ TIKAI DAŽĀS PASAULES VIETĀS NO ĪPAŠI BŪVĒTIEM KOSMODROMIEM. TOMĒR ARĪ NELIELAS, PAŠU BŪVĒTAS RAĶETES VAR TUVOTIES KOSMOSA ROBEŽAI TEPAT LATVIJĀ. ZVAIGŽNOTĀS DEBESS PĀRSTĀVIS MĀRTIŅŠ GILLS SARUNĀJAS AR SERTIFICĒTU LIELAS JAUDAS RAĶEŠU BŪVĒTĀJU ANDREJU PUĶĪTI.

## Kā īsti sauc jūsu raķešu būvēšanas veidu?

Ir vairākas kategorijas, es darbojos tā sauktajā lielas jaudas raķešu (*high-power rocketery*) kategorijā jeb raķešu amatieru kustībā. Raķešu modelisms ir kategorija, kur dzinēja impulss ir līdz 80 Ns, bet lielas jaudas raķetes var gan lidot augstāk, gan pacelt lielāku kravu. Raķešu modelisms Latvijā vēsturiski ir labi attīstīts, gūti sasniegumi starptautiskās sacensībās, bet tas atšķiras no lielas jaudas raķešu būvēšanas.

## Kādi ir nosacījumi, lai darbotos ar lielas jaudas raķetēm?

Darbam ar lielākām raķetēm nepieciešama atbilstoša

sertifikācija. Latvijā tādi esam divi – es un Kārlis Goba. 2017. gada augustā mēs ieguvām *Tripoli* sertifikāciju, ka esam tiesīgi būvēt lielas jaudas raķetes. Šķiet, ka Baltijas valstīs pagaidām neviena cita nav. To mums izdevās paveikt, kad uzaicinājām ekspertu no Itālijas. Mums bija jāzūbūvē pašiem savas raķetes un jānoorganizē starts. Otra iespēja ir ar savu raķeti piedalīties kādos no speciāliem raķešu laišanas pasākumiem.

## Pēc kā vērtē raķešu būves sasniegumus?

Tas varētu būt augstums – vai nu maksimālais, vai konkrēti iepļānotais. Svarīgs ir arī

lidojuma ātrums. Piemēram, īpašs izaicinājums ir izveidot virsskaņas ātruma raķeti, tomēr šobrīd es būvēju zemskāņas ātruma raķetes. Īpašs jautājums ir par lietderīga lidojuma nodrošināšanu ar iespējami kompaktu raķeti.

Cits mērķis ir veikt eksperimentus konkrētā augstumā un režīmā ar kādu navigācijas iekārtu. Vēl – *CanSat* tipa konkursos zonde jānogādā pāris kilometru augstumā, lai nolaišanās fāzē tā varētu veikt iepļānotos eksperimentus. Tātad nogādājam raķeti plānotajā augstumā, izmetam kravu, laižamies lejā, gatavojam nākamo startu. Laist gaisā raķetes tikai palaišanas pēc nav īsts mērķis.

## Cik liela lietderīgā krava parasti jānogādā lielā augstumā?

Viss atkarīgs no izvirzītā mērķa. Ja plāno mikrogravitācijas eksperimentu, piemēram, ar metāla kausēšanu, tad, protams, ar dažos gramos mērāmu kravu nepietiks. Ar bioloģiskajiem materiāliem ir vieglāk. Piemēram, ir miniatūri eksperimenti ar cilmes šūnu aktivizēšanu vai eksperimenti ar rauga šūnām. Šādu mērķi ir iespējams sasniegt, ja krava ir pāris simti gramu. Ja būtu tehnoloģisks risinājums, kā regulāri nogādāt lielā augstumā nelielas kravas ar desmitkārtīgu izmaksu samazinājumu, dažādu eksperimentu veicējiem būtu liela interese.

## Vai vienkāršu raketī ir iespējams izveidot no internetā nopērkamām detaļām?

Teorētiski jā, visas daļas ir nopērkamas, bet jautājums – ko ir plānots sasniegt? Tāpat jāzina, cik spēcīgu dzinēju (dzinēja impulss līdz 80 Ns) var brīvi nopirkt bez speciālas atļaujas. Būtiski ir nevis spēt iegādāties un salikt kopā gatavas detaļas, bet saprast, kā viss darbojas kopā, kāda ir raķetes lidojuma dinamika. Piemēram, vai dzinēja veids un jauda sader ar pārējo. Neprasmīga būvēšana var izraisīt nelaimes gadījumus.

Dzinējiem ir spēkā arī dažādi ražotāju eksporta ierobežojumi. Bet, ja ir vajadzīgās atļaujas, visu nepieciešamo var iegādāties. Raķetes izmaksas būs no dažiem desmitiem līdz vairākiem tūkstošiem eiro. Visvienkāršākie



Andrejs Puķītis

modeļu raķešu dzinēji, kas ir AA baterijas izmērā, maksā dažus eiro. Lielākām raķetēm degviela vienam pašam lidojumam izmaksās vairākus simtus eiro. Ja vēlamies raķeti aprīkot ar kameru un radio meklēšanas sistēmu, tad labs lidojuma dators maksā ap 300–500 eiro. Tomēr vienmēr ir iespēja pašam būvēt raķešu modeļus. Tie var būt gana skaisti, vai nu oriģināli veidojumi, vai reālu raķešu kopijas.

## Kā vislabāk sākt nodarboties ar lieljaudas raķešu būvi?

Raķetes vislabāk veidot kopā ar domubiedriem.

Vienam to darīt ir grūti, jo jāapvieno dažādas kompetences – jāpārzina ķīmija, matemātika, fizika, materiālu īpašības, elektronika un programmēšana. Šobrīd Rīgas Tehniskajā universitātē ar to nodarbojas studentu un vidusskolēnu grupa Vertikālās integrācijas projektā. Kad pabeigs Kosmosa izziņas centra būvi Čēsīs, arī tur, iespējams, nodarbosies ar raķetēm. Var arī sazināties ar mani.

Formālas organizācijas, kas to dara, Latvijā pagaidām nav. Bet vienkāršai raķetei nekas daudz nav nepieciešams. Kosmosa akadēmijas



Tikko pārsprādzis balons 32 kilometru augstumā

pasākumā Cēsīs no gataviem materiāliem dienas laikā uzbūvējām raķeti, kas lidoja augstāk par simts metriem. Tehniskās jaunrades namā *Annas 2* Rīgā un vēl dažās pilsētās ir raķešu modelisma pulciņi. Nesen man bija pārsteigums, ka bijušais skolēns, kuram palīdzēju zinātniski pētnieciskajā darbā, tagad Vācijā universitātē būvē raķeti Eiropas universitāšu studentu sacensībām.

### **Kādi ir raķešu startu ierobežojumi Latvijā?**

Mazas modeļu raķetes var palaist savā privātajā pļavā. Ja lidojums neiziet ārpus sava zemesgabala un raķete nelido augstu, to drīkst droši laist. Tomēr visi lielākie lidojumi ir jāsaskaņo. Dabūt atļauju no Civilās aviācijas administrācijas nav sarežģīti. Parasti to pieprasām vismaz divas nedēļas pirms

plānotā lidojuma. Protams, pašiem jāmodelē lidojuma trajektorija, jāizvērtē riski.

### **Kādi ir studentu raķešu būves mērķi?**

Primārais mērķis ir izglītojošais. Piemēram, Vertikālās integrācijas projektam ir Eiropas Savienības finansējums, tas apvieno dažādu fakultāšu studentus. Raķete šajā projektā tapa divus gadus, 2021. gada decembrī to veiksmīgi palaida. Raķetes telemetrija darbojās līdz lidojuma augstākajam punktam, bet nenostādāja izpletņu mehānisms. No tā kaut kādu mācību esam guvuši. Šobrīd ir paredzēts būvēt nākamo raķeti. Galvenā problēma ir piesaistīt cilvēkus, kuri būtu gatavi darboties, kuriem būtu pieejamas zināšanas un laiks to darīt. Ir radīti vajadzīgie apstākļi, jo mēs veidojam ne

tikai raķeti, bet arī platformu, no kuras notiek lidojumi.

### **Kā šobrīd veicas ar mērķi sasniegt 100 kilometru augstumu?**

Pie tā strādājam, bet vispirms jāatrisina vairākas problēmas. Piemēram, cik stabili raķetes darbosies zemā temperatūrā, ar kādu jārēķinās, ja vēlamies lidot lielā augstumā. Vai arī – kā palaist raķeti 20–30 kilometru augstumā no gaisa balona? Tur ir zema temperatūra (ap  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) un retināts gaiss, kas rada grūtības iedarbināt dzinēju un stabilizēt raķetes lidojumu. Priekšrocības startam no balona būtu tas, ka raķeti var veidot vieglāku, jo nav nepieciešama degviela, lai paceltu raķeti šajā augstumā. Šeit vajadzīgi tālāki eksperimenti.

Varam pavisam droši teikt, ka mākam taisīt kompaktnas raķetes. Daudz ko mūsdienās var efektīvi veikt, miniaturizējot iekārtas. Mazākai raķetei ir mazāka gaisa pretestība, vajadzīgs mazāks dzinējs, lai nokļūtu tikpat augstu kā tradicionāli lielākai raķetei. Parasti lieljaudas amatieru raķetes ir apmēram metru garas. Ja garums lielāks par diviem metriem, tad to jau uzskata par lielu raķeti. Bet liela raķete nenozīmē, ka tā ir labāka.

### **Un kā ar iespējām raķetes palaišanai izmantot stratosfēras balonu?**

Ar baloniem ir tā, ka tie aizlido nezin kur, bet mums ir pietiekami precīzi jānovērtē balona trajektorija. Izmanto īpašu modelēšanu, kas ņem

vērā vēju dažādā augstumā. Tas arī daļēji ir iemesls, kāpēc startu no balona gandrīz neviens neizmanto. Stratosfēras baloni ir ļoti pievilcīgi, jo pāceļas virs atmosfēras blīvās daļas, un raķeti var palaist tuvak atmosfēras robežai. Taču ir grūti ietekmēt balona lidojumu, kaut arī esam pārlicienājušies, ka mākam labi noteikt paredzamo trajektoriju. Esam veikuši eksperimentus ar augstu lidojošu balonu, kas spēja uzturēt sakarus ar zemi. Tas notika sadarbībā ar *Latvijas Mobilo telefonu*, balons 20 kilometru augstumā pārlidoja kompānijas mobilo sakaru torni. Lai palaistu stratosfēras balonu ar raķeti, ir jānosaka nelidojamā zona, apmēram 50 × 50 kilometri. Tas nav vienkārši.

Piedalījās Eiropas Kosmosa aģentūras rīkotā konferencē par raķešu startu no baloniem. Interese par to ir daudz, bet jāspēj atrisināt virkni problēmu. Piemēram, kā 30 kilometru augstumā iedarbināt cietās degvielas dzinēju, ja tam nepieciešams atmosfēras spiediens. Raķetēm ir spārni lidojuma stabilizēšanai, bet retinātā gaisā no maziem spārniem ir maz labuma. Jāpalielina spārni vai arī uzreiz jāiegūst liels ātrums. Sliedi vai trosi, kas stabilizētu raķeti, izmantot nevar. Neizdodas arī uzbūvēt stabilizējošus dzinējus, kas varētu korigēt lidojumu ar impulsiem. Kamēr nav laba risinājuma, raķetes palaiž no augstuma, kas ir mazāks par 20 kilometriem.



Raķetes borta dators



Raķetes korpus

### Vai būtu reāli no Latvijas palaist raķeti kosmosā?

Latvijas ģeogrāfiskais izvietojums nav īsti piemērots kosmisko raķešu startiem.

Starta laikā jānosaka liela nelidojamā zona, kas pārsniedz Latvijas robežas, viennozīmīgi jāparedz arī avārijas zona. Tāpēc pie mums kosmiskie



Raķetes dzinējs



Vairāku raķešu piemēri

starti nenotiks, bet tāda iespēja ir Somijā un Norvēģijā.

### Kas sadeg cietajā dzinējā?

Mazajās raķetēs tas ir melnais šaujampulveris. Lielākos, komerciālos raķešdzinējos lieto amonija perhlorāta kompozīto degvielu ar plastificētu saistvielu. Faktiski tā ir pati degviela, ko lieto lielo raķešu cietās degvielas dzinējos un kaujas raķetēs. Amatieri vēl izmanto tā saukto cukura degvielu – cukuru kausē kopā ar dažādiem nitrātiem, bet es neiesaku to darīt. Degvielas sagatavošanas laikā tā var pašai aizdegties, un cilvēki var gūt apdegumus.

Esam gājuši tam cauri un skaidri sapratuši, ka nevajag pašiem izstrādāt raķešu dzinējus. Ir dzinēji, kas izmantojami vienu reizi, bet cietiem degviela ir apmaināma. Tas pats attiecas uz dzinēju sprauslām. Parasti tās ir no plastmasas un lietojamas tikai vienam lidojumam – lidojuma sākumā sprausla apgļojas un veic savu funkciju. Izmaksu ziņā dzinējs nav dārgākā sastāvdaļa. Ir arī hibrīda dzinēji, kuru oksidētājs ir šķidrums, bet degviela ir ciets materiāls, tomēr tas nav populārākais variants.

### Kādi ir elektronikas bloku uzdevumi?

Šo bloku pirmais uzdevums ir reģistrēt lidojuma gaitu, noteikt, kur atrodas raķete, kā notiek kustība. Otrs uzdevums ir izpletņa izmešana, ko vada elektroniski. Seko datu vākšana nolaišanās gaitā. Pēc nolaišanās raķetei ir jādod



Vertikālās integrācijas projekta komanda pirms raķetes starta 2021. gada decembrī

signāls par savu atrašanās vietu. Vēlos uzsvērt, ka elektronikas bloks nevada raķetes lidojumu. Raķete lido saskaņā ar starta iestatījumiem.

### **Cik lielu slodzi izjūt raķetes sastāvdaļas starta brīdī?**

Esmu veidojis raķetes, kuru paātrinājums ir 10 līdz 20 g. Atsevišķas raķetes projektē lidojumam ar 30 g paātrinājumu (1 g ir brīvās krišanas paātrinājums, ko izjūtam uz Zemes virsmas), tomēr zemes līmenī radīt tādu paātrinājumu nav lietderīgi. Gaisa pretestība ir pārāk liela, tāpēc šādu paātrinājumu racionālāk izmantot lielākā augstumā.

### **Vai startam ir nepieciešami īpaši laikapstākļi?**

Ir skaisti palaist raķeti saulainā vasaras dienā, bet ne vienmēr tas iespējams. Raķete ir gandrīz vienīgais no lidaparātiem, kas var lidot jebkādos laikapstākļos. Ja pie debesīm ir zemi mākoņi, skatītājiem nav iespējams vērot raķetes lidojumu, bet radio sakari sniedz informāciju par raķetes gaitu. Vienīgais veids, kā atrast raķeti pēc lidojuma, ir pēc tās nosūtītajām ģeogrāfiskajām koordinātām. Tajos retajos gadījumos, kad elektronika nenostāda, ir vajadzīgas krietnas pūles, lai raķeti atrastu. Pietiek

raķetei iekrist krūmos, un tā vairs nebūs pamanāma.

### **Pie kā šobrīd strādājat?**

Šķiet, ka jauniešus pēdējā laikā atkal sāk interesēt raķešu būvēšana. Domāju, ka interesi radīja iniciatīva izveidot raķeti, kas sasniegtu 100 kilometru augstumu. Varbūt nozīme bija arī Eiropas Kosmosa aģentūras projektam *CanSat* (par šo projektu lasiet *Zvaigžņotās Debess 2021./2022. gada ziemas numurā – Red.*). 2022. gada konkursā astoņas Latvijas skolas piedalās nacionālajā atlases kārtā, un labākā piedalīsies *ESA CanSat* konkursā. 🚀

# Jaunumi zinātniskās fantastikas cienītājiem

NE VIENS VIEN CILVĒKS SAVU DZĪVES CEĻU IZVĒLĒJIES KĀDAS ZINĀTNISKĀS FANTASTIKAS GRĀMATAS IESPAIDĀ. KĀDAM IEDVESMAS AVOTS BIJIS AIZEKS AZIMOVŠ, CITAM – STAŅISLAVS LEMS. VAI ARĪ TAGAD VAR ATRAST AIZRAUJOŠUS ZINĀTNISKĀS FANTASTIKAS DARBUS, NO KURIEM NAV IESPĒJAMS ATRAUTIES, LĪDZ PĀRŠĶIRTA PĒDĒJĀ LAPPUSE?

## NO MARSIEŠĀ LĪDZ CITPLANĒTIEŠIEM

**D**audzi atceras mākslas filmu *Marsietis*, kas tapusi pēc tāda paša nosaukuma romāna motīviem. Šā fantastikas romāna autors ir Endijs Veirs (*Weir*). Bet šoreiz ne par *Marsietī*, kuru noteikti ir vērts izlasīt, bet par Veira grāmatu, kas iznāca 2021. gadā. Jau *Marsietī* bija daudz labas zinātnes, un arī jaunākais Veira romāns neliks vilties. Pirmajā nodaļā lasītājs tiek iepazīstināts ar galveno varoni, kas nezina, kas viņš ir, nezina, kur atrodas, un neatceras, kāds ir viņa uzdevums. Turklāt kopā ar viņu vienā telpā atrodas divi līķi!

Lai arī šāds ievads vairāk piedienētu kādam detektīvam, jau pavisam drīz lasītājam top skaidrs, ka tā ir vistīrākā zinātniskā fantastika ar patiesi



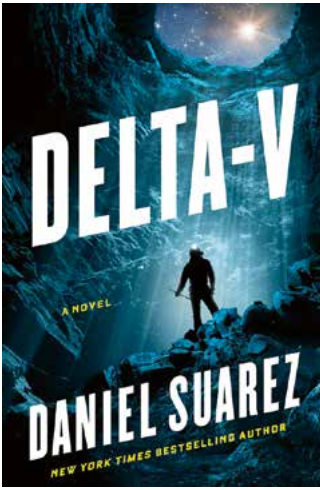
Endijs Veirs un viņa jaunākā romāna *Project Hail Mary* vāks

labu devu zinātnes. Tur atradīsiet gan matemātiku, gan fiziku un ķīmiju, gan astronomiju un vēl citas zinātņu nozares, kuras grāmatas galvenajam varonim palīdz noskaidrot gan to, kā viņu sauc, gan to, kur viņš atrodas un kāds galu galā ir viņa uzdevums.

Kad viss šķiet atrisinājies, autors galvenajam varonim piespēlē jaunu

izaicinājumu – sabiedroto. Tas ir citplanētiets. Un kāds vēl! Pat iztēloties nespējat, ar kādu ārpuszemes formu ir saticies projekta *Hail Mary* vienīgais astronauts. Ja vēlaties noskaidrot, kā galvenais varonis iemācījās sazināties ar saprātīgu būtni no citas zvaigznes un vai viņam izdevās izpildīt uzdevumu, meklējiet grāmatu. Un jā – būs arī filma.



Romāna *Delta-V* vāks

## BIZNESĀ PLĀNS KĀ NORAKT ASTEROĪDU

Asteroīdu izmantošana derīgo resursu ieguvē ir tikai laika jautājums. Tad, kad cilvēki dosies arvien tālāk un tālāk Saules sistēmā, vajadzēs iemācīties resursus iegūt turpat kosmosā, kas nepārprotami ir daudz izdevīgāk nekā visu nepieciešamo piegādāt no Zemes, kur, pirmkārt, resursu apjoms ir ierobežots, otrkārt, pacelt kravu no Zemes ir dārgi un sarežģīti, jo jāpārvar spēcīga gravitācija.

Pats par sevi saprotams, ka šis darbs būs jāpaveic robotiem. Pilotējama izrakteņu ieguve uz asteroīdiem būtu dārga un neefektīva. Bet 2019. gadā izdotā romāna *Delta-V* autors Daniels Suarezs (*Suarez*) nav vienisprātis ar šo ideju. Viņš uzskata un arī lieliski parāda, ka pilotējamās misijas, lai gan bīstamas un reizēm pat saistītas ar cilvēku upuriem, tomēr ir daudz efektīvākas nekā automatizētās.

NĒ, TAS NEMAZ NAV SPOKAINI. ATRASTIES KOSMOSA KUĢĪ DIVPADSMIT GAISMAS GADU ATTĀLUMĀ NO MĀJĀM UN DZIRDĒT KĀDU KLAUVĒJAM PIE TAVĀM DURVĪM – TAS IR PAVISAM NORMĀLI.

Lai arī daļu grāmatas lasītājs kopā ar galvenajiem varoņiem pavadīs uz Zemes, rāpjoties pa klintīm un risinot dažādus āķīgus un bīstamus uzdevumus, kā arī sekojot līdzī mahinācijām un intrigām, kādā brīdī mozaikas gabaliņi būs salikušies kopā un atklās patiesi pārsteidzošu un rūpīgi izplānotu misiju. Labi, brīžiem šķiet, ka plānošana mazliet pieklibo.

Tātad mums ir kosmiskā kuģa apkalpe, kuras uzdevums ir “norakt asteroīdu”. Protams, ne visu, bet iegūt pietiekami daudz resursu, lai pasaulei un investoriem pierādītu, ka tas ir izdarāms. Tas nav nekāds

nezināms asteroīds, bet Rjugu (*Ryugu*), kuru 2018. gadā pētīja Japānas Kosmosa aģentūras zonde *Hayabusa 2*. Jāpiebilst, ka romāna darbība norisinās netālā nākotnē – 2032. gadā.

Vai ambiciozajam un pārdrošajam biznesmenim (lasot var šķist, ka līdzīga persona ar ne mazākām ambīcijām šobrīd cenšas “iekarot” kosmosu) un viņa savervētajai komandai izdevās sasniegt cerēto? Atbildi uz šo jautājumu noteikti atradīsiet, izlasot grāmatu. Vai zināt, kāda būs pirmā doma, kad pāršķirsiet pēdējo lappusi? Vai šai grāmatai būs turpinājums? Būs!

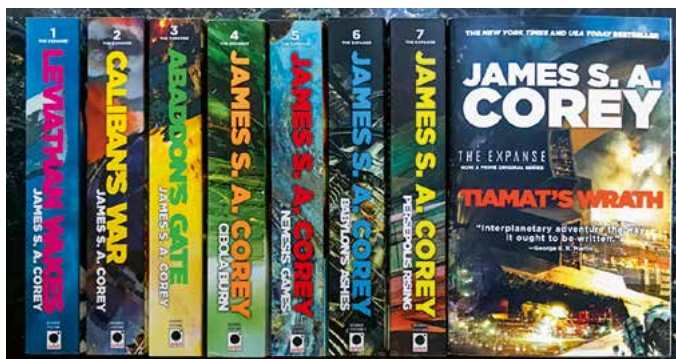
Kā redzams autora *Twitter* kontā, romāna *Delta-V* turpinājums top

## PAZUST THE EXPANSE PASAULĒ

Ja ar diviem romāniem la-  
sītkāri nekādi neizdosies ap-  
mierināt, būs vien jāķeras pie  
grandiozās *The Expanse* pa-  
saules, kas izpletusie deviņus  
romānos un vairākos īstās-  
tos. Pirmais romāns *Leviatāna  
pamošanās* (*Leviathan Wakes*)  
izdots 2011. gadā, pēdējais –  
*Leviatāna krišana* (*Leviathan  
Falls*) – 2021. gadā. Grāmatas  
autors ir Džeimss S. Korijs  
(*Corey*), pareizāk sakot, ir divi  
autori – Daniels Ābrahams  
(*Abraham*) un Tajs Frenks  
(*Franck*), kas apvienojuši spē-  
kus, lai radītu vienu no izcilā-  
kajiem zinātniskās fantastikas  
darbiem. Ne velti tas saņēmis  
vairākas prestižās Hugo balvas.

Tiem, kas kāri tver kat-  
ru zinātniskās fantastikas se-  
riālu, ir zināms, ka kosmosa  
kuģa *Rosinante* apkalpes pie-  
dzīvojumi ir ekranizēti sešas  
sezonas garā seriālā, kurā tika  
aptverti pirmo sešu grāma-  
tu notikumi. Pat ja esat no-  
skatījušies seriālu, NOTEIKTI  
izlasiet visus deviņus romā-  
nus un, ieteicams, arī īstās-  
tus, kuros var detalizētāk  
iepazīt kādu galveno varo-  
ni, notikumu vai vietu.

*The Expanse* notikumi sā-  
kas tepat Saules sistēmā, tā-  
lākā nākotnē, kad cilvēki ir



Izdevniecības Orbit Books grāmatu sērija *The Expanse* pirms deviņās grāmatas iznākšanas

Twitter ekranizējums

pārcēlušies uz Marsu, aste-  
roīdiem un pat milzu planētu  
pavadoņiem, kur iegūst resur-  
sus un veic atsevišķu objek-  
tu izpēti. Lai arī cik tālu un  
plaši cilvēce būtu izpletusies,  
bez konfliktiem neiztikt. Trīs  
galvenās frakcijas – zemieši,  
marsieši un asteroīdu joslas  
iedzīvotāji – atkal balansē uz  
naža asmens. Būs vajadzīgs  
nejaušs nieka grūdiens, lai si-  
tuācija Saules sistēmā tuvo-  
tos kārtējam karstātvoklim.

Šis pēdējais piliens ir  
visu romānu centrālā perso-  
na – Džeimss Holdens, kurš  
pamanās nokļūt vispārstei-  
dzošāko un elpu aizraujošā-  
ko notikumu centrā. Ap viņu  
pulcējas ne mazāk ekscen-  
triska apkalpe, kuru šo devi-  
ņu grāmatu ilgajā ceļojumā  
iemīlēsiet tik ļoti, ka sērijas

noslēgumā būs ārkārtīgi sku-  
mīgi atvadīties pavisam.

Ne velti šo grāmatu ierīn-  
doju pie labas zinātniskās fan-  
tastikas. Lai arī daudz kas ir  
prātam neaptverams un nepa-  
visam nepadodas zinātniskam  
skaidrojumam, vecā labā fizika  
gandrīz vienmēr darbojas tieši  
tāpat kā mūsdienās. Protams,  
ja tur savu pirkstu nav pieliku-  
si protomolekula. Vaicāsi, kas  
tā tāda? Tā nenoliedzami ir vi-  
na no šīs pasaules galvenajām  
varonēm, par kuru cīnās dažā-  
di spēki, kuru cenšas izprast  
un pakļaut un kura galu galā  
pieliek punktu šim stāstam.

Patiesi, aplūkotās grāma-  
tas ir cienīgas piepulcēties zi-  
nātniskās fantastikas klasikai,  
un nav šaubu, ka tuvākajā nā-  
kotnē dzirdēsim ne vienu vien  
iedvesmojošu stāstu, kā jauns  
zinātnieks vai astronauts sa-  
vus sapņus par nākotnes pro-  
fesiju ir sācis veidot, balsto-  
ties uz kādu no aprakstītajām  
grāmatām. Un, pat ja jums ir  
par vēlu sapņot, ka lidosiet uz  
Mēnesi vai Marsu, ceļojumos,  
kuros aizved grāmatu pasaule,  
var doties jebkurā vecumā! 🚀

PAT JA ESAT NOSKATĪJUŠIES SERIĀLU  
*THE EXPANSE*, NOTEIKTI IZLASIET VISUS  
DEVIŅUS AUTORU DANIELA ĀBRAHAMA UN  
TAJA FRENKA ROMĀNUS!

## 23. lappusē publicēto uzdevumu **ATRISINĀJUMI**

- A** Sadalām ātruma vektoru  $x$  un  $y$  komponentēs:  
 $v_x = v \sin\theta$ ;  $v_y = v \cos\theta$ , kur  $\theta$  ir sviediena leņķis.

$$\text{Lidojuma laiks ir } t_1 = \frac{2v_y}{g}.$$

$$\text{Nolidotais attālums ir } l = v_x t_1$$

$$\Rightarrow l = \frac{2v^2 \sin\theta \cos\theta}{g} = \frac{2v^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$\sin 2\theta \leq 1 \Rightarrow \text{maksimums ir } l = v^2/g \text{ kad } \theta = 45^\circ.$$

- B** Vertikāla sviediena augstākais punkts ir  $h = \frac{gt_2^2}{2}$ , kur  $t_2 = v_y/g$  ir pacelšanās laiks no zemes līdz augstākajam punktam.

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{l}{2}$$

Tātad punkts  $(0, l/2)$  pieder pie parabolas  $e(x)$ .  $e(0) = a \times 0 + b = l/2$ ,  $b = l/2$ .

Tālākais punkts uz horizontāles, ko akmens var noteikti sasniegt, pieder  $e(x)$ . Tātad  $(l, 0) \in e(x)$ .

$$e(l) = al^2 + l/2 = 0$$

$$a = -\frac{1}{2l}$$

Secinām:

$$a = -\frac{g}{2v^2} \text{ un } b = \frac{v^2}{2g}$$

- C** Pieņemsim, ka metiens tiek izdarīts vertikālā plaknē, kuras šķēlums ar slīpo plakni ir visslīpākais. Izvēloties plakni ar mazāku slīpumu, iegūtais attālums būtu mazāks. Šis šķēlums ir taisne, ko apraksta  $f(x) = -x \tan \beta = -3x/4$ .

Tālākie sviedienā sasniedzamie punkti atrodas uz parabolas

$$e(x) = ax^2 + b = -\frac{x^2}{20} + 5.$$

Tālākajā sasniedzamajā punktā uz plaknes

$$f(x) = e(x)$$

$$-\frac{x^2}{20} + 5 = -\frac{3x}{4}$$

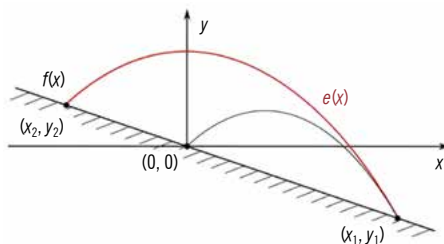
$$x^2 - 15x - 100 = 0.$$

Šā vienādojuma saknes ir  $x_1 = 20$  m un

$x_2 = -5$  m. Tātad tālākā iespējamā  $x$  koordināta ir  $x = 20$  m,  $y = -\frac{3 \cdot 20}{4} = -15$  m

Attālums līdz sākumpunktam:

$$\sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} = 25 \text{ m}$$



- D** Aprēķinām  $l = \frac{v^2}{g} = \frac{56.8^2}{9.81} = 329$  m.

Ja lodi cenšas aizšaut uz vietu, kas atrodas augstumā  $h$  virs lielgabala, lielākais attālums, kādā to var aizšaut, ir  $r$ , kur

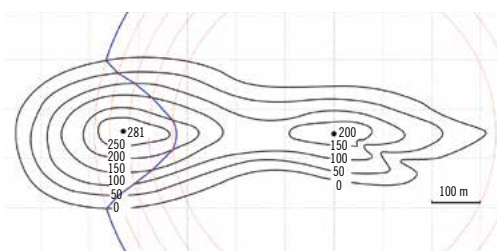
$$h = -ar^2 + b = -\frac{r^2}{2l} + \frac{l}{2}$$

$$\Rightarrow r = l \sqrt{1 - \frac{2h}{l}}.$$

Dotajām augstuma līnijām:

augstums vjl (m)	h (m)	r (m)
0	-200	486
50	-150	455
100	-100	417
150	-50	376
200	0	329
250	50	274

Uz kartes ap lielgabalu varam uzzīmēt koncentriskus riņķus ar attiecīgajiem rādiusiem. Tālākie sasniedzamie punkti atrodas attiecīgo augstuma līniju un riņķu krustpunktos. Robežu uz salas var brīvi novilkt cauri šiem krustpunktiem, bet ūdenī tā turpinās pa ārējo riņķa līniju.



Kā redzams, laukums augstumā virs 250 metriem virs jūras līmeņa nav sasniedzams. Tātad no lielgabala izšautā lode nevar sasniegt salas augstāko punktu 281 metrs virs jūras līmeņa.

# Ieteikumi pieredzējušam astrofotogrāfam

ASTRONOMISKO ATTĒLU IEGŪŠANĀ UN APSTRĀDĒ IR JĀAPGŪST  
DAUDZ KAS, UN ŠĶIET, KA APGUVES PROCESS NEKAD NEBEIGSIES.  
BET TĀ IR DAĻA NO AIZRAUJOŠA CEĻOJUMA.

**A**strofotogrāfija ir interesanta nodarbošanās, kas gan prasa pārzināt attiecīgo aparatūru un programmatūru. Kopš sāku ar to aizrauties apmēram pirms 20 gadiem, daudz kas ir mainījies. Ir pieejami labāki montējumi, teleskopi un fotokameras. Aprīkojums nav kļuvis lētāks, bet kvalitāte un iespējas ir ievērojami pieaugušas. Astrofotogrāfiju var praktizēt kā vaļasprieku, bet tajā pašā laikā ir iespējams dot ieguldījumu zinātnē, veicot jaunus atklājumus.

## MONTĒJUMS

Montējuma izvēle ir atkarīga galvenokārt no trim faktoriem: no svara, kas tam ir jāiztur, no tā, vai montējumam jābūt pārnēsājamam, un – visbeidzot, bet ne mazāk svarīgi – no budžeta. Parasti lielāks montējums ir mazāk jutīgs pret ārēju ietekmi (vējš, vibrācijas, nelīdzsvarotība utt.). Taču liels montējums nav pārnēsājams vai ir dārgāks. Svarīgs ir arī montējuma darbības veids – vai tam ir piedziņa ar gliemežzobratu, tiešā piedziņa, berzes piedziņa. Tas var būt svarīgs faktors,

domājot par to, cik precīzai jābūt sekošanai un gidēšanai.

Daudzas firmas piedāvā lieliskus montējumus, sākot ar pārnēsājamiem montējumiem ceļojumu vajadzībām līdz augstākās klases montējumiem ar absolūtajiem leņķu devējiem, kas būtiski samazina montējuma mehānikas periodiskās kļūdas un brīvģājienu. Apsverot montējuma izvēli, ir svarīgi noskaidrot, vai periodiskā kļūda, ja vien to neizlabo leņķu devēji, ir maza. Vēlams, lai laiks starp novirzes “pīķiem” būtu pēc iespējas lielāks. Šādu



Piena Ceļa panorāma

montējumu periodisko kļūdu var viegli labot ar gidēšanu.

Tiešās piedziņas un berzes piedziņas stiprinājumiem parasti nav brīvģājiena, un to periodiskā kļūda ir neliela, vai tās nav nemaz. Tiek reklamēti montējumi ar absolūtajiem leņķu devējiem, kas veic sarežģītu visu veidu sistemātisko kļūdu modelēšanu – ņem vērā pola uzvadišanas kļūdu, refrakcijas efektus, instrumenta liekšanos atkarībā no tā, kurp vērsts teleskops, un daudz ko citu. Taču, ja teleskopa fokusa attālums pārsniedz vienu metru, šāds montējums būs piemērots īsai ekspozīcijai, apmēram 10 minūtes vai mazāk, un teleskopam ar ne pārāk lielu izšķirtspēju. Vai arī tas noderēs gadījumam,

kad zvaigžņu attēli ir samērā lieli – ir slikta t. s. redzamība (*seeing*). Ja ekspozīcija ir ap 20 minūtēm vai ilgāka, kvalitatīvam teleskopam ļoti labas redzamības apstākļos gidēšana joprojām ir būtiska.

Neatkarīgi no tā, kāds montējums tiek izmantots, ir nepieciešams izturīgs, nevibrējošs statīvs vai stabs, kas nodrošina vienmērīgu iekārtas darbību. Statīvam vai stabam visstabilākajam jābūt apakšdaļā. Statīvs un montējums var būt tikai pārāk vājš, tas nekad nebūs pārāk masīvs.

## TELESKOPS

Bieži vien teleskops un fotokamera tiek izvēlēti vienkopus, lai atbilstu teleskopa iespējām, vietējiem apstākļiem

un fotografēšanas mērķiem. Te ir daudz kombināciju, bet vispirms sāksim ar teleskopu. Visiem, kas sāk nodarboties ar astrofotogrāfiju, ieteicams sākt ar mazu un stabilu teleskopu. Tipiskā izvēle ir refraktors apmēram ar 600 milimetru fokusa attālumu vai mazāku. Šāds teleskops parasti nodrošina asu attēlu, ja vien tas ir pareizi fokusēts, un tādējādi apmierinošu rezultātu. Asu attēlu vieglāk iegūt ar mazu teleskopu, jo to mazāk ietekmē gidēšanas kļūdas un redzamības apstākļi.

Ja plānojat iegūt attēlus tikai ar šaurjoslas filtriem, no kuriem pēc tam kombinēt krāsainu attēlu, pietiek jau ar ED (*Extra low Dispersion*) tipa refraktoru. Pretējā gadījumā



Tarantula miglājs Lielajā Magelāna Mākonī. Uzņemts Namībijā 12 nakšu laikā, kopējais ekspozīcijas ilgums 13,2 stundas



Vēdzirnaviņu galaktika M101. Kopējais ekspozīcijas ilgums 45,6 stundas

nepieciešams apohromatisks (APO) refraktors ar labāku krāsu korekciju. Laba krāsu korekcija ir būtiska, lai visi viļņu garumi nonāktu vienā un

tajā pašā fokusa punktā. Bet pat moderniem APO refraktoriem spilgtuma (*luminance*) kanālā, t. i., visā redzamās gaismas diapazonā no 400 līdz

700 nanometriem, attēls nav tik ass kā tad, ja trīs galvenās pamatkrāsas (sarkanu, zaļu un zilu) fotografē atsevišķi.

Ar spoguļteleskopiem, t. i., Ņūtona, Kasegrēna, Riči-Kretjēna sistēmas teleskopiem vai katadioptriskajiem teleskopiem, redzamajā spektrā parasti izdodas iegūt labāku krāsu korekciju. Tomēr atšķirībā no refraktora šos teleskopus ir grūtāk pareizi noregulēt, un tos ieteicams izmantot stacionāri uzstādītās iekārtās, lai gan ir daži izņēmumi.

Vēl jāņem vērā teleskopa relatīvais atvērums un teleskopa veidotā attēla izmēri (*image circle*). Jo “ātrāks” ir teleskops (lielāks objektīva diametrs pie viena un tā paša fokusa attāluma), jo vairāk gaismas nonāk uz sensora. Piemēram, pilna formāta kamerām, kam sensora izmēri ir  $24 \times 36$  mm, parasti ir nepieciešams vismaz 44 milimetrus liels teleskopa veidotā attēla diametrs, lai no redzeslauka malas līdz malai iegūtu asas zvaigznes. Jo “ātrāks” ir teleskops, jo grūtāk ir iegūt lielus attēla izmērus. Tādējādi ātri teleskopi ar lielu attēla apli parasti ir dārgāki, un ar tiem ir sarežģītāk strādāt. Labs kompromiss ir Ņūtona sistēmas teleskops ar relatīvo atvērumu no 1:4 līdz 1:5.

## ASTROKAMERA

Astrokamera, protams, ir tikpat svarīga kā montējums un teleskops. Mūsdienās astrokameras ar CMOS tipa sensoriem daudzos aspektos ir tikpat labas kā CCD kameras

vai pat labākas. Jo īpaši nolašīšanas troksnis un jutība ir daudz labāki nekā tipiskiem CCD sensoriem, ko izmanto amatieru astrokamerās. Sensora pikseļu izmēram, kad vien iespējams, jābūt saistītam gan ar teleskopa fokusa attālumu, gan ar redzamību. Nav lielas jēgas no tā, ka sensors un teleskops sniedz 0,5 loka sekunžu izšķirtspēju, turpretī redzamība nekad nav labāka par 2 loka sekundēm. Šajā gadījumā labāk ir izmantot sensoru ar lielākiem pikseļiem.

Svarīgi izvēlēties arī uzticamu astrokameras ražotāju. Ir daudz uzņēmumu ar labu reputāciju. Vispazīstamākie astronomisko kameru ražotāji ir *Moravian Instruments* (Eiropa), *Atik/QSI Cameras* (Eiropa), *FLI Finger Lakes Instrumentation (ASV)*, *SBIG (ASV)*, *ZWO (Ķīna)* un *QHY (Ķīna)*. Lai gan ar dažiem ierobežojumiem, astrofotogrāfijai var izmantot arī fotokameras, šajā jomā pazīstamākie zīmoli ir *Nikon*, *Canon* un *Sony*.

## FOKUSĒŠANAS MEHĀNISMS

Fotografēšanu produktīvāku un uzticamāku papildus iepriekš aprakstītajam būtiskajam aprīkojumam padara automātiska fokusēšana. Un atkal ir dažādas iespējas, sākot ar vienkāršu soļu motoru, piemēram, *Robofocus*, kas pievienots esošajam fokusētājam, līdz pilnīgai esošā fokusēšanas mehānisma nomainīšanai. Izmantojot fokusēšanu ar motoru, attēlu iegūšanas sesiju iespējams pilnībā automatizēt.

## FOTOGRAFĒŠANAS VIETAS IZVĒLE

Lielākā daļa no mums dzīvo apgabalos ar spēcīgu vai mērenu gaismas piesārņojumu. Gaismas piesārņojumam ir liela ietekme uz to, kā varam fotografēt nakts debesis. Par laimi, jutīgākas kameras un šaurjoslas filtri ļauj iegūt pienācīgus rezultātus arī vietās ar gaismas piesārņojumu. Šādos apstākļos jākoncentrējas uz astronomiskajiem objektiem, kas izstaro gaismu noteiktos viļņu garumos, – uz emisijas miglājiem, planetāriem miglājiem un pārnovu miglājiem. Platjoslas astrofotografēšana vieglāk ir īstenojama vietās ar mērenu gaismas piesārņojumu vai bez tā.

Nākamais svarīgais aspekts ir atmosfēras apstākļi. Ūdens tvaiki un citas daļiņas,

piemēram, aerosoli, samazina atmosfēras caurspīdīgumu, tādējādi samazina attēlu kontrastu, ārkārtējos gadījumos pat veidojot oreolus ap spožām zvaigznēm. Fotografējot debess dziļu objektus, vēlams maksimāli attālināties no gaismas piesārņojuma avotiem (apdzīvotām vietām) un pacelties pēc iespējas augstāk virs jūras līmeņa, lai samazinātu ūdens tvaiku ietekmi.

Ja teleskopam ir laba izšķirtspēja, dominējošie kļūst lokālie redzamības apstākļi, kas nosaka attēla asumu, ja fokusēšana un gidēšana darbojas labi. Neliels vējš nevar daudz ietekmēt redzamību, ja vien tā ir lāmīnāra plūsma. Kalnu virsotnes vai citi lieli šķēršļi, kas rada vēja virpuļus, gan stipri kaitē redzamībai.



Slavenā lodveida zvaigžņu kopa Centaura Omega



Saulespuķes galaktika M63 Medību Suņu zvaigznājā



Atstarojošais miglājs M78 Oriona zvaigznājā

## ASTROFOTOGRAFĒŠANAS SESIJA

Fotografēšanas sesija sākas mājās. Lai nakti optimāli izmantotu fotografēšanai, parasti jāizvēlas vairāki objekti, ja vien jūsu galvenais objekts visu nakti nepaliek augstu debesīs. Objekta novietojums debesīs, gaismas piesārņojums gar horizontu, Mēness lēkta vai rieta laiks nosaka optimālo fotografēšanas laika intervālu. Ja iegūst monohromatiskus attēlus, ar zilo filtru jāfotografē tad, kad objekts atrodas pēc iespējas augstāk, jo tad gaismas piesārņojums un atmosfēras izkliedes efekts ir vismazākais. Lielākam viļņu garumam (sarkanais filtrs) tas nav tik svarīgi, tāpēc šos attēlus var iegūt arī pirms vai pēc uzņēmumiem ar zilo filtru.

Vāji spīdošus objektus nevajadzētu fotografēt, ja to leņķiskais augstums ir mazāks par 30 grādiem. To var darīt tikai ļoti caurspīdīgās debesīs, kad nav gaismas piesārņojuma un gaisa spīdēšana (*airglow*) ir minimāla. Atkarībā no teleskopa sākotnējās temperatūras un gaisa temperatūras izmaiņām nakts gaitā ir atkārtoti jāveic fokusēšana. Ja fokuss nav pareizs, pat perfektos apstākļos neizdosies iegūt augstas kvalitātes attēlus. Īpaši rūpīgi fokusēšana jāveic, ja tā nav automatizēta.

Astrofotogrāfijā vienmēr ir kaut kas jauns jāieiecās un jāuzlabo, un, ja jūs ar to tiksiet galā, jums patiks gan uzlabošanas process, gan rezultāts. 🦋



# Laižam raketi telefonā

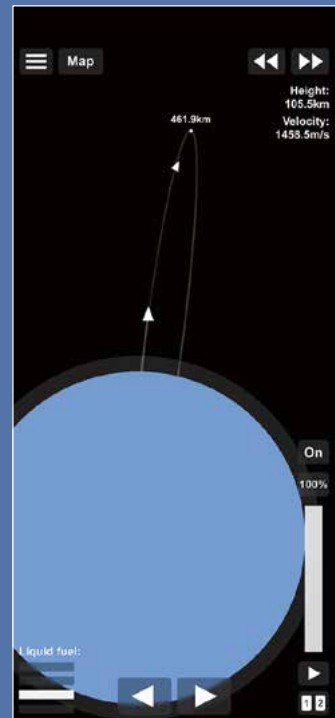
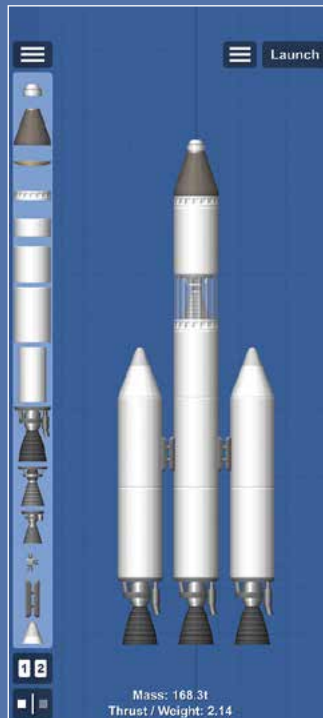
**P**ēdējos gados varam viegli sekot nesējraķešu startiem gan tiešraidēs, gan speciālās *Youtube* pārraidēs, kurās tiek analizēts katrs raķetes lidojuma posms. Ir pašsaprotami zināt precīzu raķetes augstumu un ātrumu, dažkārt varam uzzināt arī citus lidojuma parametrus. Lietotne *Spaceflight Simulator* ļauj pāriet no pasīva skatītāja lomas uz kosmiskā

lidojuma inženiera lomu. Lietotnē var “uzbūvēt” savu raketi, to palaist, veikt lidojumu un arī atgriezties atpakaļ uz Zemes. Ja izdevies apgūt pamatus lidojumam orbītā ap Zemi, tad ir iespējams arī aizlidot uz Mēnesi vai Saules sistēmas planētām.

Šī nav klasiska spēle, kurā kāds jāiznīcina, jāiekaro citas planētas vai no asteroidiem jāsavāc dārgakmeņi. Galvenais uzsvars likts uz

vienkāršotu, bet fizikāli pamatotu lidojuma gaitas simulāciju. Ir krietni jāpiepūlas, lai izveidotā raķete būtu piemērota plānotajam lidojumam un lai tiešām visi lidojuma posmi, ieskaitot orbītas maiņu, teicami izdotos. Šis ir izglītojošs laika kavēklis kosmisko lidojumu interesentiem.

Lietotne *Spaceflight Simulator* pieejama bez maksas *iOS* un *Android* operētājsistēmām. 🚀





Satelīta *Kosmos 2419* uzliesmojums 2021. gada 10. oktobrī

ILGONIS VILKS

# Satelītu pēddzinis

KAS TO BŪTU DOMĀJIS, KA TĀLOS NAVIGĀCIJAS SATELĪTUS REIZĒM VAR ITIN VIEGLI IERAUDZĪT!

**C**erībā noķert kadrā kādu spožu Taurīdu meteoru, 2021. gada 10. oktobrī nolēmu fotografēt debesis austrumu virzienā. Taču, aplūkojot no visiem kadriem salikto zvaigžņu svītru attēlu, ar pārsteigumu tajā konstatēju satelīta “pēdu” virteni, kurš lēni kustējās un spožuma maksimumā sasniedza 3. zvaigžņu lielumu. Tā sākās manas satelītu pēddziņa gaitas.

## IDENTIFIKĀCIJA UN NOVĒROJUMI

Izpētot attēlu rūpīgāk, secināju, ka tajā vakarā esmu nofotografējis vēl divus, vājāk spīdošus satelītus. Ieinteresējos, kuri satelīti rada šādus uzliesmojumus. Atradu programmatūru *SatFlare*, kas pagājušajiem laika momentiem parāda aptuveni 20 000 satelītu izvietojumu pie debesīm, un identificēju, ka esmu novērojis navigācijas satelītus

*Kosmos 2419*, *Navstar 24* un *Beidou 3M15*. Atcerējos, ka līdzīgu satelīta spožuma pieaugumu biju novērojis arī 2015. gada 5. novembrī, taču tas palika neidentificēts.

Zvaigžņu svītru attēlus fotografēju bieži, galvenokārt dienvidu vai ziemeļu virzienā, bet šādu negaidītu satelīta spožuma pieaugumu līdz šim nebiju redzējis. Austrumu virzienu parasti neizvēlos, jo uz to pusi traucē Rīgas gaismas

piesārņojums. Protams, esmu novērojis spožos *Iridium* satelītu uzliesmojumus, taču tos varēja prognozēt. Kaut arī satelīts *Kosmos 2419* bija pietiekami spožs, bez zvaigžņu svītru attēla to nebūtu viegli pamanīt, jo tas kustējās ļoti lēni. Tikpat spožs, bet ātri lidojošs satelīts pie debesīm ir viegli ieraugāms.

Zinātniskajā literatūrā atradu rakstus par ģeostacionāro satelītu spožuma pieaugumu ekvinokcijas laikā, kad tie atstaro Saules gaismu tieši Zemes ierzienā. Tas būs mans nākamais novērojumu mērķis. Taču zemākiem satelītiem pievērsta maza uzmanība. Piemēram, aprakstīts viens PSRS militārā izlūkošanas satelīta *Kosmos 1400* spožuma uzliesmojums 1985. gadā, kad tas atradās salīdzinoši tuvu novērotājam.

Novērojumus turpināju līdz 6. novembrim skaidros

vakaros, kad netraucēja Mēness gaisma. Satelītu uzliesmojumi bija redzami, sākot ar astronomiskās krēslas iestāšanos, bet tā var būt sakritība. Vēlākais novērojums bija trīs stundas pēc astronomiskās krēslas, taču manus novērojumus tālāk dienvidu virzienā ierobežoja ēkas un koki. Izmantoju lielākoties četru sekunžu ekspozīciju, intervāls starp kadriem 12 sekundes. Jūtība 3200 ISO vienības, fotokamera ar APS-C sensoru un platleņķa 12 mm objektīvu ar atvērumu 1:2. Labākajos kadros bija redzamas zvaigznes līdz 9. zvaigžņlielumam.

Kopumā sešos vakaros un 19 fotografēšanas stundās fiksēju 20 satelītus, no tiem seši bija *Kosmos (Glonass)* tipa, divi *Navstar* un divi *Beidou* navigācijas satelīti. Netrāpījās neviens *Galileo* navigācijas satelīts. Redzēju vēl desmit citus satelītus, no

tiem divi bija Krievijas sakuaru satelīti *Molnija 1-80* un *Meridian 3*, amerikāņu militārā satelīta *USA 310* raķetes augšējā pakāpe, trīs *SpaceX* nesējraķešu *Falcon-9* augšējās pakāpes, trīs Ķīnas nesējraķešu *Long March 3 (CZ-3)* augšējās pakāpes un viena kosmiskā atlieka *Atlas 5 Centaur debris*. Apkopojot var teikt, ka fotografējot stundā iespējams fiksēt vienu satelītu, kas lēni kustas, un aptuveni puse no tiem būs navigācijas satelīti.

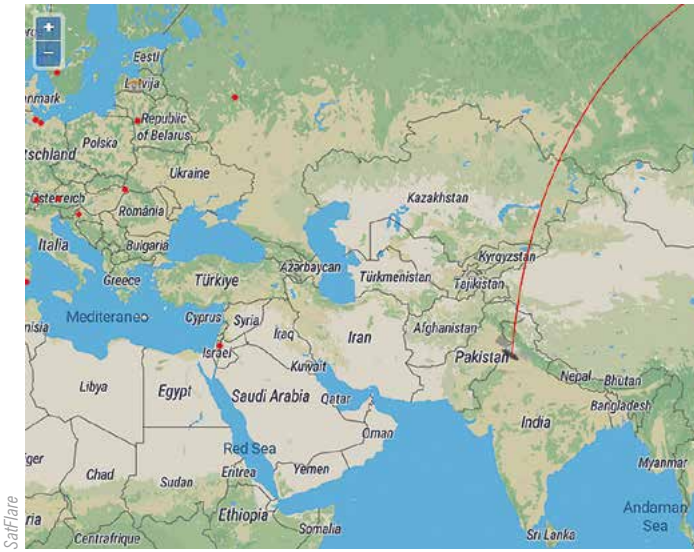
## ATTĀLUMS UN SPOŽUMS

No visiem novērotajiem objektiem vistuvāk atradās *USA 310* raķetes pakāpe, kuras augstums bija 10 564 kilometri, bet tālākā bija atlieka *Atlas 5 Centaur debris*, kuras attālums no Zemes tobrīd bija 32 641 kilometrs. Desmit "ne-navigācijas" satelītu spožums bija konstants,



Igona Vilka kolāža

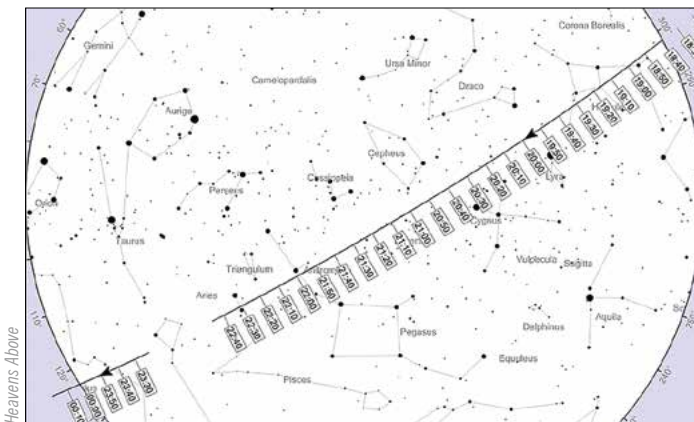
Novērotās navigācijas satelītu pēdu virtenes



SatFlare  
Satelīts *Kosmos 2459* uzliesmojuma brīdī 2021. gada 1. novembrī atradās virs Himalajiem

1. tabula. Navigācijas satelītu kustības parametri

Navigācijas satelītu grupa	Leņķiskais ātrums, $^{\circ}/s$	Vidējais orbītas augstums, km	Vidējais ātrums, km/s
<i>Kosmos</i>	0,65	19140	3,95
<i>Navstar</i>	0,58	20180	3,87
<i>Beidou</i>	0,55	21 535	3,78
<i>Galileo</i>	—	23222	3,67



Heavens Above  
Satelītam *Navstar 24*, kas 21. oktobrī izgāja gandrīz cauri zenītam, vajadzēja sešas stundas, lai šķērsotu visu debesjumu. Redzams, ka tas uz laiku iegāja Zemes ēnā

bez uzliesmojuma, izņemot *Meridan 3*, kura spožums mainījās ātras rotācijas dēļ. Novērotie navigācijas satelīti fiziski atradās samērā tālu, virs Arābijas pussalas, Arābijas jūras, Irānas, Pakistānas, Indijas un Ķīnas.

Tālāk analizēju tikai navigācijas satelītus. 10. oktobrī novērotajiem satelītiem noteicu leņķisko ātrumu, kas labi atbilst navigācijas satelītu vidējam augstumam un ātrumam (sk. 1. tabulu). Šie satelīti kustas lēni, pie debesīm tie pārvietojas par vienu loka grādu 100 sekundēs. Navigācijas satelītu orbitālais periods ir aptuveni 12 stundas. Piemēram, satelīta *Kosmos 2432* orbitālais periods ir 11 stundas 16 minūtes. To gadījās novērot divus vakarus pēc kārtas, pēc diviem aprīņošanas periodiem ar 1,5 stundu nobīdi.

Satelītu spožuma aprēķiniem izmantots attālums 23 200 kilometri, kas ir aptuveni navigācijas satelīta attālums no Latvijā izvietota novērotāja, ja satelīta minimālais augstums virs Zemes ir 20 000 kilometru. Satelīta attālumu var aprēķināt, bet vienkāršības labad tas ņemts no mēroga shēmas (sk. attēlu 45. lappusē). Faktiskais navigācijas satelīta attālums var atšķirties par pāris tūkstošiem kilometru, taču aptuvenam spožuma aprēķinam tas nav būtiski. Dažiem navigācijas satelītiem programmā *SatFlare* ir atrodams t. s. standarta spožums. Tas ir satelīta spožums 1000 kilometru

2. tabula. Navigācijas satelītu novērojumi

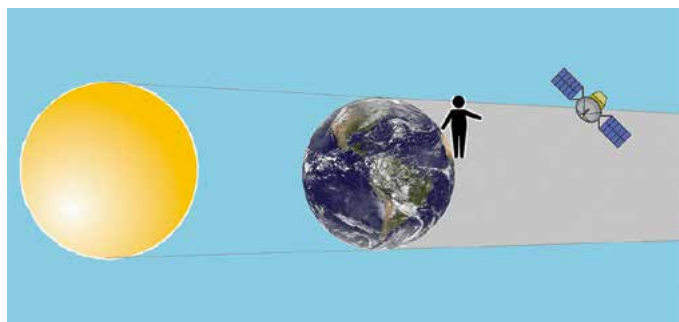
Satelīts	Palaišanas gads	Statuss	Novērojuma ilgums, min	Maksimālais spožums, m	Fāzes leņķis, °
<i>Kosmos 2419</i>	2005	Pārtraucis darbu 2011. gadā	31	3,0	32,9
<i>Navstar 24</i>	1992	Pārtraucis darbu 2009. gadā	29	7,0	33,6
<i>Beidou 3M15</i>	2018	Darbojas	6	4,0	4,0
<i>Beidou 3M7</i>	2018	Darbojas	9	4,3	3,3
<i>Navstar 25</i>	1992	Pārtraucis darbu 1997. gadā	14	4,0	5,0
<i>Kosmos 2432</i>	2007	Darbojas	14	7,0	5,0
<i>Kosmos 2432</i>	2007	Darbojas	19	5,5	3,2
<i>Kosmos 2500</i>	2014	Darbojas	15	6,8	5,8
<i>Kosmos 2459</i>	2010	Darbojas	29	3,0	7,0
<i>Kosmos 2461</i>	2010	Darbojas	22	6,5	5,9

attālumā, ja satelītu pa pusei apgaismo Saule.

Satelīts sasniedz maksimālo spožumu tad, kad to pilnīgi apgaismo Saule. Tiek pieņemts, ka pamatā satelīts atstaro gaismu difūzi,

uz visām pusēm, taču, nosakot standarta spožumu, ņem vērā arī satelīta formu, izmērus un virsmas atstarošanas spēju. Satelīta maksimālo spožumu noteiktā attālumā var aprēķināt pēc

astronomijā labi zināmās likumsakarības, kas kombinē apgaismojuma apgriezto kvadrātu likumu un Pogsona formulu. Dažu navigācijas satelītu standarta un maksimālais spožums dots 3. tabulā.



Attēlotajā situācijā satelītu pilnīgi apgaismo Saule, un tā spožums ir maksimāls

3. tabula. Satelītu spožums

Satelīts	Standarta spožums, m	Maksimālais spožums 23 200 km attālumā, m
<i>Navstar 65</i>	5,5	12,3
<i>Navstar 39</i>	6	12,8
<i>Kosmos 1414</i>	6,5	13,3
<i>Kosmos 1651</i>	7	13,8
<i>Kosmos 1988</i>	7	13,8

## SPOŽUMA NEATBILSTĪBA UN TĀS IEMESLS

Navigācijas satelītu maksimālajam spožumam bija jābūt DAUDZ MAZĀKAM par novēroto spožumu, kas bija robežās no 3. līdz 7. zvaigžņlielumam, ar noteikšanas kļūdu  $\pm 0,3$  zvaigžņlielumi. Tas nozīmē, ka šajos gadījumos notika nevis difūzā atstarošanās, bet spoguļatstarošanās, līdzīgi kā *Iridium* satelītu uzliesmojumos. Apskatot navigācijas satelītu attēlus, redzams, ka vienīgā lielā un plakanā virsma, kas varētu tā atstarot gaismu, ir saules bateriju paneli. Tiesa, saules baterijas spēcīgi absorbē Saules starojumu, jo tāds ir to uzdevums. Literatūrā atradu datus, ka saules bateriju atstarošanas koeficients



Roskosmos

Glonass-M tipa navigācijas satelīts

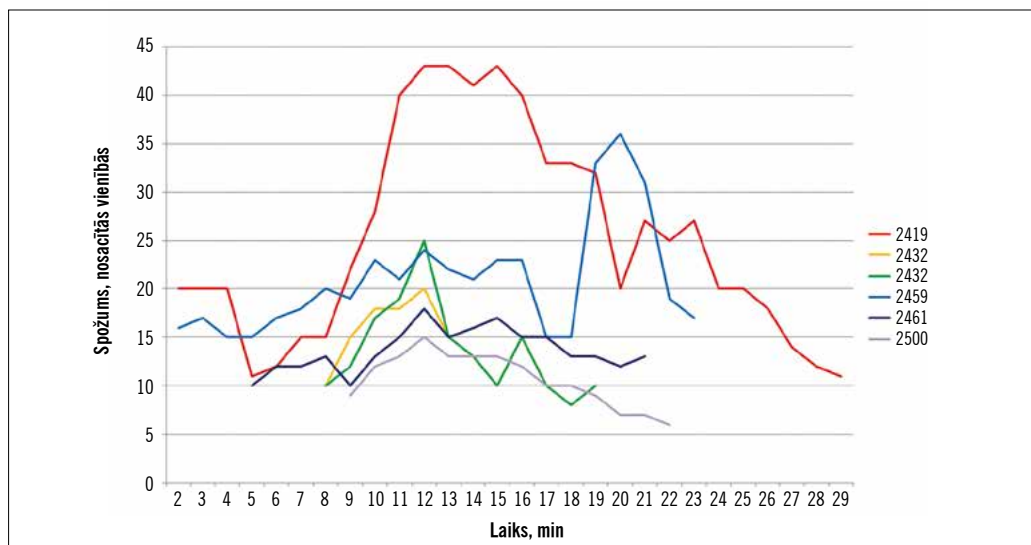
ir tikai 0,08–0,30, taču acīmredzot ar to pietiek.

Sīkāk izpētīju satelītu Kosmos 2432, 2459, 2461 un 2500 izskatu. Tie ir Glonass-M tipa navigācijas satelīti. Pēc Krievijas avotos atrodamiem datiem, satelīta korpusa izmēri ir  $2,71 \times 3,05 \times 2,71$  metri, kopējā masa 1415 kilogrami, saules bateriju laukums apmēram 30 kvadrātmetri. No

satelītu attēliem noteicu, ka katra saules bateriju paneļa izmēri ir ap  $3,00 \times 4,50$  metri, kopējais saules bateriju platums 11 metri. Sešiem novērotajiem Kosmos satelītiem izveidoju spožuma izmaiņu grafiku. Lielākais spožums atbilst 3. zvaigžņlielumam, mazākais – 8. zvaigžņlielumam. Visiem satelītiem redzams izteikts spožuma pieaugums, dažos gadījumos

varbūt var izdalīt arī sekundāro maksimumu.

Ja satelīts funkcionē, tas saglabā savu orientāciju, un saules baterijas ir vērstas pret Sauli. Lai redzētu spoģulastarojumu, novērotājam jāatrodas tuvu līnijai “Saulē-satelīts”. Tas ir iespējams, kad satelīts atrodas uz Zemes ēnas robežas vai nedaudz virs tās. Ideālā gadījumā satelīts atrodas tieši uz līnijas



Novēroto Kosmos satelītu spoģuma līknes. Ilgoņa Vilka attēls

“Saule–satelīts” un ir pilnīgi apgaismots (fāzes leņķis ir 0). Fāzes leņķis ir leņķis starp virzieniem uz Sauli un novērotāju, kas mērīts no satelīta.

## MĒROGA SHĒMAS ANALĪZE

Lai labāk saprastu satelītu un novērotāja ģeometrisko izvietojumu, izveidoju mēroga shēmu 2021. gada 19. oktobrim, kad Saules deklinācija bija minus 10 grādi. Navigācijas satelītu vidējais augstums ir apmēram 20 000 kilometru. Aprēķināju, ka satelīta atrašanās augstumā Zemes ēnas rādiuss ir 6248 kilometri, tikai nedaudz mazāks par Zemes rādiusu (6371 kilometri). Kopējais ēnas konusa garums ir 1,38 miljoni kilometru.

No zīmējuma var noteikt, ka novērotājam Rīgā, kura ģeogrāfiskais platums ir 57°, 19. oktobrī ēnas robeža atradās 23° augstumā. Lai noteiktu ēnas robežas leņķisko augstumu, ja satelīts un novērotājs atrodas zīmējuma

4. tabula. Satelīta ēnas robežas leņķiskais augstums dažādā ģeogrāfiskajā platumā,  $\varphi$

Saules deklinācija, °	$\varphi = 45^\circ$	$\varphi = 57^\circ$	$\varphi = 67^\circ$	$\varphi = 90^\circ$
23	67	56	46	23
10	55	43	33	10
0	45	33	23	0
-10	35	23	13	-10
-23	22	10	0	-23

plaknē, var izmantot astronomijā labi zināmo augšējās kulminācijas formulu. Rezultāti apkopoti 4. tabulā.

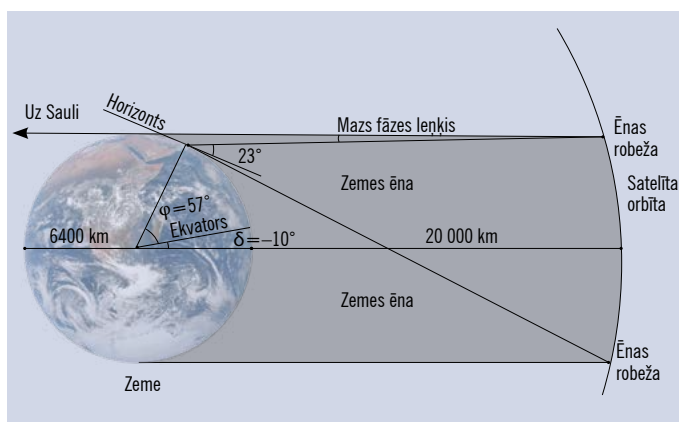
Ja Saules deklinācija ir liela, liels ir arī fāzes leņķis, un atspīdumu novērot, visticamāk, nevar. Pieņemsim, ka Saules deklinācijai jābūt mazākai par nulli. Ēnas robežas leņķiskais augstums 45 grādu ģeogrāfiskajā platumā ir liels, līdz ar to ir liels arī fāzes leņķis, te piemēroti apstākļi iestājas tikai ziemā. Labvēlīgāka situācija atspīduma novērošanai ir lielākā ģeogrāfiskajā platumā. Latvijā šādi apstākļi iestājas oktobrī–novembrī un februārī–martā. Decembrī un

janvārī ēnas robeža pie mums ir ļoti zemu (ap 10°). Uz polārā loka ( $\varphi = 67^\circ$ ) apstākļi ir sliktāki, jo pie tās pašas Saules deklinācijas ēnas robeža atrodas 10° zemāk. Pašā ziemeļpolā atspīdumus novērot nevar, jo pie negatīvas Saules deklinācijas ēnas robeža atrodas zem horizonta.

Var uzskatīt, ka navigācijas satelītu uzliesmojumu novērojumiem piemērotākā ģeogrāfisko platumu josla ir 50°–60° ziemeļu platumā. Tajā ietilpst Eiropas un Āzijas ziemeļu daļa, Aljaska un Kanāda. No šiem zemeslodes apgabaliem blīvi apdzīvota ir tikai Eiropa. Satelītu uzliesmojumi noteikti redzami arī dienvidu puslodē pie ēnas apakšējās robežas, taču tur tikpat kā nav apdzīvotu vietu. Iznāk, ka Latvija navigācijas satelītu uzliesmojumu novērošanai ir ļoti piemērota. Praksē astoņi no desmit novērotajiem navigācijas satelītiem maksimumā spožumu sasniedza 23°–41° leņķiskajā augstumā.

## FĀZES LEŅĶIS

Kā jau spriedu, uzliesmojumi iespējami tad, kad satelītam ir mazs fāzes leņķis. Novērotajiem navigācijas

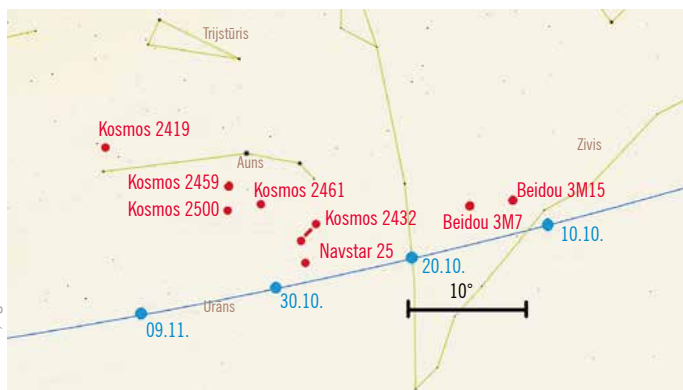


Novērotājam Rīgā rudens mēnešos satelīti pie Zemes ēnas robežas redzami mazā fāzes leņķī un var radīt spoļulastarojumu. Attēlota situācija 2021. gada 19. oktobrī



USAF

Satelīts *Navstar 24* pieder pie ASV navigācijas pavadoņu GPS *Block IIA* tipa



Stellarium, Ilgonis Vilks

Astoņu novēroto navigācijas satelītu un pretsaules punkta novietojums zvaigžņu kartē

satelītiem aprēķināju fāzes leņķi maksimālā spožuma brīdī (sk. 2. tabulu). Zinot satelīta leņķisko augstumu un azimutu no *SatFlare* eferidas un Saules leņķisko augstumu un azimutu no programmas *Stellarium*, no

sfēriskā trijstūra “satelīts–zenīts–Saule” aprēķināju leņķisko attālumu starp Sauli un satelītu. Tas ir viens no leņķiem citā, plaknes trijstūrī “novērotājs–satelīts–Saule”. Otrs leņķis šajā trijstūrī ir fāzes leņķis, bet trešais leņķis

ir ļoti mazs, dažas loka grāda tūkstošdaļas, un aptuvenos aprēķinos to var neņemt vērā. Izveidojas neparasts trijstūris, kura divu leņķu summa ir gandrīz 180 grādi. Fāzes leņķi aprēķina, no 180 grādiem atņemot leņķisko attālumu starp Sauli un satelītu.

Diviem no desmit novērotajiem navigācijas satelītiem bija liels fāzes leņķis. *Kosmos 2419* leņķis bija 33 grādi, *Navstar 24* fāzes leņķa vērtība bija 34 grādi. Taču izdevās noskaidrot, ka abi satelīti vairs nefunkcionē. Varbūt to saules baterijas nav precīzi pagrieztas pret Sauli? Pārējos gadījumos spožuma maksimumā satelītu fāzes leņķis bija mazāks par 7 grādiem.

Atliekot šo astoņu satelītu pozīcijas zvaigžņu kartē, redzams, ka tie atradās relatīvi tuvu cits citam, apmēram 20 loka grādu intervālā Auna vai Zivju zvaigznājā, virs pretsaules punkta. Pretsaules punkts ir punkts pie debess sfēras, kas atrodas tieši pretējā pusē Saulei. Satelītiem, kas atrodas tā tuvumā, ir mazs fāzes leņķis. Saulei kustoties pa debess sfēru, pretsaules punkts pārvietojas pa ekliptiku ar ātrumu 30° mēnesī. Tātad satelītu uzliesmojumi jāmeklē tajā zvaigznājā, kurā šobrīd atrodas pretsaules punkts.

Ceru, ka šis satelītu pēdu dzišanas piedzīvojums rosinās astronomijas amatierus veikt līdzīgus novērojumus, fiksēt vēl spožākus uzliesmojumus un konstatēt jaunas redzamības likumsakarības. 🦋

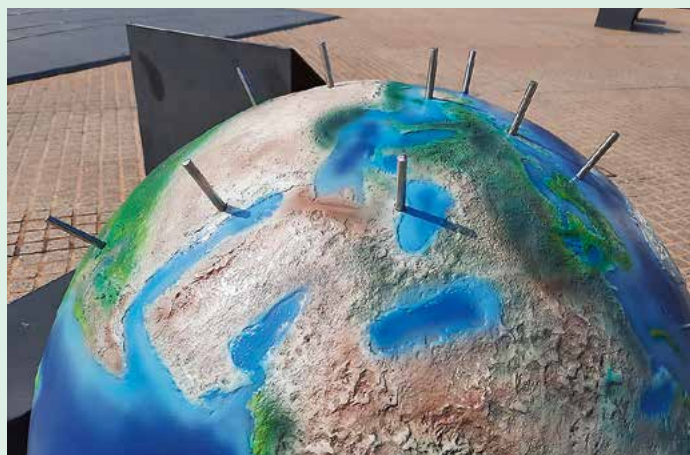




# Valensijas zinātnes parks

S pānijas pilsētas Valensijas centrā ikvienu viesu uzmanību piesaista arhitektūras pērle – futuristisko ēku komplekss *Mākslas un zinātnes pilsēta (Ciudad de las Artes y las Ciencias)*. Protams, baltās ēkas labi izskatās no ārpuses, bet īpaši piesaistā tajās izvietotās, izziņu rosinošās ekspozīcijas, kur savā vieta atvēlēta arī kosmosa apgūšanai un astronomijai. Laukumā iepretim galvenajai ēkai apskatāma brīvdabas izstāde ar saules pulksteņiem un ar tiem saistītiem uzskates līdzekļiem. Svarīgākais ir tas, ka tā nav tikai muzeja ekspozīcija, laikrāži arī reāli darbojas tiem paredzētajos apstākļos. Te ir unikāla iespēja novērtēt to, ko rāda klasisks horizontālais saules pulkstenis salīdzinājumā ar ekvatoriālo vai analemmatisko saules pulksteni, kā arī var izmērīt Saules leņķisko augstumu.

Zinātnes centra telpās izvietoti vizuāli eksponāti un interaktīvi stendi. Kosmosa apguvi demonstrē Marsa izpētes roveru modeļi reālā izmērā un Starptautiskās kosmosa stacijas un nesējraķešu mēroga modeļi. Acs formas ēkā atrodas sfēriskā IMAX kinozāle, kuras repertuārā ir dokumentālās filmas *Visuma noslēpumi*, *Ceļojums uz kosmosu* un citas. 🚀





JĀNIS ŠATROVSKIS

# Leonarda komēta



2021. gada decembra sākumā komēta *C/2021 A1 Leonard* jau bija pienākusi Saulei pietiekami tuvu, un tās spožums ievērojami palielinājās. Decembrī laikapstākļi nelutināja, bet 7. un 9. decembrī, spīējot  $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$  salam, tomēr izdevās komētu novērot. Tiesa, komētas spožums nebija pietiekams, lai to saskatītu ar neapbruņotu aci. Binoklī komēta bija ļoti viegli atrodamā, jo bija tuvu spožajam Arkturam.

Fotografēšanai izmantoju spoguļkameru Canon 6D, objektīvs Canon EF 200 mm 1:2,8, sekošanu nodrošināja ekvatoriālais montējums EQ3-2. Grēdotas 64 fotogrāfijas, katras ekspozīcija 30 sekundes. Jutība ISO 1000.

# Par “Zvaigžņu aicinājumu”

2021. gadā Latvijas Universitātes Muzeja izdoto grāmatu sērijai pievienojās Ilgoņa Vilka grāmata “Zvaigžņu aicinājums: Latvijas Universitātes astronomijas studentu (1920–1949) dzīvesstāsti”. Jau pats nosaukums trāpīgi raksturo grāmatas saturu, un 112 lappusēs ir lasāmi informatīvi piesātināti stāsti par 51 Latvijas Universitātes studentu, kuri studiju laikā bija pievērsušies debess noslēpumu izziņai. Ne visi kļuva par astronomiem, bet studējušo vidū

ir arī vēlākos gados ievērojami Latvijas astronomi – Jānis Ikaunieks, Matīss Dīriķis, Ilga Daube, Kārlis Šteins, arī tādi, kas profesionāli sevi apliecināja Rietumu pasaulē, – Kārlis Kaufmanis, Staņislavs Vasiļevskis, Sergejs un Leonīds Slaucītāji, Eižens Leimanis un Pēteris Ostenzakens. Par katru studentu ir sniegta neliela, bet faktiem bagātīga biogrāfiska uzziņa. Tādējādi lasītājam rodas priekšstats par astronoma ģimeni, studiju laiku un turpmākajām gaitām zinātnē vai citās jomās. Ir pievienots

saraksts ar atsaucēm, kas ļauj katram pašam piekļūt informācijas avotiem, ja rodas interese papildus kaut ko noskaidrot. Biogrāfisko norišu virpulī uzzinām, ka zinātniskajos semināros studenti referējuši par gravitāciju, debess mehāniku, zvaigžņu paralaksi, dubultzvaigžņu orbitām, zvaigžņu uzbūvi un teorētiskās fizikas jautājumiem. Gluži vai rodas jautājums – cik ļoti studiju saturs atšķīrās no mūsdienām raksturīgā, un kā tolaik referēja bez datora ekrāna attēliem?

No aprakstiem varam redzēt gan to, ar kādu interesi šie jaunieši ir pievērsušies Visuma noslēpumu izziņāšanai, gan to, kā valsts iekārtas maiņa un kara apstākļi ietekmējuši viņu dzīves gājumu.

Šīs recenzijas autoru vistuvāk uzrunāja iespēja kaut ko vairāk uzzināt par personām, kuras izdevās klātienē vai caur viņu darbiem iepazīt 20. gadsimta 90. gados saistībā ar Latvijas Astronomijas biedrību, Baldones Riekstukalna observatoriju, žurnālu



Kārlis Šteina Latvijas Universitātes studenta apliecība



Latvijas Universitātes Muzeja krājums

Astronomijas studenti un viņu pasniedzēji observatorijas telpās 20. gadsimta 30. gados

*Zvaigžņotā Debess* un Latvijas Universitāti, bet līdz šim nebija gadījies uzmeklēt un pārļapot viņu biogrāfijas.

Prasmīgais darbs ar arhīva un muzeja materiāliem aplicina grāmatas autora pieredzi muzeja jomā. Saistoši

uzrakstītais teksts liecina par autora lielo populārzinātnisko grāmatu un rakstu veidošanas pieredzi. Interesanta ir arī vizuālā materiāla atlase – tie ir ne tikai studentu fotoportreti, bet arī vairāku studiju dokumentu piemēri,

attēli no LU Astronomiskās observatorijas telpām un darbiem novērojumu paviljonā.

Grāmata ir pieejama drukātā variantā un bez maksas LU elektroniskajā repozitorijā <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/56417>

## Lasītāj, sazinies ar *Zvaigžņotās Debess* veidotājiem!

Tev ir kaut kas sakāms par šajā numurā vai iepriekš publicētu rakstu? Vēlies mums kaut ko ieteikt vai sadarboties? Dod mums ziņu, aizpildot tiešsaistes anketu!

Lai piekļūtu anketai, tīmekļa pārlūkā ieraksti saiti: [tinyurl.com/zvd-aptauja](http://tinyurl.com/zvd-aptauja).

## Godātais lasītāj!

Žurnāla veidotāji ir iedibinājuši jaunu tradīciju – tiešsaistes sarunu neilgi pēc numura iznākšanas. Autori iepazīstina ar saviem rakstiem, un lasītāji var izvaicāt autorus un sniegt savus iespaidus par rakstiem, kurus jau ir sanācis izlasīt.

2022. gada pavasara numuram veltītais pasākums  
*Atveram Zvaigžņoto Debesi* notiek

**21. martā plkst. 17.00**

Lai pieslēgtos, tīmekļa pārlūkā izmanto saiti:  
[meet.google.com/tkb-wpxa-qdu](https://meet.google.com/tkb-wpxa-qdu)

## Nenokavē!

Ja neizdevās pievienoties sarunai, ierakstu var noskatīties *Zvaigžņotās Debess* Youtube kanālā.

# Latvijas jaunieši pirmo reizi piedalās starptautiskā astronomijas olimpiādē

**S**tarptautiskā astronomijas un astrofizikas olimpiāde (<https://www.ioaa2021.com>) notiek regulāri kopš 2006. gada ar mērķi popularizēt astronomiju un veicināt sadarbību starp jaunajiem astronomiem no dažādām pasaules valstīm. Četrpadsmito olimpiādi 2021. gadā

organizēja Kolumbija, un pirmo reizi olimpiādē piedalījās arī Latvijas komanda.

**Aija Monika Vainiņa.** Tikai secīgi pildot olimpiādes uzdevumus, sapratu, ka tā salīdzinājumā ar citām ir visaptveroša. Tajā bija iekļauti visi galvenie astronomijas un astrofizikas aspekti. Bija jāprot korekti apstrādāt datus un izdarīt secinājumus, jāsaprot,

kā interpretēt kosmiskus notikumus. Protams, bija jāveic arī fizikāli aprēķini, jāatpazīst zvaigznes, zvaigznāji, miglāji, galaktikas un jāprot orientēties dažādās koordinātu sistēmās.

Latviju pārstāvēja Rīgas Tehniskās universitātes (RTU) Inženierzinātņu vidusskolas skolēni Viesturs Streļčs (atzinība) un Marks



Ineses Dudarevas foto

Latvijas komanda. Attēlā no kreisās: Aija Monika Vainiņa, Toms Cerbulis, Marks Henrijs Majors un Viesturs Streļčs

Henrijs Majors, kā arī Latvijas Universitātes Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultātes (LU FMOF) 1. kursa students Toms Cerbulis un RTU Datorzinātņu un informācijas tehnoloģiju fakultātes 1. kursa studente Aija Monika Vainiņa. Komandu gatavoja Dmitrijs Docenko (Latvijas Astronomijas biedrība, LAB). Olimpiādes norisi Latvijā organizēja Inese Dudareva, Ilva Cinīte (LU FMOF) un Agnese Zalcmāne (LAB).

Bija piecas olimpiādes kārtas: datu analīze, Saules novērojumi, teorija, komandu sacensība un novērojumi. Visi uzdevumi ir pieejami olimpiādes vietnē.

**Viesturs Streļčs.** Uzdevumi tiešām bija interesanti, katra diena pagāja neņemot. Kā jau olimpiādēs mēdz būt, visu izpildīt nepietika laika. Tas vairāk attiecās uz datu analīzi un teoriju, bet kopumā bija ļoti interesanti un jaukti.

**Toms Cerbulis.** Pirmā kārtā bija baissa, kamēr vēl nebija pierasts pie tā, kā viss notiek. Bet ar katru dienu kļuva vieglāk un jautrāk. Kopumā uzdevumi bija interesanti, un laiks tika ļoti pavadīts.

Piemēram, Saules novērojumu kārtā, izmantojot brīvi pieejamu datu vizualizācijas programmu *JHelioViewer*, bija jāatrod 2021. gada 28. maijā notikušais Saules uzliesmojums un koronālais masas izvirdums (attēlā augšā), jānosaka izmestās vielas attālumšums no Saules centra, kā arī vielas ātrums un ātruma atkarība no laika. No vismaz septiņiem



2021. gada 28. maija koronālais masas izvirdums. Sarkanais attēls iegūts ar koronogrāfu LASCO-C2, zilais – ar LASCO-C3

NASA brīvpieejais attēls



Olimpiāde notika attālināti Latvijas Universitātes Zinātņu mājā, bet ar video uzraudzību no Kolumbijas

Ineses Dudarevas foto

pašu izvēlētiem attēliem programmā *JHelioViewer* bija jānosaka izvirduma frontes pozīcija un ātrums, ievērojot arī projekcijas efektus, jo izvirduma ass veidoja  $55^\circ$  leņķi ar virzienu uz Zemi.

**Marks Henrijs Majors.** Pēc vairāk nekā gadu ilgas gatavošanās piedalīties olimpiādei ar Latvijas karogu fonā – tā bija lieliska sajūta. Bija

aizraujoši būt kopā ar savu komandu, tiešsaistē satikt vienaudžus no visas pasaules un savstarpēji novēlēt veiksmi. Ļoti iedvesmojoša gaisotne. Mēs bijām pamatīgi gatavojušies, un šis zināšanas un brīnišķīgā olimpiādes pieredze ar mums paliks vienmēr. Paldies organizatoriem un Latvijas Universitātei! Vislielākais paldies manam skolotājam Emīlam Veidem un Dmitrijam Docenko par lielisko sagatavošanu olimpiādei! 🚀

# Satelītu vizuālie novērojumi Rīgā

Gregory R. Todd, CC BY-SA 3.0

Zemes mākslīgais pavadoņš *Sputņik-1*

LATVIJĀ UZKRĀTA PASAULES LĪMEŅA PIEREDZE SATELĪTU  
NOVĒROŠANĀ, PAR KURU IR VĒRTS PASTĀSTĪT. VĒSTURES APSKATU  
SĀKSIM AR PIRMO SATELĪTU VIZUĀLAJIEM NOVĒROJUMIEM.

**P**adomju Savienībā 1957. gadā slepeni gatavojās pirmā Zemes mākslīgā pavadoņa (ZMP) palaišanai. Lai sekotu pavadoņa kustībai, noteiktu tā orbītu, vajadzēja izveidot ZMP novērošanas staciju tīklu, kas aptvertu visu zemeslodi. Baltijas reģionā novērošanas stacijas izveidošanai izvēlējās Rīgu, konkrētāk – toreizējā Latvijas Valsts universitāti (LVU), jo novērojumiem varēja ērti piesaistīt studentus.

1957. gada jūnijā LVU Fizikas un matemātikas fakultātes vecāko pasniedzēju Valerianu Šmēlingu (1902–1979) un asistentu Egonu Zablovski

(1926–2020) komandēja uz Turkmēnijas PSR pilsētu Firjuzu pie Ašhabadas, kur viņi slepenībā vienu mēnesi mācījās ZMP novērošanas kursos. Bez teorētiskajām nodarbībām par ZMP kustību un to koordinātu noteikšanu lielu uzmanību pievērsa arī praksei. Egons Zablovskis atcerējās: “Mācījāmies iepazīt zvaigžņoto debesi, orientēties pēc zvaigžņu kartēm. Tad augstu pār kokiem tika novilkta stieple un pa to slidināja mazu degošu spuldzīti, kurai vajadzēja imitēt kosmiskā aparāta lidojumu. Šo metodi ļoti rūpīgi izstrādājām, un tā izrādījās visai noderīga, kad vajadzēja novērot istu Zemes mākslīgo pavadoņi.”

## SAGATAVOŠANĀS PIRMAJEM NOVĒROJUMIEM

Novērojumu vajadzībām astronomi no Padomju Savienības Zinātņu akadēmijas (PSRS ZA) Astronomijas padomes saņēma 30 nelielus platleņķa tālskatus AT-1 ar 5 cm objektīva diametru, 6 reižu palielinājumu un 11° redzeslauku. Ar tiem varēja saskatīt 6.–7. zvaigžņlieluma zvaigznes. Objektīvam priekšā bija slīps spogulis, kas mainīja staru gaitu par 90 grādiem. Līdz ar to novērojumu laikā varēja ērti skatīties slīpi uz leju, nevis uz augšu. Tālskatim bija azimutāls montējums (grozāms ap vertikālo asi un horizontālo



asi), ko uzstādīja uz trijkāja statīva vai zema balsta.

Valerians Šmēlīngs neoficiāli kļuva par pavadoņu vizuālās novērošanas stacijas vadītāju, Egons Zablovskis – par viņa vietnieku. Viņi sāka veidot un apmācīt novērotāju grupas no LVU 2. un 3. kursa studentiem, kas septembrī tika atbrīvoti no obligātās braukšanas uz kolhozu ražas novākšanas darbos. LVU Botāniskā dārza teritorijā iekārtoja pagaidu laukumu pavadoņu novērošanai. Vienā no vecajām Botāniskā dārza koka ēkām atbrīvoja telpas, kur glabāt instrumentus, reģistrēt novērojumus un veikt ZMP koordinātu aprēķinus. Novērotāju dežūras sākās 30. septembrī, skaidros rītos un vakaros, kad būtu iespējams novērot pavadoni.

Astronoms Kazimirs Lapuška (1936–2013), kurš tolaik studēja LVU FMF 3. kursā, stāstīja: “Mums, fiziķu grupai, pateica, ka esam mobilizēti veikt sagatavošanas darbus pirmā Zemes mākslīgā pavadoņa novērošanai. Tas bija kaut kas fantastisks! Citi studenti aizbrauca uz kolhozu, bet mēs sākām sagatavot 10 × 10 metru lielu laukumu Universitātes Botāniskajā dārzā līdzās lielajai siltumnīcai, tuvāk Kuldīgas un Vīlpa ielas stūrim. Debessim vajadzēja būt atklātām gandrīz no horizonta līdz horizontam. Laukums bija jānolīdzina, jānoblietē šķembas un jāiekārto 30 novērošanas vietas, lai varētu uzlikt tā saukto optisko barjeru.



LU Muzeja krājums, F. Cordera un Latvijas astronomijas kolekcija

ZMP novērošanas laukumā. Redzami tālskati AT-1 un slēdži, kas jānospiež, lai fiksētu laika momentu

Trīsdesmit studenti, katram savs teleskops. Teleskopu redzeslauki bija novietoti pa meridiānu tā, lai puse redzeslauka tiek noklāta ar nākamā teleskopa redzeslauku. Teleskopus mums atsūtīja no Maskavas, un šādas novērošanas stacijas tika iekārtotas universitātēs un pedagoģiskajos institūtos visā Padomju Savienības teritorijā līdz pat Dienvidsahālinai. Skaitā kādas četrdesmit. Telpa, kurā atradās aparātūra, kas fiksēja laika momentus, atradās 50–60 metru no laukuma, mājiņā pie Botāniskā dārza ieejas Vīlpa ielā. Bija vajadzīgas 3–4 novērotāju grupas (topošie fiziķi, matemātiķi, ģeogrāfi), katrā pa 30 cilvēku, kas varētu, nomainot cits citu, veikt novērojumus katru nakti.”

Pavadoņu vizuālie novērojumi notika šādi. Pirms novērošanas sākuma visi novērotāji sinhronizēja savus

hronometrus ar galveno pulksteni. Novērotāji skatījās tālskatos AT-1, katrs nedaudz atšķirīgā augstumā tieši dienvidu virzienā. Tādā veidā tika izveidota t. s. optiskā barjera, kas jāšķērso pavadonim. Ieraugot pavadoni, brīdī, kad tas šķērsoja AT-1 grādu tīkliņa vertikālo pavedienu, novērotājs nospieda hronometra slēdzi (vēlāk – laika reģistrācijas pogu). Jāņem vērā, ka sākotnēji pavadoņu orbītas nebija precīzi zināmas, to parādīšanās laiks un augstums bija aptuveni. Tieši tāpēc bija svarīgi novērot pavadoņus un noteikt to koordinātas.

Novērotājs, kurš tālskata redzeslaukā ieraudzīja pavadoni, papīra šablonā fiksēja tā stāvokli starp zvaigznēm. Pēc tam ar precīzu zvaigžņu karti noteica pavadoņa koordinātas pie debess sfēras tajā momentā, ko fiksēja hronometrs. Iegūtos datus

novērojumu vadītājs pa tālruni paziņoja Rīgas galvenajam telegrāfam, no turienes pa speciālu valdības telegrāfa līniju tos nosūtīja uz Maskavas organizāciju *Kosmos*. Par precīzu novērojumu novērotājs saņēma vienu rubli.

## LIDO, LIDO!

1957. gada 4. oktobrī pasauli pāršalca ziņa, ka Padomju Savienībā palaists pasaulē pirmais Zemes mākslīgais pavadoņs *Sputņik-1*. Tā bija 84 kilogramus smaga, spoža metāla sfēra 58 centimetru diametrā ar četrām garām antenām. Pavadoņs nedarīja neko citu, kā tikai 21 dienu raidīja ritmiskus radiosignālus. Tam bija izteikti eliptiska orbīta, kuras augstums mainījās no 215 līdz 939 kilometriem, apriņķošanas periods bija 96 minūtes. Bet arī šo pavadoņi varēja izmantot zinātniskām vajadzībām, pēc tā bremzēšanās sprieda par atmosfēras augšējo slāņu blīvumu. Pavadoņs nogāja no orbītas un sadega atmosfērā 1958. gada 4. janvārī. Nesējraķetes augšējā pakāpe nokrita mēnesi iepriekš.

ZMP stacijā pirmos novērojumus veica 8. oktobra rītā pulksten 5.14. Egons Zablovskis atcerējās: "Visi bija vēsturiskā brīža satraukti. Un tad no mākoņu malas parādījās "zvaigzne", kas negaidīti ātri virzījās pāri debesīm un ko ļabi varēja saredzēt arī bez instrumentiem. Laikam gan uztraukuma dēļ pirmie novērojumi bija neveiksmīgi – pavadoņi kartē

bija atzīmējuši tikai dažādi no mums, laika momenti tika fiksēti ar nokavēšanos." Vēlāk izrādījās, ka spožais objekts bija nesējraķetes augšējā pakāpe, nevis pats pavadoņs.

Kazimirs Lapuška stāstīja: "Saspringti gaidām pie saviem teleskopiem, ka tas pavadoņs nupat, nupat lidos, kad viena krievu grupas studente iesauca: "Ļetit, Ļetit!" Momentā visiem galvas no teleskopiem augšā. Lido kaut kas ļoti spožs, apmēram kā 2. zvaigžņlieluma zvaigznes, vēl spožāks par Polārzvaigzni! Visi skatās kā piekalti, aizmirsuši, ka kaut kas jādara. Mēs pat nezinājām, vai tas ir pavadoņs vai raķete. Visi sastinguši, mutēm vaļā, beidzot Šmēlings atjēdzas: "Kurš ir fiksējis?" Neviens... Viens no mūsējiem tomēr bija nospiedis hronometru brīdī, kad raķete aizgāja aiz Botāniskā dārza skursteņa. Tad mēs to arī nofiksējām. Tas bija pirmais raķetes novērojums, un mums jau vēl nebija nekādas sajēgas."

LU Astronomijas institūta pētnieks Jānis Kauliņš papildina, atsaucoties uz ZMP stacijas novērojumu žurnālu: "Pavadoņa parādīšanās aprakstīta vārdiski, piemērot to, ka tas parādījies pie Medību Suņu Alfas ( $\alpha$ ), un to pirmā, šķiet, pamanījis G. Ozola. Sākot ar 11. oktobri, novērojumos parādās arī precīzi laiki (līdz sekundei) un koordinātas (līdz loka minūtei). 13. oktobrī jau notiek trajektoriju mērījumi."

Pēc Kazimira Lapuškas ziņām, pašu pavadoņi, kura

spožums bija tikai 6. zvaigžņlielums un kas nebija saskatāms ar neapbruņotu aci, tālskatī AT-1 izdevās ieraudzīt 9. oktobra rītā, bet precīzas koordinātas pirmo reizi noteica 13. oktobrī no rīta. Novērojumos īpaši aktīvi darbojās studenti M. Ābele, K. Lapuška, A. Zemītis, A. Prancanova, K. Bormanis, V. Pormale. Māris Ābele (1937–2022) kļuva par astronomu, citi novērotāji Juris Zaķis, Ēvalds Ikaunieks, Silvija Čerāne, Linārs Laucenieks – par pazīstamiem fiziķiem vai matemātiķiem.

Pēc PSRS ZA Astronomijas padomes atsauksmēm, Rīgas ZMP novērošanas stacija bija viena no trim labākajām Padomju Savienībā. Padomju Savienībā kopumā bija 70 ZMP novērojumu stacijas, no tām 25 stacijās pavadoņus fotografēja. ASV līdzīga pavadoņu vizuālo novērojumu programma bija *Operation Moonwatch*, tajā darbojās tikai brīvprātīgie.

Žurnāls "Liesma" rakstīja par to, kas notiek pēc



*Sputņik-1* svītra uz fotogrāfijas 1957. gada 23. oktobrī

Fotogrāfijs: Kalifornija, ASV. Smithsonian Institution



No Jura Zaķa personiskā arhīva

ZMP novērotāju grupa 1958. gadā. Pirmajā rindā (no kreisās): K. Rošonoka, L. Tokare, K. Cauņina, E. Zablovskis, V. Šmēlings, S. Gailīte (Čerāne), E. Ranka, G. Ozola (Ābele). Aizmugurē (no kreisās): E. Tardenaks, A. Bricis, Ē. Ikaunieks, A. Prancanova (Jansone), I. Renebuša (Brice), A. Germelis, M. Burova (Lasmane), V. Ziītis, M. Grundule (Siltēre), A. Kovaļevskis, G. Vāle, V. Kaplans, R. Gavars, E. Grāvītis, J. Zaķis, U. Saulīte, L. Laucenieks

novērojumiem: “Uz galda tiek izklātas zvaigžņu kartes. E. Zablovskim vēl daudz kas jāpaskaidro jaunajiem novērotājiem, kad tie sapulcējušies ap galdu. Bet daži jau mēģina uz savu roku aprēķināt, vēl pāris reizes, un tad jau amats būs rokā. Kad ziņotājs noceļ telefona klausuli, telpā pats no sevis iestājas klusums. *Moskva – kosmos*, skaidri tiek izrunāta katra zilbe, bet pēc tam seko šifrs. “Telegrammu nodod, apklusti!” kāda meitene apsauc neuzmanīgu ienācēju. Jā, brīdis svarīgs. Ātrums un precizitāte šajā darbā pats galvenais. Pēc tam E. Zablovskis

kopā ar studentiem pārrunā visu, kas palicis neskaids.”

Valeriana Šmēlinga vadībā Edmunds Tardenaks (dz. 1930), kurš vēlāk kļuva par radioelektroniķi, pie katras novērošanas vietas ierīkoja elektrisko slēdzi, kura signāli pa kabeli nonāca centrālajā laika reģistrēšanas iekārtā – magnetofonā MAG-8. Tajā līdztekus periodiskajiem sekunžu signāliem, kurus saņēma pa radio, ierakstīja laika fiksēšanas slēdžu signālus. Astronoms Māris Ābele atcerējās, ka magnetofona ieraksta atšifrēšana prasījusi ilgu laiku, reizēm

magnetofona lente notinusi no spoles vai gadījušās citas kļūmes. Tāpēc no šā reģistrācijas paņēmiena drīz atteicās un atgriezās pie hronometriem.

## OTRAIS UN TREŠAIS PAVADONIS

Pa to laiku Padomju Savienībā 1957. gada 3. novembrī bija palaists 508 kilogramus smagais otrais pavadonis *Sputnik-2*, kurā atradās suns Laika. Kā kļuva zināms daudz vēlāk, Laika gāja bojā no organisma pārkaršanas jau dažas stundas pēc starta, jo steigā gatavotā pavadoņa dzīvības nodrošināšanas sistēma nebija piemērota orbitālajiem



Pie Zemes mākslīgo pavadoņu registrācijas aparātūras. No labās: Visvaldis Zīlītis, Egons Zablovskis, Donats Millers

apstākļiem. Bet jebkurā gadījumā Laikas atgriešanās uz Zemes nebija paredzēta. Šis pavadonis neatdalījās no nesēja raķetes augšējās pakāpes, līdz ar to bija spožs un viegli novērojams. Tas nogāja no orbītas 1958. gada 14. aprīlī.

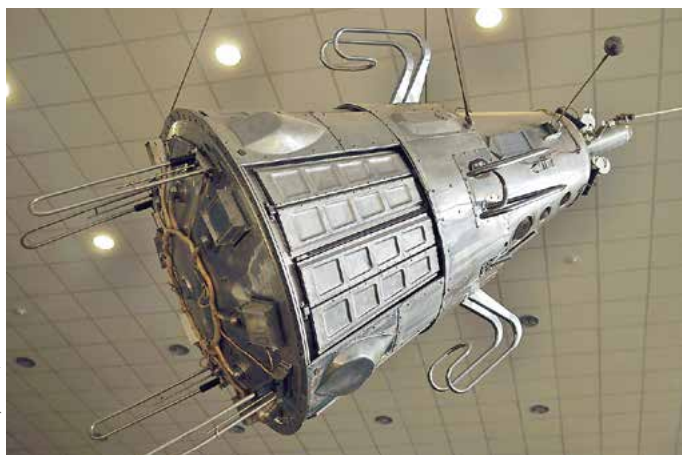
1958. gada 15. maijā Padomju Savienībā palaida pavadoni *Sputņik-3*, kam patiesībā vajadzēja būt pirmajam, jo tas tika speciāli gatavots ģeofizikas pētījumiem,

taču tā starts kavējās. Tas bija liels pavadonis (masa 1237 kg), kas aktīvi darbojās līdz 8. jūnijam. Tajā bija uzstādīti zinātniskie instrumenti atmosfēras augšējo slāņu sastāva un spiediena noteikšanai, lādēto daļiņu koncentrācijas reģistrēšanai, magnētiskā un elektrostātiskā lauka mērīšanai, kosmiskā starojuma un mikrometeorītu izpētei. Līdz tam laikam arī ASV bija palaidušas trīs pavadoņus, taču

tos Rīgā nenovēroja, un par tiem maz kas bija zināms.

Rīgā novēroja arī otro, trešo un turpmākos PSRS pavadoņus. Līdz 1958. gada vidum no nelielas entuziastu grupiņas ZMP vizuālās novērošanas stacija bija izaugusi apmēram par 100 cilvēku kolektīvu. Tas bija novērojis pirmo ZMP (11 reizes), tā nesēja raķetes augšējo pakāpi (16 reizes), otro ZMP (75 reizes) un trešā ZMP nesēja raķetes augšējo pakāpi (1 reizi). Vēlāk, kad pavadoņu orbītas bija zināmas precīzāk un jau iepriekš varēja aptuveni izrēķināt to trajektoriju pie debesīm, novērotāju skaits samazinājās.

Kazimirs Lapuška atcerējās: “Ar laiku sajūsma noplaka, tika samazināts novērotāju skaits, jo mēs uzsākām brīvās medības, atsakoties no optiskās barjeras. Iemanījāmie noķert pavadoni vienreiz, atzīmēt planšetē, tad paskriet uz priekšu kustības virzienā, atzīmēt otrreiz, pēc tam vēl trešo reizi. Piesaiste bija caur skaņas signālu, kas nāca no Maskavas, tāds nepārtraukts pi-pi-pi visu nakti. Lielie fiziķi, matemātiķi un ģeogrāfu bari tika atlaisti, palikām 10 fiziķi, kas novērojām vakarā, nakšņojām saliekamajās gultās, atkal novērojām no rīta un pēc tam gājām uz lekcijām. Sākās ikdienas.” 1958. gadā martā daudzus ZMP novērotājus, kā arī Laika dienesta darbiniekus apbalvoja ar goda rakstiem un krūšu nozīmēm *Starptautiskais ģeofiziskais gads*. Daži saņēma arī naudas balvas.



Ģeofizikālais pavadonis *Sputņik-3*



LU Muzeja krājums, F. Candra un Latvijas astronomijas kolekcija

ZMP novērojumu platforma ar tālskatiem AT-1 un TZK

## SĀKAS IKDIENAS DARBS

1959. gadā izveidoja pastāvīgu ZMP novērošanas laukumu ar 20 betonētiem stabiņiem, uz kuriem izvietot tālskatus AT-1, vēlāk – TZK. Tālskatim TZK tāpat bija divasu montāža, bet lielāks – 11 cm – objektīva diametrs, 20 reižu palielinājums un 5° redzeslauks. Novērojumiem izmantoja piecus binokulārus TZK-1. Ar tiem ieguva augstāku precizitāti, sevišķi laika momentu fiksēšanā. Novērošanas metodika principā bija tāda pati kā ar AT-1.

Valerians Šmēlings aprakstījis novērojumu norisi 1968. gadā. Novērojumos piedalās 3–5 cilvēki. Fiksē zvaigznes, kuru tuvumā pārvietojas pavadoņi, uzzīmē zvaigžņu izvietojumu redzeslaukā. Pēc

tam, izmantojot zvaigžņu atlantu, nosaka centrālās zvaigznes koordinātas. Novēroto pavadoņa trajektoriju atliek arī uz debess globusa, lai pārlicinātos, ka viss ir pareizi. Laborants sastāda un nosūta telegrammu ar novērojumu rezultātiem uz Maskavu, organizācijai *Kosmos*.

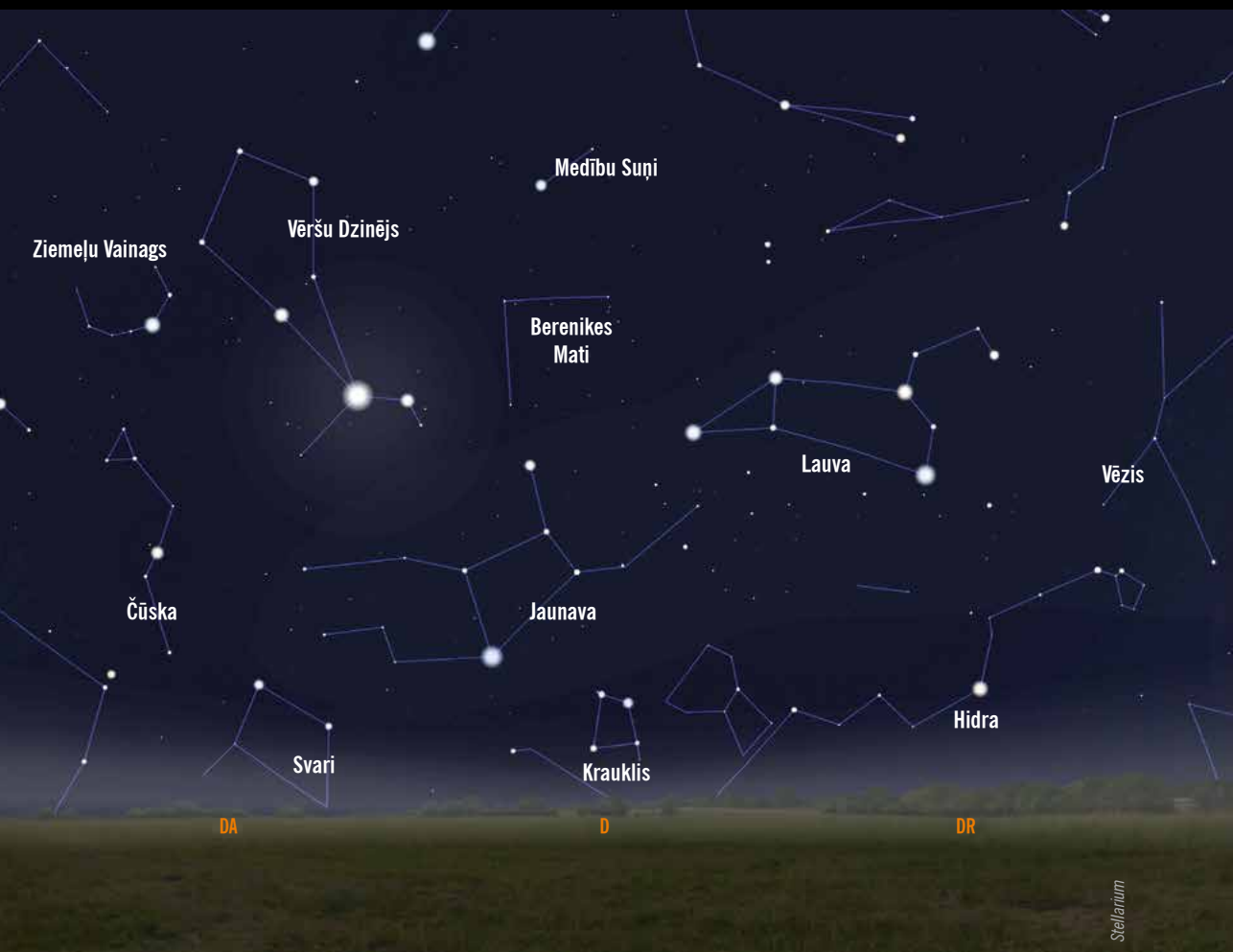
1967. gadā astronoms Kazimirs Lapuška ziņoja, ka 10 gadu laikā vizuāli novēroti 150 pavadoņi 1673 pārgājienos pāri debess sfērai, pavisam izdarīti 4470 novērojumi. Novērojumus veica Valerians Šmēlings, divi laboranti un ap 20 Fizikas un matemātikas fakultātes studentu. Piemēram, 1964. gadā 16 FMF studenti 253 vijumos novēroja 36 pavadoņus un noteica 797 pozīcijas. 1967. gadā

sekoja arī spožajam ASV pavadoņim *Echo-2*. Bija izveidota novērotāju treniņu iekārta ar projicējamu kustīgu Zemes mākslīgo pavadoņi.

Pavadoņu vizuālie novērojumi turpinājās līdz 1970. gadam, tos veica Valerians Šmēlings un ZMP novērošanas stacijas laboranti Igors Gabaliņš (dz. ap 1943), Oļegs Kotovičs (dz. 1945), kurš vēlāk kļuva par pazīstamu kinooperatoru, Ādolfs Gailāns (1946–2018), kurš pēc studijām strādāja Radioastrofizikas observatorijā Baldonē, Valdis Briedis (dz. 1950) un citi.

Līdztekus jau kopš 1958. gada ZMP novērošanas stacijā norisinājās pavadoņu fotogrāfiskie novērojumi, kurus aplūkosim nākamajā numurā 🦉

# DEBESS SPĪDEKĻI 2022. gada pavasarī



Zvaigžņotās debess izskats dienvidu pusē 20. aprīlī plkst. 24:00 un 20. maijā plkst. 22:00

**P**avasara ekvinoxija 2022. gadā būs 20. martā plkst. 17<sup>h</sup>33<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 uz vasaras laiku notiks naktī no 26. uz 27. martu.

Vasaras saulgrieži un astronomiskā pavasara beigās šogad būs 21. jūnijā plkst. 12<sup>h</sup>13<sup>m</sup>. Tad Saule

ieies Vēža zodiaka zīmē, tai būs maksimālā deklinācija, un tas noteiks to, ka nakts no 20. uz 21. jūniju būs visīsākā visā 2022. gadā un 21. jūnija diena – visgarākā. Patiesā Jāņu nakts tāpat būs no 20. uz 21. jūniju.

Pats pavasara sākums ir ļoti labvēlīgs krāšņo ziemas zvaigznāju novērošanai. Šajā laikā Orions, Vērsis, Persejs, Vedējs, Dvīņi, Lielais Suns un Mazais Suns ir labi redzami jau tūlīt pēc Saules rietumu, dienvidrietumu pusē. Īstie pavasara zvaigznāji tad redzami dienvidaustrumu, austrumu pusē vai vēl nav uzlēkuši.

Aprīļa beigās un maijā, jau tūlīt pēc satumšanas, tipiskie pavasara zvaigznāji – Hidra, Sekstants, Lauva, Jaunava, Kauss, Krauklis, Berenikes Mati, Vēršu Dzinējs un Svāri – ir labi novērojami debess dienvidrietumu, dienvidu pusē. Visvairāk spožu zvaigžņu ir Lauvas zvaigznājā, tāpēc tā izteiksmīgā figūra labi izceļas pavasara debess. Vēl atsevišķas spožas zvaigznes ir Jaunavas, Vēršu Dzinēja un Kraukļa zvaigznājos, kā arī Skorpiona zvaigznājā, kurš gan Latvijā novērojams tikai daļēji. Faktiski tieši maijs ir labākais laiks (pēc pusnakts, ļoti zemu pie horizonta), lai ieraudzītu Antaresu (Skorpiona Alfu) un citas šā zvaigznāja zvaigznes.

Apmēram līdz maija vidum ar teleskopiem var ieteikt aplūkot šādus debess dziļu objektus: vaļējās zvaigžņu kopas M44 un M67 Vēža zvaigznājā; galakti-

kas M65, M66, M95, M96 un M105 Lauvas zvaigznājā. Daudz galaktiku atrodas arī Jaunavas un Berenikes Matu zvaigznājā. Tomēr to aplūkošanai nepieciešams visai liels teleskops.

Maija otrajā pusē un jūnijā naktis ir ļoti gaišas, tāpēc tad redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runas. Kā orientieri šajā laikā var kalpot Spika (Jaunavas Alfa) un Arkturs (Vēršu Dzinēja Alfa). Austrumu, dienvidaustrumu pusē tad jau labi redzami spožie vasaras zvaigznāji Lira, Gulbis un Ērglis.

Pavasara vakari ir ļoti labvēlīgi augoša Mēness novērošanai. Tad iespējams redzēt arī pavisam šauru (jaunu) Mēness sirpi. Šogad 2. aprīlī var cerēt ieraudzīt apmēram 35 stundas un 2. maijā 47 stundas vecu (jaunu) Mēnesi.

## PLANĒTAS

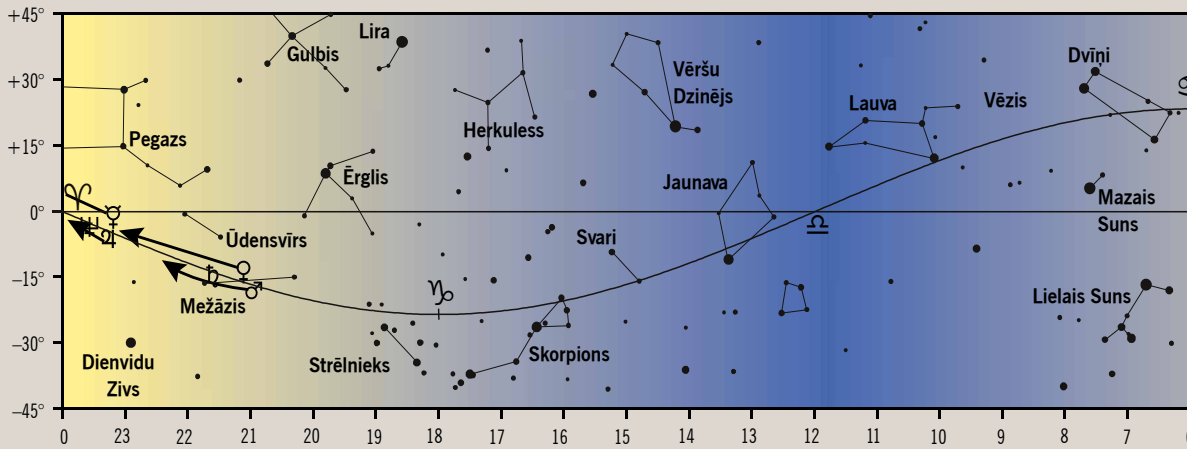
Pavasara sākumā un aprīļa pirmajā pusē **Merkurs** nebūs novērojams, 3. aprīlī tas būs augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). 29. aprīlī Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā (20°). Aprīļa beigās tas rietēs vairāk nekā divas stundas pēc Saules. Tāpēc apmēram no 20. aprīļa līdz 5. maijam Merkuru varēs mēģināt ieraudzīt vakaros, zemu pie horizonta, ziemeļrietumu pusē. 21. maijā Merkurs atradīsies apakšējā konjunkcijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc maija otrajā pusē Merkurs

nebūs novērojams. Jau 16. jūnijā tas nonāks maksimālajā rietumu elongācijā (23°). Tomēr arī jūnijā Merkurs nebūs redzams, tas lēks tikai īsu brīdi pirms Saules.

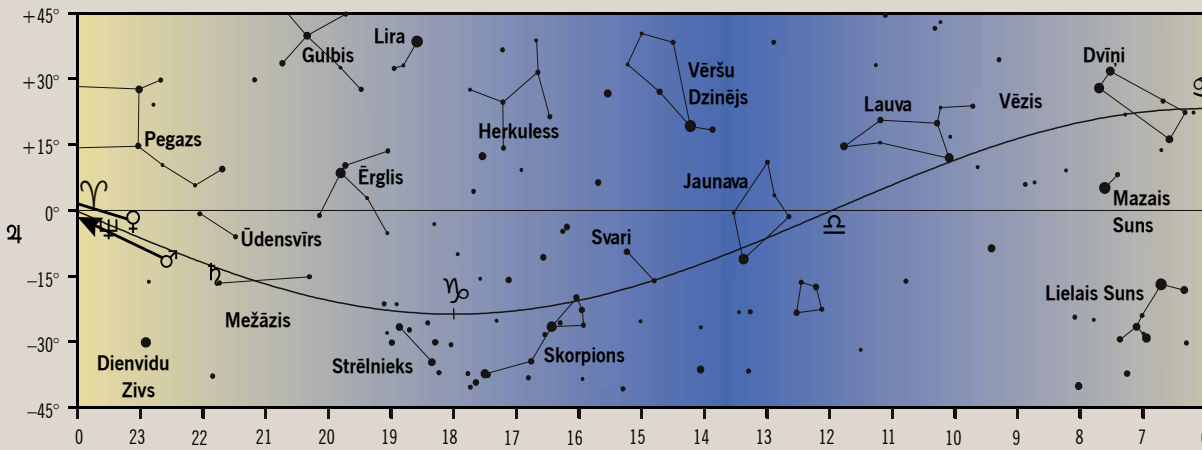
1. aprīlī plkst. 5<sup>h</sup> Mēness paies garām 3° uz leju, 2. maijā plkst. 17<sup>h</sup> 2,5° uz leju un 29. maijā plkst. 14<sup>h</sup> 3° uz augšu no Merkura.

20. martā **Venera** atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā – 47°. Tomēr tās novērošana pavasara sākumā un aprīļa pirmajā pusē būs apgrūtināta, jo tā lēks tikai apmēram stundu pirms Saules. Veneras spožums būs –4<sup>m</sup>, 4. aprīļa otrajā pusē, maijā un jūnijā situācija būs līdzīga, bet Veneru gandrīz vairs nevarēs redzēt, jo tā lēks neilgi pirms Saules un novērojumus traucēs ļoti gaišā debess. 28. martā plkst. 11<sup>h</sup> Mēness paies garām 8° uz leju, 27. aprīlī plkst. 7<sup>h</sup> 4° uz leju un 27. maijā plkst. 6<sup>h</sup> 1° uz leju no Veneras.

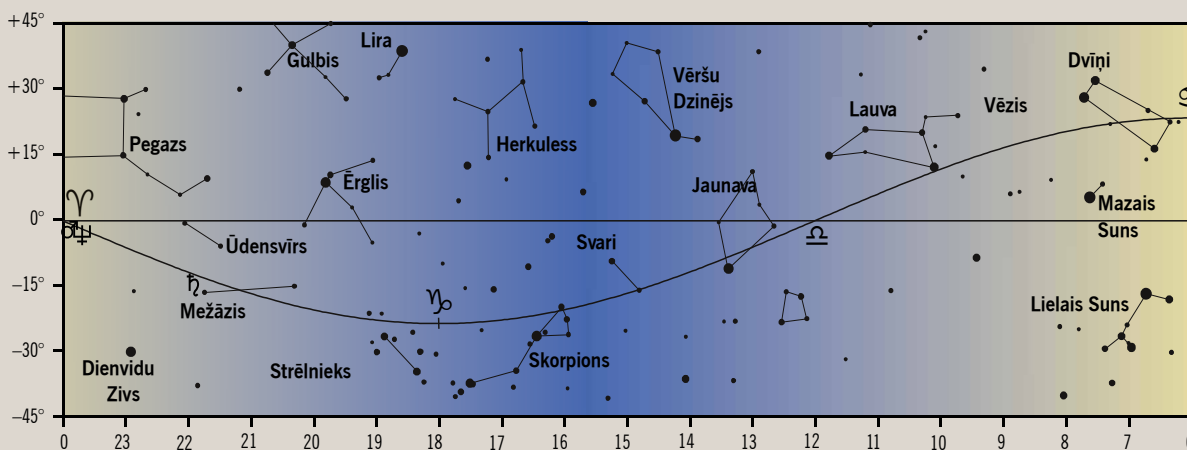
Pavasara sākumā un aprīlī **Mars** nebūs redzams, lai arī tam būs liela rietumu elongācija. Maijā un jūnijā to varēs mēģināt ieraudzīt rītos neilgi pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta, austrumu pusē. Tā spožums un leņķiskais diametrs maija beigās attiecīgi būs +0<sup>m</sup>,7 un 6". Līdz 11. aprīlim Marss atradīsies Mežāža zvaigznājā, līdz 19. maijam – Ūdensvīra zvaigznājā. Pēc tam tas ieies Zivju zvaigznājā (jūnija sākumā pavadot dažas dienas Valzivs zvaigznājā), kur atradīsies līdz pat



21.03.2022.–20.04.2022.

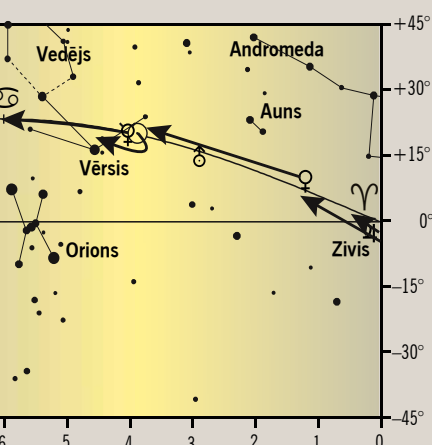
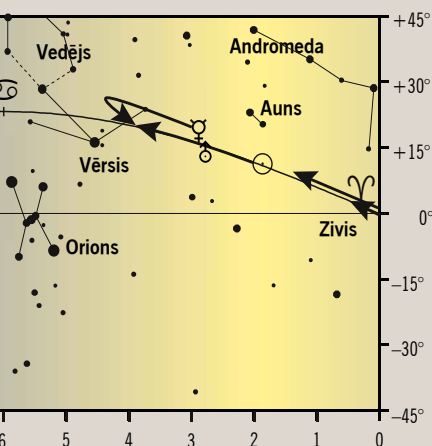
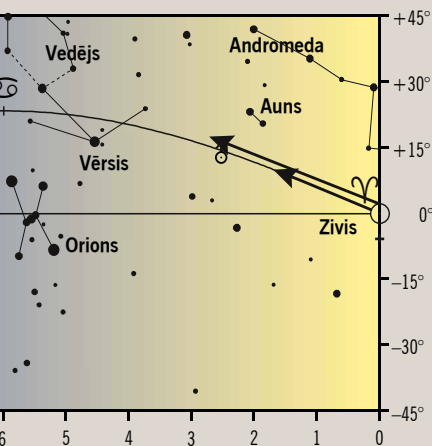


20.04.2022.–21.05.2022.



21.05.2022.–21.06.2022.





avasara beigām. 28. mar-  
tā plkst. 8<sup>h</sup> Mēness paies ga-  
rām 5° uz leju, 26. aprīlī plkst.  
3<sup>h</sup> 5° uz leju un 25. maijā  
plkst. 0<sup>h</sup> 3,5° uz leju no Marsa.

Pavasara sākumā **Jupiters** atradīsies Ūdensvīra zvaigznājā un nebūs novērojams. Aprīļa vidū tas pāries uz Zivju zvaigznāju, kur tas uzturēsies atlikušo pavasari. Maija otrajā pusē un jūnijā Jupiters nedaudz būs redzams rīta stundās. Tā spožums jūnija sākumā būs -2<sup>m</sup>,3 un redzamais ekvatoriālais diametrs -38". 30. martā plkst. 20<sup>h</sup> Mēness paies garām 4° uz leju, 27. aprīlī plkst. 14<sup>h</sup> 4° uz leju un 25. maijā plkst. 5<sup>h</sup> 4° uz leju no Jupitera.

Pašā pavasara sākumā **Saturns** nebūs redzams. Aprīļa otrajā pusē un maijā tas nedaudz būs novērojams rīta stundās, jūnijā – nakts otrajā pusē. Tā spožums šajā laikā būs +0<sup>m</sup>,7. Redzamību gan traucēs gaišās nakts. Visu šo laiku Saturns atradīsies Mežāža zvaigznājā. 28. martā plkst. 17<sup>h</sup> Mēness paies garām 5° uz leju, 25. aprīlī plkst. 2<sup>h</sup> 5° uz leju, 22. maijā plkst. 10<sup>h</sup> 5° uz leju un 18. jūnijā plkst. 17<sup>h</sup> 5° uz leju no Saturna.

Pavasara un aprīļa sākumā **Urāns** vēl būs nedaudz novērojams vakaros, neilgu laiku pēc Saules rieta. No aprīļa vidus līdz pat pavasara beigām tas nebūs redzams, jo 5. maijā būs konjunkcijā ar Sauli. Šajā laikā Urāns atradīsies Auna zvaigznājā. 3. aprīlī

plkst. 20<sup>h</sup> Mēness paies garām 1,5° uz leju, 1. maijā plkst. 7<sup>h</sup> 1° uz leju un 28. maijā plkst. 16<sup>h</sup> 1° uz leju no Urāna.

## APTUMSUMI

### Daļējs Saules aptumsums 30. aprīlī

Šis aptumsums būs redzams Dienvidamerikas dienvidos, Klusā okeāna dienvidu daļā un Dienvidu okeānā. Aptumsuma maksimālais daļējās fāzes lielums būs 0,6389. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

### Pilns Mēness aptumsums 16. maijā

Šis aptumsums būs redzams Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā, Rietumeiropā, Rietumāfrikā un Atlantijas okeānā. Latvijā mazliet būs redzams aptumsuma sākums. Aptumsuma gaita Latvijā: pusēnas fāzes sākums 4<sup>h</sup>32<sup>m</sup>, Saules lēkts Rīgā 5<sup>h</sup>04<sup>m</sup>, Mēness riets Rīgā 5<sup>h</sup>06<sup>m</sup>, daļējās fāzes sākums 5<sup>h</sup>28<sup>m</sup>.

## MAZĀS PLANĒTAS

2022. gada pavasarī mazās planētas nebūs opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožākas par +9<sup>m</sup>.

## KOMĒTAS

### C/2021 03 (Panstarrs) komēta

Šī komēta 2022. gada 21. aprīlī būs perihēlijā. Aprīļa otrajā pusē un maija pirmajā pusē tā būs ļoti novērojama ar binokli vai teleskopu un, iespējams, būs redzama pat ar neapbruņotu aci. Komētas efemerīda dota 0<sup>h</sup> pēc pasaules laika.



Datums	Rektascensija <sub>2000</sub>	Deklinācija <sub>2000</sub>	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. I.
15.04.	2 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	-0°22'	1,197	0,345	6,3
20.04.	2 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	+2°21'	1,003	0,289	5,1
25.04.	3 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	+9°19'	0,816	0,314	5,0
30.04.	3 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	+21°01'	0,682	0,400	5,7
5.05.	3 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	+35°37'	0,614	0,508	6,5
10.05.	4 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	+50°31'	0,602	0,622	7,3
15.05.	4 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>	+63°36'	0,734	0,734	8,2
20.05.	5 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	+73°47'	0,685	0,843	8,9

## MĒNESS

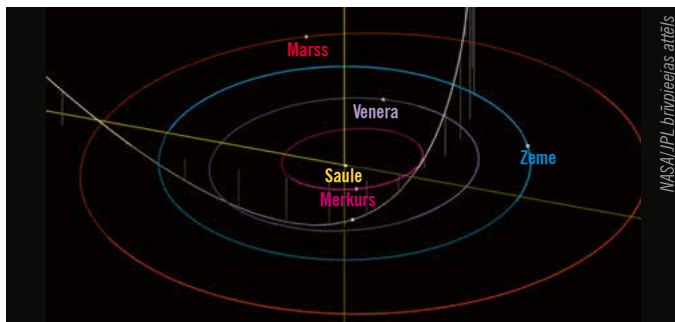
### Mēness perigejā un apogejā

**Perigejā:** 24. martā plkst. 2<sup>h</sup>;  
19. aprīlī plkst. 18<sup>h</sup>;  
17. maijā plkst. 18<sup>h</sup>;  
15. jūnijā plkst. 2<sup>h</sup>.

**Apogejā:** 7. aprīlī plkst. 23<sup>h</sup>;  
5. maijā plkst. 16<sup>h</sup>;  
2. jūnijā plkst. 3<sup>h</sup>.

### Mēness fāzes

- Jauns:
  - 1. aprīlī 9<sup>h</sup>24<sup>m</sup>;
  - 30. aprīlī 23<sup>h</sup>28<sup>m</sup>;
  - 30. maijā 14<sup>h</sup>30<sup>m</sup>.
- Pirmais ceturksnis:
  - 9. aprīlī 9<sup>h</sup>47<sup>m</sup>;
  - 9. maijā 3<sup>h</sup>21<sup>m</sup>;
  - 7. jūnijā 17<sup>h</sup>48<sup>m</sup>.
- Pilnmēness:
  - 16. aprīlī 21<sup>h</sup>55<sup>m</sup>;
  - 16. maijā 7<sup>h</sup>14<sup>m</sup>;
  - 14. jūnijā 14<sup>h</sup>51<sup>m</sup>.
- Pēdējais ceturksnis:
  - 25. martā 7<sup>h</sup>37<sup>m</sup>;
  - 23. aprīlī 14<sup>h</sup>56<sup>m</sup>;
  - 22. maijā 21<sup>h</sup>43<sup>m</sup>;
  - 21. jūnijā 6<sup>h</sup>10<sup>m</sup>.



Komētas C/2011 O3 (Panstarrs) trajektorija Saules sistēmas iekšējā daļā

### METEORI

**Pavasars** ir novērojamas trīs vēra ņemamas meteoru plūsmas.

**Lirīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 16. līdz 30. aprīlim. 2022. gadā maksimums gaidāms 22. aprīlī plkst. 22<sup>h</sup>, kad plūsmas intensitāte var būt apmēram 15–20 meteoru stundā (reizēm var pārsniegt pat 90 meteorus stundā).

**Pī Puppīdas.** Šī plūsma novērojama laikā no 15. līdz 28. aprīlim. 2022. gadā maksimums gaidāms 24. aprīlī

plkst. 3<sup>h</sup>. Intensitāte ir mainīga un reizēm var sasniegt 40 meteoru stundā, tomēr plūsma daudz labāk novērojama dienviņu puslodē.

**Eta Akvarīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir no 19. aprīļa līdz 28. maijam. 2022. gadā maksimums gaidāms 6. maijā plkst. 11<sup>h</sup>. Plūsmas intensitāte var sasniegt pat 85 meteorus stundā. Tomēr reāli novērojama meteoru skaits pie mums ir daudz mazāks, jo arī šī plūsma labāk novērojama dienviņu platuma grādos.

### Mēness aizklāj spožākās zvaigznes un planētas

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
13.05.2022.	Jaunavas gamma	2 <sup>m</sup> ,8	4 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	4°–0°	87%
16.06.2022.	Strēlnieka tau	3 <sup>m</sup> ,3	0 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	0°–3°	97%

# ABONĒ ŽURNĀLU ZVAIGŽNOTĀ DEBESS

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR  
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!



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

ŽURNĀLS IZNĀK ČETRAS REIZES GADĀ: MARTĀ, JŪNIJĀ, SEPTEMBRĪ UN DECEMBRĪ  
2022. gada abonementa cena 9,00 EUR

**ABONĒ**

**LATVIJAS PASTA NODAĻĀS**

**VAI INTERNETĀ: PASTS.LV**

**ABONĒŠANAS INDEKSS**

**LATVIJAS PASTĀ: 2214**

ISSN 0135-129X



0 1 >

Cena 3,00 €