

# Zvaigžņotā 2022 VASARA

# DEBESS

JAUNS zvaigžņu  
uzliesmojumu  
veids

Asteroīds  
LATVIJAS  
UNIVERSITĀTEI

Un ja nu laiks  
NEEKSIĒ?

Sacensības jau  
50 GADUS

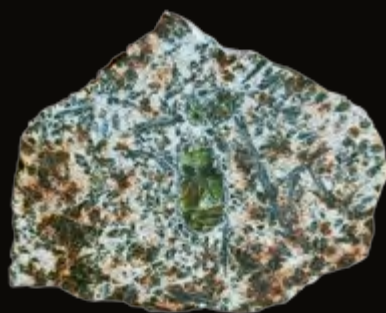
Izdevējs



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE

Karš pārtrauc  
sadarbību kosmosā

22. lpp.

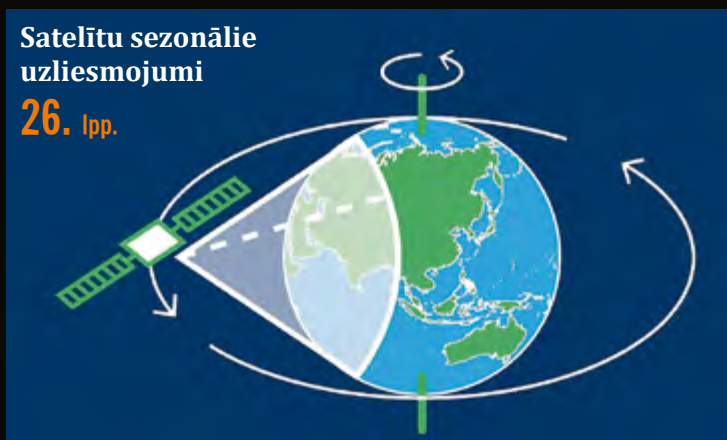


Meteorīti  
Āfrikas tuksnešos

20. lpp.

Satelītu sezonālie  
uzliesmojumi

26. lpp.



Kurp doties vasarā?

42. lpp.

Uzvarētāja stratēģija

11. lpp.



Veltījums teleskopu  
konstruktoram

44. lpp.

ZVAIŽŅOTĀ DEBESS

2022. GADA VASARA (256)

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 Zārāne,

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 drukā

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

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

**Uz 1. vāka:** Pārskatot Habla kosmiskā tele-  
skopa agrāk iegūtos uzņēmumus, atrasts ob-  
jekts GNz7q, kas, ļoti iespējams, ir ātri au-  
gošs melnais caurums agrīnajā Visumā  
750 miljonus gadus pēc Lielā Sprādziena.  
Tas palīdzēs saprast, kā Visumā veidojās  
supermasīvi melnie caurumi. Mākslinieka  
zīmējums, ESA/Hubble, N. Bartmann

**Uz 4. vāka:** Viena no 64 radioteleskopa *MeerKAT*  
antenām Dienvidāfrikā. Katras antenas diametrs  
ir 13,5 metri. Radioteleskops *MeerKAT* sāka  
darbu 2018. gadā un veicis dažādus atklājumus,  
par kuriem rakstīts arī *Zvaigžnotajā Debess*.  
Angļu valodā *meerkat* nozīmē surikats – labi  
pazīstams Āfrikas tukšnešu un pustuksnešu  
dzīvnieks. Morganoshell, CC BY-SA 4.0

## SATURS

### AKTUĀLI

**Jaunami īsumā.** *Ilgonis Vilks, Mārtiņš Gills* 2

### VISUMA IZPĒTE

**Laipni lūgta, mikronova!** *Mārtiņš Gills* 8

### OLIMPISKAIS IZAICINĀJUMS

**Simetrija spēlēs.** *Sagatavojusi Maruta Avotiņa* 11

### ZINĀTNES SASNIEGUMI

**Fiziķi un filozofi uzskata, ka laiks var neeksistēt,  
bet tas ir nieks.** *Sems Barons, tulkojis Ilgonis Vilks* 12

**Kas ir laiks?** *Ilgonis Vilks* 15

### METEORĪTI TUVLĀNĀ

**Ergčēkas meteorīts.** *Kārlis Bērziņš* 20

### KOSMISKIE LIDOJUMI

**Karš un kosmos.** *Raitis Misa* 22

### AMATIERU ASTRONOMIJA

**Ģeostacionāro satelītu uzliesmojumi.**  
*Ilgonis Vilks* 26

### FOTOSTĀSTS

**Zodiakālā gaisma.** *Ilgonis Vilks* 32

### ASTRONOMIJA SKOLĀ

**Astronomijas olimpiādei pusgadsimts.**  
*Ilgonis Vilks* 34

### MOBILĀ LIETOTNE

**Diena un nakts visā pasaulē.** *Mārtiņš Gills* 41

### ASTROVIETA

**Bristenes observatorija.** *Jānis Kaminskis* 42

### LATVIJAS ZINĀTNIKI

**Satelītu teleskopiem veltīts mūžs.**  
**Māris Ābele (1937–2022).** *Ilgonis Vilks* 44

### ATSKATS VĒSTURĒ

**Satelītu fotogrāfiskie novērojumi Rīgā.**  
*Ilgonis Vilks* 46

### ATSKATS VĒSTURĒ

**Volfs Višņaks, Marss un Latvija.** *Jānis Kauliņš* 54

### DEBESS APSKATS

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

# Jaunumi īsumā

NASA/JPL-Caltech

Asteroīdu josla mākslinieka skatījumā. Viens no šiem asteroīdiem varētu būt *Latuni*

## ASTEROĪDS PAR GODU LATVIJAS UNIVERSITĀTEI

2022. gada aprīlī asteroīdam Nr. 567580 par godu Latvijas Universitātei piešķirts nosaukums *Latuni*, kas ir saīsinājums no vārdiem "Latvijas Universitāte". Nosaukuma piešķiršanas pamatojumā teikts: "Jau vairāk nekā 100 gadus Latvijas Universitāte ir populārākā augstskola Latvijā. Desmitiem astronomu un desmitiem tūkstošu jauniešu citās studiju jomās ir pateicīgi universitātei

par sniegtajām zināšanām." Asteroīdu *Latuni* 2017. gada 23. oktobrī Baldones Astrofizikas observatorijā atklāja Latvijas Universitātes Astronomijas institūta vadotais pētnieks Ilgmārs Eglītis, tā orbītu aprēķināja lietuviešu astronoms Kazimirs Černis. Jaunais ar Latviju saistītais debess ķermenis atrodas galvenajā asteroīdu joslā. Tā vidējais attālums no Saules ir 3,15 astronomiskās vienības (471 miljoni kilometru), un vienu apriņķojumu ap Sauli tas veic

5,59 gados. Spriežot pēc asteroīda spožuma un iespējamās gaismas atstarošanas spējas, *Latuni* diametrs ir apmēram 1,5 kilometri. Ilgmārs Eglītis komentē: "Atklāšanas brīdī asteroīds atradās Perseja zvaigznājā un bija 21. zvaigžņlieluma objekts. Šādu nosaukumu atklātajam asteroīdam rosināju dot pateicībā visiem Latvijas Universitātes pedagogiem, kuri man un daudziem citiem jauniešiem devuši savas zināšanas turpmākajam pētniecības darbam." 🚀

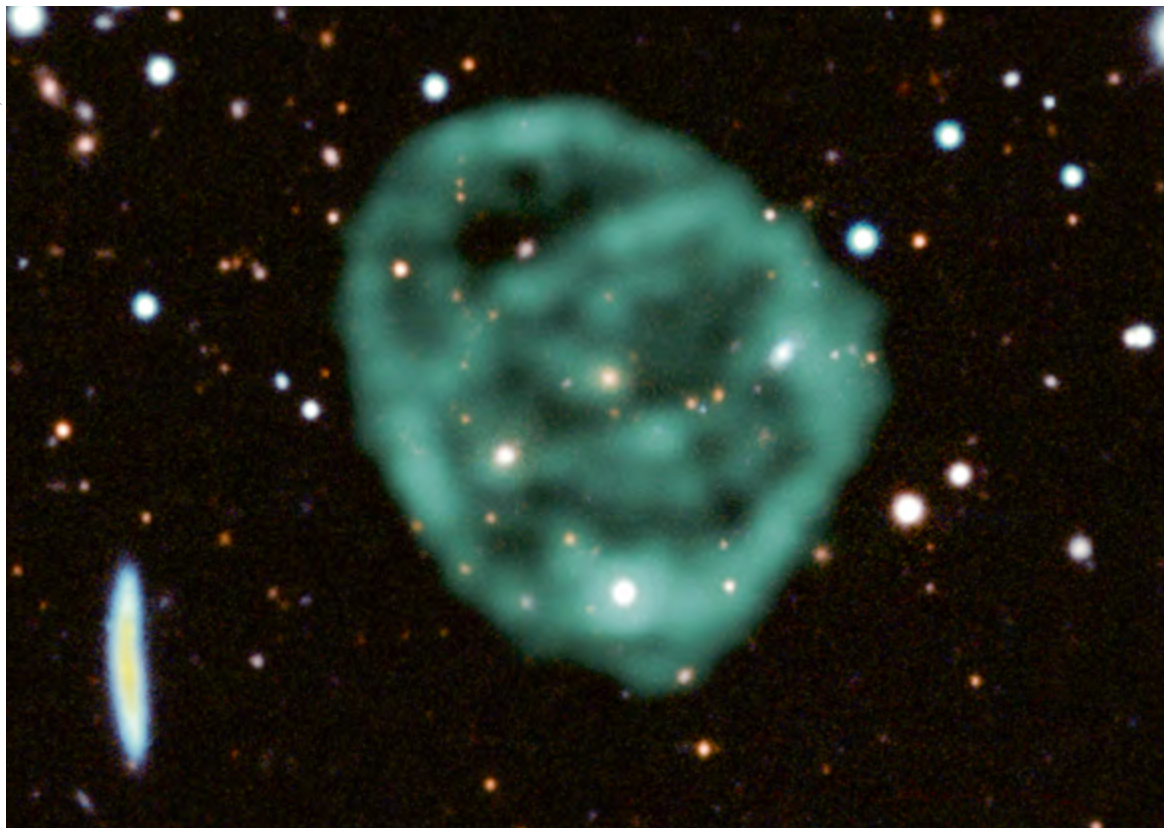


## KOSMISKIE ORKI

Nepietiek ar to, ka vēl nav līdz galam skaidri, piemēram, ātro radiouzliesmojumu cēloņi, Visums ir sagādājis radioastronomiem jaunu mīklu – divainos radioapļus (*odd radio circle*, ORC), kas izstaro radioviļņus, bet nav saskatāmi redzamajā gaismā, ultravioletajā vai rentgena starojumā. Pirmais atklāts 2019. gadā, šobrīd zināmi pieci apļi. Trim no tiem centrā atrodas galaktika, kas liek domāt, ka galaktika ir to izcelsmes avots. 2022. gada martā publicēts detalizēts divainā radioapļa J2103-6200 attēls, kas iegūts ar *MeerKAT* radioteleskopu tīklu Dienvidāfrikā. Apļi ir ļoti lieli, ap miljonu gaismas gadu diametrā. Domājams, ka tie ir sasnieguši šādu izmēru

aptuveni miljarda gadu laikā, visādā ziņā tie ir kļuvuši lielāki par savām galaktikām. Šobrīd ir trīs dominējošās teorijas, kas skaidro radioapļu veidošanos. Tie varēja rasties spēcīgā sprādzienā, kas notika galaktikas centrā, piemēram, saplūstot diviem supermasīvajiem melnajiem caurumiem. Var būt, ka tos radījušas lielas enerģijas daļiņas, kas izsviestas no galaktikas centra. Tos varēja arī radīt triecienvilnis, kas izpletās uz visām pusēm no intensīvas zvaigžņu veidošanās zonas. Lai tiktu skaidrībā par divaino radioapļu dabu, nepieciešami turpmāki pētījumi. 🚀

Divainais radioaplis J2103-6200 kopā ar fona galaktikām





ESO/L. Calçada

Zvaigzne-vampīrs (priekšplānā) nosūkusi atmosfēru no tālākās zvaigznes. Mākslinieka skatījums

## MELNĀ CAURUMA VIETĀ “VAMPĪRS”

Interesants pavērsiens noticis ar potenciālu melno caurumu dubultzvaigžņu sistēmā HR 6819. 2020. gadā Eiropas Dienvidu observatorijas astronoma Tomasa Riviniusa (*Rivinius*) vadītā astronomu komanda paziņoja, ka šī 1000 gaismas gadu attālā zvaigžņu sistēma varētu sastāvēt no trim zvaigznēm – melnā cauruma, zvaigznes ar

40 diennakšu apriņķošanas periodu un trešo zvaigzni ar ilgāku apriņķošanas periodu. Bet Jūlija Bodenšteinere (*Bodensteiner*) no Lēvenes Katoļu universitātes Beļģijā izvirzīja hipotēzi, ka tā tomēr varētu būt tikai divu zvaigžņu sistēma, kurā viena zvaigzne riņķo ap otru. Lai atrisinātu zinātnisko strīdu, abu astronomu komandas apvienoja spēkus un ieguva papildu datus ar Eiropas Dienvidu observatorijas ļoti

lielā teleskopa (VLT) interferometru. 2022. gada sākumā viņi secināja, ka HR 6819 tomēr ir divu mijiedarbībā esošu zvaigžņu sistēma, kurā viena zvaigzne uzvedusies gluži kā vampīrs – nosūks blakus zvaigznes atmosfēru. Šādas zvaigžņu sistēmas nav retums, tomēr situācija parāda, ka astronomijā pētnieku starptautiskā sadarbība ir ļoti vērtīga, jo novērojumu rezultātus iespējams interpretēt atšķirīgi. 🦋

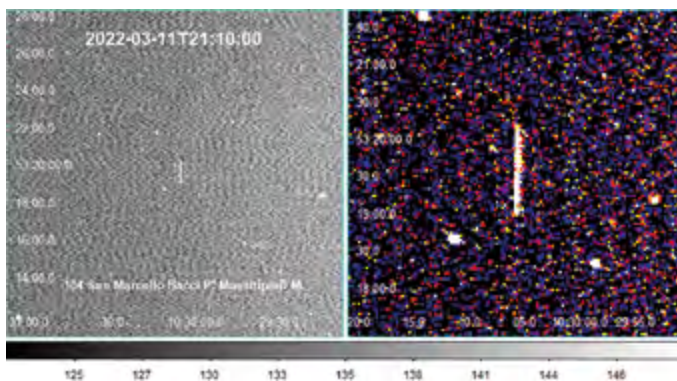
## TUVS ASTEROĪDS UN TĀLS METEORS

2022. gada 11. marta vakarā ungāru astronoms Kristians Sarņeckis (*Sárneczky*) atklāja nelielu asteroīdu,

precīzāk sakot – meteoroīdu 2022 EB5. Jau pēc divām stundām tas ietriecās Zemes atmosfērā netālu no Islandes, radot spožu ugunsbumbu. Triecienu reģistrēja

infraskaņu uztverošās stacijas Grenlandē un Norvēģijā. Sprādziena enerģija bija ekvivalenta divām kilotonnām trotila, un to radījušais ķermenis sākotnēji bija apmēram

trīs metru diametrā. Tas ir tikai piektais gadījums, kad asteroīdu atklāj neilgi pirms tā sadursmes ar Zemi, bet tas uzskatāmi nodemonstrēja, ka astronomi arvien labāk spēj "pārtvert" Zemei draudošos kosmiskos objektus. Ne tik skaļš burtiskā nozīmē, taču svarīgs notikums norisinājās 2014. gadā, kad kāds apmēram 40 centimetrus liels meteoroīds sadega Zemes atmosfērā. Ar ko šis konkrētais "debess akmens" bija tik nozīmīgs? Amerikāņu astrofizikā Amirs Siradžs (*Siraj*) un Ābrams Lēbs (*Loeb*) nesenzanalizēja tā orbītu un secināja, kas tas nav nācis no Saules sistēmas, bet atlidojis



P. Bacci, M. Maestripieri

Asteroīdu 2022 EB5P nofotografēja 12 minūtes pirms tā ietriekšanās Zemes atmosfērā. Pa labi – apstrādāts attēls

no starpzvaigžņu telpas. Tā ātrums attiecībā pret t. s. vietējo miera stāvokļa standartu bija  $58 \pm 6$  kilometri sekundē. Tas ļāva secināt,

ka meteoroīds atlidojis no mūsu Galaktikas diska ārējās daļas, t. s. biezā diska, taču var tikai minēt, pie kurās zvaigznes tas ir radies. 🚀

## DIMANTI UZ MERKURA?

No Zemes grupas planētām tikai Merkura virsma nav būtiski mainījusies pēdējo četrus miljardu gadu laikā. Protams, atmosfēras neieskauto Merkuru visu šo laiku ir bombardējuši meteorīti, tāpēc virsma ir noklāta ar krāteriem. Saliekot kopā šos faktus, planetologs Kevins Kanons (*Cannon*) izvirzīja hipotēzi, ka meteorītu triecienos uz Merkura ir veidojušies dimanti. Kā zināms, dimanti (kristālisks ogleklis) rodas augstā temperatūrā un augstā spiedienā. Meteorītu triecieni šādus apstākļus rada. Taču dimantu "ražošanai" nepieciešams oglekļa avots. Merkura virsmas pētījumi un eksperimenti ar izkausētiem ieziem liek domāt, ka planētas



NASA brīvpieejas attēls

Meteorītu triecienu izrotātā Merkura virsma. Iespējams, ka šajos krāteros atrodami dimanti

veidošanās laikā izkusušajā ārējā slānī radās grafiņa čaulla. Grafiņš ir vēl viens oglekļa veids. Veicot meteorītu triecienu datormodelēšanu un pieņemot, ka grafiņa čaullas biezums bija 300 metri, Kevins Kanons novērtēja, ka uz Merkura virsmas

varēja izveidoties 16 reizes vairāk dimantu (pēc masas) nekā uz visas mūsu planētas. Tiesa, ne visi varēja saglabāties, jo daļu iznīcināja atkārtoti meteorītu triecieni. Taču, ja reiz dimants ir izveidojies, tas ir ļoti izturīgs – dimanta kušanas temperatūra

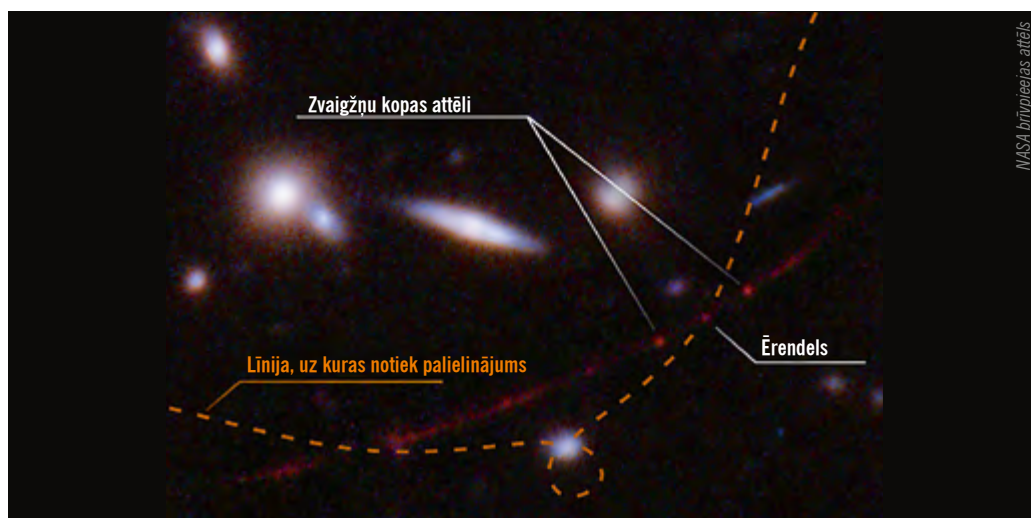
pārsniedz 4000 grādu pēc Celsija. Hipotēzi varēs pārbaudīt 2025. gadā, kad pie Merkura ieradīsies zonde *BepiColombo*. Dimanti atstāro infrasarkanā starojuma specifiskos viļņu garumos. Kurš pirmais dosies dimantu medībās? 🚀

## TĀLĀKĀ ZVAIGZNE NEATRODAS TĀLĀKAJĀ GALAKTIKĀ

Ar Habla kosmisko teleskopu 2022. gadā Vaļa zvaigznājā atklāta tālākā *atsevišķi izšķīramā* zvaigzne WHL0137-LS, kam dots nosaukums Ērendels (*Earendel*). Gaisma no zvaigznes līdz mums nākusi 12,9 miljardus gadu. Iepriekšējais rekords bija 9,3 miljardi gadu. Atklājumu izdevās veikt, pateicoties gravitācijas lēcai – tuvāk izvietota galaktiku kopa fokusēja un aptuveni tūkstoškārt pastiprināja zvaigznes gaismu.

Galaktika, kurā tā atrodas, nosaukta par Saullēkta Loku (*Sunrise Arc*). Vērtē, ka zvaigzne būs redzama caur gravitācijas lēcu vēl vairākus gadus. Vēl tālāk atrodas tālākais zināmais galaktikas kandidāts HD1, kura gaisma līdz mums nākusi 13,5 miljardus gadu un izstarota tad, kad Visuma vecums bijis tikai 300 miljoni gadu. HD1 atklāts, veicot 1200 stundu ilgu novērojumu ar četriem dažādiem teleskopiem. Atklājums publicēts 2022. gada aprīlī. Objekts HD1 izstaro daudz ultravioletā

starojuma, kas nozīmē, ka tajā norisinās aktīvi procesi. Astronomi domā, ka starojuma iemesls ir supermasīvs melnais caurums galaktikas centrā vai arī ļoti intensīva zvaigžņu veidošanās. Kad viņi novērtēja iespējamo zvaigžņu veidošanas ātrumu, tas izrādījās ļoti augsts. To varētu izskaidrot, ja pieņem, ka galaktikā veidojās *pirmās* paaudzes zvaigznes, kas līdz šim nav atklātas. Abi objekti būs vieni no pirmajiem, ko novēros Džeimsa Veba kosmiskais teleskops. Tad zināsim vairāk. 🚀



Gravitācijas lēca deva iespēju ieraudzīt līdz šim tālāko zvaigzni – Ērendelu





Martijn Oei, CC BY SA 4.0

Alkioneja galaktikas rekordgarās radiostarojuma daivas (oranžas)

## LIELĀKĀ KOMĒTA UN LIELĀKĀ GALAKTISKĀ STRUKTŪRA

Lielums ir relatīvs jēdziens. Komēta 100 kilometru diametrā ir ļoti liela, bet galaktika 100 parseku diametrā ir ļoti maza, kaut arī ir triljoņiem reižu lielāka par komētu. Tomēr katrā astronomisko objektu klasē izmēru diapazons ir svarīgs, un šajā gadījumā tas ir paplašinājies uz augšu. 2021. gadā astronomi paziņoja, ka ar Tumšās enerģijas apskata četrus metru teleskopu atklāta lielākā zināmā komēta – Bernardinelli–Bernšteina komēta C/2014 UN271, kuras

diametrs ir vismaz 120 kilometri. Komēta tuvojas Saulei un 2031. gadā nonāks perihēlijā, taču atradīsies aiz Saturna orbītas. Lielā attāluma dēļ vērā ņemama gāzu un putekļu izplūšana no komētas kodola nav gaidāma, un komēta nebūs redzama ar neapbruņotu aci.

Eiropas radioastronomi, kas izmanto LOFAR radioteleskopu tīklu (viens no tiem atrodas Irbenē, Latvijā), Lūša zvaigznājā 3 miljardu gaismas gadu attālumā ieraudzīja lielāko zināmo galaktisko struktūru – Alkioneja (*Alcyoneus*)

radiogalaktikas radiostarojuma daivas, kas stiepjas 16 miljonu gaismas gadu garumā. Pati radiogalaktika ir salīdzinoši parasta. Tā ir eliptiskā galaktika, kuras centrā atrodas supermasīvs melnais caurums. Melnais caurums divos pretējos virzienos ar lielu ātrumu izsviež gāzu strūkļas, kas, mijiedarbojoties ar starpzvaigžņu vidi, rada sinhrotroņo starojumu radioviļņu diapazonā. Neparasts ir strūkļu milzīgais garums. Piemēram, radiogalaktikai Centaura A tās ir “tikai” vienu miljonu gaismas gadu garas. 🚀

Mikronova mākslinieka skatījumā. Parādīts uzliesmojums magnētisko polu rajonā

# Laipni lūgta, mikronova!

DAŽĀDU VEIDU "NOVU" SARAKSTU PAPILDINA JAUNA VEIDA ZVAIGŽŅU  
UZLIESMOJUMS – MIKRONOVA. TĀ IZDALA MAZĀK ENERĢIJAS NEKĀ  
KLASISKĀ NOVA, BET JOPROJĀM IR ENERĢIJAS PILNS NOTIKUMS,  
KAS LĪDZ ŠIM BIJA PALICIS NEPAMANĪTS.

**E**iropas Dienvidu observatorijas (ESO) preses ziņojumā 2022. gada aprīlī *eso2207* astronoma Simona Skarindži (*Scaringi*) vadītā grupa paziņoja par jauna veida zvaigžņu uzliesmojumu, kam uzreiz deva nosaukumu

“mikronova”. Pētnieks saka: “Parādība izaicina mūsu izpratni par to, kā zvaigznēs notiek kodoltermiskie sprādzieni. Mēs domājam, ka to zinām, bet šis atklājums parāda pilnīgi citu veidu, kā tas notiek.”

Salīdzinājumā ar novu – gadsimtiem zināmo zvaigžņu

sprādziena veidu – mikronova izdala mazāk enerģijas, tomēr abu uzliesmojumu pamats ir baltie punduri, mirušas zvaigznes, kuru masa līdzinās aptuveni Saulei, bet izmērs – Zemei. Dubultzvaigžņu sistēmā baltais punduris no cieši blakus esošās zvaigznes

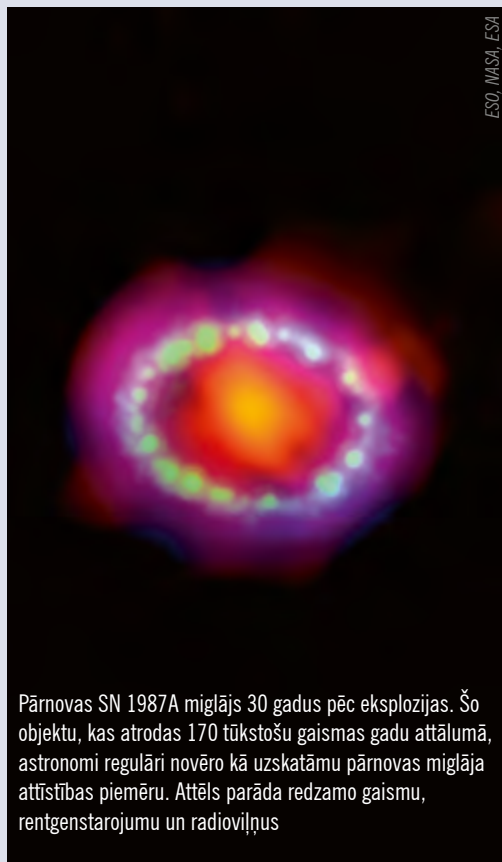
## “NOVU” KLASIFIKĀCIJA

**Nova** ir vairākas nedēļas vai mēnešus novērojama spoža zvaigzne pie debess. Klasiskās novas veidojas dubultzvaigžņu sistēmās, kur abas zvaigznes atrodas tuvu viena otrai. Viena zvaigzne ir baltais punduris, kas no otras zvaigznes pārvelk vielu, galvenokārt ūdeņradi. Kad ap balto punduri sakrājas pietiekams daudzums ūdeņraža, sākas kodolsintēzes process, kas, enerģijai izdaloties, aug plašumā. Tas noved pie lavīnveida kodoltermiskās reakcijas. Novas enerģija ir 10 000–100 000 reizu lielāka par apjomu, ko Saule izstaro gada laikā. Ja dubultzvaigžņu sistēma saglabājas, pēc kāda laika tā var atkārtoti radīt novu.

**Kilonova** notiek gadījumos, kad saplūst divi kompakti objekti – divas neitronu zvaigznes vai neitronu zvaigzne un melnais caurums. Kā liecina nosaukums, parādība ir apmēram 1000 reizu spožāka par klasisko novu.



**Pārnova** (angļu val. – *supernova*) ir notikums, kurā izdalās apmēram 10–100 reizu lielāka enerģija nekā kilonovai. Ieida pārnova rodas, kad dubultsistēmā baltais punduris ir uzņēmis pārlietu daudz vielas no blakus esošās zvaigznes. Atšķirībā no novas kodoltermiskā reakcija notiek baltā pundura kodolā, kas ar sprādzienu izsviež ārējo slāni, bet pati zvaigzne var pārtapt par neitronu zvaigzni. II veida pārnovas rodas gadījumos, kad masīvas zvaigznes centrālajā daļā notiek gravitācijas kolaps un kodoltermiskās reakcijas rada spēcīgu sprādzienu. No atlikušā kodola izveidojas neitronu zvaigzne vai melnais caurums.



**Hipernova** pēc izdalītās enerģijas ir līdz pat 100 reizu jaudīgāka par pārnovu, zvaigznes atlikums pārtop melnajā caurumā. Hipernovas saista ar gamma starojuma uzliesmojumiem.

var pārvilkt pie sevis tās vielu, pamatā ūdeņradi. Šāda gāze uzkrājas uz baltā pundura karstās virsmas. Kad tiek sasniegts kritiskais līmenis, ūdeņraža atomi kodolsintēzes ceļā pārtop par hēliju, un notiek eksplozija. Novas kodoltermiskais sprādziens aptver visu zvaigznes virsmu, un baltais punduris strauji, bet vienmērīgi iemirdzas uz vairākām nedēļām. Mikronovas gadījumā sprādziens notiek mazākā apjomā un īsāku laiku – tikai dažas stundas.

Pašreizējā izpratne par norises mehānismu rāda, ka mikronovas rodas tikai uz baltajiem punduriem, kam ir spēcīgs magnētiskais lauks, tāds, kas koncentrē no blakus

zvaigznes saņemto materiālu un novirza to uz zvaigznes magnētiskajiem poliēm. Un tas arī ir pētījuma galvenais secinājums, ka ūdeņraža kodolsintēze var notikt lokalizēti – tikai magnētisko polu rajonā. Tā kā šo nelielo sprādzienu enerģija ir aptuveni miljonā daļa no novas izdalītās, tika izvēlēts priekšlikums “mikro”, kas izveidoja jauno terminu “mikronova”. Protams, zvaigžņu kontekstā “mikro” nenozīmē kaut ko mazu. Vienā uzliesmojumā sadeg ap 1/3000 Mēness masas.

Vai mikronova ir eksotiska parādība, kuru astronomiem izdosies novērot tikai reizi dažos gados? Šķiet, ka tā ir samērā bieži sastopama,

tomēr īsā mūža dēļ to ir grūti noķert tieši norises laikā. Pirmo reizi šādu notikumu reģistrēja NASA kosmiskā observatorija TESS, kuras pamatā mērķis ir meklēt citplanētas ar tranzīta metodi. Starp TESS iegūtajiem datiem bija virkne dažas stundas garu uzplaisnījumu, kas nesaistījās ar citplanētu tranzītiem. Trīs gadījumus astronomi izpētīja detalizētāk un secināja, ka tie ir zvaigžņu uzliesmojumi. Divas zvaigznes bija jau zināmi baltie punduri, bet trešās zvaigznes piederību pie baltajiem punduriem apstiprināja ESO Ļoti liels teleskops. Ja ilgstoši pētītu kādu debess apgabalu, noteikti izdotos atrast vēl citas mikronovas. 🦋

## 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 vasaras numuram veltītais pasākums  
*Atveram Zvaigžņoto Debessi* notiek

**16. jūnijā plkst. 17.00**

Lai pieslēgtos, tīmekļa pārlūkā izmanto saiti:  
[meet.google.com/kdx-rxtu-oin](https://meet.google.com/kdx-rxtu-oin)

## Nenokavē!

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

Sagatavojusi MARUTA AVOTIŅA

# Simetrija spēlēs

Pixabay  
brīvpieejas  
attēls

Katrs spēlētājs sāk spēli ar mērķi uzvarēt. Lai uzvarētu, ir saprātīgi balstīties uz spēles stratēģiju, tas ir, uz paņēmieni kopumu, kas balstās uz loģiskiem spriedumiem un nosaka katra spēlētāja rīcību spēles laikā.

Raksturīgākā kļūda šādos uzdevumos ir viena vai dažu atsevišķu gadījumu apskatīšana, neņemot vērā visus iespējamus spēlētāju gājienu. Izstrādājot uzvarošu stratēģiju, tajā jāiekļauj visas iespējamās situācijas.

Katru no turpmākajām spēlēm spēlē divi spēlētāji. Gājienu izdara pamišus. Spēlētājs nedrīkst izlaist gājienu. Katrā spēlē ir jānoskaidro, kurš spēlētājs – pirmais spēlētājs (tas, kurš izdara pirmo gājienu) vai otrais spēlētājs (tas, kurš izdara otro gājienu) – vienmēr var uzvarēt neatkarīgi no tā, kādus gājienu veic pretinieks.

## IEGAUMĒ!

Ja uzdevumā ir jautājums “Kurš vienmēr var uzvarēt?”, tad atrisinājumā ir jāapskata, kā rīkoties pilnīgi visās iespējamajās situācijās, lai panāktu prasīto rezultātu. Nepietiek apskatīt tikai vienu vai dažus “labvēlīgākos” gadījumus.

### ATKLĀTĀ MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDE, 5. KLASE, 2018./2019. MĀCĪBU GADS

1. Uz galda ir divas vāzes ar tulpēm – vienā vāzē ir 46 tulpes, otrā – 43 tulpes. Divi spēlētāji pamišus ņem no vāzēm ārā tulpes. Vienā gājienā viens spēlētājs izvēlas kādu no šīm vāzēm un no tās izņem vai nu vienu, vai trīs tulpes. Zaudē tas spēlētājs, kuram vairs nav ko paņemt. Kurš spēlētājs – pirmais vai otrais – vienmēr var uzvarēt?

### ATKLĀTĀ MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDE, 8. KLASE, 2018./2019. MĀCĪBU GADS

2. Divi spēlētāji pamišus izvieto kauliņus  $6 \times 6$  vienību lielas tabulas rūtiņās. Vienā gājienā var aizpildīt vai nu vienu, vai vairākas tukšas rūtiņas, kuras atrodas vai nu vienā rindā, vai vienā kolonnā. Tas spēlētājs, kurš nevar izdarīt gājienu, zaudē. Kurš spēlētājs – pirmais vai otrais – vienmēr var uzvarēt?

### ATKLĀTĀ MATEMĀTIKAS OLIMPIĀDE, 10. KLASE, 2018./2019. MĀCĪBU GADS

3. Dots taisnstūris, kas sastāv no  $90 \times 19$  rūtiņām. Vienā gājienā spēlētājs var aizkrāsot  $n \times n$  rūtiņu kvadrātu (piemēram,  $1 \times 1$ ,  $2 \times 2$  utt.), kura visas rūtiņas nav aizkrāsotas. Zaudē tas, kurš nevar izdarīt gājienu. Kurš spēlētājs – pirmais vai otrais – vienmēr var uzvarēt?

### Vairāk par simetriju spēlēs lasi:

A. Andžāns, A. Reihanova, L. Ramāna, B. Johannessons. “Invariantu metode”, Rīga, 1997; nodaļa “Invarianti spēlēs”. Pieejams: <https://www.nms.lu.lv/arhivs-un-materiali/gramatas/tematiskas-gramatas/>  
M. Avotiņa, A. Zīlīte. “Tematiskie uzdevumi matemātikas olimpiādēs”. Rīga, Latvijas Universitāte, 2019.  
LU A. Liepas Neklātienes matemātikas skola [https://www.nms.lu.lv/arhivs-un-materiali/gramatas/Uzdevumu\\_kra\\_jumu\\_beigās\\_dots\\_uzdevumu\\_sadalījums\\_pa\\_tēmām\\_kur\\_var\\_sameklēt\\_papildu\\_uzdevumus\\_par\\_simetriju](https://www.nms.lu.lv/arhivs-un-materiali/gramatas/Uzdevumu_kra_jumu_beigās_dots_uzdevumu_sadalījums_pa_tēmām_kur_var_sameklēt_papildu_uzdevumus_par_simetriju).

# Fiziķi un filozofi uzskata, ka laiks var neeksistēt, bet tas ir nieks



VAI LAIKS PASTĀV? ATBILDE UZ ŠO JAUTĀJUMU VAR ŠĶIST  
ACĪMRREDZAMA – PROTAMS, KA LAIKS EKSISTĒ! VIENKĀRŠI  
PASKATĪETIES KALENDĀRĀ VAI PULKSTENĪ. BET FIZIKAS TEORIJU  
ATTĪSTĪBA LIECINA, KA LAIKA NEESAMĪBA IR REĀLA IESPĒJA,  
TURKLĀT TĀDA, KAS MUMS BŪTU JĀUZTVER NOPIETNI. KĀ TAS  
VAR BŪT, UN KO TAS NOZĪMĒTU? VAJADZĒS NEDAUDZ LAIKA, LAI  
PASKAIDROTU, BET NEUZTRAUCĪETIES. PAT JA LAIKS NEPASTĀV,  
MŪSU DZĪVE TURPINĀSIES KĀ PARASTI.

## KRĪZE FIZIKĀ

Fizikā ir krīze. Pēdējos simts gados mēs esam izskaidrojuši Visumu ar divām ļoti veiksmīgām fizikālām teorijām – vispārīgo relativitātes teoriju un kvantu mehāniku. Kvantu mehānika apraksta, kā lietas darbojas neticami niecīgajā daļiņu un to mijiedarbības pasaulē. Vispārīgā relativitātes teorija raksturo gravitācijas ainu kopumā un to, kā kustas priekšmeti. Abas teorijas ļoti labi darbojas pašas par sevi, bet ir zināmā pretrunā viena ar otru. Lai gan konflikta patiesā būtība nav līdz galam skaidra, zinātnieki kopumā piekrīt, ka abas teorijas ir jāaizstāj ar jaunu, vispārīgāku teoriju. Fizikā vēlas radīt “kvantu gravitācijas” teoriju, kas aizstātu vispārīgo relativitātes teoriju un kvantu mehāniku, vienlaikus saglabājot abu teoriju izcilos panākumus. Šāda teorija izskaidrotu, kā gravitācija darbojas miniatūrāajā daļiņu mērogā.

## LAIKS KVANTU GRAVITĀCIJAS TEORIJĀ

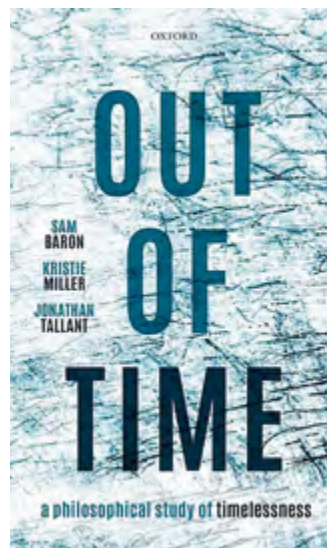
Izrādās, ka izveidot kvantu gravitācijas teoriju ir ārkārtīgi grūti. Viens mēģinājums pārvarēt pretrunas starp abām teorijām ir stīgu teorija. Stīgu teorija aizstāj daļiņas ar stīgām, kas vibrē pat 11 dimensijās. Tomēr stīgu teorijai ir savas grūtības. Tā piedāvā vairākus modeļus, kas apraksta mūsējam tuvu Visumu, taču faktiski nesniedz nekādas skaidras prognozes, ko varētu pārbaudīt, veicot eksperimentus, lai noteiktu, kurš

modelis ir pareizais. 20. gadsimta 80. un 90. gados daudzi fiziķi bija neapmierināti ar stīgu teoriju un nāca klajā ar virkni jaunu matemātisku pieeju kvantu gravitācijai.

Viens no ievērojamākajiem modeļiem ir cilpu kvantu gravitācija, kas pieņem, ka telpas un laika “audums” sastāv no ļoti maziem atsevišķiem gabaliņiem jeb “cilpām”. Viens no būtiskajiem cilpu kvantu gravitācijas teorijas aspektiem – šķiet, ka tā pilnībā likvidē laiku. Cilpu kvantu gravitācija nav vienīgā, kas atsakās no laika, vairākas citas matemātiskās pieejas arī, šķiet, neuztver laiku kā būtisku realitātes aspektu.

## LAIKA PARĀDĪŠANĀS

Tātad mēs zinām, ka ir vajadzīga jauna fizikāla teorija, kas izskaidrotu Visumu, un ka šī teorija var neietvert laiku. Pieņemsim, ka teorija izrādīsies pareiza. Vai no tā izrietēs, ka laiks neeksistē? Tas ir sarežģīti un atkarīgs no tā, ko mēs uzskatām par eksistenci. Fizikas teorijas neietver ne galdus, ne krēslus, ne cilvēkus, un tomēr mēs joprojām pieņemam, ka pastāv galdi, krēslī un cilvēki. Kāpēc? Mēs pieņemam, ka šādi objekti eksistē augstākā līmenī



2022. gadā izdotajā grāmatā *Ārpus laika* autori pirmo reizi sistemātiski analizē mūsdienu filozofijas ideju, ka laiks var neeksistēt, un rūpīgi pēta laika, cēloņsakarības un rīcībspējas attiecības

nekā fizikas aprakstītais līmenis. Mēs sakām, ka, pieņemam, galdi “iznirst” no fizikas, kas apraksta Visumā spietojošās daļiņas. Bet, lai gan mums ir diezgan laba nojausma par to, kā galds varētu būt veidots no pamatdaļiņām, mums nav ne jausmas, kā no kaut kā fundamentālāka varētu tikt izveidots laiks. Ja vien mēs nevaram nākt klajā ar labu izpratni par to, kā rodas laiks, nav skaidrs, vai

”  
CILPU KVANTU GRAVITĀCIJAS TEORIJA NAV VIENĪGĀ, KAS ATSAKĀS NO LAIKA, VAIRĀKAS CITAS TEORIJAS ARĪ NEUZTVER LAIKU KĀ BŪTISKU REALITĀTES ASPEKTU.



Prabav bīrīpleeģas attēls

Ja arī laiks nav Visuma pamatīpašība, tas vēl arvien var rasties no kaut kā fundamentālāka

## ATKLĀJUMS PAR TO, KA LAIKS VAR NEPASTĀVĒT, TIEŠI NEIETEKMĒ MŪSU DZĪVI, TAČU VAR IEVIRZĪT FIZIKU JAUNĀ LAIKMETĀ.

drīkstam vienkārši pieņemt, ka tas pastāv. Laiks, iespējams, nepastāv nevienā līmenī.

### LAIKS UN RĪCĪBSPĒJA

Teikt, ka laiks nepastāv nekādā līmenī, ir tas pats, kā teikt, ka galdu vispār nav. Sadzīvot ar pasauli bez galdiem var būt grūti, bet izprast pasauli bez laika šķiet ļoti postoši. Visa mūsu dzīve ir saistīta ar laiku. Mēs plānojam nākotni, ņemot vērā to, ko zinām par pagātni. Mēs uzskatām, ka cilvēkiem

jābūt morāli atbildīgiem par savu iepriekšējo rīcību, vajadzības gadījumā viņiem vēlāk aizrādot. Mēs uzskatām sevi par subjektiem (būtībām, kas spēj kaut ko izdarīt) daļēji tāpēc, ka varam plānot savu rīcību tā, lai nākotnē notiktu pārmaiņas. Bet kāda jēga rīkoties, lai panāktu pārmaiņas nākotnē, ja nav nākotnes kā tādas? Kāda jēga kādu sodīt par pagātnes rīcību, ja nav pagātnes un tātad acīmredzot nav arī rīcības? Atklājums par to,

ka laika nav, varētu apturēt visu pasauli. Mums nebūtu iemesla izkāpt no gultas.

### RĪKOJAMIES KĀ PARASTI

No šīs nekārtības ir izēja. Lai gan fizika var "likvidēt" laiku, šķiet, ka tā atstāj neskartu cēloņsakarību – izpratni, ka viena lieta var izraisīt citu. Varbūt fizika mums stāsta, ka cēloņsakarība, nevis laiks, ir mūsu Visuma pamatiezīme. Ja tas ir tā, tad rīcībaspēja (*agency*) vēl var izdzīvot. Jo rīcībaspēju iespējams izprast, balstoties uz cēloņsakarību vien. Vismaz tā mēs ar Kristiju Milleri un Džonatanu Talantu spriežam mūsu jaunajā grāmatā. Mēs domājam – atklājums, ka laiks var nepastāvēt, tieši neietekmē mūsu dzīvi, pat ja ievirza fiziku jaunā laikmetā. ✍





Lisa Gielis, Pixabay, brīvpieejams attēls

# Kas ir laiks?

PAR LAIKU SPRIEŽ JAU TŪKSTOŠIEM GADU ILGI,  
BET JOPROJĀM TĀ IR VIENA NO LIELĀKAJĀM ZINĀTNES MĪKLĀM.

**L**aiks ir nepārtraukta eksistences un notikumu secība, kas notiek neatgriezeniski (acīmredzot) virzienā no pagātnes cauri tagadnei uz nākotni. Laiku izmanto dažādos mērījumos, lai veidotu notikumu secību, salīdzinātu notikumu ilgumu vai intervālus starptiem un lai raksturotu izmaiņu ātrumu. Laiku var aprakstīt, novērojot ciklisku notikumu atkārtošanos, piemēram, svārsta vai atomu svārstības. Tā var definēt laika standarta

vienību, tostarp sekundi. Tas ir ļoti noderīgi gan sarežģītu eksperimentu veikšanā, gan ikdienā, taču šāds apraksts neparāda laika būtību.

## LAIKS RIETUMU FILOZOFIJĀ

Rietumu filozofijā 17. un 18. gadsimtā bija divi kontrastējoši uzskati par laiku. Vieni uzskatīja, ka laiks ir daļa no Visuma fundamentālās struktūras, ka tā ir no notikumiem neatkarīga dimensija, kurā notikumi risinās pēc kārtas. Savukārt citi – ka

laiks nav nekāda veida “kontainers”, kuram cauri “pārvietojas” notikumi un objekti. Tā nav arī kāda “plūstoša” vienība, bet līdz ar telpas un skaitļa koncepcijām ir daļa no fundamentālas prāta konstrukcijas, kurā cilvēki sakārto un salīdzina notikumus. Viņi uzskatīja, ka laiks nav ne notikums, ne lieta un tādējādi pats par sevi nav izmērāms. Nav arī iespējams ceļot laikā.

Mūsdienu filozofijas teorija, ko sauc par prezentismu, uztver pagātņi un nākotņi kā



Smilšu pulkstenis uzskatāmi vizualizē laika daļas. Apakšā “atrodas” pagātne, vidū – tagadne, augšā – nākotne

cilvēka prāta veidotas konstrukcijas, nevis kā reālas laika daļas jeb “dimensijas”, kas pastāv līdzās tagadnei. Šī teorija noraida visu tiešo mijiedarbību ar pagātnei vai nākotni, paturot kā taustāmu tikai tagadni. Šis ir viens no filozofiskajiem argumentiem pret ceļošanu laikā. Tas kontrastē ar eternālismu, kurā visas laika daļas – tagadne, pagātne un nākotne – ir reālas, un augšā bloka teoriju, kurā tagadne un pagātne ir reālas, jau tapušas, bet nākotnes vēl nav.

## LAIKS SPECIĀLAJĀ RELATIVITĀTES TEORIJĀ

Īzaks Ņūtons uzskatīja laiku par absolūtu – laiks visur Visumā rit vienādi, visi

novērotāji jebkura notikuma ilgumu izmērīs vienādi. Uz šo Ņūtona ideju par laiku balstās klasiskā mehānika, un tā darbojas pietiekami labi, lai aprakstītu vairāku cilvēku ikdienas pieredzi. Pētot elektrību un magnētismu, 19. gadsimta beigās fizikā radās problēmas ar klasisko laika izpratni.

20. gadsimta sākumā Alberts Einšteins pārskatīja ar laiku un telpu saistītos fizikālos jēdzienus. Fizikā laiktelpa ir jebkurš matemātisks modelis, kas apvieno trīs telpas dimensijas un vienu laika dimensiju vienā četrdimensiju kopumā. Laiktelpas diagrammas var izmantot, lai vizualizētu ar kustību saistītus

efektus, piemēram, kāpēc dažādi novērotāji atšķirīgi uztver, kur un kad norisinās notikumi. Līdz 20. gadsimtam tika pieņemts, ka Visuma trīsdimensiju ģeometrija – Visuma telpiskā izpausme koordinātu, attālumu un virzienu veidā – nav atkarīga no viendimensionālā laika.

Speciālajā relativitātes teorijā Alberts Einšteins postulēja, ka gaismas ātrums ir nemainīgs un galīgs visiem novērotājiem. Saskaņā ar šo teoriju laika jēdziens ir atkarīgs no novērotāja telpiskās atskaites sistēmas, un cilvēka uztvere, kā arī laika mērīšana ar pulksteni būs atšķirīga novērotājiem, kas atrodas kustībā viens pret otru. No teorijas postulātiem loģiski izrietēja telpas un laika nedalāma apvienošana četrās dimensijās.

Ja kosmosa kuģis, kurā ir pulkstenis, lido cauri telpai gandrīz ar gaismas ātrumu, tā apkalpe nemana laika ritējuma izmaiņas savā kuģī, jo viss, kas lido ar to vienā ātrumā, palēninās tādā pašā mērā, ieskaitot pulksteni, apkalpes domāšanas procesus un viņu ķermeņa funkcijas. Tomēr nekustīgam novērotājam, kas skatās, kā garām lido kosmosa kuģis, šķiet, ka tas ir saplacināts kustības virzienā un ka pulksteņa rādītāji kosmosa kuģī pārvietojas ļoti lēni.

Lai gan aprakstītais efekts ikdienas apstākļos parasti ir niecīgs, tas kļūst daudz izteiktāks objektiem, kuri pārvietojas ar ātrumu, kas tuvojas gaismas ātrumam. Dažas subatomārās daļiņas, kas



Geralt, Pixabay brīvpieejas attēls

Katru notikumu laiktelpā raksturo stāvoklis telpā (trīs koordinātas) un stāvoklis laikā

laboratorijā ir relatīvi nekustīgas, pastāvniecīgu sekundes daļu. Tad, kad tās pārvietojas ar gaismas ātrumam tuvu ātrumu, tās pārvietojas tālāk un pastāv daudz ilgāk.

Teorētiski laika palēnināšanās ļautu pasažieriem ātri braucošā transportlīdzeklī īsā laika posmā nonākt samērā tālā nākotnē. Pietiekami lielā ātrumā efekts ir dramatisks. Piemēram, lidojot ar 99% gaismas ātruma, viens ceļojuma gads atbilstu septiņiem gadiem uz Zemes.

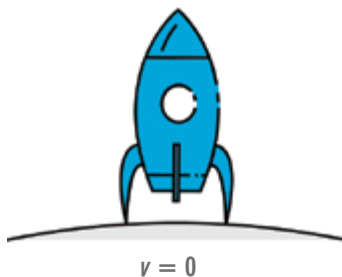
## LAIKS VISPĀRĪGAJĀ RELATIVITĀTES TEORIJĀ

Savā vispārīgajā relativitātes teorijā Alberts Einšteins paredzēja vēl vienu laika

palēnināšanās veidu – laika palēnināšanos gravitācijas laukā, ko vēlāk apstiprināja eksperimenti. Jo tuvāk novērotājs un viņa pulkstenis atrodas gravitācijas avotam, jo lēnāk rit laiks. Jo vairāk pulkstenis attālinās no gravitācijas avota, jo laiks rit

ātrāk. Kalnos kāpējam laiks kalna virsotnē teorētiski rit nedaudz ātrāk nekā cilvēkiem, kas atrodas jūras līmenī.

Taču ar Zemi saistītos eksperimentos efekts ir ārkārtīgi mazs, atšķirības mērāmas sekundes miljardajās daļās. Nonākot kosmosa apgabalā,



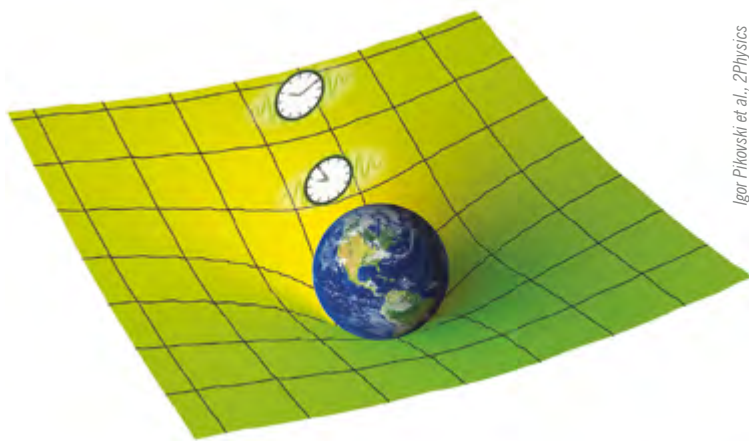
$$v = 0$$



$$v = 0,95 \cdot c$$

Nekustīgam novērotājam kosmosa kuģis, kas lido ar 95% gaismas ātruma, izskatītos saplacināts

MikeRun, CC-BY-SA 4.0



Tuvāk planētai laiks rit lēnāk

kur notiek ārkārtēja gravitācijas radītā laika palēnināšanās, piemēram, melnā cauruma tuvumā, rodas laika nobīde, kas ir līdzvērtīga kosmiskajam ceļojumam gandrīz ar gaismas ātrumu.

Vispārīgā relativitātes teorija labi apraksta norises gravitācijas laukā, taču neaplūko laika raksturu ārkārtīgi mazos laika intervālos, kurus savukārt darbojas kvantu mehānika. Mūsdienu zinātnē nav vispārpieņemtas kvantu teorijas, kas apvienotu vispārīgo relativitātes teoriju un kvantu mehāniku.

Ja laiks ir no notikumiem neatkarīga dimensija, vai tas ir nepārtraukts vai arī sastāv no atsevišķām vienībām? Laika kvantu pastāvēšana ir tīri hipotētiska, mūsdienu fizikas teorijās laiks nav kvantēts. Daudzi fiziķi uzskata, ka t. s. Planka laiks ( $5,4 \times 10^{-44}$  sekundes) ir mazākā laika vienība, ko jebkad principā varētu izmērīt. Tiek uzskatīts, ka šādā

laika mērogā pašreizējās fizikas teorijas nedarbojas.

### LAIKA BULTA

Domājams, ka laikam ir virziens – pagātne ir pagājusi, stabila un nemainīga, kamēr

nākotne vēl ir priekšā un ne vienmēr ir fiksēta. Tomēr fizikas likumi lielākoties nenosaka laika virzienu un ļauj jebkuram procesam virzīties gan uz priekšu, gan atpakaļgaitā. Laika bulta ir jēdziens, kas norāda uz laika "vienvirziena kustību" jeb asimetriju. To 1927. gadā ieviesa britu astrofiziķis Arturs Edingtons. Tiek uzskatīts, ka fizikālie procesi mikroskopiskā līmenī ir pilnībā vai lielākoties simetriski laikā. Ja laika virziens mainītos, teorētiskie apgalvojumi, kas tos apraksta, paliktu patiesi. Tomēr makroskopiskā līmenī bieži redzam, ka tas tā nav, pastāv acīmredzams laika virziens jeb plūsma.

Izšķir vairākas laika bultas. **Termodinamisko laika bultu** pieprasa otrs



Malkai sadegot ugunskurā, enerģija izkļiedējas, un entropija pieaug

Igor Pikovski et al., *2Physics*

LeeChandler, Pixabay brīvpieejas attēls

termodinamikas likums, kas apgalvo, ka izolētā sistēmā entropijai ir tendence ar laiku palielināties. Entropiju var uzskatīt par mikroskopiskās nekārtības mēru, tādējādi otrais termodinamikas likums nozīmē, ka laiks ir nesimetrisks attiecībā uz kārtības apjomu izolētā sistēmā. Sistēmai mainoties laika gaitā, tā kļūst statistiski nesakārtotāka. Piemēram, ugunskurā sadeg malka, un siltums izkliedējas uz visām pusēm. Procesu nevar pagriezt pretējā virzienā – no pelniem un karstajām gāzēm atkal iegūt malku. Šo asimetriju var empīriski izmantot, lai atšķirtu nākotni no pagātnes, kaut gan entropijas mērīšana nenozīmē precīzu laika mērīšanu.

### Cēloniskā laika bulta.

Cēloņsakarības dēļ cēlonis notiek pirms sekām vai cēlonis un sekas var parādīties kopā kā viena vienība, bet sekas nekad nenotiek pirms cēloņa. Piemēram, cilvēks nejauši pagrūž glāzi ar ūdeni, tā nokrīt no galda un saplīst, ūdens izšļakstās. Cēloņsakarība ir cieši saistīta ar laika bultu. Problēma, izmantojot cēlonisko laika bultu, ir tāda, ka cēloņsakarību kā tādu nevar uztvert, var uztvert tikai notikumu secību. Turklāt ir pārsteidzoši grūti sniegt izsmeļošu skaidrojumu par to, ko tiešām nozīmē cēlonis un sekas, vai definēt notikumus, uz kuriem tie attiecas. Tomēr šķiet acīmredzams, ka ūdens glāzes pagrūšana ir cēlonis, bet glāzes sašķīšana un ūdens izšļakstīšanās ir sekas.



Ja no glāzes izlīst ūdens, mēs skaidri saprotam, kas ir cēlonis un kas – sekas

Cocoparis/temme, Pixabay/brīvpieejas attēls

Cēloniskā laika bulta ir cieši saistīta ar termodinamisko laika bultu. Pirms glāzes nokrišanas sistēmā “glāze + ūdens” bija augsts kārtības līmenis un zema entropija, bet beigu stāvoklī, kad glāze bija saplīsusi lauskās un ūdens izšļakstījies, kārtības līmenis bija zems un entropija – augsta. Ja laiks būtu simetrisks, reālu notikumu video būtu reālistisks neatkarīgi no tā, vai video demonstrē uz priekšu vai atpakaļ. Praksē tā nav. Video, kurā glāzes lauskas savācas kopā un nonāk atpakaļ uz galda, šķitīs nedabisks.

**Kvantu laika bulta.** Kvantu sistēmas evolūciju nosaka kustības vienādojumi, kas ir simetriski attiecībā pret laiku, piemēram, Šrēdingera

vienādojums, kā arī viļņu funkcijas sabrukšana, kas ir laikā neatgriezenisks process. Kvantu dekoherences teorija skaidro, ka viļņu funkcijas sabrukšana ir asimetriska pēc laika, tāpēc ka ir spēkā otrais termodinamikas likums. Tādējādi kvantu laika bultu iegūst no termodinamiskās laika bultas. Dekoherence ir mikroskopiskās nekārtības palielināšanās veids, isāk sakot, dekoherence palielina entropiju.

Arī daži eksperimenti, piemēram, 2015. gadā veiktais eksperiments ar oglekļa atomu spina maiņu mainīgā magnētiskajā laukā, norāda uz laika bultas pastāvēšanu kvantu sistēmās, tomēr kopumā laika bulta ir nozīmīgs neatrisināts fizikas jautājums. ✎

# Ergčekas meteorīts

ĀFRIKAS TUKSNESĪ NESEN ATRASTAIS METEORĪTS VĒSTA PAR  
PROTOPLANĒTU VEIDOŠANOS SAULES SISTĒMAS PIRMSĀKUMOS.

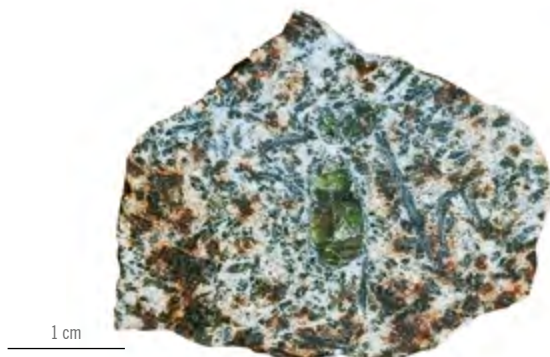
**E**rgčekas akmens meteorīts (*Erg Chech* 002, EC 002) tika atrasts 2020. gada maijā Sahāras tuksnēsī Alžīrijā, Šeša erga smilšu jūras apgabalā. Pavisam tika savākti 23 akmeņi ar kopējo svaru 31,783 kilogrami. Tiem raksturīga rupji graudaina dzeltenbrūna smilškrāsas virsma ar zaļiem, dzeltenzaļiem un retāk dzeltenbrūniem kristāliskiem iekļāvumiem. Meteorīta nokrišanas laiks nav zināms, taču klimatiskā ietekme uz to ir maza, tas ir salīdzinoši sveigs. Nevienam no pētītajiem paraugiem nebija meteorītiem raksturīgās tumšās garozas, kas nozīmē, ka *Erg Chech* 002 iespējams gabalos atmosfērā nelielā augstumā, kad tā krišanas ātrums jau bija būtiski samazinājies, un jauna ablācijas garoza vairs neizveidojās.

Meteorīta sākotnējo izpēti veica Ētonijs Irvings (*Irving*) no Rietumskotijas Universitātes Lielbritānijā un Pols Kārpenters (*Carpenter*) no Vašingtona Universitātes Sentluisā, ASV. Tas tika klasificēts kā *negrupēts ahondīts*,

atšķirīgs no tipiskiem hondras nesaturošiem meteorītiem. Šis meteorīts ir veidojies kāda debess ķermeņa garozā. *Erg Chech* 002 satur salīdzinoši daudz piroksēna (minerāla, kas sastāv galvenokārt no kalcija, magnija un dzelzs), kas raksturīgs magmatiskiem iežiem.

Vislielāko pārsteigumu radīja Brestas Universitātes pētnieku grupas Žana Ali Barata (*Barrat*) vadībā veiktie meteorīta vecuma mērījumi. Meteorīta vecums 4,5650 miljardi gadu ir salīdzināms ar Zemes vecumu ( $4,54 \pm 0,05$  miljardi gadu) vai pat ir nedaudz lielāks. Mērījumi veikti, izmantojot

alumīnija un magnija izotopu radioaktīvās sabrukšanas analīzi. Tas nozīmē, ka *Erg Chech* 002 ir cēlies no kādas protoplanētas, kuras garoza paguva uzkarst, sabrūkot iežos ietilpstošajiem alumīnija-26 atomiem. Lai šāds process Saules sistēmas pirmsākumos varētu notikt, bija nepieciešams laiks. Izdevās noteikt temperatūru, kādai meteorīts bija pakļauts veidošanās laikā, – līdz 1220 °C. Secināja arī, ka sākotnējā atdzišana līdz 1000 °C notika strauji, apmēram 5 °C gadā. Taču turpmākais laiks līdz pilnīgai kristalizācijai bija liels – apmēram simts tūkstoši gadu,



Ergčekas 002 meteorīts ar labi saskatāmiem zaļganiem piroksēna kristāliem, kas ir visvecākie zināmie Saules sistēmā

# ERGČEKAS METEORĪTS RADIES UZ VIENAS NO PIRMAJĀM SAULES SISTĒMAS PROTOPLANĒTĀM. TAS ŠOBRĪD IR VISVECĀKAIS ZINĀMAIS MAGMATISKAIS IEZIS.

kas skaidrojams ar magmatiskās lavas viskozitāti. Varam secināt, ka tā bija viena no pirmajām protoplanētām Saules sistēmā, kas radījusi *Erg Chech 002* meteorīta ķermeni.

Kaut arī dzīvojam uz Zemes, nav saglabājusies tieša informācija par mūsu planētas sākotnējo garozas uzbūvi. Zemes garoza, kas ir vecāka par 3,5 miljardiem gadu, ir pilnībā iznīcināta garozas plātņu aktīvās tektoniskās evolūcijas dēļ. Tādi meteorīti kā *Erg Chech 002* sniedz informāciju par Saules sistēmas planētu sākotnējās garozas uzbūvi un veidošanos. Turklāt *Ergčekas meteorīts* šajā ziņā ir rekordists, jo tas šobrīd ir visvecākais zināmais magmatiskais iezis, būtiski vecāks magmatiskais iezis Saules sistēmā nemaz nevar pastāvēt.

Medijos *Erg Chech 002* tiek dažkārt nekorekti dēvēts par vecāko Saules sistēmas vulkānisko iezi. Zinātniekiem ir pamats uzskatīt, ka tā izcelsmes protoplanēta bija salīdzinoši neliela un vulkāniskā aktivitāte Saules sistēmā tad vēl nenotika. Tātad pareizi būtu to uzskatīt par magmatisku iezi, kas nav tieši tas pats, kas vulkāniskais iezis. Protoplanēta veidojās, gravitācijas

spēka ietekmē apvienojoties Saules sistēmas pirmvielai – pirmatnējiem hondrītiem. Alumīnija-26 radioaktīvā sabrukšana radīja siltumu, un protoplanētas garoza daļēji izkusa, veidojot andeizītisku magmatisku iezi. Šis objekts sadūrās ar kādu citu, un kosmosā aizlidoja protoplanētas garozas atlūzas. Kāda no atlūzām apmēram piecus miljardus gadu ceļoja izplatījumā, līdz beidzot sadūrās ar Zemi.

Par *Ergčekas meteorītu* jau sarakstītas vairākas zinātniskas publikācijas, un, ņemot vērā tā īpašības, tādas noteikti būs vēl. Domājams, ka andeizītiski magmatiski ieži tā laika Saules sistēmas protoplanētu garozās bija bieži sastopami. Šobrīd zināmo asteroīdu spektrālās īpašības atšķiras no *Erg Chech 002*, kas nozīmē, ka mūsdienu Saules sistēmā pirmatnējo protoplanētu garoza uz asteroīdiem vairs nav sastopama, pieņemot, ka šis meteorīts nav kāds īpašs izņēmums. *Ergčekas meteorīts* no zinātnes viedokļa ir ļoti svarīgs, tā pētījumi padziļinās mūsu izpratni par planētu un asteroīdu veidošanos agrīnajā Saules sistēmā. *Ergčekas meteorīta fragments* klātienē apskatāms arī Rīgā,



Žurnāla *Meteorite Times* 2020. gada novembra vāka attēls ar *Erg Chech 002* uzņēmumu polarizācijas mikroskopā. Redzeslauks ir 3,7 milimetri

Meteorītu muzejā. Ņemot vērā meteorīta īpašo nozīmību, tas izvēlēts par Meteorītu muzeja 2022. gada meteorītu: <http://www.meteoriti.lv/GadaMeteorits/?gads=2022>



## ASTEROĪDU DIENA 2022

Šogad jau astoto reizi pasaulē un Latvijā tiks atzīmēta Asteroīdu diena. Ar ANO rezolūciju ik gadu 30. jūnijs ir Starptautiskā Asteroīdu diena. Datums izvēlēts kā Tunguskas 1908. gada katastrofas gadadiena, un ap šo laiku visā pasaulē notiek dažādi pasākumi. 2022. gadā Latvijā Meteorītu muzejā klātienē plānoti īpaši notikumi 30. jūnijā un 2. jūlijā.

Informācija:  
<http://www.meteoriti.lv/Asteroidu-diena>

# Karš un kosmoss

MĒS DZĪVOJAM LAIKĀ, KAD GANDRĪZ JEBKURU NORISI IETEKMĒ PRĀTAM GRŪTI APTVERAMIE NOTIKUMI UKRAINĀ. KRIEVIJAS SĀKTAIS KARŠ ATSTĀJ UN VĒL ILGI ATSTĀS IETEKMI ARĪ UZ KOSMOSA IZPĒTI UN APGUVI, SĀKOT AR PAŠAS KRIEVIJAS SPĒJU VĀJINĀŠANOS UN SADARBĪBAS PLĀNU PĀRSKATĪŠANU UN BEIDZOT AR DAŽĀDIEM ABSURDIEM PAZIŅOJUMIEM.



ESA/Mapspace, CC BY-SA/IGO 3.0

ExoMars visurgājējs, kura starts ir atlikts uz 2024. gadu vai vēlāk



## EIROPAS KOSMOSA AGENTŪRA PĀRTRAUK SADARBĪBU

Jau dažas dienas pēc kara sākuma, 2022. gada 28. februārī, Eiropas Kosmosa aģentūra (EKA) paziņoja par lēmumu pārtraukt sadarbību ar Krievijas kosmosa aģentūru *Roskosmos*. Tika paziņots, ka pilnībā tiks ievērotas visas Eiropas un EKA dalībvalstu noteiktās sankcijas un tas notiks ciešā koordinācijā ar Eiropas kosmosa industriju un starptautiskajiem partneriem, piemēram, NASA.

Ap šo laiku Kuru kosmodromu Franču Gviānā pameta visi *Roskosmos* pārstāvji, kas nodrošināja *Sojuz* raķešu startus no Francijai piederošās Dienvidamerikas teritorijas. EKA paziņoja, ka kravas, ko bija paredzēts nogādāt kosmosā ar *Sojuz* raķetēm, tiks palaistas ar esošajām (*Vega*) vai topošajām (*Vega-C* un *Ariane 6*) raķetēm. Tiesa, plānotie starti notiks vēlāk, un maz ticams, ka tas būs šogad.

13. aprīlī EKA paziņoja lēmumus saistībā ar dažādiem starpplanētu lidojumu projektiem. Tiek pārtraukta sadarbība ar Krieviju *Luna-25*, *Luna-26* un *Luna-27* misiju izstrādē. Līdzīgs liktenis sagaida *ExoMars* visurgājēju. Tomēr daļa *Luna* misijām izstrādātās aparatūras lidos. Piemēram, *Luna-27* lidojumam veidotais PROSPECT instruments, kas veiks urbumus Mēness virsmā un analizēs iegūtos paraugus, dosies kādā no NASA Mēness misijām. *Luna-25* vajadzībām izstrādāto navigācijas kameru

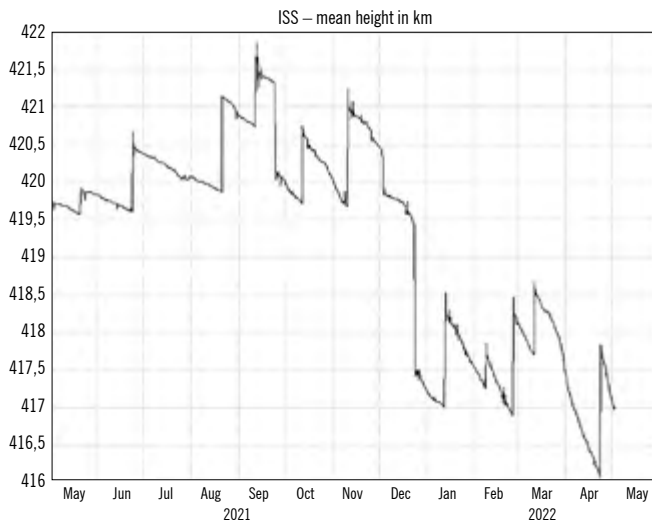
## JA STARPTAUTISKĀS KOSMOSA STACIJAS ORBĪTU REGULĀRI NEPA AUGSTINĀTU, PĒC PUSGADA VAI GADA STACIJA NOGĀZTOS UZ ZEMES.

PILOT-D izmēģinās, iesaistot komerciālos partnerus.

Tāpat tiek meklētas iespējas turpināt citus iesāktos projektus. Piemēram, EMS-L spektrometrs, kas sākotnēji bija izstrādāts Marsa misijai, tiks izmantots Japānas Mēness visurgājējā LUPEX. Itālijas uzņēmumam *Thales Alenia Space* uzdots meklēt risinājumu, kā turpināt *ExoMars* projektu, kura aparatūra jau izgājusi lidojuma gatavības pārbaudes. Visurgājēja starta bija plānots septembrī, bet tagad starta datums nav zināms, jo vairs nav pieejama palaišanai paredzētā *Sojuz* raķete.

### DRAUDI NOGĀZT ZEMĒ KOSMOSA STACIJU

Bez uzmanības nav palikusi arī Starptautiskā kosmosa stacija (SKS), par kuras orbītas uzturēšanu ir atbildīga *Roskosmos*. Atmosfēras pretestības dēļ stacijas orbīta pazeminās, un ik pa laikam, izmantojot raķešu dzinējus, SKS paceļ augstākā orbītā. Ja to nedarītu, stacija nogāztos uz Zemes vēlākais pēc pusgada vai gada, tas ir atkarīgs no Saules aktivitātes un atmosfēras stāvokļa. *Roskosmos* direktors Dmitrijs Rogozins ir pazīstams ar saviem skaļajiem izteikumiem sociālajos



Starptautiskās kosmosa stacijas orbītas augstums kilometros 2021. gadā un 2022. gada sākumā. Redzams, ka regulāri notiek orbītas paaugstināšanas manevrs

tīkos, arī tviterī, kamēr to nebija nopircis Īlons Masks. Tieši SKS bija viena šāda paziņojuma fokusā. Dmitrijs Rogozins brīdināja, ka, neveicot orbītas pacelšanu, Starptautiskā kosmosa stacija ietrieksies okeānā vai sauszemē un var trāpīt arī ASV vai Eiropai.

Tāpat tika paziņots, ka tieši Rietumi būs atbildīgi par to, ja Krievija izstāsies no SKS projekta un faktiski to nolems bojāejai. Sadarbība vēl turpinās, bet nākotne ir neskaidra. Vietnē *heavens-above.com* var sekot stacijas orbītas augstumam. Redzams, ka 2022. gada aprīlī SKS tika pacelta augstākā orbītā. Arī sadarbība zinātnes jomā un stacijas uzturēšanas darbos turpinās pēc plāna, un NASA astronauti, kam uz Zemes bija jāatgriežas kosmosa kuģa *Sojuz* nolaižamajā kapsulā, ir tikusi lejā sveiki un veseli.

Speciālisti uzskata, ka draudus par stacijas nogāšanu nevajag uztvert pārāk nopietni, jo tas nozīmētu Krievijas pilotējamo kosmisko lidojumu programmas ja ne galu, tad pārtraukšanu uz ilgāku laiku. Tas būtu fiasko arī pašam Dmitrijam Rogozinam.

Nelielu ažiotažu izraisīja fakts, ka *Soyuz MS-21* apkalpe ieradās stacijā lidojuma kombinēzonos, kas bija Ukrainas karoga krāsās – dzeltenī ar zilām uzšuvēm. Izrādījās, ka tās ir Baumana Maskavas Valsts tehniskās universitātes krāsas. Tieši šajā universitātē mācījušies visi trīs kosmosa kuģa apkalpes locekļi. To, ka kombinēzonu krāsas izvēlētas par



Sakritības dēļ Krievijas kosmosa kuģa apkalpes kombinēzoni bija Ukrainas karoga krāsās

godu viņu *Alma mater*, apliecināja arī paši kosmonauti. To apstiprināja arī amerikāņu astronauts Marks Vande Hejs (*Mark Vande Hei*) – lidojuma kombinēzonu krāsas izraugās krietnu laiku pirms lidojuma, šajā gadījumā pirms kara sākuma Ukrainā.

### STARLINK PAVADOŅU NOTRIEKŠANAS IESPĒJA

Dmitrijs Rogozins izteicās arī par *Starlink* interneta pavadoņu sistēmu, kas šobrīd palīdz nodrošināt internetu Ukrainas iedzīvotājiem un armijai. Izskanēja baumas, ka Krievija varētu kaut kā ietekmēt *Starlink* darbību, iespējams, pat notriekt pavadoņus. Te gan jāuzsver, ka tās ir tikai runas, un tomēr – ko tas nozīmētu?

Šobrīd ap Zemi riņķo vairāk nekā 2000 *Starlink* pavadoņu. Pat ja Krievija vēlētos tos visus sabojāt, diez vai tai ir tik daudz pretpavadoņu raķešu. Iznīcinot lielu skaitu pavadoņu, Zemes tuvumā būtiski pieaugtu kosmisko atkritumu skaits, kas turklāt riņķotu dažādās haotiskās orbītās. Pēc EKA datiem, 2022. gada aprīlī ap Zemi lidoja vairāk nekā 36 500 kosmisko atlūzu, kuru izmērs ir lielāks par 10 centimetriem. Mazāku fragmentu (1–10 cm) skaits pārsniedz miljonu. Ja pēkšņi atlūzu kļūtu daudz vairāk, tās sāktu aktīvi sadurties savā starpā un radītu vēl vairāk haotiski lidojošu gabaliņu. Tas savukārt izraisītu tā saukto kaskādes jeb Keslera efektu, un Zemei tuvās orbītas kļūtu neizmantojamas.

PAT JA KRIEVIJA VĒLĒTOS IZNĪCINĀT VISUS STARLINK PAVADOŅUS, TAI NEBŪTU TIK DAUDZ PRETPAVADOŅU RAĶEŠU.

Un tās nevarētu izmantot neviens, arī pati Krievija ne.

Bet varbūt pavadoņus var aizvākt no orbītas, tos neuzspridzinot? EKA plānotā *ClearSpace-1* lidojuma mērķis ir notvert un nogādāt sadegšanai Zemes atmosfērā apmēram 100 kilogramu smagu kosmisko atkritumu gabalu. Misijas izmaksas tiek lēstas ap 100 miljoniem eiro. Tātad, lai šādi iznīcinātu visu *Starlink* pavadoņu floti, izmaksas būtu tik lielas, ka Krievija tās nevarētu atļauties. To nevar izdarīt uzreiz, tehnoloģiju izstrāde prasītu ilgāku laiku. Turklāt nav sagaidāms, ka šāda rīcība paliktu bez atbildes. Praktiskais ieguvums Krievijai no *Starlink* iznīcināšanas nebūtu liels, jo tā nav militāro pavadoņu sistēma.

## LATVIJAS ASTRONOMU ATBILDE KRIEVIJAS AGRESIJAI

Jau dažas dienas pēc kara sākuma Latvijas Universitātes astronomi nolēma solidarizēties ar ukraiņiem un nedot Krievijai pieeju navigācijas pavadoņu GLONASS novērojumu datiem. Šādu priekšlikumu apsprieda Starptautiskais lāzerlokācijas dienests, un tam pievienojās arī mūsu astronomi. GLONASS ir Krievijas navigācijas pavadoņu sistēma, kurus šī valsts izmanto arī militārām vajadzībām. Līdz šim GLONASS pavadoņus Rīgā novēroja ar mērķi precizēt to orbītas raksturlielumus, rezultāti bija pieejami starptautiskajos datu centros. Tagad Starptautiskā lāzerlokācijas dienesta stacijās novērojumi ir

## LATVIJAS ASTRONOMI NOLĒMA SOLIDARIZĒTIES AR UKRAIŅIEM UN NEDOT KRIEVIJAI PIEEJU NAVIGĀCIJAS PAVADOŅU GLONASS NOVĒROJUMU DATIEM.

pārtraukti vai arī netiek publiskoti. Latvijas Universitātes Astronomijas institūta direktors Kalvis Salmiņš sacīja: “Šajā gadījumā nolemts pārtraukt konkrētās Krievijas navigācijas sistēmas mērījumus

ar mērķi, lai tos nevarētu izmantot sistēmas verifikācijai.” Tas pakāpeniski novedīs pie GLONASS sistēmas precizitātes samazināšanās un ierobežos tās izmantošanu militāriem nolūkiem. 🚀



Pavadoņi *ClearSpace-1* ar savāko kosmisko atlūzu. Mākslinieka zīmējums

# Ģeostacionāro satelītu uzliesmojumi

KAS TO BŪTU DOMĀJIS, KA TĀLOS ĢEOSTACIONĀROS SATELĪTUS  
REIZĒM VAR REDZĒT AR NEAPBRUŅOTU ACI!

## SATELĪTI, KAS “KARĀJAS” DEBESĪS

Ģeostacionārie satelīti riņķo virs Zemes 35 786 kilometru augstumā Zemes ekvatora plaknē. Šādā orbītā to aprīņošanas periods ir vienāds ar Zemes rotācijas periodu, tāpēc, raugoties no kāda Zemes virsmas punkta, šķiet, ka satelīti nekustīgi “karājas” debesīs. No savas atrašanās vietas ģeostacionārais satelīts spēj “pārskatīt” zonu aptuveni 75 grādu rādiusā. Tas nozīmē, ka visas Zemes virsmas noklāšanai principā pietiek ar trim satelītiem. Tikai pie pašiem Zemes poliem paliek neliels neredzamības apgabals. 2021. gadā ģeostacionārajā orbītā atradās 560 satelīti, kas pieder daudzām valstīm. Kā redzam, orbīta ir blīvi “apdzīvota”, tāpēc savu laiku nokalpojušos satelītus paceļ par 300 kilometriem augstākā “kapsētas” orbītā, atbrīvojot vietu jauniem.

Ģeostacionāros satelītus plaši izmanto sakariem, laikapstākļu novērošanai un navigācijas atbalstam. Uzturēt

sakarus ar šādu satelītu ir ērti – nav jāgroza uztverošā un raidošā antena. Pie mājām daudzviet piestiprinātās satelītu televīzijas antenas arī “raugās” uz kādu no ģeostacionārajiem satelītiem. Tā kā uz satelītiem darbojas dažādi debess mehānikas efekti, tie pakāpeniski novirzās no plānotā orbītas punkta, tāpēc ik pa laikam manevrē, lai saglabātu pozīciju. Vienkāršāk ir saglabāt novietojumu austrumu – rietumu virzienā, tāpēc

reizēm var redzēt, ka ģeostacionārais satelīts ar 24 stundu periodu regulāri novirzās ziemeļu – dienvidu virzienā.

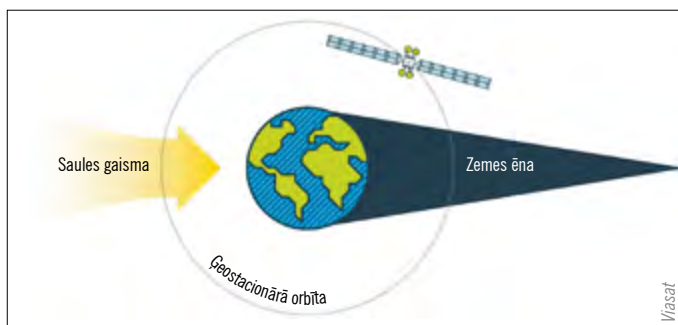
## APTUMSUMU SEZONA

Šādā attālumā no Zemes satelīts gandrīz visu laiku ir Saules apgaismots, un tā saules baterijas saņem iekārtu darbināšanai nepieciešamo enerģiju. Izņēmums ir divi laika posmi ap pavasara un rudens ekvinokciju, kad Saule atrodas tuvu debess



1. attēls. Ģeostacionārais satelīts orbītā virs Zemes ekvatora “pārskata” lielu daļu Zemes virsmas

Intelsat



2. attēls. Parasti ģeostacionārais satelīts atrodas virs vai zem Zemes ēnas konusa. Bet, kad Saule ir tuvu ekvinokcijai, satelīts uz laiku ieiet Zemes ēnā. Skats no “augšas”

## AP PAVASARA UN RUDENS EKVINOKCIJU ĢEOSTACIONĀRIE SATELĪTI NONĀK ZEMES ĒNĀ, APTUMSUMU SEZONA ILGST 45 DIENAS.

ekvatoram (Zemes ekvatora plaknei) un satelīti tomēr nonāk Zemes ēnā. Tās ir pavasara un rudens ģeostacionāro satelītu aptumsumu sezonas. Var viegli izrēķināt, ka satelīts, kas atrodas  $35\,786 + 6378 = 42\,164$  kilometru attālumā no Zemes centra, kur 6378 kilometri ir Zemes rādiuss, nonāk Zemes ēnā, kad Saules deklinācija ir robežās no  $-8,6^\circ$  līdz  $+8,6^\circ$ .

Aptumsumu sezona ilgst 45 dienas – 22 dienas pirms ekvinokcijas un 22 dienas pēc tās, ar ekvinokcijas datumu pa vidu. Pirmajās dienās satelīts ieiet Zemes ēnā pavisam nedaudz, un aptumsums ilgst dažas minūtes. Ekvinokcijas dienā pilnā aptumsuma ilgums ir 69 minūtes, jo satelītam

$17,2^\circ$  platā Zemes ēna ir jāšķērso pa diametru. Turpmāk aptumsumu ilgums atkal samazinās. Aptumsumu laikā satelīta aparatūra saņem enerģiju no akumulatoriem. 2022. gadā pavasara aptumsumu sezona ilga no 26. februāra līdz 11. aprīlim.

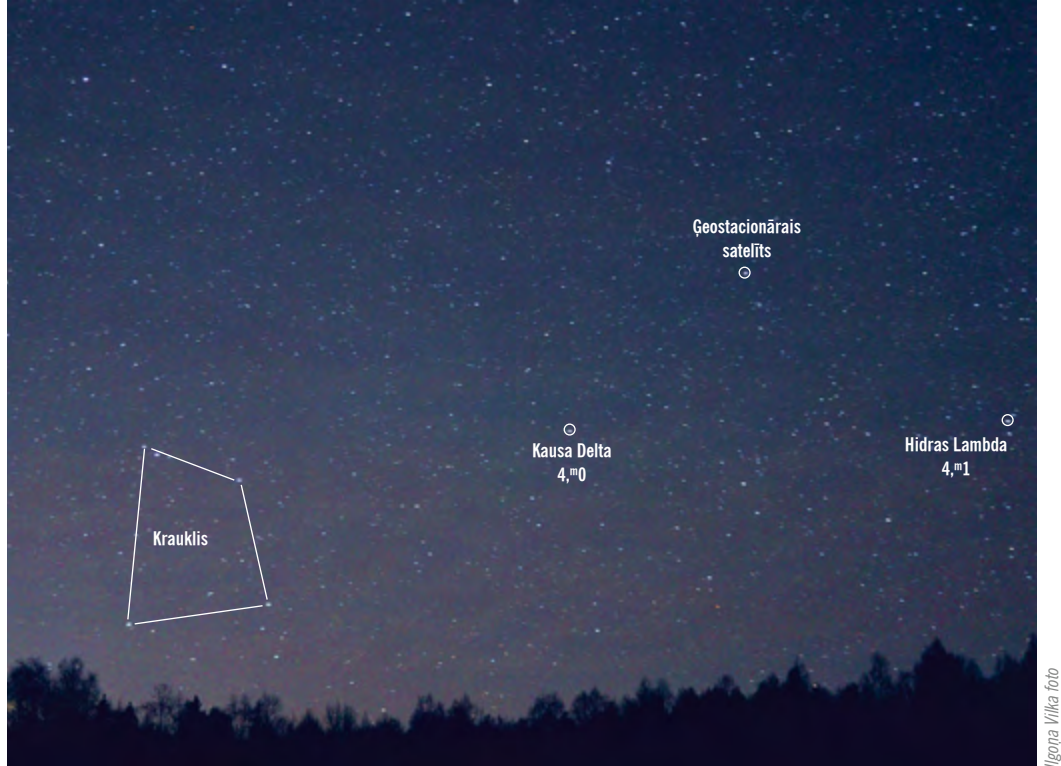
### SATELĪTU UZLIESMOJUMI

Ar aptumsumiem saistīta arī izteikta ģeostacionāro

satelītu spožuma palielināšanās. Funkcionējoša satelīta saules baterijas ir vērstas pret Sauli. Lielās plakanās saules baterijas kā spogulis atstaro Saules gaismu, un neilgi pirms un pēc aptumsuma novērotāja acis nonāk “saules zaķītīs” – satelīta spožums uz dažām minūtēm vai pāris desmitiem minūšu strauji pieaug.

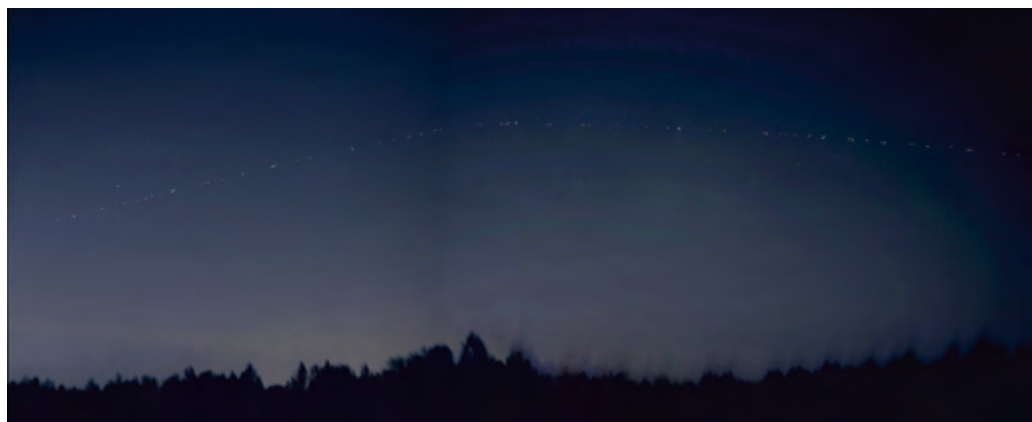
Ņemot talkā kosinusu teorēmu, var izrēķināt, ka attālums no novērotāja Latvijā līdz ģeostacionārajam satelītam, kas atrodas dienvidu virzienā, ir aptuveni 39 000 kilometru. Citiem satelītiem, kas atrodas uz austrumiem vai rietumiem, attālums ir nedaudz lielāks, līdz 41 000 kilometru. Satelīta spožumu  $m$  var izrēķināt pēc formulas  $m = M - 15 + 5 \lg r$ , kur  $M$  ir t. s. satelīta standarta spožums 1000 kilometru attālumā un  $r$  ir satelīta attālums, kas izteikts kilometros. Tipiskais ģeostacionāro satelītu standarta spožums ir 5.–7. zvaigžņu lielums. Tikai daži spožākie satelīti 1000 kilometru attālumā spīdētu kā 3. zvaigžņu lieluma zvaigznes. Iznāk, ka, novērojot no Latvijas, parastos apstākļos ģeostacionārā satelīta spožumam jābūt

## SATELĪTA SAULES BATERIJAS KĀ SPOGULIS ATSTARO SAULES GAISMU, UN NEILGI PIRMS UN PĒC APTUMSUMA NOVĒROTĀJA ACĪS NONĀK “SAULES ZAĶĪTIS”.



Ilgona Vilka foto

3. attēls. Ģeostacionārā satelīta (atzīmēts ar aplīti) uzliesmojums līdz 4. zvaigžņlielumam 2022. gada 27.–28. februāra naktī



Ilgona Vilka foto

4. attēls. Aptuveni 90 grādu platajā panorāmā redzami 95 ģeostacionārie satelīti

13<sup>m</sup>–15<sup>m</sup>, bet ne vairāk kā 11<sup>m</sup>. Uzliesmojuma laikā spožums pieaug. Cik lielā mērā?

### AUTORA NOVĒROJUMI

2022. gada 27.–28. februāra naktī, dienu pēc pavasara aptumsumu sezonas sākšanās, fotografēju ģeostacionāros

satelītus. Izmantoju 24 mm fokusa attāluma objektīvu (1:2,8) ar APS-C sensoru, kas deva 51° × 35° redzeslauku. Jūtība bija ISO 3200. Izvēlējos pietiekami ilgu ekspozīcijas laiku (30 sekundes), lai zvaigznes būtu redzamas kā svītriņas, tad tās varēja vieglāk

atšķirt no nekustīgajiem satelītiem un pēc tam noņemt pēcapstrādē. Novēroju dienvidu virzienā 100 minūtes pirms un pēc vietējās pusnakts. No daudzajiem attēliem ieguvu divus, kurus saliku kopā vienā panorāmā. Pašus satelītus paspilgtināju.

Panorāma neizdevās perfekta, savienojuma vietā ir neliels lauzums, taču attēlā var saskaitīt 95 ģeostacionāros satelītus! Man nav gadījes redzēt fotogrāfiju, kurā vienkopus būtu tik daudz ģeostacionāro satelītu.

Attēlā redzami satelīti fiziski atradās virs Āfrikas un Indijas okeāna rietumu daļas. Izmantojot raksturīgās satelītu kopas un pozīciju azimutus, daļu satelītu izdevās identificēt. Piemēram, 5. attēlā redzamo vidējo satelītu grupu veido Luksemburgas satelīti *Astra 2E, Astra 2G, Astra 2F* un Spānijas satelīts *XTAR-EUR*. Tie atrodas virs 28.–29. austrumu meridiāna. Satelītu izvietojums attēlā un zvaigžņotās debess kartē nedaudz atšķiras, jo, kā jau minēts, satelīti nedaudz pārvietojas ap savu standarta pozīciju. Karte veidota mēnesi pēc novērojuma. Daži ģeostacionārie satelīti panorāmas attēlā

## ĢEOSTACIONĀRAIS SATELĪTS, KAS ATRODAS 39 000 KILOMETRU ATTĀLUMĀ, VAR BŪT REDZAMS AR NEAPBRUŅOTU ACI. VAJAG TIKAI ZINĀT, KAD UN KUR SKATĪTIES.

atrodas augstāk vai zemāk par pārējiem. Tie ir satelīti, kas ar diennakts periodu “oscilē” ziemeļu – dienvidu virzienā. Autora veidotajā video *Bright Flares of Geostationary Satellites* ([www.youtube.com/watch?v=ChbDDGmYgNU](http://www.youtube.com/watch?v=ChbDDGmYgNU)) un 7. attēlā redzams, kā tie kustas.

Taču paši interesantākie ir satelītu uzliesmojumi. Video redzams, kā Zemes ēna pārvietojas pa satelītu rindu un pirms un pēc aptumsuma daļa no satelītiem spoži uzliesmo. Salīdzinot ar zvaigžņiem, var secināt, ka spožākais uzliesmojums sasniedza

4. zvaigžņlielumu vai pat nedaudz vairāk (skat. 3. attēlu). Ģeostacionārais satelīts, kas atrodas 39 000 kilometru attālumā, kļuva redzams ar neapbruņotu aci! Vajag tikai zināt, kad un kur skatīties. Vairāki citi satelīti uzliesmoja līdz 4.–5. zvaigžņlielumam. Tas ir ievērojams kāpums, salīdzinot ar “parasto” ģeostacionāro satelītu spožumu, kas ir par 10 zvaigžņlielumiem mazāks!

### LAIKS NOVĒROT!

Ģeostacionāro satelītu uzliesmojumi aptumsumu sezonas laikā ir pietiekami



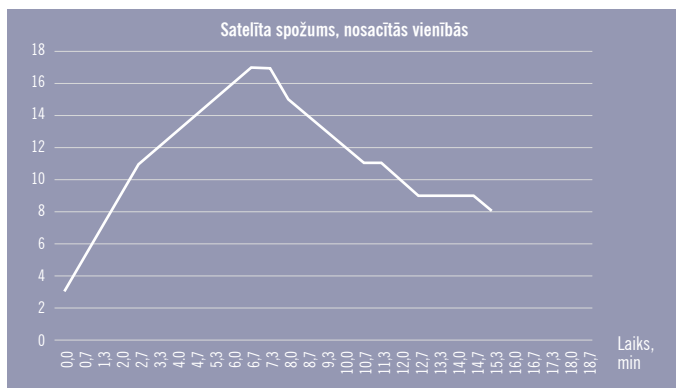
Ilgona Vilka foto un SatFlare attēls

5. attēls. Trīs satelītu grupas fotogrāfijā (pa kreisi) un zvaigžņu kartē (sarkanie punkti)

labi zināmi un pētīti, taču vēl arvien ir interesanti astronomijas amatieriem. Dažos avotos atrodamas ziņas, ka to spožums var sasniegt pat 1. zvaigžņlielumu! Novērojumus visērtāk veikt ar platleņķa binokli uz statīva. Zvaigznes redzeslaukā pārvietosies, bet satelīti stāvēs uz vietas. Ģeostacionārie satelīti debess dienvidu pusē veido loku zem debess ekvatora. Latvijā to leņķiskais augstums ir apmēram 25 grādi dienvidos un apmēram 17 grādi dienvidaustrumos un dienvidrietumos.

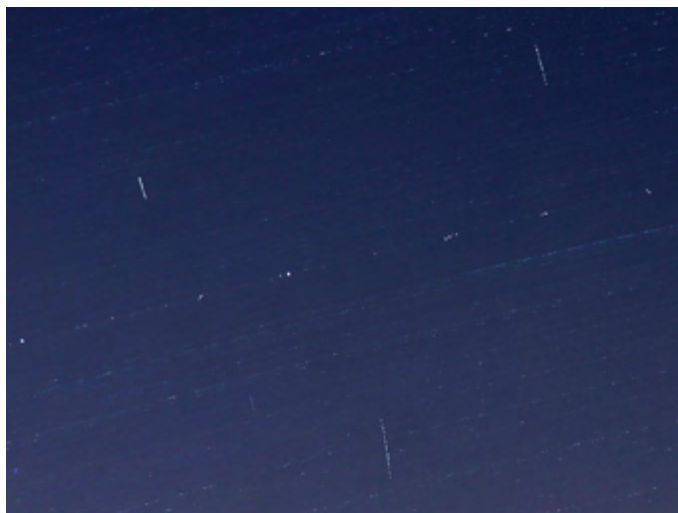
ASV Jūras kara flotes observatorijas astronomi rakstā *A Survey of Geosynchronous Satellite Glints* norāda, ka uzliesmojumi ir visspožākie tad, kad Saules deklinācija ir vienāda ar ģeostacionāro satelītu deklināciju. Latvijā ģeostacionāro satelītu deklinācija ir apmēram  $-8^\circ$ , tāpēc visspožākie uzliesmojumi gaidāmi pavasara aptumsumu sezonas sākumā ap 28. februāri un rudens aptumsumu sezonas beigās ap 12. oktobri.

Ja satelīta saules bateriju paneļi būtu ideāli plakani, uzliesmojums ilgtu tikai divas minūtes. Praksē paneļi sastāv no atsevišķām plāksnītēm ar nedaudz atšķirīgu orientāciju, līdz ar to "saules zaķītis" izplūst, un uzliesmojums



6. attēls. 2022. gada 27.–28. februāra nakts spožākā satelīta uzliesmojuma grafiks. Pēc iziešanas no Zemes ēnas spožums pieauga, pēc tam nokritās līdz normālajam lielumam

Ilgona Vilka infografika



7. attēls. Daži ģeostacionārie satelīti nedaudz pārvietojas ziemeļu–dienvidu virzienā

Ilgona Vilka foto

var ilgt līdz pat stundai. Var gadīties, ka abi saules bateriju paneļi nav pagriezti vienādā leņķī. Arī tad uzliesmojuma ilgums pieaug, un tam

iespējami divi maksimumi. Turklāt pirmajos gados pēc satelīta palaišanas saules bateriju paneļus mēdz pagriezt nedaudz prom no Saules, jo, kamēr paneļi ir "svaigi", tie ražo pārāk daudz enerģijas. Tādā gadījumā uzliesmojums var notikt krietnu laiku pirms un pēc brīža, kad satelīts atrodas uz Zemes ēnas robežas. Veiksmi novērojumus! 🦋

VISSPOŽĀKIE UZLIESMOJUMI NOTIEK IK GADU AP 28. FEBRUĀRI UN 12. OKTOBRI.





Pixabay brīvpieejas attēls

## 11. lappusē publicēto uzdevumu ATRISINĀJUMI

**1. uzdevuma atrisinājums.** Pamatosim, ka vienmēr var uzvarēt pirmais spēlētājs.

Savā pirmajā gājienā pirmajam spēlētājam no vāzes, kurā ir 46 tulpes, jāizņem trīs tulpes. Tad pēc pirmā spēlētāja pirmā gājiena tulpju skaits abās vāzēs ir vienāds. Katrā savā nākamajā gājienā pirmajam spēlētājam jāizņem tikpat daudz tulpju, cik tikko savā gājienā ir paņēmis otrais spēlētājs, tikai no otras vāzes, tas ir, tā, lai pēc viņa gājiena tulpju skaits vāzēs atkal būtu vienāds. Ja otrais spēlētājs varēs izdarīt gājienu, tad arī pirmais spēlētājs to varēs izdarīt. Līdz ar to gājiena pietrūks otrajam spēlētājam, un viņš zaudēs.

**2. uzdevuma atrisinājums.** Pamatosim, ka vienmēr var uzvarēt otrais spēlētājs.

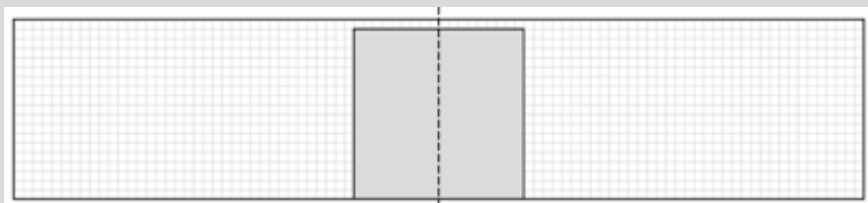
Otrajam spēlētājam katrā savā gājienā jāizdara pirmā spēlētāja gājienam simetrisks gājienš attiecībā pret kvadrāta centru (skat. 1. att., kur parādīts viens iespējams gājienš "pāris"). Ja pirmais spēlētājs varēs aizpildīt tukšās rūtiņas, tad arī otrais spēlētājs to varēs izdarīt. Līdz ar to gājiena pietrūks pirmajam spēlētājam, un viņš zaudēs.

X			X	X	
	0	0			0

1. attēls

**3. uzdevuma atrisinājums.** Pamatosim, ka vienmēr var uzvarēt pirmais spēlētājs.

Savā pirmajā gājienā pirmajam spēlētājam jāaizkrāso  $18 \times 18$  vienības liels kvadrāts, kuru šķērso taisnstūra simetrijas ass (skat. 2. att.). Otrais spēlētājs var aizkrāsot tikai tādu kvadrātu, kas pilnībā atrodas vienā pusē no taisnstūra vertikālās simetrijas ass. Lai arī kur otrais spēlētājs aizkrāsotu kvadrātu, pirmais spēlētājs varēs aizkrāsot tam simetrisku kvadrātu attiecībā pret taisnstūra vertikālo simetrijas asi un izdarīt pēdējo gājienu. Tā kā rūtiņu skaits ir galīgs, tad pirmais spēlētājs uzvarēs.



2. attēls

# Zodiakālā gaisma

Par šo parādību — starpplanētu putekļu izkliedēto Saules gaismu — biju daudz dzirdējis, bet 2022. gada 28. februārī tumšā vietā pie Kaņiera ezera pirmo reizi to redzēju pats savām acīm. Un nofotografēju. Nosaukums “zodiakālā” dots tāpēc, ka gaismas trijstūris stiepjas gar ekliptiku, kur atrodās zodiaka zvaigznāji. Šāda novietojuma dēļ zodiakālā gaisma vislabāk redzama pavasara vakaros un rudens rītos. Attēla augšējā daļā pa labi nedaudz saskatāma arī Andromedas galaktika un Trijstūra galaktika.

Attēls ar datorprogrammu *Sequator* salikts kopā no 40 atsevišķām fotogrāfijām, izmantojot režīmu, kas ļauj saglabāt asu ainavas siluetu, neraugoties uz lielo fotografēšanas ilgumu, un izteiksmīgumam apstrādāts ar datorprogrammu *Easy HDR*. Katras fotogrāfijas ekspozīcijas ilgums 20 sekundes, ISO 1600, 16 mm objektīva *Walimex* gaismasspēja 1:2. Fotoaparāts *Canon 250D*.





Astronomijas olimpiādes dalībnieki risina uzdevumus. Daļā olimpiāžu drīkstēja izmantot grāmatas un citus palīgīdzekļus. 2005. gads, Latvijas Universitātes Fizikas un matemātikas fakultāte

# Astronomijas olimpiādei pusgadsimts

1973. GADĀ NORISINĀJĀS PIRMĀ RĪGAS SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE, 2022. GADĀ – JAU 50. LATVIJAS ATKLĀTĀ SKOLĒNU ASTRONOMIJAS OLIMPIĀDE. KĀDAS PĀRMAIŅAS NOTIKUŠAS PUSGADSIMTA LAIKĀ?

**P**irmā olimpiāde bija veltīta Nikolaja Kopernika 500 gadu jubilejai, un tajā piedalījās 70 skolēni. Šo skaitli izdevās pārspēt tikai

2018. gadā, kad sacentās 87 dalībnieki, bet rekords fiksēts 2020. gadā, kad par uzvaru cīnījās 152 skolēni. Dažos gados gan sapulcējās mazāk nekā 10 astronomijas

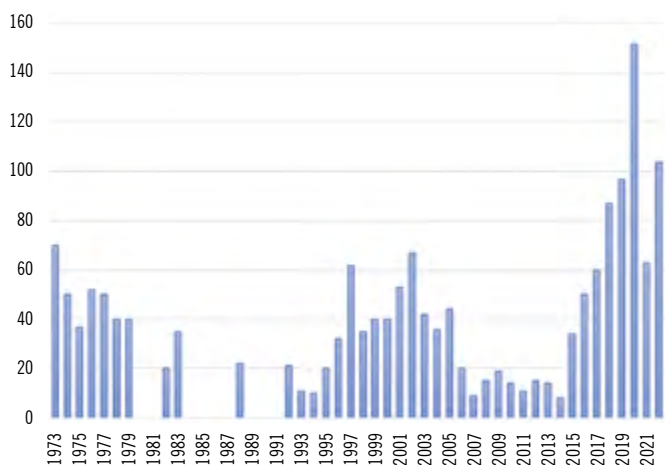
interesenti (2007, 2014). Varētu domāt, ka pastāv kāds cikliskums, līdzīgi kā Saules aktivitātei, tomēr noteicots šā ir bijusi situācija ar astronomijas mācīšanu skolās.

## ASTRONOMIJAS VIETA SKOLĀ

20. gadsimta 70. un 80. gados astronomiju mācīja kā atsevišķu priekšmetu vienu gadu vienu mācību stundu nedēļā vidusskolas priekšpēdējā klasē, 1987./1988. mācību gadā – vidusskolas pēdējā klasē. Labi sagatavotu skolotāju bija maz, Borisa Voroncova-Veljaminova sarakstītā mācību grāmata neatspoguļoja jaunākos zinātnes sasniegumus. Nav brīnums, ka olimpiāžu dalībnieku skaits kopš 1973. gada pakāpeniski samazinājās. Toties Rīgā darbojās planetārijs, kuru skolēni regulāri apmeklēja.

Pēc Latvijas neatkarības atgūšanas 20. gadsimta 90. gadu sākumā skolās ieviesa izvēles mācību priekšmetus. No 1993./1994. mācību gada astronomiju varēja apgūt kā izvēles priekšmetu divas stundas nedēļā vidusskolas pēdējā klasē pēc šā raksta autora sastādītas programmas, kopš 1996. gada – pēc autora sarakstītas mācību grāmatas. 1994. gadā astronomiju mācīja 13 Latvijas vidusskolās, 1995. gadā – jau 64 skolās, pieauga arī astronomijas olimpiādes dalībnieku skaits.

Šāda sistēma nepastāvēja ilgi, 2004. gadā astronomijas jautājumus iekļāva fizikā un dabaszinībās. Nu astronomijas elementus apguva visi, taču mazākā apjomā. Formāli astronomiju varēja mācīt kā atsevišķu priekšmetu, taču to darīja tikai dažās skolās. Varbūt tas ir iemesls, kāpēc astronomijas olimpiāžu



Astronomijas olimpiādes dalībnieku skaita izmaiņas, 1993–2022

Ilgoņa Vilka infografika

dalībnieku skaits, sākot ar 2006. gadu, atkal samazinājās.

Nākamais kāpums saistīts ar tehniskām izmaiņām, jo kopš 2015. gada olimpiādes pirmā kārtā notiek tiešsaistē. Tā kā olimpiādē piedalījās ne tikai Rīgas, bet arī citu Latvijas novadu skolēni, tas ievērojami atviegloja iesaistīšanos, jo nebija jāmēro ceļš uz Rīgu. Skolēni un skolotāji to novērtēja, dalībnieku skaits strauji pieauga. Situāciju neko daudz neizmainīja pat COVID-19 epidēmija, kuras dēļ arī otrā kārtā kopš 2020. gada norisinās tiešsaistē.

### OLIMPIĀŽU NORISE LĪDZ 1991. GADAM

Līdz 1988. gadam astronomijas olimpiādes rīkoja Rīgas pilsētas Skolu metodiskais kabinets, Republikāniskais Zinību nams (planetārijs) un Vissavienības astronomijas un ģeodēzijas biedrības Latvijas nodaļa (VAĢB LN). Tās notika divās kārtās.

Pirmajā kārtā visi skolēni Skolu metodiskajā kabinetā (lielākoties) risināja uzdevumus un rakstiski atbildēja uz jautājumiem. Uzdevumu proporcijas nedaudz mainījās, piemēram, bija jāatrisināja četri uzdevumi un jāatbild divi jautājumi, vai pieci uzdevumi un viens jautājums.

Dalībnieki, kas saņēma vairāk par pusi no maksimālā punktu skaita (aptuveni), piedalījās otrajā kārtā, kas notika Rīgas planetārijā. Šiem 10–20 dalībniekiem bija mutiski jāatbild uz 2–5 jautājumiem (kā kuru gadu) par astronomiju un kosmonautiku. Reizēm bija arī jāstāsta par objektiem, kurus demonstrēja ar planetārija aparātu.

Uzvarētāji saņēma diplomus un balvas. Abas kārtas vērtēja kompetenta žūrija, kurā ilgstoši darbojās astronomi Ernests Grasbergs, Edgars Mūkins, Ivars Šmelds, Juris Žagars, planetārija lektori Lilija Kondrašova un



Žūrija uzklausa otrās kārtas dalībnieku Rīgas planetārijā 20. gadsimta 70. gados



Ap 1977. gadu. Olimpiāžu jaunākais uzvarētājs Andris Pavēnis saņem diplomu no Jāņa Mieža

Jānis Miezis, VAĢB LN pārstāve Aina Asare, skolotāji Ella Detlova un Guntis Svabadnieks. Uzdevumu sastādīšanā piedalījās arī VAĢB Latvijas nodaļas priekšsēdētājs Matīss Dīriķis. Skolēni varēja iesniegt patstāvīgo darbu (referātu, novērojumu rezultātus, izgatavotu iekārtu), par kuru saņēma papildu punktus.

Pirmajās divās olimpiādēs dalībniekus nedalīja pēc dzimtās valodas, bet no 1975. līdz 1988. gadam pastāvēja latviešu un krievu plūsma, katrā plūsmā uzvarētājus nosauca atsevišķi. 1983. gadā skolēnus dalīja jaunāko un vecāko klašu grupā, bet nākamajā gadā, kad žūrijā pirmo reizi piedalījās autors, eksperimentu neturpināja. 1989. gadā olimpiādes

pirmā kārtā norisinājās Ādažu vidusskolā, kur nesen bija atklāta skolas astronomiskā observatorija, otrā kārtā tradicionāli – Rīgas planetārijā. 1990. gadā pirmā kārtā notika Rīgas 1. vidusskolā (tagad Rīgas Valsts 1. ģimnāzija).

## TURPMĀKĀ OLIMPIĀŽU NORISE

No 1992. gada olimpiāde norisinājās Latvijas Universitātē (LU), un tās organizēšanu uzņēmās autors, LU Astronomijas institūta pārstāvis. 1991. un 1992. gadā olimpiādē piedalījās skolniece no Krievijas, 1992. un 1996. gadā – arī lietuvieši. 1996. gadā Mindaugs Paukste no Panevėžas pat kļuva par vienu no uzvarētājiem. Autoram palīdzēja studenti, iepriekšējo olimpiāžu uzvarētāji Kārlis Bērziņš un Ģirts Barinovs, vēlāk pievienojās Dmitrijs Docenko, Mārtiņš Gills, Māris Krastiņš, skolotāja Iveta Murāne. Pēdējos gados olimpiādes sagatavošanā un žūrijā aktīvi darbojas Dmitrijs Docenko, Inese Dudareva, Māris Krastiņš, Agnese Ozola (Zalcmane) un autors.

Iesaistītās organizācijas bija LU Astronomiskā observatorija, VAĢB LN, kas 1993. gadā kļuva par Latvijas Astronomijas biedrību (LAB), un Rīgas pilsētas Skolu valde (vēlāk – Rīgas domes Izglītības, jaunatnes un sporta departaments). Skolu valde nodrošināja balvas un diplomus. 1992. gadā olimpiāde kļuva par Rīgas atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi. Kopš 2007. gada pasākums

saucas Latvijas atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. Pakāpeniski par galveno organizatoru kļuva LAB un tās valdes priekšsēdētājs Māris Krastiņš. Viņš arī *Zvaigžņotās Debess* lappusēs kopš 1997. gada regulāri atspoguļo pasākuma norisi. Pirms tam par olimpiādi žurnālā rakstīja Jānis Mieziš, Guntis Svabadnieks un autors.

Princips palika nemainīgs – pirmajā kārtā bija jārisina pieci uzdevumi, kopš 1994. gada pievienojās tests. Labāko rezultātu ieguvējus uzaicināja uz otro kārtu. Atlases kritēriji mainījās atbilstoši situācijai. Ja dalībnieku bija maz, otrajā kārtā dažkārt piedalījās visi. Šajā kārtā mutiski bija jāatbild uz trim jautājumiem, pirmie divi bija par vispārīgiem astronomijas jēdzieniem, teleskopiem, Saules sistēmu un



LU Muzeja krājums

Žūrija uzklausa otrās kārtas dalībnieku. No labās: Iveta Murāne, Māris Gertāns, Māris Krastiņš, Dmitrijs Docenko, Andris Jegorovs, Ausma Bruņeniece. 1997. gads, F. Canderā memoriālais muzejs

tālo kosmosu. Trešajā jautājumā bija jāpaskaidro konkrēta astronomiska situācija.

Tradicionālais norises laiks ir aprīlis, saistot to ar Kosmonautikas dienu.

Visagrāk – februārī – olimpiāde notika 2022. gadā, visvēlāk – maijā – 2007. gadā. Katra olimpiādes kārtā notiek citā dienā. Izņēmums bija 1996. gads, kad abas kārtas



No Ilgoņa Vilka personīgā arhīva

Otrās kārtas dalībnieki atbild uz jautājumiem, izmantojot balsošanas pultis. 2017. gads, LU Muzeja zāle Raiņa bulvārī 19

notika LU galvenajā ēkā vienā dienā, jo piedalījās arī ārzemju dalībnieki no Lietuvas. 2003. un 2004. gadā notika eksperiments ar dalībnieku dalīšanu klašu grupās, taču tas sevi neattaisnoja.

Aplūkotā posma sākumā olimpiādes pirmā kārtā notika LU galvenajā ēkā Raiņa bulvārī 19, no 1999. līdz 2014. gadam – Fizikas un matemātikas fakultātes telpās Zeļļu ielā 8. Otrā kārtā no 1993. līdz 2004. gadam norisinājās F. Candra memoriālajā muzejā Zasuļaukā, turpmāk – lielākoties Raiņa bulvārī 19, uz kuriem pārcēlās muzejs. Tika izmantotas gan muzeja, gan LU Astronomijas institūta telpas.

Kopš 2015. gada LU Fizikas un matemātikas fakultāte (kopš 2018. gada – Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultāte) dod iespēju izmantot Moodle sistēmu uzdevumu risināšanai tiešsaistē.

Kopš 2017. gada otrajā kārtā tiek izmantots populārajai televīzijas spēlei “Gudrs, vēl gudrāks” līdzīgs formāts, kurā dalībnieki atbild uz pieaugošas sarežģītības pakāpes jautājumiem. Pāris gadus atbildei uz jautājumiem izmantoja balsošanas pultis, kopš 2021. gada lieto internetā pieejamu testu programmatūru. Kopš 2021. gada olimpiāde ir kā starta pakāpiens jeb atlases kārtā dalībai Starptautiskajā

astronomijas un astrofizikas olimpiādē (skat. Dmitrija Docenu un Ineses Dudarevas rakstu *Zvaigžņotās Debess* 2022. gada pavasara numurā).

## UZVARĒTĀJI

Labākos olimpiāžu dalībniekus var nosacīti iedalīt divās daļās. Pirmā daļa ir “tūrradņi”, kas apguvuši astronomiju pašmācības ceļā, otro dalībnieku daļu līdz olimpiādei aizvadījis labs skolotājs. Ilgus gadus labus panākumus guva Ellas Detlovas audzēkņi no Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas. Starp prasmīgiem pedagogiem jānosauca arī Guntis Svabadnieks, kurš strādājis vairākās skolās. Pēdējos gados

## Astronomijas olimpiāžu pirmās vietas ieguvēji, 1973–2022

Gads	Olimpiāde	Pirmās vietas ieguvēji*
1973	1.	Juris Voss (Gulbenes vidusskola)
1974	2.	Juris Kauliņš (Gaujienas vidusskola), Jānis Kauliņš (Rīgas 25. vidusskola)
1975	3.	Sandra Segliņa (Rīgas 1. vidusskola), Gunta Bičevska (Apine) (Rīgas 4. vidusskola)
1976	4.	Andris Pavēnis (Nogales astoņgadīgā skola), Ilgonis Vilks (Rīgas 11. vidusskola), Jānis Pļavenieks (Rīgas 45. vidusskola)
1977	5.	Andris Pavēnis (Nogales astoņgadīgā skola)
1978	6.	Andris Pavēnis (Kandavas internātskola), Nils Sakss (Rīgas 1. vidusskola), Ilgonis Vilks (Rīgas 11. vidusskola)
1979	7.	Laimonis Mancēvičs (Rīgas 1. vidusskola), Andris Pavēnis (Kandavas internātskola)
1980	8.	Kalvis Salmiņš (Rucavas vidusskola)
1981	9.	Nav ziņu
1982	10.	Gints Upmalis (Rīgas 45. vidusskola), Aleksandrs Aržanovskis (Kandavas internātskola), Inese Krūzīte (Alūksnes 1. vidusskola)
1983	11.	Gints Barkovskis (Rīgas 45. vidusskola), Dainis Šulcs (Rīgas 1. vidusskola), Ēriks Āboliņš (Rīgas 50. vidusskola), Helmutis Ancāns (Rīgas 50. vidusskola)
1984	12.	Helmutis Ancāns (Rīgas 50. vidusskola), Ilja Buzdins (Rīgas 79. vidusskola)
1985	13.	Helmutis Ancāns (Rīgas 50. vidusskola), Ēriks Āboliņš (Rīgas 50. vidusskola), Anda Treimane (Rīgas 64. vidusskola)
1986	14.	Gatis Liepiņš (Olaines 1. vidusskola), Eduards Stiprais (Rīgas 84. vidusskola), Valdis Balcers (Rīgas 20. vidusskola)



1987	15.	Juris Senņikovs (Jelgavas 4. vidusskola), Agnis Rudzītis (Rīgas 41. vidusskola), Valdis Balcers (Rīgas 20. vidusskola)
1988	16.	Ģirts Barinovs (Rīgas 73. vidusskola), Agnis Rudzītis (Rīgas 41. vidusskola)
1989	17.	Ģirts Barinovs (Rīgas 73. vidusskola), Kārlis Bērziņš (Rīgas 1. vidusskola)
1990	18.	Kārlis Bērziņš (Rīgas 1. vidusskola), Ģirts Barinovs (Rīgas 73. vidusskola)
1991	19.	Kārlis Bērziņš (Rīgas 1. ģimnāzija), Dāvis Kūlis (Rīgas 1. ģimnāzija)
1992	20.	Ričards Antoņēvičs (Rīgas 1. ģimnāzija)
1993	21.	Mārtiņš Gills (Rīgas 2. vidusskola), Raivis Spēlmanis (Kuldīgas 1. vidusskola)
1994	22.	Andris Jegorovs (Rīgas 1. ģimnāzija)
1995	23.	Raivis Spēlmanis (Rīgas 1. ģimnāzija)
1996	24.	Raivis Spēlmanis (Rīgas 1. ģimnāzija), Mindaugs Paukste (Panevėžas 5. vidusskola, Lietuva)
1997	25.	Andis Kalvāns (Priekuļu vidusskola)
1998	26.	Aivis Meijers (Valmieras ģimnāzija)
1999	27.	Linards Kalvāns (Priekuļu vidusskola)
2000	28.	Pauls Leckis (Rīgas 89. vidusskola), Mārtiņš Sudārs (Madonas ģimnāzija)
2001	29.	Pauls Leckis (Rīgas 89. vidusskola)
2002	30.	Pauls Leckis (Rīgas 89. vidusskola)
2003	31.	Imants Kaldre (Āgenskalna Valsts ģimnāzija), Jānis Lībeks, (Tehniskās jaunrades nams <i>Annas 2</i> )
2004	32.	Jānis Blūms (Rīgas Ziemeļvalstu ģimnāzija), Aleksandrs Kiseļovs (Rīgas 40. vidusskola)
2005	33.	Jānis Blūms (Rīgas Ziemeļvalstu ģimnāzija)
2006	34.	Andris Rudzinskis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2007	35.	Andris Rudzinskis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija), Krišjānis Jurgelis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2008	36.	Emīls Veide (Jāzepa Mediņa Rīgas mūzikas vidusskola)
2009	37.	Katrīna Čaikovska (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija), Emīls Veide (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2010	38.	Armands Rudušs (Siguldas Valsts ģimnāzija)
2011	39.	Katrīna Ulberte (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2012	40.	Māris Seržāns (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2013	41.	Artūrs Kurzemnieks (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2014	42.	Elīna Pavlovska (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2015	43.	Emīls Senkāns (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2016	44.	Krists Žukovskis (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2017	45.	Dens Enrijs Lakučs (Valmieras Valsts ģimnāzija)
2018	46.	Artūrs Babris (Rīgas Valsts 1. ģimnāzija)
2019	47.	Toms Cerbulis (RTU Inženierzinātņu vidusskola)
2020	48.	Aija Monika Vainiņa (RTU Inženierzinātņu vidusskola)
2021	49.	Toms Cerbulis (RTU Inženierzinātņu vidusskola), Roberts Lukass Kellijs (RTU Inženierzinātņu vidusskola)
2022	50.	Viesturs Streļčs (RTU Inženierzinātņu vidusskola)

\* Latviešu plūsmā (fīdz 1988.)



No Ilgona Mīla personīgā arhīva

Olimpiādes uzvarētāji 2019. gadā un skolotājs Emīls Veide (otrais no labās) jaunajā LU Zinātņu mājā

tāds ir Emīls Veide, kurš strādāja ar Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas skolēniem, tagad – ar RTU Inženierzinātņu vidusskolas jauniešiem. Interesanti, ka latviešu plūsmā daudzi olimpiādes uzvarētāji pēc tam bijuši saistīti ar astronomiju, arī darbojušies žūrijā.

Kopš 2012. gada SIA Omicron (interneta veikals [www.ieskaties.lv](http://www.ieskaties.lv)) vai Latvijas Astronomijas biedrība nodrošina galveno balvu – nelielu teleskopu vai binokli. *Zvaigžņotā Debess* piešķir žurnāla eksemplārus, LAB biedri – astronomijas

literatūru. Kad apbalvošana notika klātienē, balvas (grāmatas, zvaigžņu kartes, plakātus un žurnālus) skolēni varēja izvēlēties. Visi apbalvotie saņēma arī LAB diplomus, pēdējos gados – elektroniski. Kā redzam, astronomijas olimpiādes 50 gados bijuši gan kāpumi, gan kritumi, taču var secināt, ka Latvijas skolēnu interese par Visumu ir noturīga, īpaši, ja viņus atbalsta labi pedagogi. Un tas nozīmē, ka olimpiāžu tradīciju ir vērts turpināt arī otrajā pusgadsimtā. ✍️

#### Lasi vēl:

- Ilgonis Vilks. Rīgas pilsētas 20. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. *Zvaigžņotā Debess*, 1993. gada pavasaris.
- Ilgonis Vilks. Olimpiāde – ilgdzīvotāja. *Zvaigžņotā Debess*, 2002. gada ziema.
- Māris Krastiņš. Rīgas atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde, ceturtdaļgadsimta sliksni pārkāpjot. *Zvaigžņotā Debess*, 1998. gada pavasaris.
- Māris Krastiņš. Latvijas 40. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde. *Zvaigžņotā Debess*, 2012. gada ziema.

# Diena un nakts visā pasaulē

Viens no mobilajiem rīkiem, kas nevis ziņo par konkrētiem astronomiskiem notikumiem, bet ļauj uzturēt astronomisku kopskatu, ir lietotne *Day & Night Map*, kas uz pasaules kartes parāda, kur šobrīd ir diena un kur – nakts. Kartē atzīmētas arī vietas, kur Saule un Mēness (ar attiecīgās dienas fāzi) atrodas zenītā. Papildu iespējas ļauj attēlot dienu un nakti jebkuram izvēlētam datumam un laikam, interesējošos kartes apgabalus var arī pietuvināt. Tas kļūst īpaši noderīgi tad, ja esam iestatījuši lietotni tā, lai tā atzīmē civilo, nautisko un astronomisko krēslu. Tādā veidā var uzskatāmi redzēt, kurā krēslas zonā šobrīd atrodamies. Interesanta un reizē negaidīta lietotnes funkcija – noteiktam datumu intervālam iespējams izveidot animētu GIF failu, kas parāda apgaismojuma izmaiņas ik pa stundai vai diennaktij.

Lietotni *Day & Night Map* var uzlikt uz telefona darbvirsmas arī kā loģriku, lai varētu gūt zibenīgu priekšstatu par dienas un nakts robežas atrašanās vietu. Lietotne ir pieejama bez maksas iOS un Android operētājsistēmām. 📍





Autora foto

Pasāžinstrumenta makets atjaunotajā Bristenes observatorijas vietā

# Bristenes observatorija

**B**ristenes observatoriju izveidoja ģeodēzists un Krievijas militārais topogrāfs Kārlis Tenners (1783–1859), kas aktīvi veica triangulācijas mērījumus Viļņas guberņā laikā no 1825. līdz 1827. gadam. Bristenē atradās viņa mērījumu tālākais ziemeļu punkts. Ģeodēziskā punkta

ķieģeļu mūrējums saglabājies līdz mūsu dienām un šobrīd atrodas zem stikla.

Apstākļu sakritības dēļ turpat netālu Daborkalnā atradās cita ģeodēzista – Frīdriha Georga Vilhelma Strūves (1793–1864) – triangulācijas mērījumu tālākais dienvidu punkts. Abu punktu ģeogrāfiskā platuma atšķirība ir tikai

4,783 loka minūtes, tie atrodas gandrīz uz vienas paralēles. Bristenes observatorijā tika veikti plašāki un ilglaicīgāki astronomiskie novērojumi nekā Jēkabpils apkaimē.

Abi kungi satikās 1828. gada janvārī Tērbatā un vienojās neatkarīgi uzmērīt triangulācijas lokus savienot un paplašināt ziemeļu

un dienvidu virzienā. Tā radās ne tikai nozīmīgs meridiāna loka mērījums, bet arī pasaules nozīmes UNESCO kultūras mantojuma objekts.

2021. gada vasarā tika pabeigta Bristenes lauka observatorijas vietas atjaunošana. Vietas izpēte un vērīnīgi zemes rakšanas darbi sākās jau 2011. gada vasarā. Vēsturiskajā vietā uz oriģinālajiem dolomīta akmeņiem tika uzstādīts pasāžinstruments makets, kādu teorētiski varēja izmantot Tennera ekspedīcijas dalībnieki. Pieejams informācijas stends un citi apskates objekti.

Triangulācijas punkts bija tieši saistīts ar triangulācijas torni, kura smailes vertikālā projekcija atradās punkta centrā. Bristenes apkārtnē 19. gadsimtā nebija apaugusi ar mežu. Tas bija svarīgi novērojumu veikšanai, jo no viena triangulācijas torņa pakalna virsotnē bija nepieciešams redzēt nākamo,



Izrakumu gaitā atsegtais ģeodēziskais punkts

Autora foto

izveidojot 2822 kilometrus garu loku no Ziemeļu ledus okeāna līdz pat Melnajai jūrai. Lokā atradās 13 astronomisko novērojumu vietas, tostarp Bristenes observatorija.

Bristenes lauka observatorijas vieta ir brīvi pieejama jebkurā laikā Jaunjelgavas novada Seces pagastā, kādus

10,5 km aiz Sērenes virzienā no Rīgas. Piebraukšana no autoceļa P76 krustojuma ar vietējās nozīmes grants ceļu 927 Daugavas virzienā. Pa šo ceļu jārodas aptuveni trīs kilometrus, sekojot norādēm. Punkta koordinātas 56° 34' 52,6" Z. pl.; 25° 21' 34,2" A. gar. 📍



Informācijas stends

Autora foto

# Satelītu teleskopiem veltīts mūžs.

## Māris Ābele (1937–2022)

2022. GADA 21. FEBRUĀRĪ PĒC NEILGAS SLIMĪBAS MŪŽĪBĀ DEVIES PAZĪSTAMĀIS SATELĪTU NOVĒROŠANAS IERĪČU KONSTRUKTORS MĀRIS ĀBELE.

**M**āris Ābele dzimis 1937. gada 27. aprīlī Rīgā. Tēvs Kārlis nomira, pirms piedzima dēls, māte pārcēlās dzīvot uz Tērveti pie sava tēva. Šeit Māris mācījās A. Brigaderes Tērvetes septiņgadīgajā skolā (1945–1952). Pēc skolas beigšanas viņš sāka strādāt par virpotāju Tērvetes MTS (1952–1955), jo māte bija darba nespējīga (mirusi 1958. gadā) un bija nepieciešams apgādāt ģimeni. Līdztekus Māris mācījās Republikāniskajā neklātieņu vidusskolā (1952–1955).

Jaunietis jau sen interesējās par fiziku, 1955. gadā izgatavoja savu teleskopu un iestājās Latvijas Valsts universitātes (LVU) Fizikas un matemātikas fakultātē, kur cita starpā apguva astoņus astronomijas kursus. Jau studiju laikā viņš devās zinātniskos komandējumos uz Kijevu un Maskavu, sāka strādāt par pusslodzes laborantu LVU

Laika dienestā, vēlāk – Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanas stacijā. Studijas viņš pabeidza 1960. gadā, iegūstot fiziķa, vidusskolas fizikas skolotāja kvalifikāciju.

Tūlīt pēc universitātes beigšanas Māris Ābele sāka strādāt par LVU Astronomiskās observatorijas zinātnisko līdzstrādnieku. Studiju laikā viņš sadraudzējās ar kursa biedreni Gundegu Ozolu (1937–2016). Viņi apprecējās, un 1962. gadā ģimenē piedzima dēls Edgars, kurš kļuva par ķīmiķi.

Māra Ābeles mūža darbs satelītu novērošanā un satelītu novērošanas kameru konstruēšanā sākās 1957. gada oktobrī, kad, būdams trešā kursa students, viņš piedalījās pirmā Zemes mākslīgā pavadoņa *Sputņik-1* vizuālajos novērojumos. 1958. gadā viņš sāka satelītu fotografēšanu, izmantojot modificētu aerofotokameru NAFA-3s/25. Par satelītu fotokameru konstruēšanu



Māris Ābele 20. gadsimta 70. gados

LU Muzeja krājums

un Rīgā veiktajiem novērojumiem vairāk lasiet Ilgoņa Vilka rakstā *Satelītu fotogrāfiskie novērojumi Rīgā* šajā un nākamajā žurnāla numurā.

Māra Ābeles diplomdarbs 1960. gadā bija veltīts satelītu fotokameras TAFO-AL-75 projektēšanai, kas tika izstrādāta kopā ar Kazimiru Lapušku (1936–2013). 1965. gadā uz šīs kameras bāzes viņi

uzkonstruēja plaši pazīstamo satelītu fotokameru AFU-75, kuru izgatavoja vairāk nekā 120 eksemplāros, un tā kļuva par pasaulē visplašāk izmantoto satelītu fotokameru. Par AFU-75 kameras izveidi 1968. gadā viņš saņēma sudraba medaļu Tautsaimniecības sasniegumu izstādē Maskavā.

1964. gadā Māris Ābele Maskavas Valsts universitātē aizstāvēja disertāciju *Fotokamera ar ātruma kompensāciju Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanai* un ieguva fizikas un matemātikas zinātņu kandidāta grādu. 1992. gadā tas pielīdzināts fizikas doktora grādam.

20. gadsimta 70. gados Māris Ābele kopā ar kolēģiem izstrādāja satelītu lāzerlokācijas teleskopus LD-1 un LD-2, kas bija Padomju Savienības un sociālistisko valstu *Interkosmos* programmas pirmās paaudzes instrumentu tīkla mugurkauls. LD-1 un LD-2 tālmērus, kā arī AFU-75 kameru uzstādīja daudzās pasaules valstīs Eiropā, Āzijā, Āfrikā, Latīņamerikā un pavisam eksotiskās vietās – Franču Gviānā, Špicbergenā, Kergelenas salās, Amsterdamas salā un Mirnijas stacijā Antarktīdā. Māris Ābele daudz ceļoja pa pasauli, uzstādot un testējot savus instrumentus. Viņš bijis visos kontinentos, izņemot Antarktīdu.

20. gadsimta 80. gados un vēlāk Māris Ābele turpināja izstrādāt satelītu lāzera tālmērus, tostarp ULIS-630 ar novatorisku augstuma-augstuma



Māris Ābele ar Latvijas Universitātes Astronomijas institūta kolēģiem un viesiem 80 gadu jubilejā 2017. gadā

Ilgoņa Vilka foto

montējumu un viena metra diametra lāzera tālmēru LS-105, kuru izmantoja Vācijā (Potsdamā), Somijā, Latvijā un Ukrainā. 1987. gadā Rīgā uzstādītais LS-105 teleskops darbojas vēl aizvien. Par lāzera tālmēru konstruēšanu un Rīgā veiktajiem novērojumiem vairāk lasiet Ilgoņa Vilka rakstā *Satelītu lāzerlokācija Rīgā* turpmāko žurnāla numuros.

Kopš 1960. gada Māris Ābele strādāja dažādos amatos Latvijas Universitātē. Viņš bija arī Latvijas Universitātes Astronomijas institūta direktors (2006–2010). Līdztekus viņš strādāja Optiski mehāniskajā rūpnīcā Rīgā par inženieri fiziķi (1963–1988). Māris Ābele publicējis desmitiem zinātnisku rakstu un ieguvis vairākus patentus. Viņš bija Latvijas Astronomijas biedrības (1955), Starptautiskās Astronomijas savienības

(1973) biedrs un Latvijas Zinātņu akadēmijas korespondētājloceklis (2001). 2000. gadā Māris Ābele saņēma Latvijas Zinātņu akadēmijas Frīdriha Candra balvu astronomijā, vēlāk arī citas balvas.

Māris Ābele piedalījies arī digitālā zenīteleskopa prototipa izstrādē Latvijas Universitātes Ģeodēzijas un ģeoinformātikas institūtā, kas tagad pazīstams kā digitālā zenītkamera VESTA. Viņš turpināja izstrādāt satelītu novērojumu optiskās un mehāniskās iekārtas un piedalījās Astronomijas institūta darbā līdz pat pēdējām dzīves nedēļām. Mums viņa ļoti pietrūks kā kolēģa, drauga un brīnišķīga cilvēka. Par Māris Ābeles dzīves gājumu lasiet arī Ilgoņa Vilka rakstā *Optiķis ar zelta rokām* žurnālā *Zvaigžņotā Debess* 2007. gada vasaras numurā. 🦋



LJ Muzeja krājums. F. Candra un Latvijas astronomijas kolekcija

Satelītu fotokamera AFU-75

# Satelītu fotogrāfiskie novērojumi Rīgā

RĪGĀ TAPUSI PASAULĒ VISPLAŠĀK IZMANTOTĀ  
SATELĪTU FOTOKAMERA.

## FOTOGRĀFISKO NOVĒROJUMU SĀKUMS

Zemes mākslīgo pavado-  
ņu (ZMP) vizuālie novēroju-  
mi (skat. Ilgoņa Vilka rakstu

*Satelītu vizuālie novēroju-  
mi Rīgā* žurnāla *Zvaigžņotā  
Debess* 2022. gada pavasara  
numurā) bija noderīgi, taču  
tādā veidā nevarēja noteikt

precīzas satelītu koordinātas.  
Pieredzējis novērotājs vizuāli  
spēja noteikt virzienu uz pa-  
vadoni ar 0,5°–1° precizitāti,  
bet laiku ar 0,1–0,5 sekunžu



precizitāti. Neraugoties uz mazo precizitāti, samērā liels vizuālo novērojumu skaits no dažādām stacijām spēja nodrošināt datus pavadoņa aptuvenas orbītas aprēķināšanai. Novērojumi bija izmantojami gan pavadoņa kustības prognozei, gan lai analizētu pavadoņa bremsēšanos atmosfērā.

Tomēr vizuālo novērojumu precizitāte nebija pietiekama turpmākiem uzdevumiem – Zemes gravitācijas lauka nevienmērības, atmosfēras slāņu nevienmērīguma, kosmiskās ģeodēzijas un citu jautājumu pētīšanai. Augstāku precizitāti nodrošināja fotogrāfiskās metodes un instrumenti. Astronomisko observatoriju teleskopī šim nolūkam nederēja, jo tos nevarēja tik ātri griezt līdz pavadonim.

Pasaulē pirmā pavadoņu fotokamera bija ASV konstruētā kamera *Baker-Nunn*, kas bija gatava jau pirms *Sputņik-1* starta. Tās objektīva diametrs bija 51 cm, gaismasspēja 1:0,75. Pavadoņus fotografēja uz 55 mm platas kinofilmas. Tai bija neparasts trīsasu (augstuma-augstuma-azimuta) montējums, kas deva iespēju plūstoši pārlikt debess zenīta apgabalu un ērti sekot pavadonim. Kameron galvenais trūkums bija lielais svars – 3,5 tonnas. Divpadsmit šādas kameras izvietoja dažādās pasaules vietās un izmantoja līdz 20. gadsimta 70. gadu vidum. Pirmais ZMP fotouzņēmums pasaulē iegūts 1957. gada 6.–7. oktobrī Hobārtā, Tasmānijā; tajā redzama *Sputņik-1* nesējraķete.



Pasaulē pirmā ZMP fotokamera *Baker-Nunn* (ASV)

Brīvpieejais attēls

Rīgā pavadoņu fotografēšanas iniciators bija Latvijas Valsts universitātes (LVU) Fizikas un matemātikas fakultātes students Māris Ābele. 1958. gada martā tika saņemta aerofotokamera NAFA-3s/25 (objektīva *Uran-9* diametrs 10 cm, fokusa attālums 25 cm, redzeslauks  $30^\circ \times 50^\circ$ ). Kameru uzstādīja uz LVU galvenās ēkas jumta platformas Raiņa bulvārī 19, Rīgā. Tai bija trīsasu montējums, kas ļāva kameru ērti griezt līdz pavadonim.

1957. gada 3. novembrī Padomju Savienībā palaida kosmosā otro pavadoni *Sputņik-2*, kurā atradās suns Laika. Šis pavadonis neatdalījās no nesējraķetes augšējās pakāpes, līdz ar to bija spožs un viegli novērojams. Trešo "sputņiku" palaida 1958. gada 15. maijā. Līdz 1958. gada vidum Rīgā jau bija iegūti 11 otrā ZMP uzņēmumi un viens trešā ZMP

nesējraķetes augšējās pakāpes attēls. Tas nozīmē, ka pirmie ZMP foto Latvijā uzņemti līdz 1958. gada 14. aprīlim, kad otrais padomju pavadonis nogāja no orbītas.

Ar NAFA-3s/25 kameru varēja fotografēt pavadoņus līdz 3. zvaigžņlielumam. Uzstādīšanai uz pavadoņiem izmantoja vizieri, vājākiem pavadoņiem – tālskati AT-1. Katrā kadrā bija vairāki pavadoņa uzņēmumi, kas izskatījās kā taisnes nogriežņi, kuru sākumam un beigām atbilstošais laiks bija zināms. Uz fotofilmas bija arī zvaigznes, tas deva iespēju noteikt pavadoņa trases punktu koordinātas. Mērījumi un aprēķini bija apjomīgi, tie prasīja visu dienu, taču arī rezultāts bija gana precīzs. Jau pirmajos fotogrāfiskajos novērojumos laika noteikšanas precizitāte bija 0,05 sekundes.

1958. gadā uz tā paša montējuma uzstādīja M. Ābeles



LU Muzeja krājums, F. Candera un Latvijas astronomijas kolekcija

Māris Ābele pie ZMP fotokamerām. Pa kreisi – NAFA-3s/25, pa labi – *Telemar-2*

konstruēto fotokameru ar objektīvu *Telemar-2* (objektīva diametrs 12 cm, fokusa attālumšs 75 cm), kurā bija izmantota oriģināla pavadoņa kustības kompensēšanas sistēma. Vāji spīdošus pavadoņus nofotografēt bija grūti, jo tie ātri kustējās, un fotofilmas jutība bija par mazu, lai fiksētu pavadoņa atstāto “sliedi”. M. Ābele izmantoja kustīgu fotokaseti, kas svārstījās paralēli pavadoņa kustības virzienam. Kad kasete virzījās pretī pavadoņim, nomelnējuma uz fotofilmas nebija, bet, kad kasetes un pavadoņa kustības virziens un ātrums sakrita, uz fotofilmas radās nomelnējums (punkts). Tādējādi ieguva no punktiem sastāvošu ZMP trajektoriju uz svītrveidīgu zvaigžņu fona.

M. Ābele kopā ar kursabiedru Kazimiru Lapušku (1936–2013) LVU darbnīcās sāka darbu pie pilnīgi jaunas pavadoņa fotokameras

### ZMP fotogrāfiskie novērojumi LVU pavadoņu stacijā, 1958–1960

	1958	1959	1960	Kopā
Vijumu skaits	153	182	126	461
Fotogrāfijas ar NAFA-3s/25 kameru	31	52	18	101
Fotogrāfijas ar <i>Telemar</i> kameru	1	7	8	16

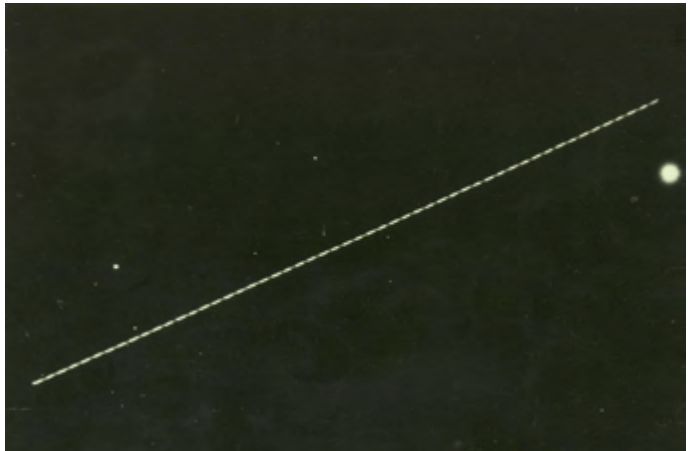


LU Muzeja krājums, F. Candera un Latvijas astronomijas kolekcija

No kreisās: Kazimirs Lapuška un Māris Ābele pie ZMP fotokameras TAFO-AL-75

TAFO-AL-75, kurā arī bija izmantota svārstoša kasete (aptuveni  $9 \times 13$  cm) un objektīvs *Uran-16* ar 21 cm diametru un 75 cm fokusa attālumu. Šai kamerai bija trīs rotācijas asis, redzeslauks  $4^\circ \times 5^\circ$ . 1960. gadā tas bija viņu abu diplomdarba temats. Tā tapa lielisks ZMP iekārtu konstruktoru un novērotāju tandēms, kas darbojās kopā vairākus desmitus gadu. 1961. gadā kamera TAFO-AL-75 tika uzstādīta ZMP novērošanas stacijā LVU Botāniskā dārza teritorijā Kandavas ielā 2, Rīgā, speciāli uzbūvētā paviljonā. Līdz tam pavadoņu fotogrāfiskos novērojumus varēja saukt par eksperimentāliem, bet 1961. gada 1. augustā sākās regulārs novērošanas darbs.

1961. gadā ar NAFA-3s/25 kameru ieguva ap 100 pavadoņu foto, ar TAFO-AL-75 uzņēma 203 kadrus, kuros bija redzami objekti līdz 10. zvaigžņlielumam, 1962. gadā uzņēma jau 1050 pavadoņu fotogrāfijas. Latvijas Universitātes Muzejā saglabājušies septiņi pavadoņa *Echo-1* foto, kas uzņemti 1961. gada 17. janvārī. ASV pavadoņi *Echo 1* bija apaļš metalizētas plēves balons 30 metru diametrā. To palaida kosmosā 1960. gada 12. augustā 1600 kilometru augstā orbītā. No Zemes tas bija redzams kā spoža kustīga zvaigzne. Pavadoņi izmantoja kā pasīvo radioviļņu retranslatoru eksperimentāliem radiosakariem lielā attālumā. *Echo 1* nogāja no orbītas 1968. gada 24. maijā. 1962. gadā no visām



Cita ASV 20. gadsimta 60. gadu satelīta *Paganos* kustības treks

padomju ZMP stacijām tikai Rīgā spēja nofotografēt amerikāņu pavadoņus.

1963. gada aprīlī, maijā un jūnijā notika ASV pavadoņa *Echo 1* sinhronie novērojumi ar Zveņigorodas (Krievija) un Nikolajevas (Mikolajiva, Ukraina) ZMP stacijām, tika iegūti deviņi sinhronie novērojumu pāri un noteiktas Nikolajevas stacijas koordinātas. 1963. gadā K. Lapuška ieguva 828 ZMP uzņēmumus, tostarp novēroja arī speciālo ģeodēzisko pavadoņi ANNA 1B, kuru ASV palaida 1100 kilometru augstā orbītā 1962. gada 31. oktobrī.

Pavadoņu koordinātu noteikšana attēlos bija ļoti darbietilpīga, tāpēc 1962. gadā K. Lapuška sāka darbu pie automātiskas iekārtas uzņēmumu mērīšanai UIM-21 (*Universālēj izmeriteļnij mikroskop*), kas ļāva saīsināt uzņēmumu apstrādes laiku 3–5 reizes, ja salīdzinā ar mērīšanu rokas režīmā ar mērmikroskopu. Pēc

iekārtas uzlabošanas mērījumu precizitāte sasniedza 1,3 mikronus. 1964. gadā iekārta bija gatava, un ar to izmērīja 150 uzņēmumus. No 1965. gada mērījumus izvadīja uz perifokartēm, kuras pēc tam varēja apstrādāt ar ESM.

K. Lapuška palīdzēja sākt pavadoņu fotogrāfisko novērošanu daudzās PSRS observatorijās, PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padomes uzdevumā viņš lasīja lekcijas jauno ZMP novērotāju kursus. Piemēram, jau 1960. gada septembrī viņu uzaicināja uz semināru Zveņigorodas ZMP stacijā. Astronoms Linārs Lauceniēks raksta: "K. Lapuškas vadībā ZMP stacija kļuva pazīstama ne tikai Padomju Savienībā, bet arī ārzemēs. Jau sākot ar 60. gadiem, daudzi Padomju Savienības un pat ārvalstu zinātnieki brauca apgūt LVU Astronomiskās observatorijas ZMP stacijā darba pieredzi. ZMP stacija bija viena no pirmajām, kura no visas Padomju



Pavadoņu uzņēmumu mēriekārta UIM-21

Savienības tika iekļauta starptautiskajās programmās.”

1962. gada 29. jūnijā – 2. jūlijā Rīgā notika ZMP fotogrāfisko staciju novērotāju konference. Astronoms Antons Kovaļevskis raksta: “Vislielāko interesi izraisīja LVU novērošanas stacijas darbinieku M. Ābeles un K. Lapuškas konstruētā fotokamera TAFO-AL-75. Viņi arī demonstrēja speciālu ierīci automātiskajai pavadoņu koordinātu mērīšanai pēc fotoplatēm. Apspriede nolēma ieteikt šos aparātus rūpnieciskajai ražošanai, lai ar tiem apgādātu fotogrāfiskās stacijas.”

### FOTOKAMERAS AFU-75 UZVARAS ĢAIJENS

Kaut arī pēc 1962. gada konferences ražošanu uzreiz neuzsāka, konstruktora veikums bija pamatnīts. K. Lapuška intervijā

žurnālistei Zaigai Kiperei (*Kā novēroja Zemes mākslīgos pavadoņus agrāk un tagad, Zvaigžņotā Debess*, 2004. gada vasara) stāsta: “1963. vai 1964. gadā mūs ar Māri izsauca uz Universitātes 1. daļu, kur priekšā divi pogaini vīri no Maskavas. Tie vīri mums saka: “Braucam tepat netālu.” Izrādās, ka Daugavgrīvas ielā atrodas karaspēka daļa, faktiski maza rūpnīciņa, kur remontē teodolītus un citus ģeodēziskos instrumentus, kā arī reizēm kaut ko uztaisa.

Tie armijas veči mums saka: “Redziet, mēs esam iepazinušies ar jūsu kameru, materiālus mums iedeva Astronomijas padome, un priekšlikums ir tāds – te jums būs rūpnīca, te tās direktors Boriss Aleksandrovičs Šiljins, un jums tiek dotas brīvas rokas. Konstruējiet to, ko atzīstat par vajadzīgu. Mums ir

nepieciešama tāda kamera, kas spētu pavadoņus mērīt ar maksimālo precizitāti, visādus pavadoņus – spožākus, vājākus, pēc iespējas vairāk. Jums laika nedaudz vairāk par pusgadu. Jūs dodiet savas idejas. Te ir konstruktoru birojs, rašētāji, kas tās uzliks uz papīra, lai varētu izgatavot detaļas. Darbojieties tā, kā jūs to gribat, nekādu ierobežojumu.”

Tā mums, diviem jaunākajiem zinātniskajiem līdzstrādniekiem, latviešu zēniem pateica – lūdzu, dariet, ko gribat, bet uztaisiet darbojošos kameras maketu. Mēs ķērāmies pie darba. Šiljins bija ārkārtīgi saprātīgs vīrs, es teiktu – vienreizējs cilvēks. Pats ar tehnisku domāšanu, mīlēja visādas konstrukcijas. Viņš atbalstīja visas mūsu idejas, pats šo to vēl piesvieda klāt. Mēs reizēm rūpnīcā pat gulējām, tik intensīvs bija darbs. Kopš iepriekšējās kameras uztaisīšanas mums jau pašiem bija radušās jaunas domas, visu to likām lietā, rūpnīca uztaisīja darbojošos maketu. Vārdu sakot, mēs savu paveicām. Rūpnīca paziņoja, kam vajag, ka darbs ir gatavs.”

Apmēram pēc pusgada K. Lapuška un M. Ābele demonstrēja darba rezultātu. Izrādās, ka tāds pats uzdevums bija dots arī lielām Maskavas un Minskas optikas rūpnīcām. K. Lapuška turpina: “Piecēlās maskavieši un teica: “Mēs esam strādājuši, bet tagad, iepazinušies ar rīdzinieku darbu, atsaucam savu projektu, jo tas ne tuvu nav līdzvērtīgs.” Minskieši to pašu:

“Mēs arī atsaucam un nemaz neiepazīstināsim ar savu projektu, jo te ir pavisam cits līmenis.” Viņiem neesot ne tik daudz režīmu, ne tādas precizitātes. Turpat nolēma, ka mūsu kamera jāved uz Minsku un tur jāražo sērijveidā.

Minska ražoja AFU-75 kameras militāri topogrāfiskajam dienestam, bet mēs Rīgā, savā mazajā rūpnīcīnā – PSRS Zinātņu akadēmijas tiklam. Ražojām Padomju Savienībai, sociālistiskajām valstīm un sadarbības partneriem citās valstīs. Par mūsu kameru tūdaļ ieinteresējās NASA, atsūtīja doktoru Rolfu, kurš sākmā nekādi nevarēja izprast, kā tāda plakana konstrukcija var sekot debess rotācijai. Viņš tai kamerai rāpoja četrtrāpus apkārt un skatījās. To, protams, uzķēra Maskavas avīze un rakstīja, ka latvieši piespieduši NASA rāpot uz ceļiem.”

Tas bija Starptautiskā pavadoņu ģeodēzijas biroja izpilddirektors Jans Rolfs (*Rolff*, 1920–2017) no Smitsona Astrofizikas observatorijas Kembridžā, ASV. 1967. gadā no 13. līdz 22. jūlijam viņš viesojās PSRS un apmeklēja arī Rīgu.

Darbu pie fotokameras AFU-75 (*Astronomiķeskaja fotografiķeskaja ustanovka*) M. Ābele un K. Lapuška pabeidza 1965. gadā. Satelītu novērotājs Igors Abakumovs (dz. 1947) rakstā *No Zemes mākslīgo pavadoņu fotogrāfisko novērojumu vēstures* (*Zvaigžņotā Debess*, 2001. gada pavasaris) apraksta kameras uzbūvi: “Tā bija

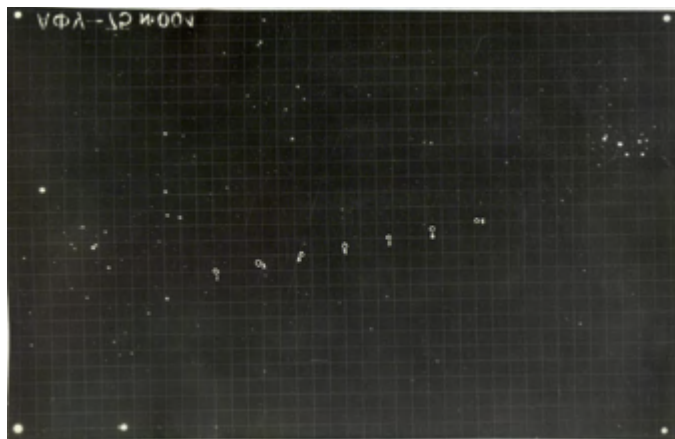


Fotokameras AFU-75 kopskats. 1 – ekvatoriālā platforma, 2 – montējuma dakša, 3 – horizontālās ass pusrāmis, 4 – kameras objektīvs, 5 – teleskops-gids

universāla, pusautomātiska, pārvietojama, azimutāli-ekvatoriāla četrasu kamera, kas kļuva par visprecīzāko pamatinstrumentu ZMP fotogrāfiskajiem novērojumiem bijušajā PSRS. Kamera AFU-75 ļāva fotografēt: 1) aktīvos ZMP līdz 3500 km attālumam; 2) pasīvos spožos pavadoņus līdz 3. zvaigžņlielumam; 3) maza spožuma ZMP līdz 10.–11. zvaigžņlielumam, lietojot to redzamā leņķiskā ātruma kompensācijas

metodi; 4) ģeostacionāros ZMP līdz 40 000 km attālumam, izmantojot LUV Astronomiskajā observatorijā izstrādātu metodiku.

Kamera ļauj fotografēt kosmiskos objektus no 0° līdz 90° virs horizonta, kuru leņķiskais ātrums ir 0°,02 – 1°,5/s. Optiskā sistēma ir septiņu lēcu objektīvs refraktors *Uran-16* no nakts aerofotokameras MK-75 (fokusa attālumam 737 mm, diametrs 210 mm, īrisa tipa diafragma,



AFU-75 uzņēmums. Pavadoņa pozīcijas apvilktas ar aplīšiem. Pa labi redzams Sietiņš, pa kreisi – Aldebarans un Hiādes

maināms relatīvais atvērums no 1:3,5 līdz 1:16, kas instrumentu ļauj pieskaņot dažāda spožuma objektu novērošanai; starplēcu centrālais slēdzis, kurš kalpo par aizvaru fotografēšanas cikla regulēšanai). Vēlākos gados tika izstrādāts speciāls spoguļlēcņu objektīvs *Saturn-24* (M. Ābele) pēc Kasegrēna optiskās sistēmas ar trim pamata un divām papildu optiskajām komponentēm, lai iegūtu plakānu  $10^\circ$  redzes lauku. Fokusa attālums 750 mm, relatīvais atvērums 1:2,8.

Kamera uzstādīta uz speciālas, oriģinālas konstrukcijas ekvatoriālās platformas (M. Ābele, K. Lapuška), kādas nebija nevienai no eksistējošām kamerām. Šī platforma ļauj 3 minūšu intervālā kompensēt Zemes diennakts rotācijas izraisīto zvaigžņu pārbīdi, tādā veidā nodrošinot zvaigžņu punktveida attēlus uz fotofilmas. Uzvadīšanas mehānismam ir četras rotācijas asis,

kas nodrošina optiskās ass iestādīšanu uz jebkuru punktu pie debess sfēras un sekošanu novērojamajam objektam. Vidējā virziena uz ZMP noteikšanas kļūda visos režīmos ir  $\pm 1,1''$ , laika momentu precizitāte ir  $\pm 0,001$  s.

Fotografēšanu veica uz 19 cm platas augstjutīgas fotofilmas (4000 ISO vienības), kadra izmēri  $14 \times 20$  cm ( $10 \times 15^\circ$ ). Filmas pārtīšana notika automātiski, ar vienu filmas rulli varēja uzņemt 120 kadrus. Maza spožuma ZMP fotografēšanai izmantoja M. Ābeles jau iepriekš izstrādāto metodi: AFU-75 fokālajā plaknē bija uzstādīts pavadoņa attēla kustības kompensācijas mehānisms, pie kura piespieda fotofilmu.

Kamerai bija savs, autonoms "laika dienests" – kvarca pulkstenis, kuru izstrādāja LVU Astronomiskās observatorijas inženieris Kārlis Cīrulis (1904–1983), oscilogrāfs un radiouztvērējs *Volna-K*.

Speciālā kasetē bija ierīkots fotohronogrāfs, kurš, apgaismojot ar zibspuldzi, uz fotofilmas fiksēja rotējošas ciparnīcas rādījumus. Līdz ar to visa informācija, kas nepieciešama, lai noteiktu virzienu uz ZMP un atbilstošo laika momentu, atradās uz paša kadra. Fotokameras teleskops-gids (diametrs 120 mm, palielinājums 8 reizes un redzeslauks  $6^\circ$ , ko varēja nomainīt uz 20 reižu palielinājumu un redzeslauku  $3^\circ$ ) ļāva gan vizuāli kontrolēt kameras uzvadīšanu, gan saskaņot kameras kustības ātrumu ar pavadoņa redzamo ātrumu. AFU-75 kameras svars bija 350 kg, izmēri –  $1,5 \times 2$  metri.

Diemžēl konstruktori par savu izgudrojumu nesauņēma lielu materiālo ieguvumu vai atzinību, tik vien kā gandarījumu par veiksmīgu instrumentu. K. Lapuška intervijā Zaigai Kiperei stāsta: "Protams, mēs dabūjām autorapliecības, bet par tām jau neko nemaksāja. Pēc tam, kad kameras jau bija izvietotas pa punktiem un tika realizēti viens no ģeodēziskajiem projektiem, Maskavā vairāki cilvēki saņēma Valsts prēmijas, un tad mums ar Māri katram iedeva pa 400 rubļiem. Ne velti saka – kas maksā naudu, tas pasūta mūziku. Mēs ar Māri lielākām savas idejas, maksātāji bija viņi. Toties mūsu observatorija par velti dabūja divas kameras no tām, ko ražoja zinātnes vajadzībām." ZMP novērošanas stacija saņēma AFU kameras Nr. 011 un Nr. 036, katras vērtība bija 70 000 rubļu. Kamera

Nr. 011 1973. gadā ieguva uzlaboto objektīvu *Saturn-24*.

Savas ZMP fotokameras bija arī Lielbritānijai, Francijai un Vācijas Demokrātiskajai republikai (skat. tabulu). Kameras AFU-75 koordinātu noteikšanas precizitāte bija tikpat laba kā ārvalstu ražojumiem, kaut arī objektīva diametrs bija vismazākais. Vislielākā kamera ar 63 cm ieejas atveri bija angļiem, savukārt vissmagākā bija PSRS izveidotā VAU kamera (*Высокоточная астрономическая установка*) – 30 tonnas. Ar VAU fotokameru varēja novērot arī tālos ģeostacionāros pavadoņus.

## RĪGAS ASTRONOMI NOVĒRO VISĀ PASAULĒ

Padomju Savienības iestādēm bija nepieciešams sekot gan saviem, gan citu valstu palaistajiem pavadoņiem, tāpēc tika izveidots novērošanas staciju tīkls, kas aptvēra visu pasauli. Stacijas izvietoja “sociālistiskā bloka” valstīs un citās “sadarudzības” valstīs. Tīkla darbību koordinēja PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padome (*Astrosovet*) krievu astronomes Allas Masevičas (1918–2008) vadībā. Tīkla izveide sākās 1966. gadā, un 1975. gadā Eirāzijā, Āfrikā un Dienvidamerikā darbojās jau 28 stacijas. Līdz 20. gadsimta 80. gadu vidum lielāko daļu staciju, kas bija savu uzdevumu veikušas, slēdza.

Šajās stacijās tika uzstādīta kamera AFU-75, kas bija

## Specializētās ZMP fotokameras

Kamera, valsts	Gads	Ieejas atvērums, cm	Koordinātu noteikšanas precizitāte, loka sekundes
Baker–Nunn, ASV	1957	51	1–2
Hewitt, Lielbritānija	1962	63	1,1
AFU-75, PSRS	1965	21	1,1
SBG, VDR	1966	42,5	1–2
Antarès, Francija	1967	30	2
FAS-3A, PSRS	1969	25	1,5–3,0
VAU, PSRS	1971	50	1–1,5



Padomju Savienības veidotais ZMP novērošanas staciju tīkls. Krievijas Zinātņu akadēmijas Astronomijas institūta attēls

pasaulē visplašāk izmantotā ZMP fotokamera (līdz 1981. gadam izgatavoti vairāk nekā 120 eksemplāri), vai cita Rīgā izstrādāta pavadoņu fotokamera – FAS-3A, vēlāk arī pirmie lāzera tālmēri.

LVU astronomu lielā pieredze darbā ar šīm iekārtām deva viņiem iespēju pabūt dažādās eksotiskās valstīs, paviesoties aiz “dzelzs priekškara”, kas nodalīja PSRS no pārējās pasaules. Pa reizei notika ekskursijas džungļos vai kalnos, reliģisko tempļu vai pingvīnu koloniju apskate, tomēr galvenokārt tas bija

smags darbs neierastos apstākļos. Novērošanas stacijas atradās nomaļās vietās, kur nācās saskarties ar mežonīgu dabu, sadzīves grūtībām, aukstumu, karstumu vai mitrumu. Toties balva bija izcili dzidrās dienvidu debesis, kurās kā punktiņš slīd kārtējais Zemes mākslīgais pavadoņs, un iegūtie augstas kvalitātes novērojumi. Par šīm ekspedīcijām *Zvaigžņotajā Debesī* daudz rakstīts 20. gadsimta 70. un 80. gados, to šeit neatkārtosim. 🦉

*Turpinājums sekos.*

# Volfs Višņaks, Marss un Latvija

AR RĪGU SAISTĪTAIS NASA ZINĀTNIEKŠ VOLFS VIŠŅAKS BIJA VIENS NO PIRMAJĒM, KURŠ IZSTRĀDĀJA IERĪCES DZĪVĪBAS NOTEIKŠANAI UZ CITĀM PLANĒTĀM.



Volfs Višņaks pārgājienā ASV Klinšu kalnos



## IEVADS

Autoram kā ķīmiķim ar noslieci uz astronomiju vai – kā nu jau dažus gadus var teikt – astronomam ar noslieci uz ķīmiju allaž ir šķīтусi interesanta problēma par dzīvības eksistenci uz citiem debess ķermeņiem. Turklāt atšķirībā no vairākuma tēmas cienītāju, ne tik daudz no filozofiskās vai “fantastiskās” puses, bet tieši no tehnoloģiskās – kā meklēt dzīvību, kādas pazīmes par to varētu liecināt. Īpaši interesants no šā viedokļa allaž ir bijis Marss. Reiz, pārskatīdams literatūru par šo tēmu un studēdams lielisko NASA paspārnē izdoto grāmatu *On Mars*<sup>1</sup>, kas veltīta *Viking* misiju priekšvēsturei, sagatavošanai un norisei, 63. lappusē uzdūros ārkārtīgi interesantai frāzei: “*Wolf Vladimir Vishniac was one of the pioneers in the search for extraterrestrial life. Born in Berlin in 1922, the son of Latvian parents who had fled the chaos of the Russian civil war, he was an associate professor of microbiology at the Yale University School of Medicine...*” Tātad: “Volfs Vladimirs Višņaks bija viens no ārpuszemes dzīvības meklēšanas pionieriem. Viņš bija Jeila Universitātes Medicīnas skolas asociētais profesors, dzimis Berlīnē 1922. gadā latviešu vecākiem, kuri bija

<sup>1</sup> E. C. Ezell, L. N. Ezell. *On Mars: Exploration of the Red Planet 1958–1978*. NASA, SP-4212, 540 lpp. Grāmata pilnā apjomā atrodama: <https://history.nasa.gov/SP-4212.pdf>. Vietnē amazon.com to var iegādāties arī papīra formā.



Mara Vishniac Kohn

Četras Višņaku paaudzes. No labās: Romans, viņa tēvs Solomons, tālāk Volfs ar dēlu Ītanu

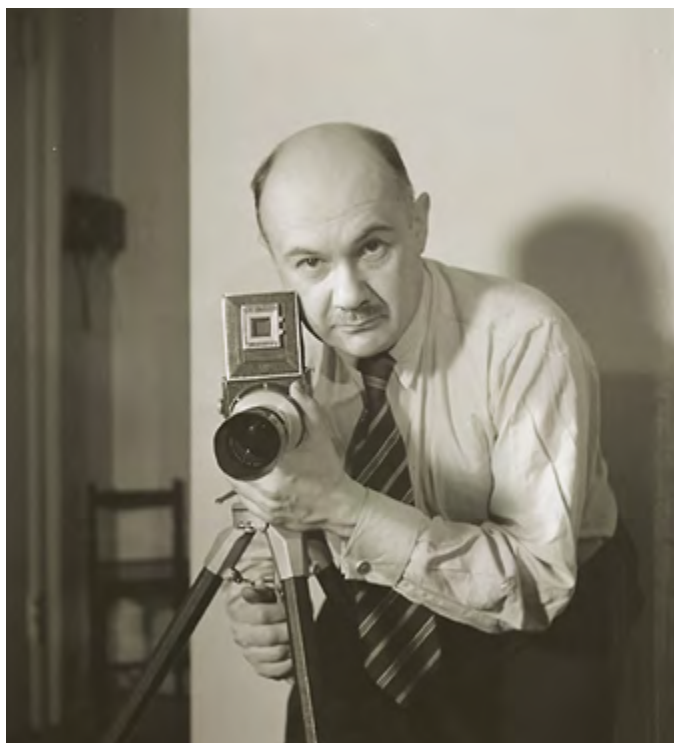
pametuši Krievijas pilsoņu kara radīto haosu...” Man šķita ļoti svarīgi pievienot oriģinālo citātu, lai mazinātu iespējamās pārmetumus, ka esmu kaut ko ne tā interpretējis un veidojis saistību ar Latviju kā kārtējo urbāno mītu. Radās vēlme šo jautājumu papētīt sīkāk, it īpaši tāpēc, ka tuvojās zinātnieka simtgade. Internetā pieejamie materiāli, jāatzīst, bija diezgan trūcīgi, taču, līpinot pa gabaliņam kopā faktu mozaīku, izdevās izveidot samērā labu priekšstatu par to, kas bija Volfs Višņaks un kāds ir viņa ieguldījums mūsdienās tik ļoti aktuālajos citplanētu dzīvības pētījumos.

## VECĀKI

Volfa tēvs Romans dzimis 1897. gadā Pavlovskā, nelielā pilsētiņā Sanktpēterburgas tuvumā. Viņš nebija latvietis, bet gan ebrejs ar senām saknēm poļu ebreju diasporā. Romans ieguva labu pamatizglītību, un 1917. gada revolūcijas juku laikos ģimene

pārcēlās uz relatīvi drošāku vietu – Rīgu. Taču Pirmā pasaules kara fronte drīz pienāca tuvu pilsētai, un 1917. gada beigās Rīga nokļuva vācu armijas kontrolē. Romans šeit dzīvoja līdz 1920. gadam, un šķiet, ka viņam palikušas labas atmiņas par šo laiku, pat neraugoties uz pastāvīgu karadarbības tuvumu, varas maiņu un grūtajiem dzīves apstākļiem. Pilsētas intelektuālā dzīve turpinājās un uz jauno Romanu atstāja lielu iespaidu. Tomēr 1920. gadā, kad politiskais stāvoklis vēl nepavisam nebija stabils, ģimene nolēma atstāt Rīgu un doties uz kara neskarto Berlīni. Tur viņš satika nākamo Volfa māti – tikai 15 gadus veco Edīti Ernstu (dzimusi 1905. gada 26. oktobrī). Acīmredzot juku laiku grūtībās jaunieši nobrieda ļoti ātri. Jau tā paša gada beigās viņi apprecējās, un drīz – 1922. gada 22. aprīlī – Berlīnē pasauli ieraudzīja nākamais zinātnieks Volfs. Viņa māsa Mara piedzima 1926. gadā.





Romans Višņaks: pašportrets spogulī. 20. gadsimta 30. gadi

Nav sīkāku ziņu par to, kur un kādu tieši izglītību tālāk ieguvis Romans, taču zināms, ka viņš bija ļoti daudzpusīgs, talantīgs un sava laika Eiropas ebreju kopienā labi pazīstams cilvēks. Volfa māsa tēvu raksturo kā eksperimentu bioloģijā, fotogrāfu, mākslas vēsturnieku, filozofu. Atpazīstamību Romans ieguva tieši kā ebreju sadzīves fotogrāfs; vēsturiski nozīmīgas ir viņa 30. gados Varšavas geto uzņemtās fotogrāfijas. Katrā ziņā mazais Volfs auga mobilā ģimenē (viņi daudz ceļoja pa Eiropu) ar bagātīgām intelektuālām tradīcijām. Māte visu mūžu bija ģimenes finanšu "galva", aktīva

uzņēmējdarbības organizēšanā un vadīšanā, iesaistījās ģimenes garīgajā dzīvē.

1940. gadā, kad Eiropā dzīve ebrejiem kļuva bīstama gandrīz jebkurā vietā, tēvs Francijā nonāca ieslodzījumā, taču viņu izdevās izdabūt no cietuma. Tēvs aizbēga uz neitrālo Portugāli, un no Lisabonas ģimene kārtējo reizi pārcēlās – šoreiz uz Amerikas Savienotajām Valstīm. Sākotnēji viņus uzturēja Romana fotogrāfa reputācija un prasmes, vēlāk arī akadēmiskā darbība – viņš pasniedza dažādus mācību priekšmetus vairākās ASV augstskolās. Volfa vecāki nodzīvoja ilgu mūžu; abi miruši 1990. gadā

un apbedīti Velvudas kapsētā Safolkā, Ņujorkas štatā.

## VOLFS, VIŅA ĢIMENE, KARJERA UN MANTOJUMS

Tātad 1940. gadā jaunais Volfs Višņaks ieradās ASV. Ticams, ka tieši tēva iespaidā viņu ieinteresēja bioloģija, un tāpēc apgūstamā izglītība šķita dabiska – 1949. gadā viņš Stenforda Universitātē ieguva doktora grādu bioķīmijā un mikrobioloģijā. No 1952. līdz 1961. gadam viņš strādāja Jeila Universitātē, kur pētīja galvenokārt elektronu transportu fotosintēzē un autotrofiskā ūdeņraža metabolismu dažādās baktērijās.

Zinātne ģimenē bija svarīga – tradīcija, radu un paziņu loks, aizraušanās un iztikas avots. 1951. gadā Volfs apprecējās ar Helēnu Simpsoni. Sešdesmitajos gados ar savu sievastēvu Džordžu Geilordu Simpsonu, bijušo Hārvarda Universitātes mugurkaulnieku paleontoloģijas profesoru, viņam bija daudz aizrautīgu diskusiju par eksobioloģiju.

Arī abi Volfa dēli bija zinātnieki. Ītans kļuva par astrofiziķi, Efraims darbojās datorzinātņu nozarē. Kā tēvs, tā dēli bija aizrautīgi alpīnisti; viņi kopā izgājuši daudzus maršrūtus ASV Klinšu kalnos un citur pasaulē. Māsa Mara kļuva par bioloģijas profesori Oklahomas štata Universitātē. Pārskatot Višņaku ģimenes tuvākos un tālākos radurakstus, redzam, ka vairums no viņiem bija akadēmisko aprindu ļaudis, daļa precējušies

ar tādiem, un bija šīs vides neatņemama sastāvdaļa.

Laikā, kad Volfs bija Jeila Universitātes mācībspēks, radās viņa mūža darba virziens. Piecdesmito gadu beigās ASV Nacionālās Zinātņu akadēmijas Kosmosa zinātnes padome organizēja diskusiju grupas ASV austrumu un rietumu krastā, kas attiecīgi kļuva pazīstamas kā EASTEX un WESTEX. Tās apsprieda iespēju veikt ārpuszemes bioloģijas pētījumus, izmantojot tolaik vēl tikai dzimstošā kosmosa transporta iespējas. EASTEX grupā iesaistījās arī Volfs. Viens no kārtējās sanāksmes dalībniekiem izteica izbrīnu, kāpēc vēl neviens nav izstrādājis ierīci, ar kuru attālināti varētu noteikt mikroorganismu vai citādas organiskās dzīvības klātbūtni. Volfs Višņaks, kā jau praktiski ievirzīts plašu interešu mikrobiologs, pieņēma šo izaicinājumu. Tā radās ideja par "Vilku slazdu", nosaukumā izmantojot vārdu spēli, kas saistās ar ierīces autora uzvārdu. Ideja tika ātri īstenota, un tā nu sanāca, ka pati pirmā NASA dotācija bioloģijas jomā 4485 dolāru apmērā tika piešķirta Volfam Višņakam, lai izstrādātu "instrumenta prototipu mikroorganismu attālinātai noteikšanai uz citām planētām". Mūsdienu izpratnē tā bija pilnīgi smieklīga summa, kas raksturoja kosmosa apguves pabērma jomu toreizējā ASV zinātnes politikā. Vēl vairāk, Volfs saņēma neskaitāmus akadēmisko



On Mars, NASA

*Viking* plānošanas sanāksme Lenglīja pētniecības centrā 1973. gadā. No labās: Dr. Viljams H. Maikls jun., radiozinātņu grupas vadītājs; Dr. Volfs Višņaks, bioloģijas grupas vadītāja asistents; Dr. Ričards S. Jangs, *Viking* programmas zinātnieks no NASA galvenās mītnes Vašingtonā

aprinu "uzbraucienus" par to, ka viņš nevis nodarbojas ar "normālu" universitāšu zinātni, bet ir pārdevies kādai tur valdības organizācijai, pieņemot "kosmosa dolārus".

Neraugoties uz šo nelabvēlīgumu, Ročesteras Universitāte 1961. gadā piedāvāja Volfam Višņakam bioloģijas profesora amatu, ko viņš pieņēma. Viss viņa turpmākais darba mūžs bija saistīts ar mikrobioloģijas kosmisko problemātiku. Piemēram, Volfs piedalījās karantīnas un paraugu/apkalpes apstrādes procedūrās *Apollo* Mēness ekspedīcijām, kas notika no 1968. līdz 1972. gadam.

Pa to laiku bija uzbūvēts arī "Vilku slazds", kas gaidīja savu vietu topošajās *Viking* Marsa misijās. Sākotnēji tapa laboratorijas prototips, tad jau modelis, kas būtu piemērots uzstādīšanai kosmiskajā aparātā, un virkne "lauka" prototipu, kas bija domāti aprobēšanai apstākļos, kas ir maksimāli tuvi Marsa dabiskajai videi.

Antarktīdā ir vairākas sausas, absolūti neauglīgas ielejas. Pazīstamais biokīmiķis un ģenētiķis Normans Horovics bija secinājis, ka tā ir vienīgā vieta uz Zemes, kur ir sterila augsne. Saprotams, ka tas bija kārtējais izaicinājums "Vilku slazda" koncepcijai. Volfam būvētie aparāti Antarktīdā nokļuva 70. gadu sākumā – tos izvietoja kalnos, ielejās, uz ledājiem. Un tika konstatēts, ka šī sterilā augsne nemaz nav tik sterila – slazdā nokļuvušās baktērijas deva nepārprotamas liecības, ka tās tur ir!

1973. gada rudenī (pēc Antarktīkas gadalaikiem – pavasarī) Volfs Višņaks devās vēl vienā ekspedīcijā uz Antarktīdu. Uz kārtējo pārbaudi viņu mudināja zināms aizvainojums un vēlme vēlreiz apliecināt koncepcijas noderīgumu, jo masas un līdzekļu taupīšanas dēļ "Vilku slazds" no *Viking* programmas komplekta bija izslēgts. 10. decembrī, dodoties aplūkot apvidū izvietoto



Volfs Višņaks pēdējās Antarktīdas ekspedīcijas laikā

aparāturu, zinātnieks konstatēja, ka viena no tām ir nokritusi no stiprinājuma vietas un aizķērusies klintīs zemāk. Viņš sniedzās pēc tās... paslīdēja, sekoja neizbēgams kritiens, un Volfs Višņaks atrada savu kapavietu sestā kontinenta ledāja Asgardas grēdas Raitas ielejā, 150 metru dziļā ledāja plaisā.

Volfu Višņaku kā cilvēku, šķiet, vislabāk raksturo pasauleslavenā zinātnes popularizētāja Karla Sagāna vārdi: "Kaut gan mūsu iestādes atradās salīdzinoši netālu no Ņujorkas štata, man šķita, ka Volfu Višņaku redzēju galvenokārt tādās vietās kā Tokija, Barselona, Ļeņingrada, Konstanca un Sietla, kur viņš vienmēr brīvi pārvaldīja vietējo valodu, ģeogrāfiju, sociālās paražas... Viņš bija ārkārtīgi godīgs, laipns, taktisks un nosvērts cilvēks. Šķita, ka starpdisciplinārās un starptautiskās atšķirības vienmēr izzūd, kad Volfs veica savus fenomenālos sinhronos tulkojumus. Viņš dziļi izjuta bioloģijas pamatproblēmas un vairāk nekā pārējie viņa laika zinātnieki

saprata revolucionāro – ārpuszemes dzīvības meklējumu – nozīmi zinātnei. Viņš daudzkārt uzsvēra, ka dzīvības neesamība uz tādas planētas kā Marss ir gandrīz tikpat interesanta kā tās klātbūtne; jo tad mēs saskartos ar klasisko eksperimenta un kontroles scenāriju." Karls Sagāns bija tuvs Volfa draugs un iesaistīja viņu arī savā zinātnes popularizēšanas darbā. Savā 1980. gada TV seriālā *Cosmos: A Personal Voyage* viņš Volfam Višņakam veltīja 5. sēriju *Blūzs Sarkanajai planētai*.

Volfa Višņaka vārdā ir nosaukts Marsa krāteris, kura koordinātas ir 76,5° dienvidu platuma un 276° rietumu garuma – gandrīz tādas pašas kā vieta, kur uz Zemes zinātnieks gāja bojā. Viņa vārdā nosaukta arī balva un prēmija, ko ik pēc gada starptautiskā

vides bioģeokīmijas simpozijā pasniedz jaunajiem jomas pētniekiem. Par tā laika pētījumu popularitāti un zinātnieka harismu liecina arī ziņas, ka kāda smagā metāla grupa, kas vēl arvien ir populāra ASV, savu saukumu *Wolf Trap* esot aizguvusi tieši no Marsam domātās aparatūras.

## KAS BIJA "VILKU SLAZDS"?

Izpētīsim Volfa Višņaka mūža galveno darbu – dzīvības bioloģisko pazīmju meklēšanas iekārtu *Wolf Trap*. Instrumentu sastāv no trim galvenajām daļām: paraugu ievākšanas mezgla, mikroorganismu kultivēšanas kameras un dzīvības pazīmju detektēšanas ierīcēm.

Paraugu ievākšanas shēma ir pilnīgi oriģināla un atšķiras no tām, kas praksē ir izmantotas uz Marsa. Augsta



Karls Sagāns pie Marsa izpētes aparāta *Viking* modeļa

spiediena gāzes strūkļa no virsmas izsūt putekļus. Tos savukārt iesūc tā sauktā Venturi caurule. No fizikas zinām, ka, pieaugot gāzes (arī šķidrums) plūsmas ātrumam, samazinās plūsmas dinamiskais spiediens, t. i., tai ir tieksme kaut ko "piesūkt" klāt no malas (Bernulli likums). Venturi caurulē izveidots īpašs, plūsmas ātruma palielināšanai izveidots sašaurinājums, kurā tad arī notiek parauga iesūkšana. Šā paņēmiena priekšrocība ir minimāls skaits kustīgu detaļu, respektīvi, augsts darbības drošums un iespēja izgatavot vieglu un kompaktu ierīci.

Paraugš nonāk kamerā ar barotnes šķīdumu. Tieši šā šķīduma izveide bija viens no grūtākajiem mikrobiologu uzdevumiem – panākt, lai to varētu "ēst" pēc iespējas dažādi mikroorganismi, kādus vien varētu iedomāties Marsa vidē. Tiem, šajā vidē augot un vairojoties, neizbēgami izpaustos vairākas pazīmes, kas liecinātu par to, ka paraugā ir bijušas dzīvas būtnes.

Vispirms mikroorganismu vairošanās izsauktu vides saduļķošanu. To varētu konstatēt ar īpašas optiskas iekārtas – nefelometra – palīdzību, izmērot gaismas izkliedi barošanas šķīdumā. Otra droša pazīme būtu vides skābuma jeb pH (ūdeņraža jonu koncentrācijas logaritms ar pretēju zīmi) izmaiņas. Kā vienu, tā otru detektoru iespējams izgatavot ļoti vieglu un kompaktu, burtiski dažus vai dažus desmitus gramu smagus. Sākotnējā koncepcijā bija



“Vilku slazda” lidojumam sertificētais prototips

- 1 – augstspiediena gāzes rezervuārs;
- 2 – gāzes vārsts ar piedziņu no solenoida;
- 3 – spiediena regulators;
- 4 – paraugu ievācēja augstspiediena līnija;
- 5 – pH detektors;
- 6 – paraugu ievācēja mehāniskā roka;
- 7 – putekļu apvalks – parauga sprausla atrodas zem tā;
- 8 – Venturi caurules korpuss;
- 9 – augstspiediena apvedcaurule putekļu “izkustināšanai”;
- 10 – optikas un citu sensoru korpuss;
- 11 – kultivēšanas rezervuārs;
- 12 – elektronikas nodalījums,  $5 \times 7,6 \times 12,7$  cm; zem gāzes rezervuāra.

paredzēts arī vidikona mikroskops, kas ļautu potenciālos mikroorganismus aplūkot vairākus desmitus un simtus reižu lielā palielinājumā, taču vēlāk masas ierobežojumu dēļ šī ideja tika atmesta. Te jāpiebilst, ka attēlā redzamā iekārta svēra tikai nepilnu pusotru kilogramu, taču tieši šāds masas ierobežojums kļuva aparātam liktenīgs *Viking* bioloģisko pētījumu programmā.

Uz Marsa ar “vikingiem” nonāca trīs citas specializētas iekārtas dzīvības un tās procesu meklēšanai. To iegūtie rezultāti bija pretrunīgi, un, kaut gan it kā liecināja, ka vismaz Marsa virsma ir sterila, pavisam skaidri to pateikt nevarēja. Izvērtējot iegūtos rezultātus, var diezgan droši apgalvot, ka arī “Vilku slazds” nez vai būtu devis pilnīgi skaidru un viennozīmīgu atbildi. 🦋

# DEBESS SPĪDEKĻI 2022. gada vasarā



Zvaigžņotās debess izskats dienvidu pusē 20. jūlijā plkst. 24.00 un 20. augustā plkst. 22.00

**V**asaras saulgrieži un astronomiskās vasaras sākums 2022. gadā būs 21. jūnijā plkst. 12<sup>h</sup>13<sup>m</sup>, kad Saule ieies Vēža zodiaka zīmē.

Tātad patiesā Jāņu nakts šogad būs no 20. uz 21. jūniju. 4. jūlijā plkst. 12<sup>h</sup> Zeme atradīsies vistālāk no Saules (afēlijā), tās attālums būs 1,017 astronomiskās vienības. Rudens

ekvinokcija un astronomiskās vasaras beigas būs 23. septembrī plkst. 4<sup>h</sup>03<sup>m</sup>. Šajā brīdī Saule ieies Svaru zodiaka zīmē, diena un nakts tad būs aptuveni vienādi garas.

Vasaras pirmajā pusē redzamas tikai pašas spožākās zvaigznes. Par debess dziļu objektu novērošanu nevar būt pat runas. Tad orientēties var pēc dažām spožākajām zvaigznēm – Vegas (Liras  $\alpha$ ), Deneba (Gulbja  $\alpha$ ) un Altaira (Ērgļa  $\alpha$ ), kuras veido t. s. vasaras trijstūri. Vēl vairākas spožas zvaigznes ir Skorpiona zvaigznājā, bet tas mūsu platuma grādos ir grūti novērojams, jo pat kulminācijā atrodas ļoti zemu pie horizonta.

Vasaras otrajā pusē var iepazīties un aplūkot Čūsku, Herkulesu, Ziemeļu Vainagu, Čūsknesi, Bultu, Lapsiņu, Strēlnieku, Mežāzi, Delfīnu un Mazo Zirgu. Siltās un pietiekami tumšās naktīs ir labvēlīgas debess dziļu objektu novērošanai. Herkulesa zvaigznājā redzamas lodveida zvaigžņu kopas M13 un M92, Čūskas un Čūskneša zvaigznājos – lodveida zvaigžņu kopas M5, M10 un M12, Liras zvaigznājā var aplūkot planetāro miglāju M57, Lapsiņas zvaigznājā – planetāro miglāju M27, Strēlnieka zvaigznājā – miglājus M8, M17 un M20.

Interesanta dabas parādība vasaras naktīs ir sudrabainie mākoņi. Ziemeļu pusē krāsas segmenta zonā šad tad var redzēt gaišas svītras, joslas, viļņus, virpuļus. Tie ir paši augstākie (80–85 km) un caurspīdīgākie atmosfēras mākoņi – sudrabainie mākoņi. Jūlija beigās un augusta pirmā pusē ir ļoti piemērota meteoru novērojumiem. Tad pavisam neilgā

laikā var cerēt ieraudzīt kādu no "kritošajām zvaigznēm".

## PLANĒTAS

16. jūlijā **Merkurs** atradīsies augšējā konjunkcijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc vasaras sākumā un jūlijā tas nebūs redzams. 27. augustā Merkurs nonāks maksimālajā austrumu elongācijā ( $27^\circ$ ). Tomēr arī augustā un septembrī tas tik un tā nebūs novērojams, jo rietēs gandrīz reizē ar Sauli. 27. jūnijā plkst. 10<sup>h</sup> Mēness paies garām  $3^\circ$  uz augšu, 30. jūlijā plkst. 2<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz augšu un 29. augustā plkst. 18<sup>h</sup>  $5^\circ$  uz augšu no Merkura.

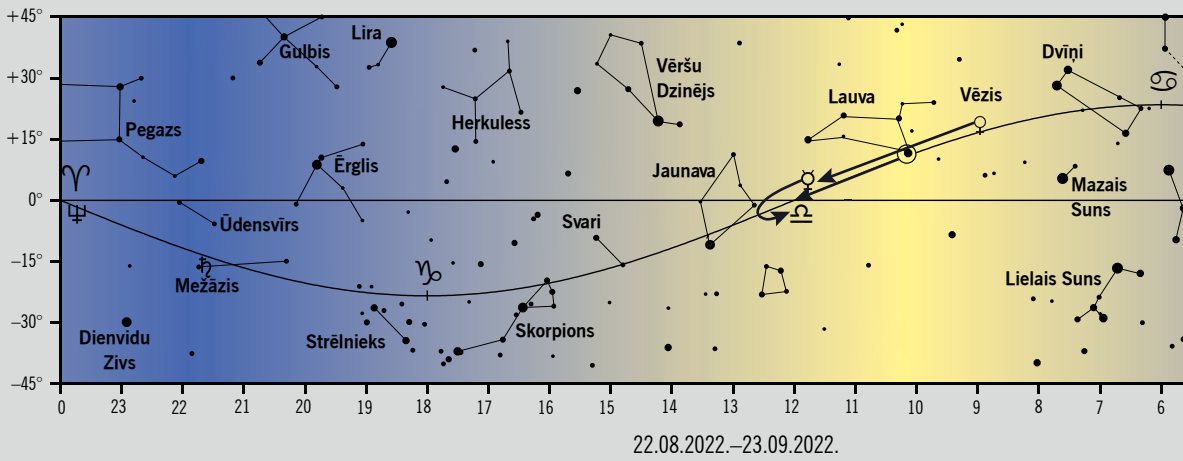
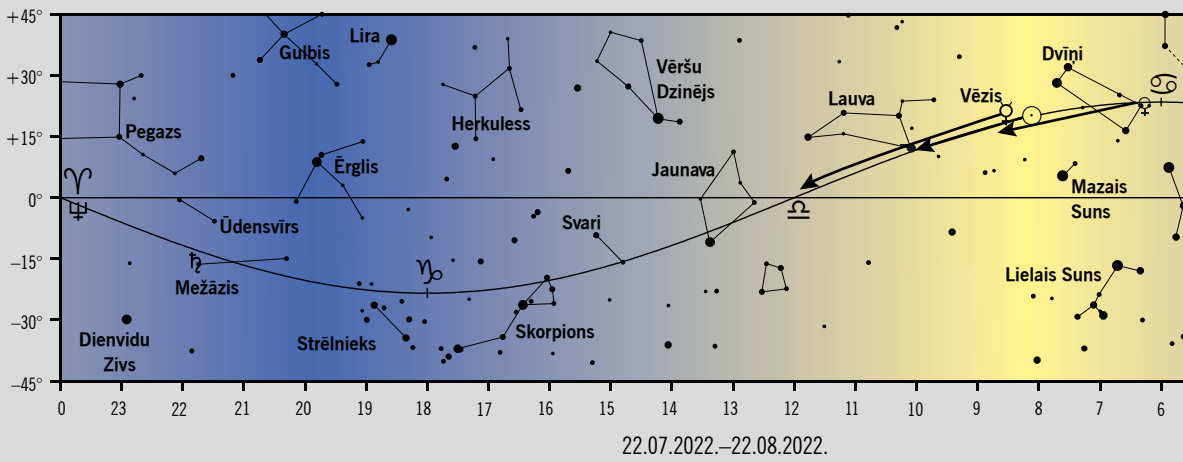
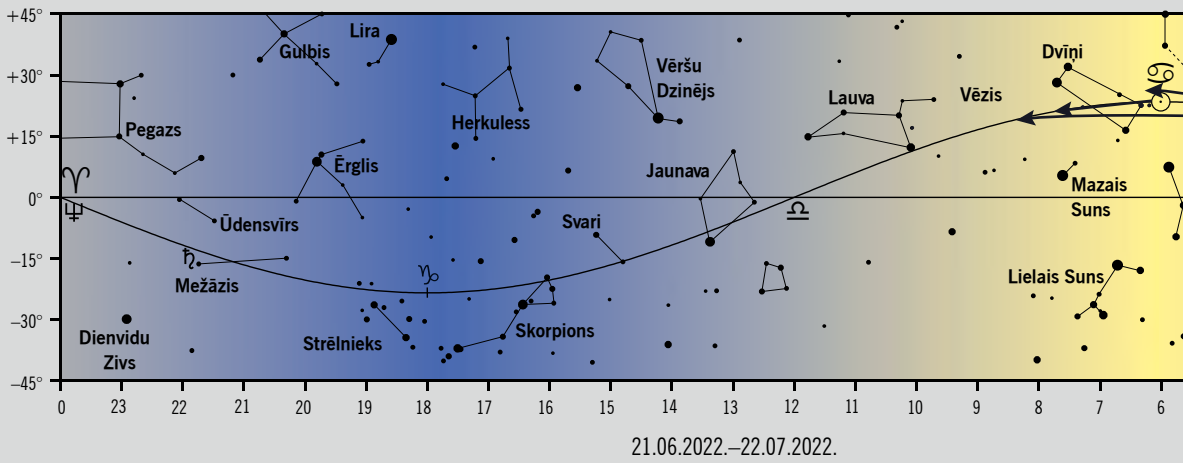
Vasaras sākumā **Venerai** būs diezgan liela rietumu elongācija ( $32^\circ$ ). Tad un jūlijā pirmajā pusē to varēs novērot neilgi pirms Saules lēkta ziemeļaustrumos. Redzamais spožums būs  $-3^m,9$ . Tomēr traucēs gaišā debess. Lai arī elongācija (1. augustā  $22^\circ$ ) visu laiku samazināsies, tomēr Veneras novērošanas apstākļi jūlija otrajā pusē un augustā pat uzlabosies, jo palielināsies laika intervāls starp Saules un Veneras lēktu, kā arī mazāk traucēs krāsas segments. Veneras spožums paliks tāds pats kā iepriekš  $-3^m,9$ . Septembra sākumā planētu vēl varēs mēģināt ieraudzīt neilgi pirms Saules lēkta. Sākot ar septembra otro pusi, Venera vairs nebūs novērojama. 26. jūnijā plkst. 10<sup>h</sup> Mēness paies garām  $2^\circ$  uz augšu, 26. jūlijā plkst. 17<sup>h</sup>  $3,5^\circ$  uz augšu un

26. augustā plkst. 2<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz augšu no Veneras.

Vasaras sākumā un jūlijā **Marss** būs redzams nakts otrajā pusē. Tā spožums jūlija vidū būs  $+0^m,4$ . Līdz 8. jūlijam tas atradīsies Zivju zvaigznājā, pēc tam pāries uz Auna zvaigznāju, kur paliks līdz 9. augustam. Augustā un septembrī Marss jau būs redzams lielāko nakts daļu, izņemot vakara stundas. Septembra vidū tā spožums būs pieaudzis līdz  $-0^m,3$ . No 9. augusta Marss atradīsies Vērša zvaigznājā. 22. jūnijā plkst. 22<sup>h</sup> Mēness paies garām  $1,5^\circ$  uz leju no Marsa, 21. jūlijā plkst. 19<sup>h</sup> aizklās Marsu (zem horizonta), 19. augustā plkst. 14<sup>h</sup>  $2^\circ$  paies garām uz augšu un 17. septembrī plkst. 3<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz augšu no Marsa.

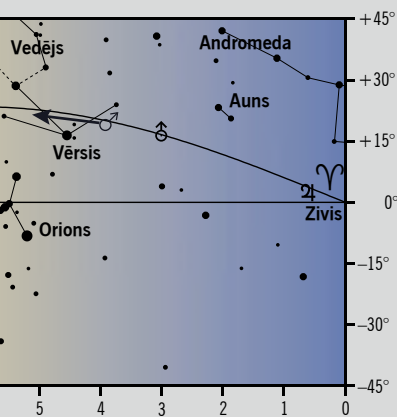
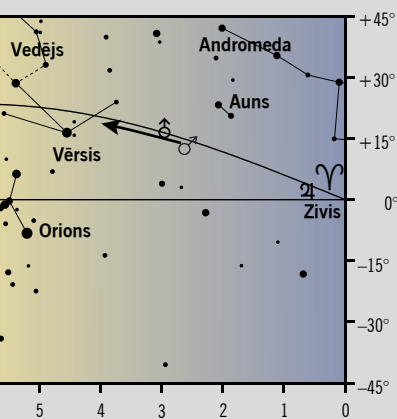
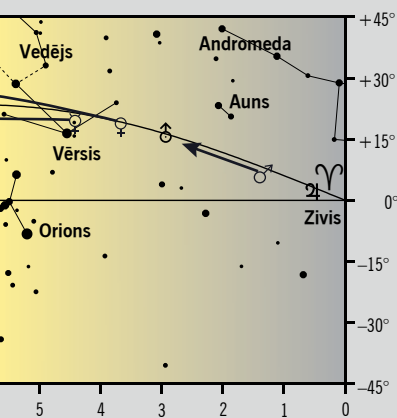
Vasaras sākumā un jūlija pirmajā pusē **Jupiter** būs novērojams nakts otrajā pusē. Tā spožums būs  $-2^m,4$ . Jupitera novērošanas apstākļi pastāvīgi uzlabosies. Jūlija otrajā pusē un augustā tas būs redzams jau lielāko nakts daļu, izņemot vakara stundas. 26. septembrī Jupiteris nonāks opozīcijā, līdz ar to septembrī tas būs ļoti labi redzams visu nakti. Tā spožums sasniegs pat  $-2^m,9$ ! Visu vasaru Jupiteris atradīsies Zivju zvaigznājā, tuvu robežai ar Vaļa zvaigznāju. 21. jūnijā plkst. 18<sup>h</sup> Mēness paies garām  $3^\circ$  uz leju, 19. jūlijā plkst. 5<sup>h</sup>  $3^\circ$  uz leju, 15. augustā plkst. 14<sup>h</sup>  $2,5^\circ$  uz leju un 11. septembrī plkst. 19<sup>h</sup>  $2,5^\circ$  uz leju no Jupitera.





Saules šķietamais ceļš 2022. gada vasarā kopā ar planētām. Uz zilā fona parādītie spīdekļi redzami naktī





Pašā vasaras sākumā **Saturns** būs diezgan labi redzams lielāko nakts daļu, izņemot vakara stundas. 14. augustā tas nonāks opozīcijā ar Sauli, tāpēc jūlija otrajā pusē un augustā tas būs labi novērojams visu nakti. Saturna spožums šajā laikā būs +0<sup>m</sup>,3. Septembrī planēta būs redzama nakts lielāko daļu, izņemot rīta stundas. Tās spožums šajā laikā būs +0<sup>m</sup>,4. Visu vasaru Saturns atradīsies Mežāža zvaigznājā. 16. jūlijā plkst. 1<sup>h</sup> Mēness paies garām 5° uz leju, 12. augustā plkst. 9<sup>h</sup> 4,5° uz leju un 8. septembrī plkst. 15<sup>h</sup> 4,5° uz leju no Saturna.

Pašā vasaras sākumā un jūlijā **Urāns** būs novērojams nakts otrajā pusē, tomēr šajā laikā traucēs ļoti gaišās nakts. Augustā tas būs redzams jau gandrīz visu nakti, izņemot vakara stundas. Vasaras beigās Urāns būs novērojams visu nakti, turklāt tad vairs netraucēs arī gaišās nakts. Urāna spožums šajā laikā būs +5<sup>m</sup>,7. Lai to atrastu un aplūkotu, būs nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte. Visu vasaru planēta atradīsies Auna zvaigznājā. 25. jūnijā plkst. 1<sup>h</sup> Mēness paies garām 1° uz leju, 22. jūlijā plkst. 9<sup>h</sup> 0,5° uz leju, 18. augustā plkst. 17<sup>h</sup> 0,5° uz leju no Urāna un 15. septembrī plkst. 1<sup>h</sup> aizklās Urānu.

## ASTEROĪDI

2022. gada vasarā opozīcijā vai tuvu opozīcijai un spožāki par +9<sup>m</sup> būs divi asteroīdi – Junona (3) un Vesta (4).

### Junona

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
10.08.	23 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	+0°33'	1,488	2,399	8,8
20.08.	23 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	-0°45'	1,405	2,371	8,5
30.08.	23 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>	-2°25'	1,345	2,344	8,2
9.09.	23 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	-4°21'	1,310	2,317	7,9
19.09.	22 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	-6°22'	1,302	2,291	8,1

### Vesta

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
11.07.	22 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	-14°46'	1,443	2,250	6,9
21.07.	22 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	-15°47'	1,373	2,259	6,7
31.07.	22 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	-17°04'	1,321	2,268	6,5
10.08.	22 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	-18°28'	1,290	2,277	6,3
20.08.	22 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	-19°52'	1,283	2,287	6,1
30.08.	22 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>	-21°05'	1,301	2,296	6,2
9.09.	22 <sup>h</sup> 04 <sup>m</sup>	-21°59'	1,344	2,306	6,5
19.09.	21 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup>	-22°30'	1,409	2,316	6,8



## KOMĒTAS

### C/2017 K2 (Panstarrs) komēta

Šī komēta 2022. gada 19. decembrī atradīsies perihēlijā. Vasaras otrajā pusē tā būs novērojama ar binokli vai teleskopu.

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
21.07.	16 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	-6°05'	1,817	2,597	6,9
31.07.	16 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	-10°20'	1,860	2,514	6,9
10.08.	16 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	-14°28'	1,931	2,433	6,8
20.08.	16 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	-18°24'	2,020	2,355	6,7
30.08.	15 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>	-22°05'	2,119	2,279	6,7
9.09.	15 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	-25°36'	2,220	2,220	6,7

## MĒNESS

### Mēness perigejā un apogejā

#### Perigejā: 13. jūlijā

plkst. 12<sup>h</sup>, 10. augustā 20<sup>h</sup>,  
7. septembrī 21<sup>h</sup>.

#### Apogejā: 29. jūnijā plkst. 9<sup>h</sup>;

26. jūlijā 14<sup>h</sup>; 23. augustā 1<sup>h</sup>;  
19. septembrī 17<sup>h</sup>.

### Mēness fāzes

#### ● Jauns:

29. jūnijā 5<sup>h</sup>52<sup>m</sup>;  
28. jūlijā 20<sup>h</sup>54<sup>m</sup>;  
27. augustā 11<sup>h</sup>17<sup>m</sup>.

#### ● Pirmais ceturksnis:

7. jūlijā 5<sup>h</sup>14<sup>m</sup>;  
5. augustā 14<sup>h</sup>06<sup>m</sup>;  
3. septembrī 21<sup>h</sup>07<sup>m</sup>.

#### ○ Pilnmēness:

13. jūlijā 21<sup>h</sup>37<sup>m</sup>;  
12. augustā 4<sup>h</sup>35<sup>m</sup>;  
10. septembrī 12<sup>h</sup>59<sup>m</sup>.

#### ● Pēdējais ceturksnis:

20. jūlijā 17<sup>h</sup>18<sup>m</sup>;  
19. augustā 7<sup>h</sup>36<sup>m</sup>;  
18. septembrī 0<sup>h</sup>51<sup>m</sup>.

### Mēness aizklāj spožākās zvaigznes un planētas

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
15.09.2022.	Urāns	5 <sup>m</sup> ,7	0 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>	28°-37°	78%

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

## METEORI

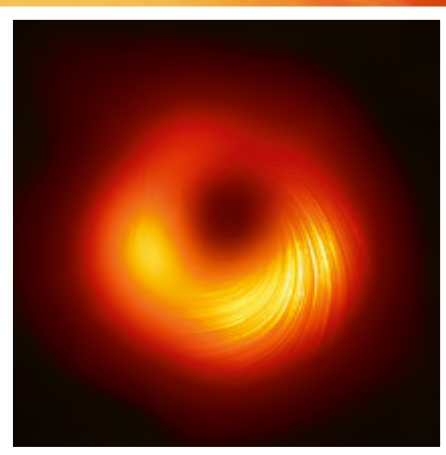
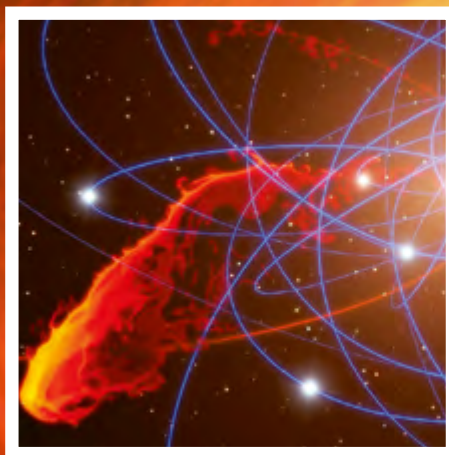
Jūlija otrajā pusē un augustā ir novērojamas vairākas aktīvas meteoru plūsmas.

**1. Delta Akvarīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir no 12. jūlija līdz 23. augustam. 2022. gadā maksimums gaidāms 30. jūlijā, kad vienas stundas laikā var cerēt ieraudzīt līdz 25 meteoriem. Ap to pašu periodu ir aktīvas arī dažas vājākas meteoru plūsmas, tāpēc reāli novērojamais meteoru skaits var būt vēl lielāks, vienīgi ne visi piederēs pie Delta Akvarīdu meteoru plūsmas.

**2. Perseīdas.** Pieskaitāma pie pašām aktīvākajām un stabilākajām meteoru plūsmām. Tās aktivitātes periods ir no 17. jūlija līdz 26. augustam. 2022. gadā maksimums gaidāms naktī no 12. uz 13. augustu, it īpaši rīta pusē. Tad intensitāte var sasniegt pat 110 meteoru stundā.

# ABONĒ ŽURNĀLU *ZVAIGŽNOTĀ DEBESS*

UN ARĪ TURPMĀK UZZINI PAR  
JAUNĀKAJIEM ATKLĀJUMIEM ASTRONOMIJĀ!



ABONĒ LATVIJAS PASTA NODAĻĀS VAI INTERNETĀ: [PASTS.LV](http://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



Cena 3,00 €