

# Zvaigžņotā DEBESS

2021  
RUDENS

**VEIKSMĪGA**  
sudrabaino mākoņu  
sezona

**JAUNS**  
**asteroīds**  
ar Latvijas  
astronoma  
vārdu

**MILJARDIERI**  
sasniedz kosmosa  
robežu

**LŪŽŅI**  
virs mūsu  
galvām

Izdevējs



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE



Čili piparu audzēšana kosmosā

32. lpp.

ESA ASTRONAUT  
SELECTION  
2021



Latvijas pilsoņi grib kļūt par  
astronautiem

6. lpp.

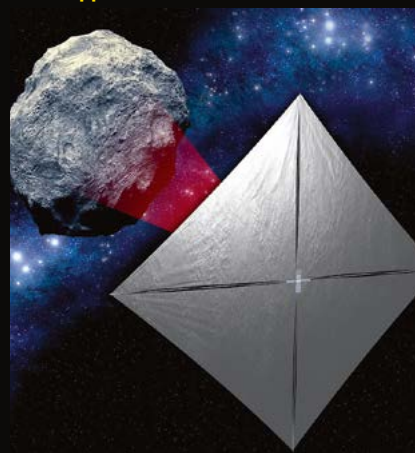


Kā kosmosā  
klājas  
sievietēm

27. lpp.

Top ultravieglas  
starpzvaigžņu zondes

12. lpp.



Kas jāņem vērā astrofotogrāfiem

50. lpp.



Izdevējs:



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE

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

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

**Redakcijas kolēģija:**

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

**Maketētāja:** Baiba Lazdiņa

**Literārais redaktors:** Oskars Lapsiņš

**Žurnāls sagatavots:**

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

**Iespiests:** SIA Latgales druka

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

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

**Uz 1. vāka:** 2021. gada 20. jūlijā lidojumā līdz kosmosa robežai ar suborbitālo raķeti *New Shepard* pirmo reizi devās četri pasažieri. Viens no tiem bija kompānijas *Blue Origin* dibinātājs Dzeifs Bezoss. Avots: *Blue Origin*

**Uz 4. vāka:** 2021. gada jūnijā NASA zonde *Juno* pārlidoja Jupitera pavadoni Ganimēdu tikai 1000 kilometru attālumā, iegūstot augstas izšķirtspējas attēlus. Avots: NASA/JPL-Caltech/SwRI/MSSS/Kevin M. Gill, CC BY 2.0

**AKTUĀLI**

<b>Jaunumi īsumā.</b> <i>Ilgonis Vilks</i>	2
<b>Astronomijas jaunumi Latvijā.</b> <i>Ilgonis Vilks, Ilgmārs Eglītis, Juris Kalvāns, Jānis Kaminskis, Artūrs Vrubļevskis</i>	6

**MOBILĀ LIETOTNE**

<b>Kā notvert ziemeļblāzmu.</b> <i>Mārtiņš Gills</i>	11
--	----

**VISUMA IZPĒTE**

<b>Kosmosa izpēte tālākā nākotnē.</b> <i>Dainis Draviņš, Ilgonis Vilks</i>	12
<b>Polarizētā gaisma ap melno caurumu.</b> <i>Mārtiņš Gills</i>	20

**KOSMISKIE LIDOJUMI**

<b>Miljardieri dodas līdz kosmosa robežai.</b> <i>Raitis Misa</i>	22
<b>Frau im Raum (Sieviete kosmosā).</b> <i>Anna Gintere</i>	27
<b>Ārpuszemes dārzniecība.</b> <i>Anna Gintere</i>	32
<b>Kosmiskie lūžņi.</b> <i>Olģerts Dumbrājs</i>	37

**OLIMPISKAIS IZAICINĀJUMS**

<b>Matemātika: Dirihlē princips.</b> <i>Sagatavojusi Maruta Avotiņa</i>	42
--	----

**FOTOSTĀSTS**

<b>Sudrabaino mākoņu sezonas maksimums.</b> <i>Juris Seņņikovs</i>	44
---	----

**ASTROVIETA**

<b>Vieta īsteniem astronomijas faniem.</b> <i>Ilgonis Vilks</i>	46
---	----

**AMATIERU ASTRONOMIJA**

<b>Saules aptumsums kopīgs, novērojumi – individuāli.</b> <i>Mārtiņš Gills</i>	48
<b>Kā ņemt to, ko zvaigznes dod.</b> <i>Juris Klimans</i>	50
<b>Sudrabaino mākoņu sinhronie novērojumi.</b> <i>Mārtiņš Gills</i>	55

**ASTRONOMIJA SKOLĀ**

<b>Latvijas 49. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde.</b> <i>Māris Krastiņš</i>	58
--	----

**DEBESS APSKATS**

<b>Debess spīdekļi 2021. gada rudenī.</b> <i>Juris Kauliņš</i>	60
---	----

# Jaunumi īsumā

NASA bīruptieejas attēls

## HOKINGAM IZRĀDĪJUSIES TAISNĪBA

1971. gadā slavenais kosmologs Stīvens Hokings formulēja teorēmu, ka melnā cauruma notikumu horizonta laukums nevar samazināties, bet var kļūt tikai lielāks, piemēram, melnajiem caurumiem saplūstot. Teorēma bija matemātiski labi pamatota, taču tolaik to nebija iespējams pārbaudīt eksperimentāli. Kad 2015. gadā ar LIGO interferometru pirmo reizi konstatēja gravitācijas viļņus,

ko radīja divu melno caurumu saplūšana, Hokings sazinājās ar vienu no eksperimenta dalībniekiem, Kipu Tornu, vaicājot, vai būtu iespējams pārbaudīt teorēmu. Tobrīd matemātiskās apstrādes rīku, kas spētu detalizēti izanalizēt signālu, nebija. 2019. gadā, jau pēc Hokinga nāves, zinātnieku grupa Maksimiliano Isi (*Isi*) vadībā šādu rīku izveidoja. Pēc Kipa Torna lūguma viņi to pielietoja pirmajiem novērotajiem gravitācijas viļņiem un pēc melno caurumu

sākotnējās masas un rotācijas ātruma aprēķināja, ka kopējais notikumu horizonta laukums pirms saplūšanas bija 235 tūkstoši kvadrātkilometru. Pēc saplūšanas laukums bija 367 tūkstoši kvadrātkilometru. Hokinga formulētā teorēma pirmo reizi tika apstiprināta eksperimentāli. Kaut arī neviens īpaši nešaubījās, tomēr Hokingam izrādījās taisnība. Rezultāts publicēts 2021. gada jūlijā, 50 gadus pēc teorēmas formulēšanas. ✍

## KOSMISKĀS STACIJAS MODUĻA NAUKA NEDIENAS

Ar 14 gadu nokavēšanos 2021. gada 21. jūlijā kosmosā

tika palaists Krievijā būvētais Starptautiskās kosmosa stacijas modulis *Nauka* (Zinātne). Pirms starta trīs nedēļu

garumā vēl nācās novērst dažādus tehniskus trūkumus. Pats starta bija veiksmīgs, bet tad sākās nedienas – dzinēju

sistēmas problēmu dēļ, kuru cēlonis nav paziņots, orbītas korekcijas manevri aizkavējās, tomēr staciju modulis sasniedza paredzētajā laikā – 29. jūlijā. Tuvojoties stacijai, neprecīzi nostrādāja navigācijas sistēma, bet pēc krievu kosmonautu iejaukšanās izdevās veiksmīgi saslēgties ar staciju. Galvenās nepatīkšanas sākās dažas stundas vēlāk, kad datora kļūdas dēļ ieslēdzās moduļa orientācijas dzinēji un stacija sāka nekontrolēti griezties. Neraugoties uz to, ka pretspāram darbināja moduļa *Zvezda* un vēlāk kravas kuģa *Progress* orientācijas dzinējus, 44 minūšu laikā stacija veica pusotru apgrieziena ap asi. Tikai tad, kad beidzās *Nauka* moduļa degvielas krājumi, izdevās atjaunot normālu stacijas

orientāciju, kas ir svarīga, lai saņemtu enerģiju no saules baterijām. Tagad, šķiet, viss ir

kārtībā, un ir sākusies moduļa sagatavošana darbam, kas ilgs vairākus mēnešus. ✎



Modulis *Nauka* pēc piekabināšanās pie Starptautiskās kosmosa stacijas

## ĶĪNAS ROVERIS UZ MARSA

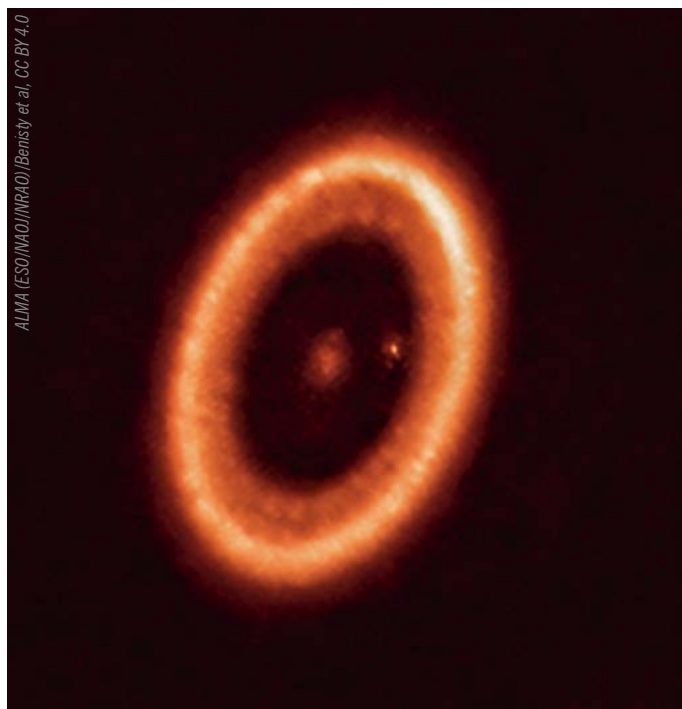
2021. gada februārī orbītā ap Marsu iegāja Ķīnas zonde *Tianwen-1*. 14. maijā no tās atdalījās un Marsa virsmu sekmīgi sasniedza nolaižamā platforma ar visurgājēju *Zhurong*, kas nosaukts ar uguni un gaismu saistītas mītiski vēsturiskas personas

vārdā. Pēc astoņām dienām visurgājējs nobrauca no platformas un sāka planētas pētījumus. Visurgājējam ir seši riteņi, masa 240 kilogrami, kameru masts paceļas pieauguša cilvēka augumā, un četri saules bateriju paneli plešas  $3 \times 2,6$  metru platumā. Līdz jūlija beigām *Zhurong* bija

nobraucis 700 metru. Tam ir seši instrumenti – radars spēj “ieskatīties” 100 metru dziļumā, magnetometrs analizē lokālo magnētisko lauku, meteostacija mēra atmosfēras temperatūru un spiedienu, vēja ātrumu un virzienu, tajā ietilpst arī mikrofons. Vēl ir spektroskops virsmas izpētei un multispektrālā kamera, kas var noteikt minerālus uz virsmas. Ar navigācijas un topogrāfijas kamerām veidos apkāmes kartes un analizēs ģeoloģiskās struktūras. *Zhurong* arī nolika uz grunts kameru, kas uzņēma visurgājēja un platformas attēlu. Paredzētais darba ilgums uz Marsa ir trīs mēneši, taču tas jau ir pārsniegts. ✎



Ķīnas visurgājējs *Zhurong* un nolaižamā platforma uz Marsa



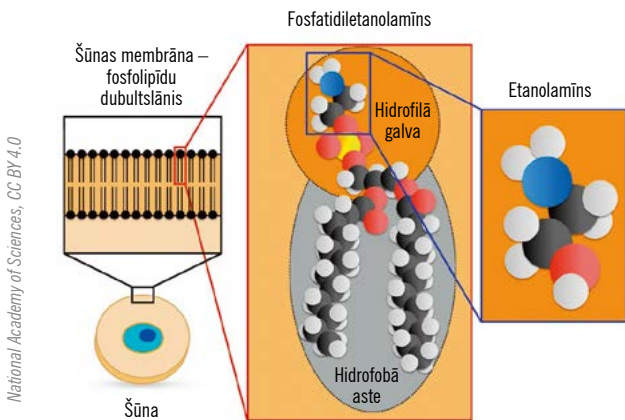
Protoplanētu disks ap zvaigzni PDS 70 (lielais gredzens) un planēta PDS 70c (gredzena iekšpusē pa labi), ap kuru izveidojies savs disks

## ATKLĀTS DISKS AP EKSOPLANĒTU

Ar Eiropas Dienvidu observatorijas ALMA radioteleskopu kompleksu Čīlē pirmo reizi izdevies ieraudzīt gāzu un putekļu disku ap eksoplanētu.

Tas vēl nav eksoplanētas pavadoņi, bet no vienu astronomisko vienību platā diska var izveidoties, piemēram, trīs pavadoņi Mēness lielumā. Planēta riņķo ap zvaigzni PDS 70, kas atrodas

400 gaismas gadu attālumā. Zvaigzni apņēm plašs protoplanētu disks, kurā redzamas divas planētas – PDS 70c (atklāta 2019. gadā), kuras masa ir apmēram četras Jupitera masas, un planēta PDS 70b (atklāta 2018. gadā), kas ir apmēram Jupitera lielumā. Tas ir vienīgais piemērs, kad iespējams novērot ne tikai planētu, bet arī to pavadoņu veidošanos un pārbaudīt teoriju par Saules sistēmas tapšanu. Viens no pētījuma līdzautoriem amerikāņu astronoms Andrea Isella (*Isella*) saka: “Pirmo reizi mēs varam pārliecinoši redzēt planētu apņemošā diska pazīmes, kas apstiprina daudzas pašreizējās planētu veidošanās teorijas. Salīdzinot savus novērojumus ar augstas izšķirtspējas infrasarkanajiem un optiskajiem attēliem, mēs varam skaidri redzēt, ka miklālais sīko putekļu daļiņu sablīvējums patiesībā ir putekļu disks ar planētu iekšienē, pirmā šāda struktūra, kas jebkad pārliecinoši novērota.”



Etanolamīna loma šūnas membrānā

## ŠŪNAI SVARĪGA MOLEKULA KOSMOSĀ

Starptautiska pētnieku grupa, izmantojot divus radioteleskopus, Strēlnieka zvaigznāja molekulāro mākoņu kompleksā B2 konstatējus etanolamīna ( $C_2H_7NO$ ) molekulas. Līdz šim ārpuszemes izcelsmes etanolamīns atrasts meteorītos. Tas liek domāt par sakarību ķēdīti. Etanolamīns veidojas starpzvaigžņu molekulu

mākoņos. No šāda mākoņa pirms 4,6 miljardiem gadu radās Saules sistēma. Tā kā mūsu planēta sākumā bija ļoti karsta, uz tās šis savienojums nevarēja saglabāties. Meteorīti un komētas nogādāja etanolamīnu uz agrīnās Zemes. Etanolamīns ietilpst šūnu membrānās, kuras veido

dubults fosfolipīdu slānis. Fosfolipīdu molekulai ir ūdeni pievelkoša (hidrofila) "galva" un hidrofoba "aste", kas ūdeni atgrūž. Etanolamīns atrodas molekulas "galvā". Biologi uzskata, ka dzīvības veidošanās procesā fosfolipīdiem bija būtiska nozīme, jo tie veidoja pusšķidru, makromolekulām

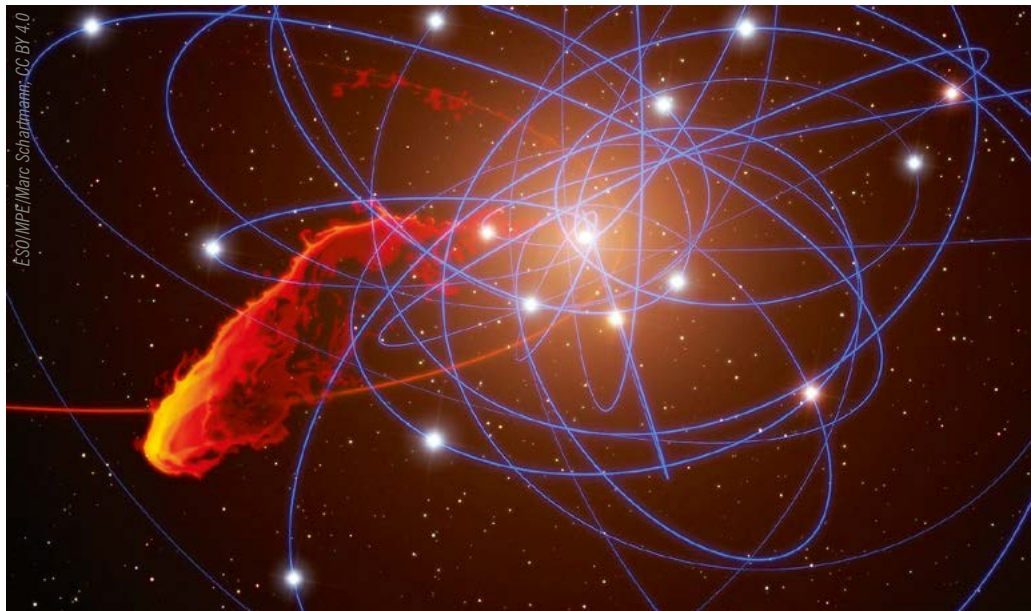
bagātīgu pūslīšu ārējo apvalku un regulēja to iekšējo ķīmisko sastāvu, ļaujot dažām molekulām iekļūt pūslītī un citām – izklūt. Pūslīši bija šūnu priekšteči. Jaunais atklājums apliecina starp-zvaigžņu molekulāro mākoņu nozīmi prebiotiskās evolūcijas procesā. 🦋

## TUMŠĀ MATĒRIJA, NEVIS MELNAIS CAURUMS?

Kas atrodas mūsu Galaktikas centrā? Supermasīvs melnais caurums. Zinātnieku grupa no Starptautiskā relativistiskās astrofizikas centra Itālijā sāka šaubīties par šo atbildi. 2014. gadā tikai 260 astronomisko vienību attālumā garām objektam Galaktikas centrā pagāja gāzes mākonis G2, un melnais caurums aprija tikai nelielu daļu no tā. Iespējams, ka mākonis nesastāvēja tikai

no gāzes, dažu pētījumu dati liecina, ka tajā atradās divas zvaigznes, kas veidoja mākoņa masas lielāko daļu. Taču Itālijas centra zinātnieki piedāvā radikālāku skaidrojumu, ka Galaktikas centrā nav vis melnais caurums, bet gan objekts, kas sastāv no tumšās matērijas, konkrēti, hipotētiskām daļiņām darkīno. Šīs daļiņas varētu veidot izplūdušu lodi, kas "darbotos" tāpat kā melnais caurums, tomēr gravitācijas spēks nebūtu tik koncentrēts,

un tāpēc gāzes mākonis G2 "izdzīvotu". Modelēšana parādīja, ka ap Galaktikas centru cieši riņķojošo zvaigžņu trajektorijas atbilstu šobrīd novērotajām. Šādā situācijā īpaši svarīgi kļūst rezultāti, ko plāno iegūt ar Notikumu horizonta teleskopu. Ar šo teleskopu seko radiostarojuma avotam Strēlnieks A\* mūsu Galaktikas centrā un uzņem augstas izšķirtspējas "filmu", kas dos iespēju pārlicināties, kas īsti tur atrodas. 🦋



Gāzes mākonis G2 un ap Galaktikas centru riņķojošo zvaigžņu trajektorijas (datografika)

# Astronomijas jaunumi Latvijā

## LATVIJA PIEDALĀS ASTRONAUTU ATLASĒ

2021. gada 18. jūnijā noslēdzās pieteikšanās Eiropas Kosmosa aģentūras astronautu atlasei. Iepriekšējo reizi astronautu atlase notika

pirms 11 gadiem. No visām dalībvalstīm un asociētajām dalībvalstīm pieteicās vairāk nekā 22 000 cilvēku, no tiem ceturtdaļa sieviešu. Mums šī bija pirmā iespēja piedalīties Eiropas Kosmosa

aģentūras astronautu programmā, jo Latvija 2020. gadā kļuva par aģentūras asociēto valsti. Vēlmi kļūt par astronautu izteica 81 pretendents (60 vīrieši un 21 sievietē). No Lietuvas pieteicās 80, no





Igaunijas – 57 interesenti. Šī atlase bija pirmā reize, kad varēja pieteikties arī personas ar fizisku invaliditāti. Eiropas Kosmosa aģentūra izvērtēs, kādi pielāgojumi nepieciešami, lai šāds astronauts kosmiskajā lidojumā varētu strādāt kā profesionāls apkalpes loceklis. Jaunizveidotajai astronautai ar fizisku invaliditāti vakancei pieteicās vairāk nekā 200 cilvēku. Atlases pirmajā posmā notiks pieteikumu izvērtēšana, pamatojoties uz visiem iesniegtajiem dokumentiem, tostarp izziņu par veselības stāvokli. Atlases procesā ir seši posmi, kuros notiek psiholoģiskie

testi, intervijas, veselības stāvokļa pārbaudes, darba intervija. Izraudzītie astronautu kandidāti tiks paziņoti 2022. gada beigās. Katra posma noslēgumā kandidāti saņems ziņu, vai viņi ir iekļuvuši nākamajā posmā.

Kādas ir prasības topošajiem astronautiem? Vecums līdz 50 gadiem, augums no 150 līdz 190 centimetriem. Nedrīkst būt liekais svars, psihiskas slimības vai hroniskas slimības, atkarība no alkohola, tabakas vai medikamentiem. Visiem locekļiem jādarbojas normāli (izņemot pretendētus ar fizisku invaliditāti). Jābūt normālai dzirdei

un redzei, redzi var korigēt ar brillēm vai kontaktlēcām. Pretendentam jāparāda izziņas, garīgās un personiskās īpašības, kas ļauj viņam efektīvi strādāt intelektuāli un sociāli prasīgā vidē. Nepieciešams vismaz maģistra grāds dabaszinātnēs, inženierzinātnēs, IT jomā vai medicīnā, ieteicama vismaz trīs gadu profesionālā pieredze savā nozarē. Der arī lidmašīnas pilota apliecība un lidojumu pieredze. Jāprot angļu valoda, vēlama krievu valodas prasme. Jāprot peldēt, vajadzīga automašīnas vadītāja apliecība. Tā gan noderēs tikai uz Zemes. Lai Latvijas kandidātiem veicas! 🍀

## AIZSARDZĪBAS MINISTRIJA ATBALSTĀ RADIOTELESKOPU UZTURĒŠANU

2021. gada 12. jūlijā Aizsardzības ministrija un Ventspils Augstskola parakstīja sadarbības līgumu, kas nosaka, ka no 2021. līdz 2023. gadam ministrija ik gadu atvēlēs 350 000 eiro Ventspils Starptautiskā radioastronomijas centra Irbenes radioteleskopu kompleksa uzturēšanas izmaksām. Centrs ir Ventspils Augstskolas struktūrvienība, tā pārvaldībā Irbenē atrodas radioteleskopi RT-32 un RT-16 ar attiecīgi 32 un 16 metru diametra paraboliskajām antenām un zemo frekvenču antenu lauka jeb LOFAR (*LOW-Frequency ARray*) stacija. Šie instrumenti tiek izmantoti ne tikai kā atsevišķi radioteleskopi, bet arī saslēgti vienotos tīklos



Gatis Dieziņš, Aizsardzības ministrija

Aizsardzības ministrs Artis Pabriks (no labās) un Ventspils Augstskolas rektors Kārlis Krēslīņš parakstījuši nodomu vēstuli

ar citiem radioteleskopiem Eiropā. Irbenes kompleksa infrastruktūra tiek izmantota gan fundamentālos pētījumos,

gan praktiskas ievirzes satelītsakaru zināšanu un iemaņu attīstībā. Neatkarīgi no pētījumu virziena Irbenes



radioteleskopi arī turpmāk būs zinātnes, ne militārs objekts.

Aizsardzības ministrijas preses ziņā citēts aizsardzības ministra Arta Pabriķa teiktais: "Līguma parakstīšana ar Ventspils Augstskolu ir

kārtējais apliecinājums tam, ka aizsardzības nozare mērķtiecīgi raugās uz pašmāju militārās zinātnes un industrijas attīstību. Mūsu augstākās izglītības iestādēs studē un strādā augsta līmeņa profesionāļi.

Izmantojot tik unikālus resursus kā Irbenes radioteleskopu, mūsu zinātnieki spēš nākt klajā ar jaunām inovācijām, kas vienlaikus sniedz plašākas iespējas vietējiem industrijas uzņēmumiem." 🦋



Piemineklis Jurijam Gagarinam nonācis Irbenē

## IRBENĒ UZSTĀDĪTS PIEMINEKLIS JURIJAM GAGARINAM

2021. gada jūlija sākumā Ventspils Starptautiskajā radioastronomijas centrā Irbenē pie radioteleskopa RT-16 uzstādīts pieminēklis pirmajam kosmonautam Jurijam Gagarinam, kurš veica lidojumu ap Zemi 1961. gadā. Pieminēklis uz Irbeni pārcelts no Ventspils, kur to uzstādīja 1972. gadā skvērā netālu no tagadējās Bērnu pilsētiņas

Vasarnīcu ielā. Pieminēklis ir tēlnieka Ojāra Siliņa un arhitekta Ivara Bumbiera darināta metāla lējuma galva skafandra ķiverē. To novietoja uz apaļa postamenta, aiz tās atradās divas augstas stēlas. Jau iepriekš, 1968. gadā, pēc Jurija Gagarina bojāejas treniņlidojumā ar lidmašīnu, šī vieta – Atpūtas dārzs – tika pārdēvēta Gagarina vārdā. Vietējie iedzīvotāji lielo galvu sauca par Kastani. 1992. gadā pieminēkli demontēja

un novietoja Ventspils Komunālās pārvaldes noliktavā, jo Ventspilij nebija tiešas saistības ar Juriju Gagarinu. Pagāja gandrīz 30 gadi, un pēc Ventspils Augstskolas ierosinājuma to uzstādīja Irbenē, vietā, kam ir tieša saistība ar kosmosa izpēti. Skulptūru novietoja uz betona pamatnes, bet pagaidām teritorijas labiekārtošanas darbus neveica. Skulptūra ir labi saglabājusies, un restaurācija tai nav nepieciešama. 🦋

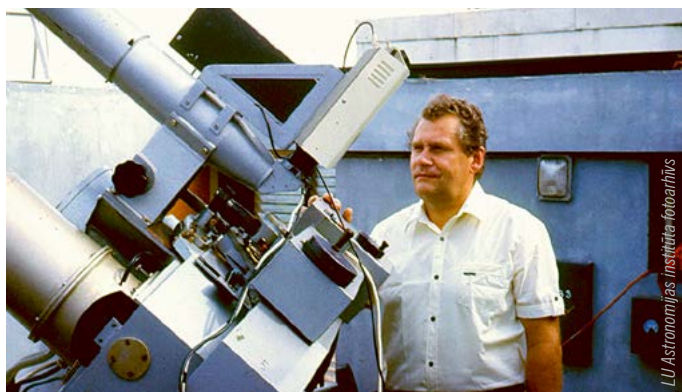


## ESA\_LAB@ LATVIJĀ

2021. gada jūlijā tika parakstīts sadarbības līgums starp Eiropas Kosmosa aģentūru (*European Space Agency, ESA*), Izglītības un zinātnes ministriju un Rīgas Tehnisko universitāti (RTU) par plašāku sadarbību, izveidojot ESA\_lab@RTU, kas iekļaujas pastāvošajā

ESA\_lab@ tīklā. Tas paver Latvijas zinātniekiem lielākas iespējas darboties aģentūras koordinētajos pētījumos ne tikai jaunu materiālu radīšanā un to pielietojumā, bet arī plašāk integrēt kosmiskās tehnoloģijas tautsaimniecībā. Līdztekus tehnoloģiju attīstībai liela uzmanība tiks veltīta

arī augstākās izglītības pilnveidošanai kosmosa jomā, nodrošinot augsta līmeņa speciālistu sagatavošanu kosmosa izpētes un ražošanas uzņēmumiem. Tāpat ar dažādām aktivitātēm gan popularizēs pētniecību šajā jomā, gan veidos zināšanas un interesi par to. Aktivitātes ESA\_lab@ tīklā ir vērstas uz partneru ciešākas sadarbības uzturēšanu aktuālo jautājumu risināšanā; palīdz uzturēt saiti starp atsevišķām ESA\_Lab@ grupām; savieno konkrētas ESA\_Lab@ ar dažādām platformām, piemēram, atvērtās telpas inovāciju platformu, vienlaicīgas projektēšanas iekārtām, aģentūras biznesa inkubācijas centriem; veicina sadarbību starp aģentūras direktoriātiem par atšķirīgām un šķietami nesaistītām tēmām. Eiropas Kosmosa aģentūra ESA\_Lab@ iniciatīvu sāka 2016. gadā. 🚀



Kazimirs Lapuška pie satelītu lāzera tālmēra Indijā

## ASTEROĪDAM PIĒŠKIRTŠ KAZIMIRA LAPUŠKAS VĀRDS

Baldones Astrofizikas observatorijā 2011. gadā atklātajam asteroīdam 2011 SR47 tā

atklājējs LU Astronomijas institūta vadošais pētnieks Ilgmārs Eglītis sagatavoja pieteikumu Starptautiskās Astronomijas savienības

komisijai par asteroīda nosaukšanu latviešu astronoma Kazimira Lapuška (11.09.1936.– 26.05.2013.) vārdā. 2021. gada jūnijā asteroīda nosaukums 545619 Lapuska tika apstiprināts. Vērtējot pēc absolūtā spožuma, asteroīda izmērs ir aptuveni 1,5–2 kilometri.

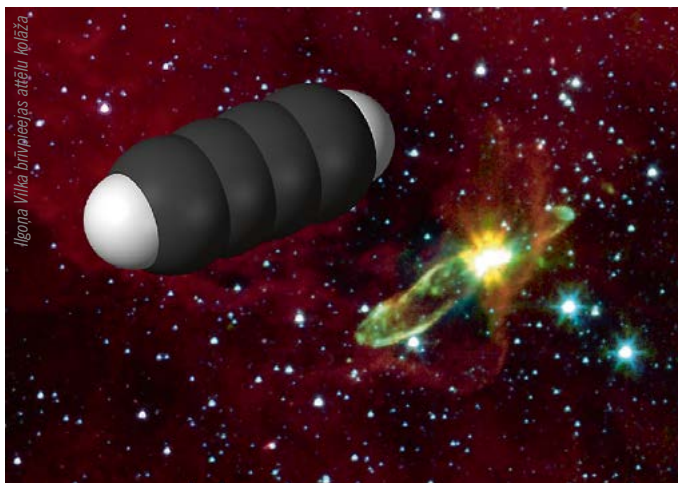
Kad 1957. gada 4. oktobrī tika palaists pirmais Zemes mākslīgais pavadoņs, jaunais Latvijas Valsts Universitātes Fizikas un matemātikas fakultātes students ieinteresējās par kosmosa apgūšanu un iesaistījās Zemes mākslīgo pavadoņu novērošanā.

No 1963. līdz 1965. gadam Kazimirs Lapuška kopā ar optikas speciālistu Māri Ābeli radīja universālu vairāku režīmu satelītu fotokameru AFU-75, kas kļuva par PSRS Zinātņu akadēmijas Astronomijas padomes satelītu novērošanas tīkla galveno instrumentu. Sērijā saražoja ap simts kameru, kuras uzstādīja vairāk nekā 30 pasaules valstīs. Daudzās valstīs (Japānā, Indijā, Ēģiptē, Somālijā, Bolīvijā, Franču Gviānā, Francijas aizjūras

teritorijās Kergelēnas salā un Jaunās Amsterdamas salā) Kazimirs Lapuška personīgi organizēja novērošanas punktus, apmācīja personālu un veica novērojumus.

Kopš 1970. gada Kazimirs Lapuška piedalījās satelītu lāzera tālmēru LD-1, LD-2 un LS-105 izveidē, izpētišanā un uzstādīšanā vairākās pasaules valstīs. Zemes mākslīgo pavadoņu fotokameras un lāzera tālmēri tiek izmantoti precīzai satelītu koordinātu un attāluma noteikšanai. Šos

datus tālāk izmanto, lai noteiktu Zemes kinemātiskos un dinamiskos parametrus, kontinentu dreifu, precīzo laiku, observatoriju ģeocentriskās koordinātas un globālo ģeocentriko koordinātu sistēmu. Kazimirs Lapuška ir saņēmis dažādas Latvijas, Eiropas Kosmosa aģentūras, Francijas Nacionālā kosmosa pētījumu centra, Vācijas, Bulgārijas un PSRS balvas. Viņš bija Rīgas satelītu novērošanas stacijas vadītājs no 1971. gada līdz pat mūža beigām. 🦋



Diacetilēns ir viena no organiskajām molekulām, kas intensīvāk veidojas kosmisko staru ietekmē

## KOSMISKIE STARI IETEKMĒ MIGLĀJA "ĶIMIJU"

Protozvaigžņu gāzu-putekļu apvalki ap nupat tapušām zvaigznēm pastāv vēl desmitiem un simtiem tūkstošiem gadu. Protozvaigznes starojuma ietekmē tie pamazām uzsilst un izkļūst. Ar radioastronomiskām metodēm tajos novēro divu tipu organiskās

vielas – piesātinātus (ar ūdeņradi bagātīgus) oglekļa savienojumus un nepiesātinātus oglekļa ķēdes veida savienojumus. Daļā protozvaigžņu apvalku dominē piesātināti savienojumi, citos vairāk oglekļa ķēdes, lai gan apvalkos sastopamas lielākoties abu tipu molekulas.

Izrādās, ka atšķirības var būt izskaidrojamas ar

starojuma līmeni protozvaigznes apkaimē, kas ietekmē apvalka ķīmiskos procesus. Intensīvs starojums nedaudz kavē piesātināto savienojumu veidošanos ledus slānītī uz miglājā esošajiem putekļiem, kā arī būtiski veicina oglekļa ķēžu veidošanos no gāzveida metāna. Interesanti, ka šo efektu izraisa kosmiskie stari (augstas enerģijas atomu kodoli), nevis "parastais" ultravioletais starojums no tālām masīvām zvaigznēm.

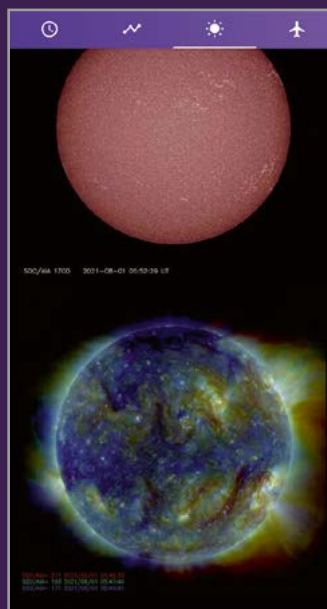
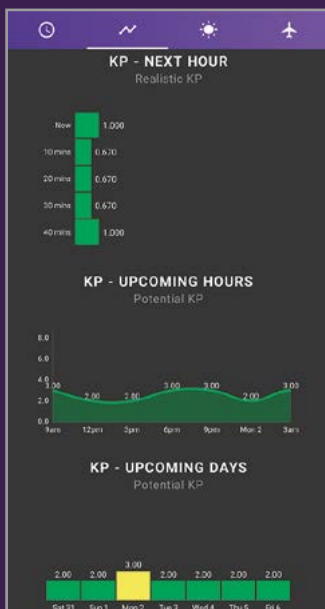
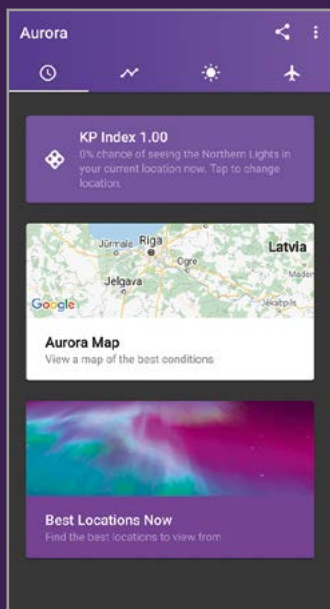
Pētījumu par organisko savienojumu atšķirību cēloni protozvaigžņu apvalkos Ventpils Starptautiskā radioastronomijas centra zinātnieks Juris Kalvāns publicēja vienā no pasaules vadošajiem astronomijas žurnāliem *The Astrophysical Journal*. Viņš ziņoja par to arī starptautiskā konferencē *Astrochemical Frontiers* 2021. gada jūlijā, piesaistot lielu nozares pētnieku interesi. 🦋

# Kā notvert ziemeļblāzmu

**R**udenī līdz ar tumšo nakšu iestāšanās mēdz parādīties arī Zemes augšējos atmosfēras slāņos ģenerētā krāsainā gaisma, proti, ziemeļblāzma. Tā nav bieži sastopama, un savlaicīga prognoze nav iespējama. Lai to ieraudzītu, vai nu katru skaidru vakaru cītīgi jāvēro debess, vai jāseko

ziņām tādās vietnēs kā [www.spaceweather.com](http://www.spaceweather.com), vai jāgaida īsziņas no citiem novērotājiem. Palīgā var nākt lietotne *My Aurora Forecast*, kas pieejama iOS un *Android* ierīcēm. Ar tās palīdzību var aplūkot ziemeļblāzmas izplatības zonu attiecībā pret novērotāja atrašanās vietu, iegūt prognozi par novērošanas iespējām

tuvākajās stundās, apskatīt *Solar Dynamics Observatory* jaunākos Saules attēlus, kā arī uzzināt aktuālo un prognozēto planetārā Kp indeksa vērtību, kas raksturo ģeomagnētisko aktivitāti. Interesanta papildu iezīme ir tā, ka telefons var ziņot par brīžiem, kad Kp vērtība sasniegs vai pārsniegs noteiktu līmeni. 🌌



# Kosmosa izpēte tālākā nākotnē

Nobeigums. Sākums *Zvaigžņotās Debess* 2021. gada pavasara numurā

Brīvpieejas attēls

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

### KOSMISKĀS ZONDES ATSTĀJ SAULES SISTĒMU

Šobrīd divi no Zemes vistālāk aizlidojušie objekti ir kosmiskās zondes *Voyager 1* un *Voyager 2*, kas tuvojas starpzvaigžņu telpai. 2021. gada augustā pēc 44 gadu lidojuma tās atradās attiecīgi 152 un 127 astronomisko vienību attālumā no Zemes. *Voyager 1* atstāja heliosfēru, kurā dominē Saules vēja daļiņas, 2012. gada augustā, *Voyager 2* – 2018. gada

novembrī. Šķērsojot šo robežu, tika konstatēta būtiska Saules daļiņu plūsmas samazināšanās un galaktisko kosmisko staru pieaugums.

Taču, lai zondes nonāktu “netraucētā” starpzvaigžņu vidē, tām vēl ir jānolido kāds attālums un aptuveni 200 astronomisko vienību attālumā no Saules jāšķērso lokveida triecienvilnis, kas rodas, Saules magnetosfērai mijiedarbojoties ar starpzvaigžņu plazmu. Ap citām

zvaigznēm, piemēram, Miru (Valzivs omikron), Čuskneša zētu, šādi triecienvilņi ir novēroti. Nav gan droši zināms, vai arī ap Sauli tāds ir.

Kad zondes būs nokļuvušas starpzvaigžņu telpā, un ja tās vēl darbosies, tās principā varēs “atskatīties” uz heliosfēru – Saules vēja pildīto burbuli, kas apņem Sauli un visas planētas. Visticamāk, ka Saules heliosfēra veido garu, komētai līdzīgu asti, kad mēs, riņķojot

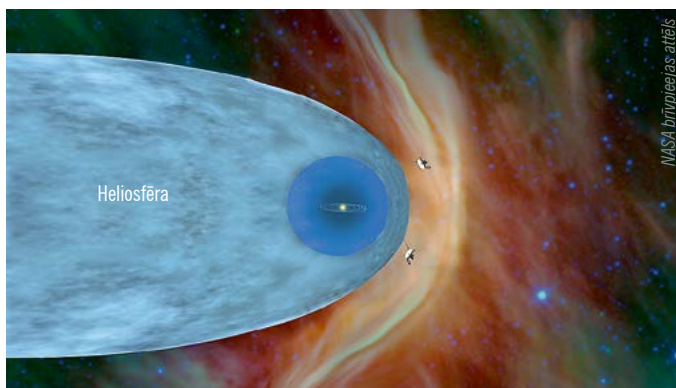
ap Piena Ceļa galaktikas centru, kopā ar Sauli traucamies cauri starpzvaigžņu gāzu un putekļu mākoņiem.

Arī no iekšienes ir iespējams iegūt zināmu informāciju par Saules sistēmas robežjoslu. Saules vējam saskaroties ar starpzvaigžņu vidi, tiek ierosināti ūdeņraža un hēlija atomi, kas izstaro raksturīgu gaismu. Tajā debess virzienā, kurp kustas Saules sistēma, var novērot vāju kvēlošanu ultravioletajā gaismā, ūdeņraža atomiem raksturīgajā Laimana alfa starojumā.

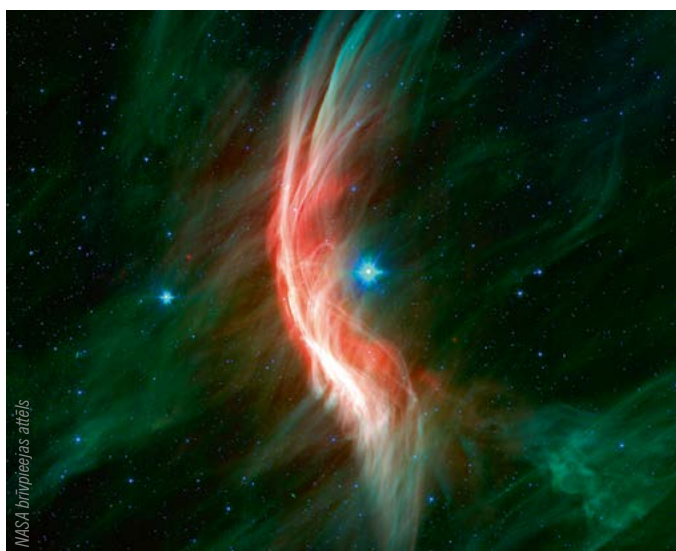
Otra iespēja ir kosmosā mērīt ātru neitrālu atomu plūsmu. Tādi veidojas mijiedarbībā starp augstas enerģijas lādētām daļiņām un ūdeņraža un hēlija atomiem. Atomi iegūst lielu ātrumu, un, tā kā tie ir elektriski neitrāli, Saules sistēmas magnētiskie lauki nemaina to trajektoriju. Debess sfēras "attēls" rāda, no kurienes plūst vairāk lielas enerģijas daļiņu, un sniedz zināmu priekšstatu par robežjoslas struktūru, pat ja nevar noteikt tās attālumu.

## CIK TĀLU UN ĀTRI VAR AIZLIDOT?

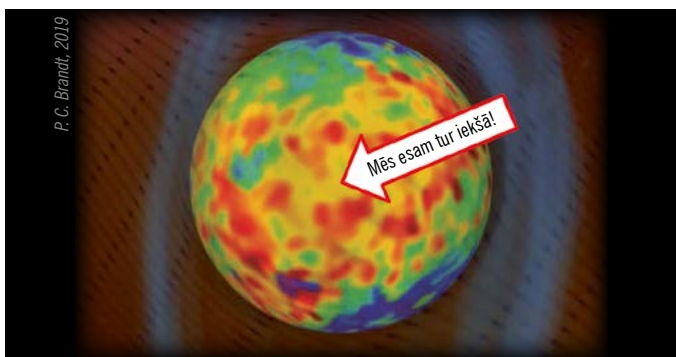
*Voyager 1* ātrums pašlaik ir 17 kilometri sekundē. Lai ar šādu ātrumu sasniegtu tuvāko zvaigzni – Centaura Proksimu, kas atrodas 4,2 gaismas gadu attālumā, nepieciešami 74 tūkstoši gadu. Lai praktiski realizētu starpzvaigžņu lidojumus, zondēm jālido ātrāk. Ar to ātrumu, ko zonde ieguvusi, startējot no Zemes, nepieciešams enerģijas



Heliosfēra, kura kā komēta stiepas tūkstošiem astronomisko vienību garumā. Iekšējā zilajā burbulī Saules vējš izplešas virsskaņas ātrumā



Ap masīvo un karsto zvaigzni Čūskeša zēta infrasarkanajā gaismā redzami triecienviļņi, kas saspiež puteklaino starpzvaigžņu vidi



Ilustrācijā ar krāsām parādīts *Cassini* zondes iegūtais lielas enerģijas neitrālo atomu sadalījums pa debess sfēru. Tas ataino heliosfēras robežjoslas komplicēto struktūru



Zonde *BepiColombo*, kas atrodas ceļā uz Merkuru, izmanto jonu raķešdzinējus

avots, kas paātrina zondi. Patlaban NASA finansē kodolu raķešdzinēja koncepcijas izstrādi. Kodolreakcijās izdalītais siltums sakarsētu ūdeņradi, kas ar lielu ātrumu izplūstu pa raķešdzinēja sprauslu. Tas dotu iespēju divkārtot vai pat trīskārtot derīgo krāvu, salīdzinot ar pašreizējām ķīmiskās degvielas raķetēm. Dzinēju gan ir paredzēts lietot tikai ārpus Zemes atmosfēras un Saules sistēmā.

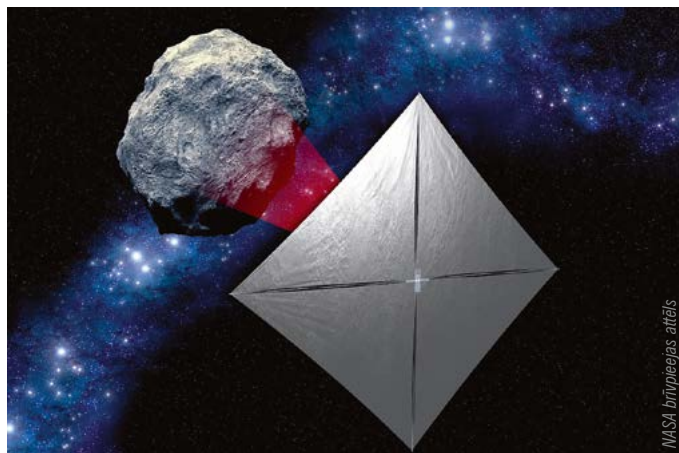
Vēl varētu izmantot jonu dzinējus, kas ar saules bateriju iegūto elektroenerģiju elektriskajā laukā paātrina degvielas jonus. Ar tiem teorētiski var iegūt līdz 50 km/s lielu gāzu izplūdes ātrumu. Jonu dzinēji ir sevi labi parādījuši lidojumos Saules sistēmā, taču neder tālākiem lidojumiem, jo, divkārt attālinoties no Saules, saules baterijām pieejamā enerģija samazinās četrkārt.

Jebkurā gadījumā, lai veiktu starpzvaigžņu lidojumu, šādi kosmiskajai zondei jāved līdzī daudz degvielas, un tā būtu ļoti masīva. Šobrīd zinātnieki pievēršusies ārējiem enerģijas avotiem, kas varētu dzīt uz priekšu nelielas

starpzvaigžņu zondes. Viens no ārējiem enerģijas avotiem ir Saule. Piemēram, Saules bura izmanto Saules gaismas spiedienu. Tās izmantošanu kosmosa kuģa paātrināšanā pirmais aprakstīja krievu kosmonautikas teorētiķis Konstantīns Ciolkovskis, to detalizētāk 1925. gadā izstrādāja Rīgā dzimušais vācbaltiešu raķešu inženieris Frīdrihs Canders. Daži kosmiskie aparāti ar Saules buru jau ir izmēģināti. Tie ir apgādāti ar milzīgām plānām un spožām plēvēm, kas uztver Saules

gaismas impulsu. Taču Saules bura ir efektīva līdz apmēram piecu astronomisko vienību attālumam no Saules.

Iespējama vēl viena "bura" – elektriskā bura, kas izmanto Saules vēju. Saules vējš ir lādētu daļiņu – galvenokārt elektronu un protonu – plūsma, kas plūst no Saules. Elektrisko buru veido gari vadi, kas stiepjas no lidaparāta uz visām pusēm. Ja lidaparātu iegriež, centrālās daļes efektus tos notur taisnus. Vadiem pielikts pozitīvs elektriskais potenciāls, ko nodrošina elektronu lielgabals. Vadi atgrūž Saules vēja protonus, kas arī ir pozitīvi lādēti, un iegūst no tiem mehānisko impulsu, kas paātrina kosmisko zondi. Šo koncepciju 2006. gadā piedāvāja somu zinātnieks Pekka Janhunens (*Janhunen*). Bija paredzēts, ka igauņu satelīts *ESTCube-1* 2014. gadā izmēģinās elektrisko buru praksē, diemžēl no pavadoņa neizdevās izritināt vadu. Elektriskā

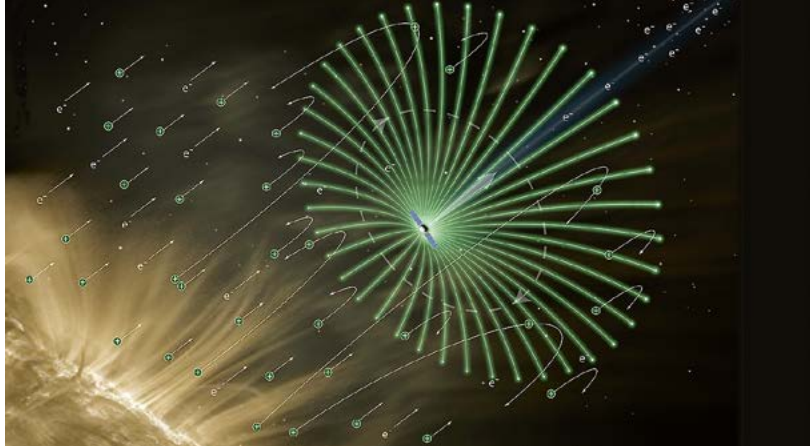


Nelielā NASA kosmiskā zonde *NEA Scout* ar 83 kvadrātmetrus lielu Saules buru šīs desmitgades beigās varētu pētīt Zemei tuvos asteroidus



bura var paātrināt zondi līdz pat 30 astronomisko vienību (Neptūna orbīta) attālumam no Saules, un desmit gadu laikā ar to varētu nolidot 100 astronomisko vienību attālumu. Taču arī tas ir lēni.

Vēl viens ārējais enerģijas avots ir uz Zemes izvietots lāzers. 2016. gadā tika sākts projekts *Breakthrough Starshot*, kura mērķis ir uz Centaura Proksimas planētu nosūtīt veselu floti, varbūt tūkstoši, ultravioletu starpstaru zvaigžņu lidaparātu, kurus jaudīga lāzera gaismā 10 minūšu laikā paātrinātu līdz apmēram 20% gaismas ātruma (60 000 km/s). Tādā gadījumā ceļojums ilgtu 21 gadu, un zondes ievāktā informācija ar gaismas ātrumu lidotu līdz Zemei vēl četrus gadus. Divdesmit piecus gadus pēc starta mēs uzzinātu jaunumus par Centaura Proksimas planētu. Nepieciešamas daudz zondes, jo paredzams, ka ceļojuma laikā daļu no



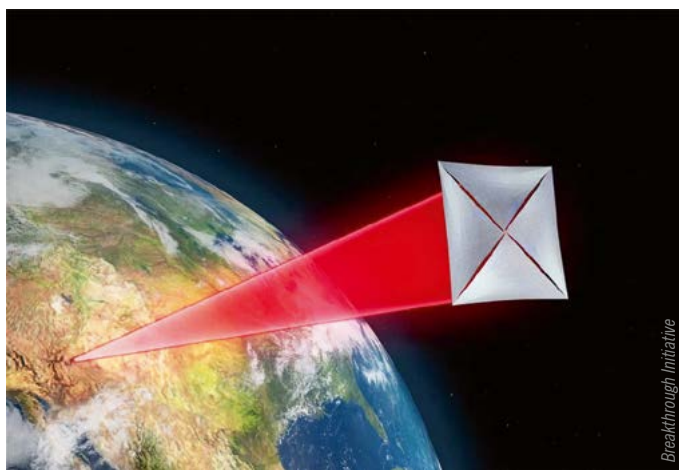
Tā varētu izskatīties kosmiskais lidaparāts ar elektrisko buru. Elektriskais lauks buras vados atgrūž Saules vēja protonus, un kosmiskais aparāts lido prom no Saules

tām sabojās sadursmes ar starpstaru zvaigžņu putekļiem.

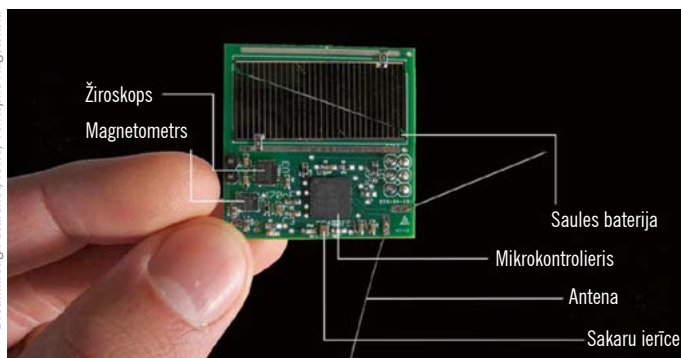
Dažus gramus smagā un dažus centimetrus lielā zonde *StarChip* būtu apgādāta ar gaismas buru 5 metru diametrā. Tai būtu digitālās kameras, miniatūri fotonu "dzinēji" – lāzerdiodes, kodolbaterija, kurā izmantots plutonijs-238 vai amerīcijs-241, lāzera sakaru ierīce, kas izmantotu gaismas buru kā atstarotāju. Šādas zondes prototips *Sprite*, kuras izmēri ir  $3,5 \times 3,5$  centimetri un masa 4 grami, pirmo

reizi tika palaists kosmosā 2017. gadā. Faktiski tā bija viena elektronisko detaļu plāksnīte, uz kuras bija saules baterija, procesors, sensori un sakaru iekārta. Viens *Sprite* kā "pasāžieris" bija piestiprināts pie Latvijas pavadoņa *Venta-1*, vēl piecus piestiprināja pie pavadoņa *Max Valier*, ko palaida ar to pašu Indijas nesējraķeti, no kuriem četrus vēlāk palaida brīvā lidojumā. *Sprite* ir līdz šim mazākā uzbūvētā kosmiskā zonde, tomēr tā spēja nodibināt sakarus ar virszemes stacijām.

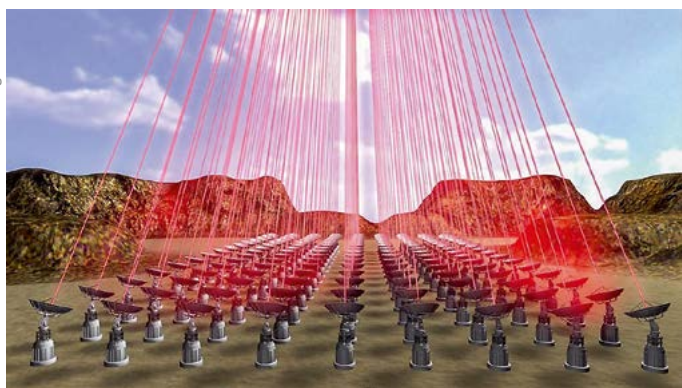
Tiktāl viss ir labi, taču turpmākie projekta soļi nebūs tik vienkārši. Lai uztvertu lāzera signālus no Centaura Proksimas apkaimes, nepieciešams 30 metru diametra redzamās gaismas teleskops. Varam būt pārliecināti, ka pēc 25 gadiem uz Zemes tādi teleskopi būs, jau orientējoši 2027. gadā sāks darboties Eiropas Dienvidu observatorijas 39 metru teleskops. Sākumā visas *StarChip* zondes palaidīs orbītā ap Zemi, un tās izplestīs gaismas buras. Tālāk tās



Zondes *StarChip* paātrināšana ar lāzera staru mākslinieka skatījumā



Starpzvaigžņu zondes prototips *Sprite* ir tikai  $3,5 \times 3,5$  centimetrus liels



Simts gigavatu lāzeru komplekss mākslinieka skatījumā

pa vienai paātrinās ar lāzera gaismu. Tas būs liels izaicinājums inženieriem, jo 10 minūtes ilgajā ātruma uzņemšanas laikā zondēm būs jāiztur fantastisks paātrinājums 10 000 g, t. i., to svars pieaugs 10 000 reižu un būs atbilstošs nevis, piemēram, 4 gramiem, bet 40 kilogramiem.

Taču vislielākās grūtības sagādās lāzeru kompleksa izveidošana. Būs vajadzīgi lāzeri ar gigavata jaudu, un vajadzēs apmēram simts šādu lāzeru. Tos varētu izvietot vienu kvadrātkilometru lielā laukumā. Šāda jauda jau sen ir sasniegta, taču tikai lāzeļiem,

kas izstaro superīsus impulsus. Šajā gadījumā lāzeram gigavatu liela jauda būtu jāģenerē nepārtraukti 10 minūtes. Rīgas TEC-2 siltuma jauda ir puse no šīs vērtības. Protams, var vienuviet uzbūvēt 200 TEC-2 vai vairākas atomelektrostacijas. Bet vai var uzbūvēt tik jaudīgus lāzerus? 1980. gadā ASV izmēģināja militāro nepārtrauktās darbības lāzeru MIRACL. Tas attīstīja viena megavata jaudu (1000 reižu par maz!) 70 sekundes. Iespējams, ka militāriem nolūkiem ir uzbūvēti arī jaudīgāki lāzeri, par kuriem mēs nezinām, taču šķiet, ka

tas ir projekta vājš punkts. Tomēr šis raksts ir vēlīts nākotnei, un nav izslēgts, ka tuvākajos gadu desmitos šādas tehnoloģijas varētu tapt.

## CITPLANĒTU TELESKOPS ĀRPUS SAULES SISTĒMAS

Ja lidojumi ārpus Saules sistēmas kļūs biežāki, šo zonu varētu izmantot kāda teleskopa uzstādīšanai. Vai tad nepietiks ar teleskopu, piemēram, Saturna attālumā no Saules, kur debesis ir ļoti tumšas, apmēram 100 reižu tumšākas nekā Zemes apkaimē? Tas ļautu precīzāk izmērīt un pētīt debess fonu starp galaktikām.

Nē, jo ir doma izveidot nevis parasto, bet gravitācijas lēcas teleskopu. Gravitācijas lēcas kā "teleskopus" astronomijā izmanto jau ilgi. Masīva galaktika vai cits debess ķermenis, kas atrodas tuvāk par kādu tālu objektu, piemēram, galaktiku kopu vai kvazāru, sakopo tālā objekta gaismas starus, un mēs redzam attēlu, ko citādi lielā attāluma dēļ nevarētu saskatīt, kaut arī tas ir izkropļots. Gaismas stari noliecas tuvā objekta gravitācijas laukā atbilstoši Einšteina vispārīgajai relativitātes teorijai.

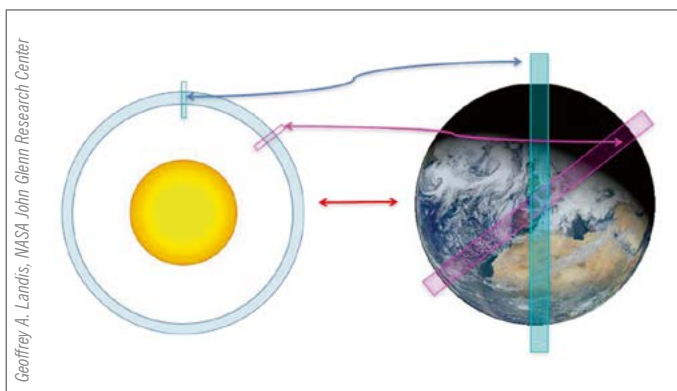
Ja kā gravitācijas lēcu izmantotu Sauli, varētu uzbūvēt teleskopu citplanētu attēlu iegūšanai. Ir aprēķināts, ka Einšteina gredzena diametrs ir vienāds ar Saules redzamo diametru, ja novērotājs atrodas 547 astronomisko vienību attālumā. Lai gredzens kļūtu lielāks par Saules disku, teleskops jānovieto nedaudz tālāk. 750 astronomisko vienību

attālumā Saules gravitācijas lēcas gaismas savākšanas spēja atbilst teleskopam ar fantastisku 80 kilometru diametru, bet attēla asums ir kā optiskajam interferometram ar 80 000 kilometru bāzi. Slāpējot Saules gaismas intensitāti līdz vienai desmitmiljonajai daļai, būtu iespējams iegūt citplanētas attēlu. Tiesa, attēls būtu gredzenveida, taču ir iespējams saprast, kura planētas attēla daļa atbilst noteiktam Einšteina gredzena segmentam. Pat ar viena metra teleskopu varētu iegūt citplanētas attēlu ar  $1000 \times 1000$  pikseļu izšķirtspēju.

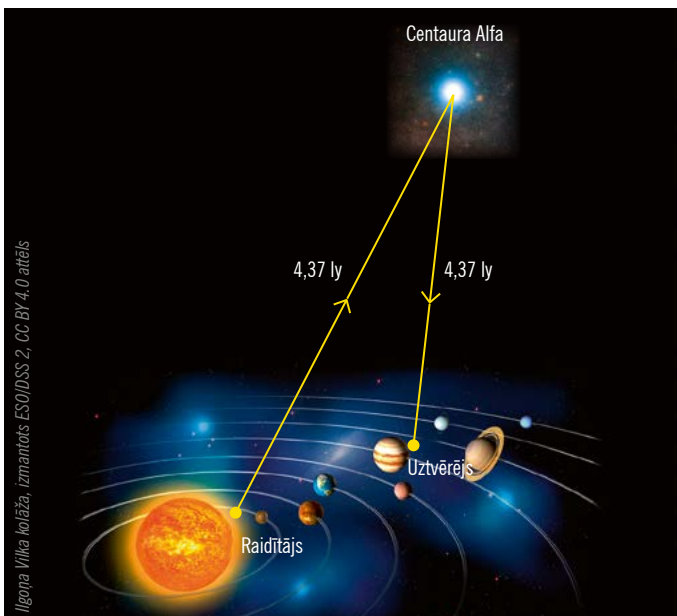
Vēl viena ideja, kas neprasa sūtīt teleskopu tik tālu, ir kartēt citplanētas ar starpzvaigžņu radaru. Ja raidošā antena atrastos Merkura orbītas iekšienē un uztverošā antena – ārpus Jupitera orbītas, varētu izveidot sintezētās apertūras teleskopu aptuveni ar viena miljarda kilometru diametru. Leņķiskā izšķirtspēja 600 MHz frekvencē atbilstu 2,5 kilometriem uz vienu gaismas gadu. Tas nozīmē, ka Centaura Alfās sistēmā būtu iespējams saskatīt ap 10 kilometru lielas detaļas, lielākā attālumā izšķirtspēja būtu sliktāka. Ar radaru varētu mērīt citplanētu virsmas, veidot kartes, atšķirt sauszemi no ūdeņiem, "izspiesties" cauri mākoņiem, atrast planētu pavadoņus un gredzenus. No Centaura Alfās rezultātus varētu saņemt desmitgades laikā, jo radara signālam ar gaismas ātrumu jāveic attālums turp un atpakaļ, kopā 8,74 gaismas gadi.



Ja tālais objekts atrodas tieši aiz gravitācijas lēcas, izveidojas tā sauktais Einšteina gredzens, kā tas redzams šajā Habla kosmiskā teleskopa attēlā



Katram Einšteina gredzena segmentam atbilst noteikta josla uz planētas diska



Starpzvaigžņu radara darbības shēma

## DIŽĒNI PROJEKTI PRASA AIZVĪEN VAIRĀK LAIKA

2019. un 2020. gadā Francijas Gaisa kuģniecības un kosmosa akadēmija organizēja trīs sanāksmes, kas saucās *Planetary Exploration, Horizon 2061*, lai spriestu par perspektīvajiem Saules sistēmas planētu un citplanētu kosmiskās izpētes projektiem nākamajos 50 gados. Kāpēc minēts 2061. gads? Tas ir simbolisks gadskaitlis, jo šajā gadā pie Saules atgriezīsies Haleja komēta un apritēs 100 gadu kopš pirmā cilvēka lidojuma kosmosā. Līdzīgu ilgtermiņa plānošanu 2019. gadā veica Eiropas Kosmosa aģentūra, kad uzsaukumā *Voyage 2050* aicināja iesniegt idejas Visuma izpētei ar kosmiskajiem aparātiem.

Vairāki *Voyage 2050* projekti attiecās uz Saules sistēmas ārējo planētu – ledus milžu Urāna un Neptūna izpēti. Neptūnu tuvumā pētījusi tikai zonde *Voyager 2* tālajā 1989. gadā. Neptūns – planēta, kur “piedzimst vējš”, proti, pūš vēji virsskaņas ātrumā līdz 2000 kilometriem stundā – un

ģeoloģiski aktīvais Neptūna pavadoņi Tritons ļoti interesē pētniekus. Tā kā palaist no Zemes ļoti jaudīgu raķeti ir dārgi, lidojot uz ārējām planētām, izmanto gravitācijas manevru pie Jupitera, lai iegūtu papildu ātrumu. Tas nozīmē, ka Jupiteram savā orbītā jāatrodas piemērotā pozīcijā un zonde uz Neptūnu jāpalaiž 2029. vai 2030. gadā. Arī izmantojot gravitācijas manevru, lidojums prasīs aptuveni 14 gadu, un zonde ieradīsies galamērķī tikai ap 2044. gadu. Nākamā piemērotā palaišanas iespēja radīsies ap 2041. gadu. Šis piemērs uzskatāmi parāda ilgtermiņa plānošanas nepieciešamību.

Taču cik ilgi iespējams uz turēt vienu un to pašu projektu? Šajā ziņā ne visi projekti ir vienlīdz veiksmīgi. Panteons Romā, kuru uzcēla ap 126. gadu, ir viena no nedaudzajām antīko laiku celtnēm, kas pastāvīgi izmantota. Sākumā tas bija romiešu templis, kopš 7. gadsimta – kristiešu baznīca. Mūsdienās Panteons vairāk kalpo kā tūrisma objekts. 1831. gadā Visingse (zviedru *Visingsö*)

Giovanni Paolo Panini, brīvpieejas attēls



Panteons Romā 18. gadsimtā. Itāļu mākslinieka Džovanni Panini glezna

salā Veterna ezera dienvidos Zviedrijas kara flotes vajadzībām iestādīja ozolu mežu. Ap 1975. gadu ozoli bija pietiekami izauguši, bet flotei tie vairs nebija vajadzīgi. Nedaudz ozolkoka tika izmantots koka grīdām vēstniecībās, arī lai pagatavotu *Mackmyra* viskija mucas.

## KAS VARĒTU MAINĪT ZINĀTNES IEVIRZES?

To ir ļoti grūti paredzēt, tomēr mēģināsim iztēloties. Pasaulē tiek veikti eksperimenti, kuru mērķis ir atrast tumšo matēriju laboratorijā uz Zemes. Un ja nu tumšā matērija izrādīsies kaut kas tāds, ko var apstrādāt vai pat rūpnieciski izmantot?

Varbūt kāda zonde atradīs dzīvību uz Jupitera pavadoņa Eiropas vai tā iekšienē? Neapšaubāma revolūcija zinātnē, filozofijā, cilvēku



ESO/L. Calçada, CC BY 4.0

Skats uz Neptūnu no Tritona mākslinieka skatījumā

Iecerētais nolaižamais aparāts *Europa Lander* uz Jupitera pavadoņa Eiropa

pasaules uztverē un daudzās citās jomās būtu kontakts ar saprātīgām ārpuszemes būtnēm, kas pagaidām attēlots tikai zinātniskās fantastikas grāmatās un filmās, piemēram, režisora Denī Villenēva (*Villeneuve*) 2016. gada filmā “Atnācēji” (*Arrival*).

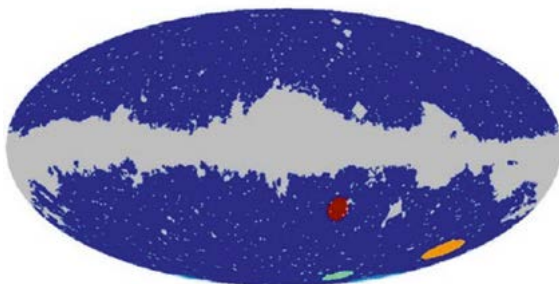
Varbūt mūsu Visums nav vienīgais un iespējams Multivisums – daudzi vienlaikus pastāvoši visumi?

Mūsu Visums radās Lielajā Sprādzienā pirms 13,8 miljardiem gadu. Mūžīgās haotiskās inflācijas teorija aplūko neierobežotu visumu skaitu. Katrā visumā ir savi “dabas likumi”, bet tikai daži no tiem ir piemēroti dzīvības attīstībai. Vai citus visumus, ja tādi ir, vispār var novērot? Mūžīgās inflācijas teorija paredz, ka mūsu Visums ir viens no daudziem “burbuļiem”, kas

radušies no vakuuma svārstībām. Šādu burbuļu sadursme var atstāt pēdas kosmiskā mikroviļņu fona starojumā.

Vairāki zinātnieki ir meklējuši “aizdomīgas” vietas mikroviļņu fona starojuma kartēs. 2011. gadā, pētot WMAP pavadoņa sastādīto karti, šķita, ka četras šādas vietas ir atkrāsas, taču precīzāki Planka pavadoņa dati to neapstiprināja. Tad astronomi ķērās pie rūpīgas Planka pavadoņa kartes analīzes. Viennozīmīgi rezultāti nav iegūti, taču ir svarīgi, ka mūžīgās inflācijas gadījumā visumu mijiedarbība vispār ir iespējama, un varbūt to nākotnē izdosies pierādīt. Multivisuma pastāvēšana būtiski mainītu mūsu priekšstatus par pasauli.

Noslēgumā pavaicāsim, vai ir kaut kas, par ko varam būt pavisam droši arī 100 gadus uz priekšu? Ir. Piemēram, nākamā Veneras pāriešana Saules diskam garantēti notiks 2117. gada 11. decembrī. Diemžēl Latvijā tajā laikā būs nakts, un notikums nebūs novērojams. Taču tas ne-traucē ieplānot ekspedīciju uz citu zemeslodes vietu! 🚀



Četri plankumi (sarkans, oranžs, zaļš un gaiši zils) WMAP mikroviļņu fona starojuma kartē, par kuriem domāja, ka tie varētu norādīt uz citu visumu pastāvēšanu



Multivisuma burbuļi mākslinieka skatījumā

# Polarizētā gaisma ap melno caurumu

ESO/M. Kommesser

Galaktikas M87 centrs mākslinieka skatījumā

## GAISMAS POLARIZĀCIJA MELNĀ CAURUMA ATTĒLĀ ĻAUJ IEPAŽĪT TĀ APKAIMES MAGNĒTISKO LAUKU

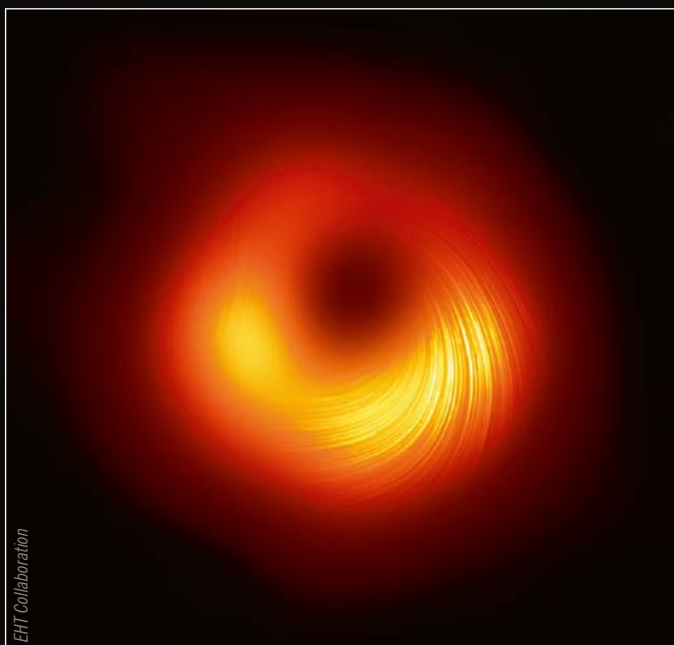
**K**ad 2019. gada aprīlī tika publicēts ar Notikumu horizonta teleskopu (*Event Horizon Telescope, EHT*) iegūtais sintezētais supermasīvā melnā cauruma attēls galaktikas M87 centrā 55 miljonu gaismas gadu attālumā, astronomu aprindās tas izraisīja nevilnotu sajūsmu (skat. *Zvaigžņotās Debess* 2019. gada vasaras numurā *Annas Ginteres rakstu Pirmā melnā cauruma fotogrāfija*). Protams, ka attēlā redzam ne gluži pašu melno caurumu, bet tā ēnu kopā ar starojumu ārpus notikumu horizonta. M87 supermasīvo melno caurumu aptver akrēcijas disks, un viena no šā objekta zīmīgajām izpausmēm ir no galaktikas centra izvīstā strūkļa,

kas redzamajā gaismā stiepjas aptuveni 5000 gaismas gadu garumā. 2017. gada aprīlī iegūto EHT datu jaunākā apstrāde devusi iespēju aplūkot melnā cauruma gaismas gredzena polarizāciju. 2021. gada martā par šiem rezultātiem informēja Eiropas Dienvidu observatorijas (ESO) preses relīze eso2105 un trīs zinātniskās publikācijas, kuru sagatavošanā piedalījušies aptuveni 300 pētnieku no vairākiem desmitiem zinātnisko institūciju. Lai iegūtu jaunus attēlus, vajadzēja papildu laiku, jo bija jāizstrādā arī jaunas datu apstrādes metodes.

No fizikas zināms, ka parasts uzkaršēts ķermenis izstaro nepolarizētu gaismu. Tā kļūst polarizēta, ja iet caur kādu filtru (tādi ir

saulesbrillēs, fotoaparātu filtrus vai mobilo telefonu ekrānos), atstarojas pret kādu virsmu vai tiek pakļauta magnētiskajam laukam. Melnā cauruma gadījumā tā apkārtne, kas izstaro gaismu, ir spēcīga magnētiskā lauka ietekmē, un tas arī piešķir gaismai polarizāciju. "Jaunie publicētie polarizētie attēli ir atslēga, lai saprastu, kā magnētiskais lauks ļauj melnajam caurumam "apēst" matēriju un izvīst jaudīgas strūklas," saka EHT projekta dalībnieks Endrjū Čels (*Chael*), NASA Habla pēcdoktorantūras pētnieks Prinstonas Teorētiskās zinātnes centrā.

Lai labāk izprastu, kā rodas strūklas, astronomi ir veidojuši dažādus modeļus, kā matērija uzvedas melnā cauruma



Skats uz M87 supermasīvo melno caurumu polarizētā gaismā

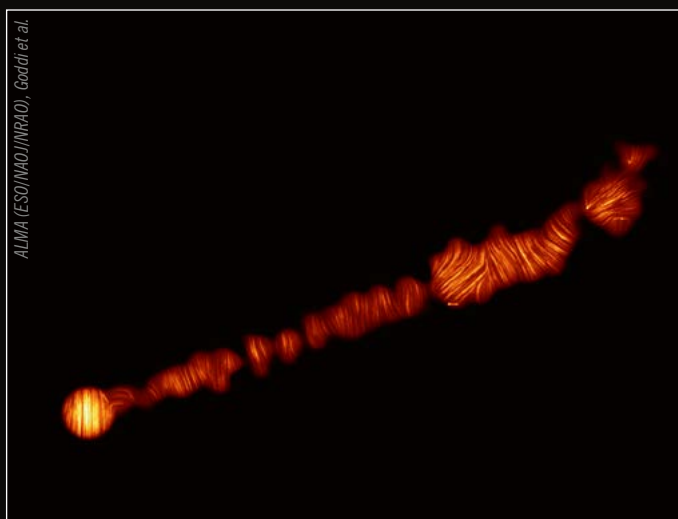
apkaimē. Tomēr joprojām nav noskaidrots, kā no galaktikas centrālā apgabala, kas pēc izmēriem līdzinās Saules sistēmai, izlido strūkļas, kas ir garākas par pašu galaktiku, un kā īsti matērija iekrīt melnajā caurumā. Ar jaunajiem melnā cauruma un tā ēnas attēliem polarizētajā gaismā astronomi pirmo reizi guva iespēju ielūkoties apvidū tieši ap melno caurumu, kur notiek mijiedarbība starp vienu, kas plūst iekšā, un to, kas tiek izgrūsta ārā. EHT komanda secināja, ka tikai tie teorētiskie modeļi, kuros galvenā loma ir gāzes uzvedībai stiprā magnētiskā laukā, var izskaidrot attēlos novērojamo.

Kā atzīmē Džeisons Deksters (*Dexter*), Kolorādo štata Bolderas Universitātes asociētais profesors un EHT

teorijas darba grupas koordinators, “novērojumi liecina, ka magnētiskie lauki pie melnā cauruma malas ir pietiekami spēcīgi, lai atgrūstu karsto gāzi un palīdzētu

tai pretoties gravitācijas spēkam. Tikai tā gāze, kas izslīd cauri laukam, var nonākt pie notikumu horizonta”.

Lai novērotu M87 galaktikas “sirdi”, EHT apvienoja astoņas observatorijas visā pasaulē. 2021. gadā EHT sastāvā jau ir 11 observatoriju un 13 zinātnisko institūtu tīkls dažādās pasaules vietās, kuru mērķis ir veikt sinhronus augstas izšķirtspējas pētījumus milimetru un submilimetru diapazonā. Tā EHT kļūst par virtuālu Zemes izmēra teleskopu, kas ar savu izšķirtspēju varētu saskatīt kredītkartes lieluma objektus uz Mēness. Sadarbības projektā piedalās gan observatorijas ar vienu antenu, piemēram, IRAM Spānijā, gan iespaidīgais ESO pārvaldītais ALMA 66 antenu režģis. Jāpiebilst, ka tieši ALMA observatorijai bija svarīgākā loma gaismas polarizācijas noteikšanā. 🚀



No galaktikas M87 izvīstā strūkļa polarizētā gaismā

# Miljardieri dodas līdz kosmosa robežai

Nesējlidmašīna *WhiteKnight Two* ar piestiprinātu suborbitālo kuģi *SpaceShipTwo*

PAR MILJARDIERU KOSMOSA SACENSĪBU DZIRDĒJUŠI DAUDZI. 2021. GADA JŪLIJĀ PASAULES UZMANĪBU TĀ PA ĪSTAM UN – JĀSAKA – BEIDZOT IZDEVĀS PIESAISTĪT DIVIEM NO VIŅIEM.

**M**iljardieru kosmosa sacensību "dalībnieki" ir Īlons Maska ar kompāniju *SpaceX*, Ričards Brensons ar *Virgin Galactic* un Džefs Bezoss ar *Blue Origin*. Noteikti jāpiemin arī Pīters Beks ar *Rocket Lab*, kurš gan tikai vēl tuvojas miljardiera statusam. Mūsu žurnālā un citos medijos visplašāk atspoguļots Īlona Maska veikums, jo *SpaceX* nenoliedzami ir sasniegusi vairāk nekā visi pārējie minētie uzņēmumi kopā. 2021. gada jūlijā Ričards Brensons un Džefs

Bezoss devās suborbitālā lidojumā ar savu uzņēmumu radītajiem lidaparātiem, no kuriem pirmais sasniedza 86,182 kilometru, otrais – 107,05 kilometru augstumu.

## **VIRGIN GALACTIC SUBORBITĀLĀ KUĢA VSS UNITY LIDOJUMS**

*Virgin Galactic* suborbitālais lidaparāts *VSS Unity*, zināms arī kā *SpaceShipTwo* otrais eksemplārs, ir neliela lidmašīna ar raķešu dzinēju, kurā ir vieta diviem pilotiem un līdz sešiem pasažieriem. Piloti piedalās visos

lidojumos, jo kuģis nevar lidot bezpilota režīmā. Lidojumā ar pirmajiem pasažieriem *SpaceShipTwo* devās 11. jūlijā. Līdz vairāk nekā 13 kilometru augstumam to pacēla nesējlidmašīna *VMS Eve*, tad tas atdalījās un iedarbināja savu raķešu dzinēju *RocketMotorTwo*. Maksimālais ātrums lidojuma laikā 3,2 reizes pārsniedza skaņas ātrumu.

Sasniedzot apogeju, kuģis tika orientēts ar apakšu prom no Zemes, tātad ar kājām gaisā, lai pasažieri pa kādu no 17 iluminatoriem varētu apskatīt mūsu planētu.



Piloti un pasažieri nedaudz ilgāk par trim minūtēm varēja izbaudīt bezsvara stāvokli. Pēc tam, kā jau tas suborbitālā lidojumā notiek, lidmašīna krita atpakaļ uz Zemi. Piloti to pagrieza normālā stāvoklī un lidmašīnas spārnus pacēla kritiena konfigurācijā, kad spārni kalpo par bremzi; izmantojot atmosfēras pretestību, tie samazina lidmašīnas ātrumu. Bremzēšanas fāzei seko planēšanas fāze un nosēšanās uz skrejceļa, kā jau lidmašīnām ierasts. Atšķirība ir tāda, ka nosēšanās laikā dzinējs nedarbojas un jāpiezemejas ar pirmo piegājienu.

Kaut arī lidojumā devās pasažieri, šis vēl arvien bija izmēģinājuma lidojums, ceturtais pēc kārtas. 2022. gadā plānots sākt komerclidojumus. Vairāki simti lidotgribētāju par savu nākotnes lidojumu ir iemaksājuši 200–250 tūkstošus ASV dolāru un nepacietīgi gaida savu kārtu. Turpmāk biļetes cena būs 450 tūkstoši ASV dolāru. Piloti bija Deivids Makejs (*Mackay*) un Maikls Masučī (*Masucci*), pasažieri – Siriša Bendla (*Bandla*), Kolins Benets (*Bennett*), Beta Mozesa (*Moses*) un Ričards Brensons. Lidojuma laikā Brensons teica: “Visiem bērniem – es arī reiz biju bērns, kas sapņoja, raugoties zvaigznēs. Tagad es esmu pieaugušais kosmosa kuģī un raugos lejup uz mūsu brīnišķīgo Zemi. Nākamajai sapņotāju paaudzei – ja mēs varējām paveikt šo, tikai iedomājieties, ko spēsiet paveikt jūs.”

## 2022. GADĀ PLĀNOTS SĀKT SUBORBITĀLOS KOMERCLIDOJUMUS. VAIRĀKI SIMTI LIDOTGRIBĒTĀJU JAU IR VEIKUŠI IEMAKSU UN NEPACIETĪGI GAIDA SAVU KĀRTU.

Lidaparāta nosaukumu *Unity* ir izvēlējies britu fiziķis Stīvens Hokings. Aprakstītais lidojums notika teju 17 gadus pēc *Virgin Galactic* dibināšanas. Ne vienmēr izmēģinājuma lidojumi ir bijuši tik gludi kā šis. 2014. gada 31. oktobrī *SpaceShipTwo VSS Enterprise* lidojuma laikā izjuka. Incidentā gāja bojā pilots Maikls Alsberijs (*Alsbury*). Šis atgadījums *Virgin Galactic* centienus sākt komerclidojumus aizkavēja par vairākiem gadiem.

### BLUE ORIGIN SUBORBITĀLĀ KUĢA NEW SHEPARD LIDOJUMS

Kompānijas *Blue Origin* suborbitālais kuģis *New Shepard* pēc uzbūves līdzinās klasiskam kosmosa kuģim. Tas sastāv no vienpakāpes nesējraķetes un kapsulas, kurā atrodas pasažieri. Pirmajā lidojumā ar pasažieriem devās *New Shepard* ceturtais eksemplārs. Kapsula spēj uzņemt līdz sešiem pasažieriem, un lidošana tajā ir diezgan komfortabla, jo kapsulas tilpums



Nesējilidmašīna *WhiteKnight Two* lidojumā bez suborbitālā kuģa



Virgin Galactic

Suborbitālais kuģis *SpaceShipTwo* neilgi pēc atdalīšanās no nesējlidmašīnas



Virgin Galactic

*SpaceShipTwo* planē pirms nolaišanās

ir 15 kubikmetri, katram pasažierim ir savs īpaši ērts lidojuma krēsls, kas izvietots tieši pretim lielam iluminatoram. Arī iluminators katram pasažierim ir savs.

Atšķirībā no *Virgin Galactic* lidmašīnas *Blue Origin*

suborbitālais kuģis spēj lidot arī bez cilvēkiem, jo ir pilnībā automatizēts. Šā iemesla dēļ lidojumus nav pareizi saukt par pilotējamiem, jo pilota kabīnē nav, un, pat ja būtu, viņš nevarētu iejaukties lidojuma gaitā. Konkrētais

*New Shepard* eksemplārs jau bija divreiz izmēģināts, lidojot bez cilvēkiem. Visas četras *New Shepard* raķetes kopumā veikušas 16 lidojumus.

20. jūlija lidojums no vieni iepriekšējiem atšķīrās ar to, ka tajā pirmo reizi bija četri pasažieri. Nesējraķete iedarbināja *Blue Origin BE-3* raķešdzinēju un devās vertikāli augšup (skat. žurnāla pirmo vāku). Pēc nepilnām divarpus minūtēm BE-3 tika izslēgts, un sākās lidojuma ballistikā fāze. Neilgi pirms 100 kilometru augstuma sasniegšanas kapsula atdalījās no nesējraķetes, un abas pēc inerces turpināja ceļu augšup. Šajā lidojumā pasažieru kapsula sasniedza 107 kilometru augstumu, nesējraķete – gandrīz 106 kilometru augstumu.

Pēc tam nesējraķete krita nosēšanās laukuma virzienā un neilgi pirms zemes sasniegšanas atkārtoti iedarbināja raķešdzinēju, lai nosēstos. Kapsulas pasažieri izbaudīja apmēram trīs minūtes ilgu bezsvara stāvokli un skatu uz mūsu planētu. Kritienam turpinoties, kapsulu sāka bremsēt atmosfēra. Uz īsu brīdi pasažieri izjuta 5,5 g lielu pārslodzi, kas ir samērā daudz. Nosēšanās beigu fāzē kapsulu bremsēja izpletņi. Mirkli pirms piezemēšanās nostrādāja triecienu mīkstinoši dzinēji. Piezemēšanās ātrums bija ļoti mazs, apmēram 2 kilometri stundā.

Tas bija pirmais suborbitālais komerclidojums, jo kapsulā atradās cilvēks, kurš par lidojumu bija samaksājis.

## JAUNĀKAJAM CILVĒKAM, KURŠ 2021. GADA 20. JŪLIJĀ PACĒLĀS LĪDZ KOSMOSA ROBEŽAI, BIJA 18, VECĀKAJAM – 82 GADI.

Nīderlandiešu students Oliveris Daimens (*Daemen*) arī ir jaunākais cilvēks (18 gadi), kurš uzlidojis augstāk par 100 kilometriem. Šajā lidojumā devās arī vecākais cilvēks, kurš sasniedzis šādu augstumu. Vallijai Fankai (*Funk*) ir 82 gadi, viņa ir pieredzējusi pilote un izgājusi pilnu NASA astronautu sagatavošanas programmu. Tikai 20. gadsimta sešdesmitajos gados pieņemto sabiedrības stereotipu dēļ viņa nenokļuva kosmosā.

Pārējie divi pasažieri bija brāļi Bezosi – Marks un Džefs. Lidojums noritēja bez starpgadījumiem, un jau pēc nedaudz vairāk nekā 10 minūtēm visi četri bija atpakaļ uz Zemes. Sākotnēji Oliveris Daimens nemaz nebija iekļauts šā lidojuma pasažieru sarakstā. Bija plānots, ka lidojumā dosies kāds vārdā nenosaukts izsoles uzvarētājs, kurš par iespēju lidot bija samaksājis 28 miljonus ASV dolāru. Otru lielāko summu bija solījis Oliveris Daimens, kurš ieņēma uzvarētāja vietu. Nezināmā persona šajā laikā vienkārši bija ļoti aizņemta. Plānots, ka šis cilvēks dosies kādā no nākamajiem *New Shepard* lidojumiem.

### KUR SĀKAS KOSMOSS?

Par kosmosa robežu tiek uzskatīta iedomātas sfēras

virsma, kas atrodas 100 kilometru augstumā virs jūras līmeņa. Tā sauktā Kārmāna līnija ir labākā kosmosa robežas mēraukla un ir starptautiski pieņemta. Tieši šo definīciju atzīst Starptautiskā aviācijas sporta federācija. ASV Federālā Aviācijas administrācija par kosmosa robežu noteikusi 50 jūdžu (80 kilometru) augstumu. Realitātē kosmosa robeža ir sarežģīts jautājums, jo atmosfēras blīvums samazinās pakāpeniski. Tomēr ir kāda robeža, zem kuras satelīts nevar kaut cik ilgstoši riņķot ap Zemi. Riņķveida orbītā tie ir 125 kilometri, bet eliptiskas orbītas



Vallija Fanka ir vecākais cilvēks, kas sasniedzis kosmosa robežu

perigeja augstumam jābūt vismaz 100 kilometriem. Arī meteoru sadegšana sākas aptuveni 100 kilometru augstumā.

Lasītājs jau droši vien pamanija, ka autors, runājot par suborbitālajiem lidojumiem, izvairījās lietot vārdu "kosmos". Tas tāpēc, ka Ričarda



*New Shepard* kapsula pēc nolaišanās



NASA brīvpieejas attēls

Šajā attēlā skaidri redzams, ka atmosfēra pāriet kosmosā pakāpeniski

Brensona lidaparāts Kārmāna līniju nemaz nerasniedza, un, kaut arī Džefa Bezosa kuģis šo augstumu pārsniedza, tas bija tikai palēciens kosmosa virzienā. Jautājumu par to, kādu lidojumu atzīt par lidojumu kosmosā, šobrīd apspriež ļoti aktīvi. Un iemesls ir tieši suborbitālie lidojumi. Iznāk, ka ikviens, kas spēj samaksāt 450 (jaunā *Virgin Galactic* biļetes cena) vai nedaudz vairāk tūkstošu dolāru par izklaides lidojumu, kļūs par astronautu. Tas devalvēs to cilvēku nopelnus un sasniegumus, kuri kā profesionāli kosmonauti, astronauti un taikonauti savu karjeru veltījuši kosmosa apgūvei. Šā iemesla dēļ veidojas

”  
**RIČARDA BRENSONA LIDAPARĀTS  
KĀRMĀNA LĪNIJU NEMAZ NESASNIEDZA.  
KAUT ARĪ DŽEFA BEZOSA KUĢIS ŠO  
AUGSTUMU PĀRSNIEDZA, TĀS BIJA TIKAI  
PALĒCIENS KOSMOSA VIRZIENĀ.**

uzskats, ka par lidojumu kosmosā varētu uzskatīt tādu, kura laikā veikts vismaz viens pilns apriņķojums ap Zemi.

Zināmu skaidrību ievieša ASV Federālā Aviācijas administrācija, kas 20. jūlijā, Džefa Bezosa komandas lidojuma dienā, ieviesa jaunu noteikumu, ka par astronautu

atzīstams tikai apkalpes loceklis, kas “lidojuma laikā veic darbības, kas ir būtiskas publiskajai drošībai vai veicina cilvēku lidojumu drošību kosmosā”. Pagaidām suborbitālie lidojumi plānoti tikai no ASV, tas nozīmē, ka šie tūristi tomēr nekļūs par astronautiem. ✎

# Frau im Raum (Sieviete kosmosā)

NO VISIEM KOSMOSĀ PABIJUŠAJIEM CILVĒKIEM  
TIKAI NEDAUDZ VAIRĀK NEKĀ DESMITĀ DAĻA IR SIEVIETES.  
TOMĒR VIŅAS IR IESPĒJUŠAS DAUDZ.

Lidojumā uz Mēnesi 1929. gada 15. oktobrī devās pirmie cilvēki, tostarp pirmā sieviete – astronomijas studente Frīda Veltena. Tiem, kas zina, ka līdz brīdim, kad kosmosā dosies pirmais cilvēks, vēl paies vairākas desmitgades, ir skaidrs, ka šis ir kāds zinātniskās fantastikas darbs. Un patiesi – Frīda ir viena no mākslas filmas *Frau im Mond* (Sieviete uz Mēness) varonēm.

Lai arī daudzās valstīs, īpaši tajās, kuras 20. gadsimta otrajā pusē spēja nogādāt kosmosā cilvēkus, sieviešu līdztiesība vairs nebija svešs jēdziens, sabiedrības aizspriedumi par sieviešu lomu bija spēcīgi iesakņojušies, un daļība kosmiskajos lidojumos nenāca tik viegli kā Vācijas uzņemtajā mākslas filmā. Statistika ir nepielūdzama – vēl joprojām no 574 kosmosā pabijušajiem cilvēkiem tikai 65 ir sievietes (aptuveni devītā daļa). Kosmisko lidojumu pirmsākumos astronauti un kosmonauti bija tikai

milītārajās institūcijās dienjošie vīrieši, taču mūsdienās kosmosā lido abi dzimumi un visdažādāko profesiju pārstāvji.

Aukstā kara laikā, kad Padomju Savienība un ASV sacentās par dažādiem “pirmajiem” tituliem, sievietes nogādāšana kosmosā bija viens

no šādiem mērķiem. Visātrāk to izdevās sasniegt PSRS, kas jau 1963. gada 16. jūnijā ar *Vostok 6* kosmosā nogādāja ne tikai pirmo, bet arī līdz šim visjaunāko lidojušo sievieti. Valentīnai Tereškovai tobrīd bija 26 gadi. Viņa arī ir vienīgā sieviete, kas kosmosā lidojusi viena pati. Tekstilfabrikas



Valentīna Tereškova apmācību laikā

Memorial Museum of Cosmonautics, Moscow



Pirmā NASA astronautu sieviešu grupa. No kreisās – Šenona Lusida (*Lucid*), Margareta Rea Sedona (*Seddon*), Ketrīna Salivana (*Sullivan*), Džūdita Reznika (*Resnik*), Anna Fišere (*Fisher*) un Sallija Raida (*Ride*)

strādniece, kas iekarojusi kosmosu – protams, tas pirmām kārtām bija politisks gājiens, lai kapitālistiskajai pasaulei nodemonstrētu, ka Padomju Savienība ne tikai nodrošina vienādas iespējas vīriešiem un sievietēm, bet arī ir atvērusi ceļu uz kosmosu ikvienam. Lai arī cik pompozs un uzspēlēts mūsdienās varētu šķist šis solis, tas tomēr parādīja, ka sievietes dalība kosmiskajos lidojumos nav nekāda zinātniskā fantastika.

Tikmēr ASV tika sākta *Mercury 13* programma, un 13 sievietes izgāja to pašu apmācību un pārbaudes kā NASA pirmajai astronautu grupai atlasītie vīrieši. Ironiski, bet tā nebija oficiāla NASA programma, un neviena no sievietēm tā arī nepiedalījās pilotējamajos kosmiskajos lidojumos. Sabiedrības aizspriedumi izrādījās pārāk liels šķērslis. Kad 1972. gadā Mēness virsmu

pameta pēdējās *Apollo* misijas apkalpe, bija skaidrs, ka līdz pirmajai sievietei uz Mēness vēl būs jāpagaida. ASV tā arī

nebija izdevies sagatavot pirmo astronautu. Pirmā oficiālā NASA astronautu sieviešu grupa tika izveidota 1978. gadā.

1982. gadā PSRS kosmonaute Svetlana Savicka sieviešu sasniegumiem pievienoja pirmo lidojumu uz kosmosa stacijas orbitā ap Zemi – *Saljut 7*. Ar sarkano PSRS karogu uz skafandra 1984. gada 25. jūlijā viņa izgāja atklātā kosmosā, tādējādi kļūstot par pirmo sievieti, kas pabijusi ārpus kosmosa kuģa. Savicka ir arī pirmā, kas kosmosā lidojusi divas reizes, un tikai neveiksmīgas sagādīšanās dēļ viņai neizdevās lidot trešo reizi. Tomēr nosacīti viņa kosmosā atgriezās vēlreiz, un šoreiz uz visiem laikiem. Par godu Savickai asteroidam 1982 TH3 ir piešķirts vārds *Sveta*.



Svetlana Savicka atklātā kosmosā

Tajā pašā desmitgadē, kad kosmosā devās Savicka, pirmo orbitālo lidojumu beidzot veica arī ASV astronaute Sallija Raida, kas 1983. gada 18. jūnijā devās kosmosā ar vairākkārt izmantojamo kosmosa kuģi (kosmoplānu) *Challenger*. Arī amerikāniete kosmosā ir bijusi divreiz. Pēc tam kad Raida 1987. gadā atvadījās no NASA, viņa pasniedza fiziku Kalifornijas Universitātē Sandjego, ASV. Kā sieviete savas astronautes karjeras laikā Raida intervijās bija uzklaušījusi aizspriedumainus jautājumus, tāpēc daudz laika veltījusi, lai iedvesmotu bērnus un jo īpaši meitenes apgūt eksaktās zinātnes un lauzt stereotipu, ka kosmos nav piemērots sievietēm. Kopā ar savu partneri Tamu Elizabeti Ošonesiju (*O'Shaughnessy*) viņa ir sarakstījusi vairākas zinātniskās bērnu grāmatas.

PSRS pastāvēšanas laiks tuvojās noslēgumam, un tas nenoliedzami iedragāja šīs lielvalsts kosmosa izpētes un apguves programmu, tostarp sieviešu dalību kosmiskajos lidojumos. Tikmēr ASV astronautes lidoja kosmosā cita pēc citas, sasniedzot arvien jaunus rekordus. Pirmās astronautu sieviešu grupas absolvente Džūdita Reznika kosmosā būtu pabijusi divreiz. Otrais lidojums izrādījās liktenīgs gan Reznikai, gan Kristai Makolifai (*McAuliffe*), abas bija misijas STS-51-L speciālistes. Makolifa gan nebija astronaute, bet nepieciešamo apmācību kursu izgājusi skolotāja, kurai



NASA bripieejas attēls

*Challenger* apkalpe. Otrajā rindā otrā – Krista Makolifa, ceturkā – Džūdita Reznika

vajadzēja kļūt par iedvesmas avotu bērniem ASV un visā pasaulē. 1986. gada 28. janvārī 73 sekundes pēc starta kosmosa kuģis *Challenger* uzsprāga, aiznesot visu septiņu apkalpes locekļu dzīvības.

Cita pirmās NASA astronautu sieviešu grupas absolvente Šenona Lusida ir pirmā sieviete, kas kosmosā lidojusi piecas reizes. Viņa arī ir vienīgā NASA astronaute, kas bijusi kosmosa stacijā *Mir*, sava piektā lidojuma laikā pavadot tur 179 dienas. Lusidas kopējais kosmosā pavadītais laiks ir 223 dienas, kas ilgu laiku sievietēm bija nepārspēts rekords.

Pirmā afroamerikāniete, kas lidojusi kosmosā, ir Meja Džemisona (*Jemison*). Astronautu vienībā viņa iestājās 1987. gadā. Džemisona ir vairāku bērnu grāmatu autore. Viņa publiski dalās savā astronautes un zinātnieces pieredzē un piedalās

dažādos labdarības pasākumos. Džemisona iekļauta arī 2017. gadā izdotajā LEGO komplektā *NASA sievietes* kopā ar datorzinātnieci Margaretu Hamiltoni, astronauti Salliju Raidu un astronomi Nensiju Romāni.

Pamazām kosmosā "ie-lauzās" arī citu valstu pārstāves, lidojot ar ASV vai Krievijas Federācijas kosmosa kuģiem. 1992. gadā kosmosā devās pirmā kanādiete Roberta Bondere (*Bondar*), 1994. gadā – pirmā Japānas pārstāve Čiaki Mukai (*Mukai*), 1996. gadā – pirmā Francijas pilsonē Klaudivija Enerē (*Haignerē*) utt. 1994. gadā kosmosā devās Krievijas Federācijas pilsonē Jeļena Kondakova. Viņa ir pirmā Krievijas pārstāve, kas lidojusi ar abu lielvalstu kosmosa kuģiem – Krievijas *Sojuz* un ASV kosmoplānu *Atlantis*. Abu lidojumu galamērķis bija kosmosa stacija



NASA Džēmisione atēle

Meija Džēmisione Japānas modulī *Spacelab* lidojumā ar kosmoplānu *Endeavour*

*Mir*. Viņa sasniedza jaunu kosmosā pavadītā laika rekordu krievu kosmonautēm – vairāk nekā 178 dienas.

Tomēr pagaidām nepārspēts kopējā lidojuma laika rekords sievietēm – 665 dienas – pieder Pegijai Vitsonei (*Whitson*). Kosmosā viņa ir lidojusi trīs reizes, un tās visas bija ilglaicīgās misijas Starptautiskajā kosmosa stacijā. Šobrīd viņai pieder vēl divi rekordi – visvairāk reīžu atklātā kosmosā (10) un visilgākais atklātā kosmosā pavadītais kopējais laiks (60 stundas). Viņa ir pirmā sieviete,

kas ieņēmusi stacijas ekspedīcijas komandieres posteni (16. ekspedīcija). Ja viss notiks, kā plānots, Vitsone kosmosā un Starptautiskajā kosmosa stacijā atgriezīsies vēlreiz. 2022. gada nogalē plānots kompānijas *Axiom Space* lidojums uz staciju ar kosmosa kuģi *SpaceX Dragon*, un šā lidojuma komandiere būs Pegija Vitsone.

Mūsdienās valstīm, kuras spēj nogādāt cilvēkus kosmosā ar savā valstī ražotiem kosmosa kuģiem, ir pievienojusies arī Ķīna. Tas nozīmē, ka kosmosā ir pabijušas

arī taikonautes. Par pirmo taikonauti 2012. gadā kļuva Liu Janga (*Yang*), kas lidoja ar *Shenzhou 9*, gadu vēlāk ar *Shenzhou 10* kosmosā devās Vanga Japinga (*Yaping*).

Astronautu apmācības organizē arī Eiropas Kosmosa aģentūra, un 2009. gadā no vairāk nekā 8000 kandidātiem tika izraudzīta pirmā astronaute Itālijas pārstāve – Samanta Kristoforeti (*Cristoforetti*). Viņa kosmosā ir bijusi vienu reizi kā Starptautiskās kosmosa stacijas 42./43. ekspedīcijas dalībniece. 2022. gada pavasarī



Kristoforeti atgriezies stacijā, lai uzņemtos 68. ekspe-  
dīcijas komandieres pienā-  
kumus. Viņa ir dedzīga *Star Trek*  
fane un, pieminot aktiera  
Leonarda Nimoja, kas atvei-  
doja misteru Spoku, aiziešanu  
mūžībā, nofotografējās staci-  
jas *Cupola* modulī *Star Trek*  
uniformā. Kristoforeti pieder  
arī pirmās kosmosā pagata-  
votās espresso kafijas baris-  
tas gods. Protams, fotogrāfi-  
jā, kas tika publicēta *Twitter*,  
viņa bija redzama ar espresso  
"tasīti" un *Starfleet* uniformā.

Jauns "pirmais" rekords  
pieder astronautēm Kristīnei  
Kokai (*Koch*) un Džesikai  
Mērai (*Meir*). Viņas ir pirmās  
sievietes, kas divatā devušās  
atklātā kosmosā. Vīriešiem  
atlika tikai noskatīties pa  
kosmosa stacijas ilumina-  
toriem. Koka sasniegusi vēl  
vienu rekordu – viena ne-  
pārtraukta lidojuma laikā kos-  
mosa stacijā viņa pavadījusi



Pegija Vitsone atklātā kosmosā

328 dienas, pārspējot Pegiju  
Vitsoni (289 dienas). Tā gan  
nebija iepriekš plānota misi-  
ja – viņas uzturēšanās laiks  
kosmosa stacijā apstākļu

sakritības dēļ tika pagari-  
nāts. Koka un Mēra ir kandi-  
dātes NASA *Artemis* program-  
mā lidojumiem uz Mēnesi.

Gribas atgriezties pie  
*Mercury 13* programmas sie-  
vietēm, lai uzsvērtu, cik patie-  
sa ir frāze "nekad nesaki ne-  
kad", un iedrošinātu tikties  
uz saviem sapņiem ikvienu  
jebkurā vecumā – gan meite-  
nes, gan zēnus. Astoņdesmit  
divus gadus vecā Vallija Fanka  
(*Funk*) ar kompānijas *New*  
*Shepard* suborbitālo kuģi pa-  
visam nesēn pārkāpa teorē-  
tisko kosmosa robežu (vai-  
rāk par šo lidojumu – Raita  
Misas rakstā šajā žurnā-  
la numurā). Turklāt šobrīd  
21 sieviete no Latvijas pieda-  
lās kārtējā Eiropas Kosmosa  
aģentūras astronautu atla-  
sē (vairāk par to – šajās zi-  
ņās šajā žurnāla numurā). 🦋



Samanta Kristoforeti, godinot Leonarda Nimoja piemiņu



Kosmosā izaudzētie cinniju ziedi

# Ārpuszemes dārzniecība

CILVĒKU IZPLATĪŠANOS UZ ZEMES IR VEICINĀJUSI LAUKSAIMNIECĪBA UN PĀRTIKAS PIEEJAMĪBA. LAI CILVĒCE SPERTU VĒL DROŠĀKUS UN TĀLĀKUS SOĻUS SAULES SISTĒMAS APGŪŠANĀ, ĀRPUSZEMES DĀRZNIECĪBA IR PRASME, KO NEPIECIEŠAMS APGŪT VIENU NO PIRMAJĀM.

**C**ilvēks kā suga ir attīstījies pasaulē, kur visapkārt aug un zaļo visdažādākie floras pārstāvji. Mūsu senči mācījās tos atpazīt un izšķirt, kuri ir ēdami un kuri ne. Vēlākos attīstības posmos *Homo sapiens* vairs nepaļāvās tikai uz to, ko atradīs mežos un pļāvās, un mītnu tuvumā sāka audzēt sev noderīgas augu sugas. Lauksaimniecība, tostarp augkopība tās visdažādākajās

izpausmēs, ir ļāvusi cilvēkam apdzīvot tādus apgabalus, kur pastāvīga cilvēka uzturēšanās nebūtu iespējama. Kopā ar cilvēku sev nezināmos un agrāk nepieejamos reģionos ir izplatījušies arī augi, cilvēkiem sniedzot ne tikai pārtiku, bet arī dzimtenes sajūtu.

## SĒKLAS DODAS KOSMOSĀ

20. gadsimta vidū, kad zinātnieki mēģināja dzīvus organismus nogādāt kosmosā,

lai saprastu, kādu ietekmi uz tiem atstāj līdz šim neizzinātā vide, pirmie "astronauti" bija vispopulārāko lauksaimniecības kultūraugu sēklas – kukurūza, rudzi, kokvilna. Šajos suborbitālajos lidojumos ekspozīcijas laiks kosmiskajos apstākļos bija ļoti īss.

Vēlāk sekoja orbitālie lidojumi. Praktiski visos gadījumos, kad kosmosā devās dažādi dzīvnieki, kosmiskajā aparātā atradās arī

sēklas, kuras pēc atgriešanās uz Zemes iesēja un analizēja to augtspēju un ražību. Eksperimentu rezultāti atšķīrās, taču bija skaidrs, ka nākamais solis ir augu izaudzēšana kosmosā. Lai arī sēklām, kas kādu laiku pavadījušas kosmiskajā vidē, varēja būt atšķirīga dīgtspēja un turpmākā attīstība, tās tomēr tika audzētas ierastos apstākļos uz Zemes, kur valda gravitācija. Joprojām nebija atbildes uz jautājumu, kā augu augšanu ietekmē mikrogravitācijas apstākļi.

1971. gadā *Apollo 14* misijas laikā kosmosa kuģī kopā ar komandieri Alanu Šepardu un pilotiem Stjuartu Rusu un Edgaru Mičelu Mēness apkaimi sasniedza 500 dažādu koku sēklas. Kamēr Šepards un Mičels pastaigājās pa Zemes pavadoņa puteklaino virsmu, sēklas atradās orbitālajā modulī un vēlāk kopā ar astronautiem atgriezās uz Zemes, kur tika izdiedzētas. No 500 sēklām veiksmīgi izauga 420 stādi. No tiem daži tikai sastādīti blakus "kontrolaugiem", bet lielāko daļu nodeva ASV štatu mežsaimniecības institūcijām, lai tos iestādītu, atzīmējot ASV divsimt gadu pastāvēšanu. Daži koki kā dāvanas tika pasniegti ārvalstu amatpersonām.

## PIRMĀS SILTUMNĪCAS ORBĪTĀ AP ZEMI

Kosmosa stacijās beidzot radās iespēja audzēt augus kosmosā. Kosmosa stacijā *Saljut 7* īpaši izveidotā siltumnīcā izdīga, izauga un

## NO 500 DAŽĀDU KOKU SĒKLĀM, KAS PABIJA UZ MĒNESS, VEIKSMĪGI IZAUGA 420 STĀDI.

pat uzziedēja, kā arī radīja sēklas viens no eksperimentos visbiežāk izmantotajiem augiem – sīkplikstiņš (*Arabidopsis*). Līdzīgi eksperimenti tika veikti arī ASV kosmosa stacijā *Skylab* un vēlāk daudz lielākajā kosmosa stacijā *Mir*, kur siltumnīca

SVET darbojās no 1990. līdz 2001. gadam. Tajā tika izaudzēti visdažādākie augi – redīsi, salāti, sinepes un pat kvieši.

SVET eksperimentos izdevās noskaidrot būtiskus jautājumus par augkopību mikrogravitācijas apstākļos. Piemēram, gravitāciju šādos



Mēness koks (platāna) Godarda Kosmosa lidojumu centrā

Jay Friedlander

## KRIEVIJAS KOSMONAUTI SILTUMNĪCĀ SVET AUDZĒJA REDĪSUS, SALĀTUS, SINEPES UN PAT KVIEŠUS.

apstākļos pilnībā aizvieto gaisma, kas izraisa augu tiekšanas gaismas virzienā. Tika novērots, ka augi, kas atrodas mikrosiltumnīcas centrā, aug vertikāli uz augšu, kur izvietotas apgaismes ierīces, bet tuvāk malām esošie augi tiecas uz sāniem, kur iekšējā virsma ir izklāta ar atstarojošu materiālu. Ļoti būtiska izrādījās sēkļu pareiza novietošana izsējas brīdī. Eksperimenti parādīja, ka saknes aizpilda visu atvēlēto telpu un to orientācija nav atkarīga no gravitācijas, bet gan no barības vielu koncentrācijas, kā arī to, ka barības vielu pārnese augā notiek, pateicoties kapilārajai osmozei. Izvēlēto augu dīgšanas, augšanas, ziedēšanas un sēkļu nobriešanas laiks kosmosā neatšķīrās no kontrolaugiem, kas tika audzēti uz Zemes. SVET eksperiments parādīja, ka dārzniecība kosmosā ir iespējama, ja tiek nodrošināti nepieciešamie apstākļi.

Loģiski, ka nākamais solis bija eksperimentu turpināšana Starptautiskajā kosmosa stacijā, kur uzstādīti vairāki "siltumnīcu" paveidi. Viena no vecākajām un produktīvākajām ir *Veggie*, kurā vienlaikus var audzēt sešus stādus. Katram augam ir savs īpašs "spilvens", kurā nodrošināta barības vielu un ūdens

piegāde. Līdz šim *Veggie* modulī veiksmīgi izauguši dažādi salāti, sinepes, cinnijas un citi augi. Starptautiskajā kosmosa stacijā šobrīd atrodas divas *Veggie* sistēmas.

### PAPILDINĀJUMS ASTRONAUTU PĀRTIKAI

Pirmais *Veggie* eksperiments (VEG-01 A) sākās 2014. gada 8. maijā, kad astronauts Stīvs Svensons "iesēja" romiešu salātus. Pēc 33 dienām tika novākta raža,

tā tika sasaldēta un nogādāta uz Zemi turpmākai izpētei. Viens no jautājumiem, uz kuriem zinātnieki meklēja atbildes, bija saistīts ar iespējamo mikrobioloģisko piesārņojumu. Izrādījās, ka augi ir tīri, iespējams, pat tīrāki nekā lielveikalu plauktos pieejamie, un droši patēriņam pārtikā. Romiešu salāti, kas tika izaudzēti VEG-01 B eksperimentā, 2015. gada 10. augustā papildināja Starptautiskās kosmosa stacijas apkalpes mielastu (skat. NASA video: <https://www.youtube.com/watch?v=RqtAK-FBtXU>). Kopumā *Veggie* modulos veikti vairāk nekā 10 eksperimenti ar dažādiem augiem, kurus vēlāk apēduši Starptautiskās kosmosa stacijas apkalpes locekļi.

## KOSMOSĀ IZAUDZĒTIE ROMIEŠU SALĀTI 2015. GADĀ PAPILDINĀJA STARPTAUTISKĀS KOSMOSA STACIJAS APKALPES MIELASTU.



Astronaute Džesika Mēra ievāc mizunas sinepju ražu VEG-04 B eksperimenta laikā

Aptuveni tikpat eksperimentu *Veggie* moduļos veica ar augiem, kas nebija paredzēti izmantošanai pārtikā vai nu tāpēc, ka nav ēdami, vai tāpēc, ka izaugusi biomasa tika nogādāta uz Zemi turpmākai izpētei. Īpašu uzmanību izpelnījās cinnijas, par kurām misijas *Gads kosmosā* (*Year in Space*) laikā rūpējās astronauts Skots Kellijs. Cinniju sēklas *Veggie* siltumnīcā ievietoja 2015. gada 16. novembrī. Decembra beigās Kellijs pamatnija, ka autonomās sistēmas aprūpē esošie augi neizskatās īpaši labi, un lūdza misijas vadībai atļautu pārņemt eksperimenta vadību. "Ja mēs dosimies uz Marsu un kaut ko tur audzēsim, mēs būsim atbildīgi par laistīšanu. Līdzīgi kā es esmu atbildīgs par augiem savā pagalmā. Esmu pārliecināts, ka tā tam vajadzētu būt," teica Kellijs. Turpmāk astronauts uzraudzīja augus, un janvāra vidū tie jau bija atguvuši, un pirmie cinniju ziedi vēra vaļā ziedlapiņas.

APH (*Advanced Plant Habitat*) modulis atšķirībā no *Veggie* siltumnīcām ir slēgta un pilnībā automatizēta vide. APH ir aprīkots ar vairāk nekā 180 sensoriem, kas ļauj novērot augu stāvokli un pielāgot temperatūras, gaismas, ūdens un barības vielu padevi. Šajā modulī pirmā raža (sīkplikstiņš un pundurkviēši) tika izaudzēta 2018. gadā. 2021. gada 3. jūnijā kosmosa kuģis *SpaceX Dragon* nogādāja uz kosmosa staciju kārtējo kravu, kuras sarakstā bija arī PH-04 eksperiments.



Šeins Kimbro "iesēj" čili piparus APH modulī

MASA brīvpieejas attēls.

Kosmosā pirmo reizi vēsturē tiks audzēti čili pipari, no kuriem daļu astronauti drīkstēs apēst, bet daļa būs jāsūta atpakaļ uz Zemi. 2021. gada 12. jūlijā SKS 65. ekspedīcijas dalībnieks Šeins Kimbro APH modulī ievietoja 48 čili piparu sēklas. Plānots, ka čili piparu ražu varēs ievākt četrus mēnešus pēc eksperimenta sākšanas.

Augu audzēšana mikrogravitācijas apstākļos nav tikai veids, kā papildināt kosmosa ceļotāju ēdienkarti ar vērtīgām uzturvielām un mikroelementiem un uzlabot viņu dzīves apstākļus. Eksperimenti, kas veikti kosmosā, ir palīdzējuši izveidot un pilnveidot dārzniecības sistēmas uz Zemes, īpaši vietās, kur augkopība mums ierastajā formā ir grūti realizējama ūdens, augsnas vai vietas trūkuma dēļ. Kenedija kosmosa centrā veiktie eksperimenti ir bruģējuši ceļu vertikālajām hidroponikas sistēmām, kas mūsdienās kļūst arvien populārākas.

## UZ MĒNESS UN ĀRPUS KOSMOSA STACIJAS

Tā kā cilvēki plāno atgriezties uz Mēness un, visticamāk, apmesties arī uz Marsa, jāmeklē iespēja audzēt augus arī tur. Pirmos augus uz Mēness virsmas nogādāja Ķīnas nolaišanās modulis *Chang'e 4*. Noslēgtā biosfērā atradās kokvilnas, kartupeļu, rapšu un sīkplikstiņa sēklas, kā arī vairākas zīdītāju un drozofilu olas. Tika prognozēts, ka šādā slēgtā vidē izveidosies augu un dzīvnieku simbioze. Augi patērētu dzīvnieku saražoto ogļskābo gāzi, veidojot skābekli. Sistēmā atradās arī rauga sēnes, kuru uzdevums bija regulēt ogļskābās gāzes un skābekļa koncentrāciju, kā arī nodrošināt mirušās masas turpmāku sadalīšanu. *Chang'e 4* nolaidās uz Mēness 2019. gada 3. janvārī un jau dažas stundas vēlāk siltumnīcā uzstādīja nepieciešamo temperatūru (24 °C) un aplaistīja sēklas. Vēlāk tika ziņots, ka tās ir veiksmīgi sadīgušas.

16. janvārī *Chang'e 4* nolaišanās vietā iestājās nakts un ārējās vides temperatūra nokritās zem  $-50^{\circ}\text{C}$ . Ekosistēmas eksperiments tika pārtraukts, jo neizdevās uzturēt nepieciešamo temperatūru.

Zemei tuvā orbīta un Mēness ir tuvi galamērķi. Lidojums uz Marsu ilgtu vairākus mēnešus. Kosmiskā radiācija ietekmētu ne tikai cilvēkus, bet arī līdzpaņemtās sēklas. Kā tā izmainītu dīgtspēju un turpmāko attīstību? Arī uz šiem ne mazāk būtiskajiem jautājumiem zinātnieki cenšas meklēt atbildes. Viens no šādiem eksperimentiem sākts kosmosa stacijā 2008. gadā. Precīzāk gan, Eiropas Kosmosa aģentūras veidotā iekārta EXPOSE-E

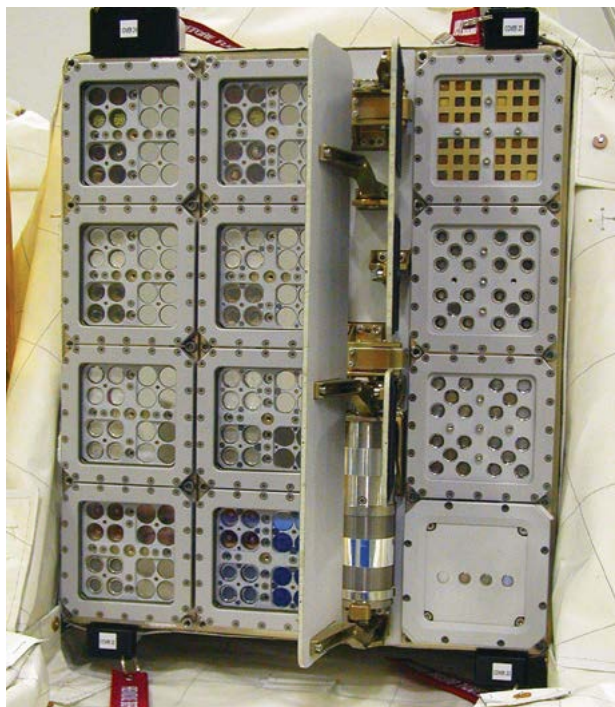
## LĪDZŠINĒJIE EKSPERIMENTI VIEŠ CERĪBU, KA NĀKOTNES ASTRONAUTU PĀRTIKU ILGOS LIDOJUMOS BŪS IESPĒJAMS BŪTISKI PAPILDINĀT AR SVAIGIEM ZAĻUMIEM UN DĀRZENĪEM.

atradās ārpus kosmosa stacijas. Tabakas, ipomejas un augu valsts "baltās pelītes" sīkplikstiņa sēklas ārpus kosmosa stacijas pavadīja 558 dienas. Pateicoties īpaši izveidotam stiklam, sēklas tika pakļautas ultravioletajam starojumam diapazonā no 110 līdz 400 nanometriem, kas visbūtiskāk ietekmē DNS. Identisks sēklu

komplekts atradās kosmosa stacijas iekšienē. Pēc tam sēklas nogādāja atpakaļ uz Zemes un izdiedzēja. Dīgtspēju saglabāja aptuveni 25% sēklu, kas bija pakļautas skarbjaiem kosmiskajiem apstākļiem.

Lai arī ārpuszemes dārzniecības grandiozākie veiksmes stāsti pagaidām ir atrodami tikai zinātniskajā fantastikā, piemēram, Endija Veira slavenajā darbā *Marsietis*, kur astronauts pēc avārijas uz Marsa lielā apjomā audzēja kartupeļus, arī mazie soļi, kas tiek sperti kosmosa stacijā un *Chang'e 4* līdzīgos eksperimentos, vieš cerību, ka nākotnes astronautu pārtiku būs iespējams papildināt ar svaigiem zaļumiem un dārzeņiem, uzlabot dzīvesvietas mikroklimatu ar augu valsts fotosintēzes nodrošinātajiem "pakalpojumiem", kā arī gūt psiholoģisko "atpūtu", rūpējoties par augiem un baudot sava darba augļus. Līdzīgi kā ceļotāji agrākos laikos uz jaunām mājvietām pārcēlās kopā ar sev mīļiem un pazīstamiem augiem, arī astronautu mentālo veselību un piederības sajūtu palīdzēs saglabāt augi, kas ceļos viņiem līdz uz tuvākiem un tālākiem galamērķiem. 🚀

ESA bīrtībiejas attēls



EXPOSE-E eksperimenta bloks

# Kosmiskie lūžņi

MŪSDIENĀS KOSMOSĀ VALDA HAOS!  
VECI BEZSAIMNIEKA ZEMES MĀKSLĪGIE PAVADOŅI,  
TO ATLŪZAS UN CITAS DRAZAS, KOPSKAITĀ APMĒRAM  
30 TŪKSTOŠI OBJEKTU, KLAIŅO DAŽĀDU AUGSTUMU ORBITĀS.  
STEIDZAMI KAUT KAS JĀDARA!

**Z**emei apkārt riņķo dažādi kosmiskie atkritumi jeb kosmiskā draža (angliski *space debris*). No šiem 30 tūkstošiem objektu, kuru izmēri pārsniedz 10 centimetrus, lielākā daļa atrodas līdz 2000 kilometru attālumā no Zemes virsmas. Visvairāk dražu ir 750–800 kilometru augstumā. Līdz 2000 kilometru augstumam ir daudz sīku atlūzu, augstāk, līdz 16 000 kilometriem, lido dažādas kosmisko aparātu un raķešu daļas, vēl augstāk – atsevišķi pavadoņi un nesējraķešu augšējās pakāpes. Nefunkcionējoši pavadoņi ir arī ģeostacionārās orbītas rajonā.

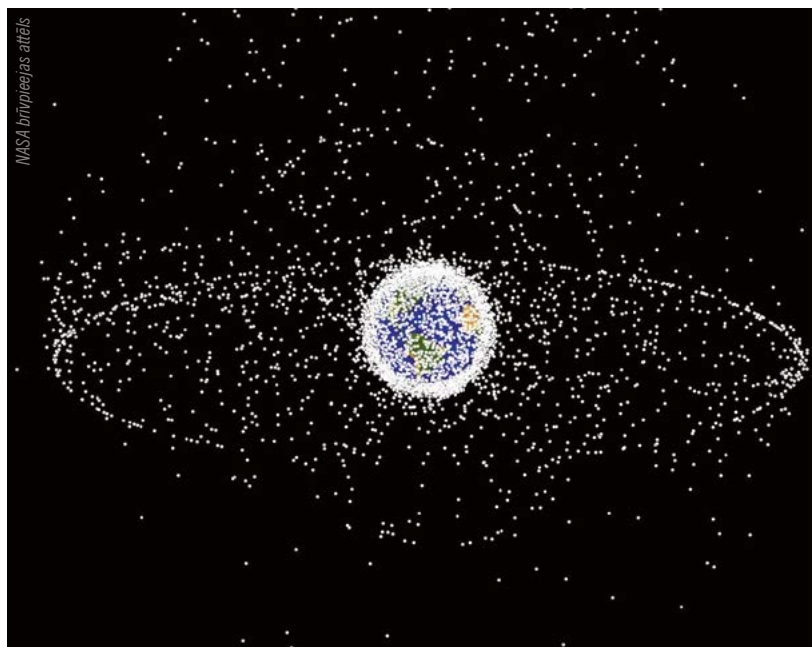
## ATLŪZAS UN SADURSMES

Eiropā par drošību kosmosā rūpējas Eiropas Kosmosa aģentūra. 2020. gada 2. decembrī tā saņēma satraucošu ziņu. Viena vecas ķīniešu raķetes pakāpe, kas sver vairākas tonnas un kopš 2016. gada palikusi bez saimnieka, draudēja sadurties

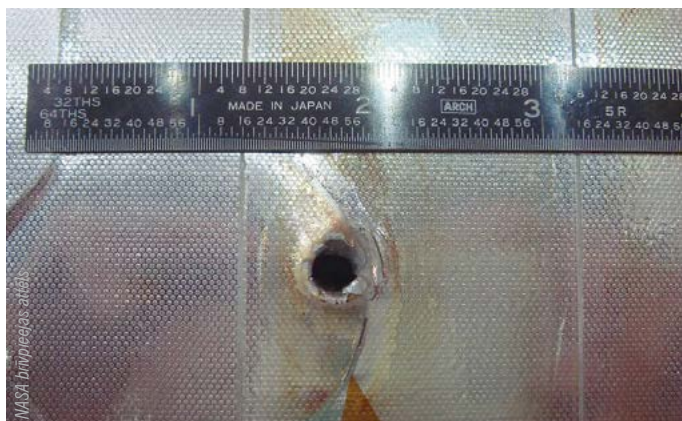
ar ledāju novērošanas pavadoņi *CryoSat-2*, kas nu jau 10 gadus 700 kilometru augstumā riņķo ap Zemi un novēro klimata pārmaiņas. Sadursmes varbūtība bija 1 pret 300, kas ir daudz. Par nelielu tiek uzskatīta

varbūtība 1 pret 10 000 vai mazāka. Steidzami bija jākorrigē *CryoSat-2* orbīta. Aģentūra šādas trauksmes ziņas saņem vairākas reizes dienā.

Jo mazāka kosmiskā draža, jo tās ir vairāk. Zinātnieki lēš, ka ap Zemi riņķo aptuveni



Visvairāk kosmisko atkritumu riņķo Zemei tuvās orbītās, taču to netrūkst arī ģeostacionārajā orbītā (baltais aplis Zemes ekvatora plaknē)



Kosmiskās atlūzas izsistais 5,5 mm caurums kosmoplāna *Space Shuttle* radiatorā. 2007. gads

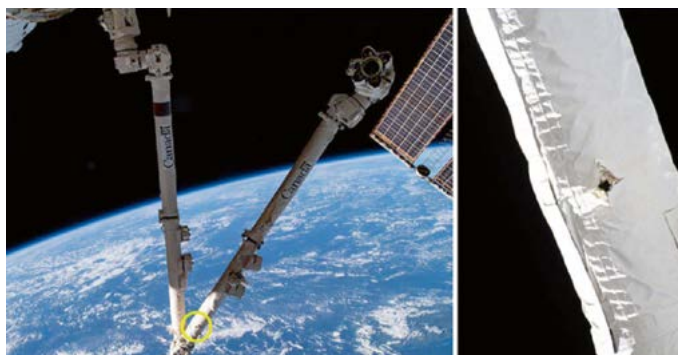
## KOSMISKO ATLŪZU ĀTRUMS VAR PĀRSNIEGT 28 000 KILOMETRU STUNDĀ, AR ŠĀDU ĀTRUMU PAT VISMAZĀKĀS DAĻIŅAS VAI SMALKAS DRUMSLAS KĻŪST PAR ŠĀVIŅIEM.

viens miljons daļiņu, kuru izmērs ir no 1 līdz 10 centimetriem. Kosmisko atlūzu ātrums var pārsniegt 28 000 kilometru stundā, ar šādu ātrumu pat vismazākās daļiņas vai smalkas drumslas kļūst par šāviņiem, kas var sabojāt, piemēram, Zemes mākslīgo pavadoņu saules baterijas. Vislielākās briesmas rodas, ja kāds lūznis tuvojas kosmosa kuģim, kurā atrodas cilvēki. Kā piemēru var minēt kosmoplāna *Space Shuttle* lidojumu STS-118, kad sadursmē ar kosmisko dražu lidaparāta radiatorā izveidojās caurums ar 5,5 mm diametru ieejā un 11 mm diametru izejā.

Padomju kosmiskajā stacijā *Mir* sadursmes ar putekļu izmēru daļiņām bojāja saules baterijas, un to efektivitāte samazinājās. Pavisam nesen, 2021. gada 12. maijā, regulārās

apskates laikā Starptautiskās kosmosa stacijas astronauti ievēroja caurumu stacijas robotrokā *Canadarm2*. Par laimi, tas netraucē robotrokas darbu.

Salīdzinoši lielas atlūzas, kurām iespējams sekot no Zemes ar radaru, nav lielākā problēma, piemēram, Starptautiskā kosmosa stacija regulāri nedaudz maina savu orbītu, paceļoties augstāk vai zemāk, lai izvairītos no atlūzām. Situācija kļūst sarežģītāka, ja divi funkcionējoši Zemes mākslīgie pavadoņi tuvojas viens otram. Tādos gadījumos pavadoņu saimniekiem nekavējoties jāvienojas par darbībām, lai sadursmi novērstu. Tas ir sarežģīti, jo nav vienotas adrešu grāmatas, kurā varētu atrast visu objektu saimnieku vārdus. Kosmosā neeksistē pat paši vienkāršākie satiksmes noteikumi – “pa labi” vai “pa kreisi”. Šāda nolaidība ir pārsteidzoša, ņemot vērā to, ka informācija, ko saņemam no kosmosa, jau sen ir kļuvusi par būtisku pasaules ekonomikas sastāvdaļu. Cita starpā kuģiem, lidmašīnām, automašīnām vajadzīgi navigācijas



2021. gadā atklātais caurums Starptautiskās kosmosa stacijas robotrokā



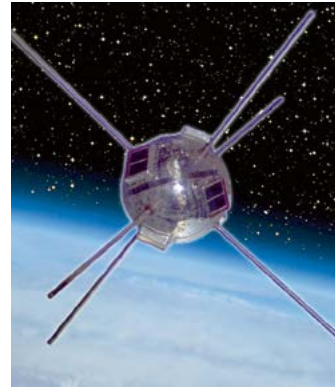
## KOSMOSĀ NEEKSISTĒ PAT PAŠI VIENKĀRŠĀKIE SATIKSMES NOTEIKUMI – “PA LABI” VAI “PA KREISI”. ŠĀDA NOLAIDĪBA IR PĀRSTEIDZOŠA.

signāli, tos aizvien biežāk izmanto dažādi automāti. Bez drošas informācijas no kosmosa uz Zemes noteiktās situācijās var iestāties haoss.

1957. gadā tika palaists pirmais pavadoņš *Sputņik*. Kopš tā laika kosmosā nonākuši vairāk nekā 10 000 pavadoņu. Apmēram divi tūkstoši no tiem darbojas vēl tagad, pārējie pavadoņi, kas ir orbītā, ir kļuvuši par vrakiem – atlūzu avotiem. Tuvākajā nākotnē Zemes mākslīgo pavadoņu skaits varētu pieckāršoties. Katru mēnesi privātas firmas sūta kosmosā pavadoņu spietus jeb tā sauktās megakonstelācijas, piemēram, *Starlink* un *OneWeb*, kas nodrošina piekļuvi internetam visattālākajās pasaules malās. Ja kaut 1% šo pavadoņu pārtrauks darboties un nebūs

kontrolējami, tas novedīs pie masveida sadursmēm un liela daudzuma atlieku uzkrāšanās. Var iestāties Keslera sindroms, kas nosaukts NASA zinātnieka Donalda Keslera vārdā, tas ir, aizvien vairāk objektu saduras un rada jaunas atlūzas, kuras kā šrapneli saplēš citus objektus, līdz noteiktā augstumu intervālā kosmiskie lidojumi kļūst neiespējami uz ilgāku laiku.

Par laimi, Zemes atmosfērai piemīt pašattīrīšanās spēja. Pat vairāku simtu kilometru augstumā sastopamas atsevišķas gāzu molekulas un atomi. Saduroties ar tām, pavadoņi pakāpeniski bremsējas un samazina augstumu, līdz ieiet atmosfēras blīvajos slāņos un sadeg. Šādā veidā kopš 1957. gada aptuveni puse pavadoņu ir beiguši savu

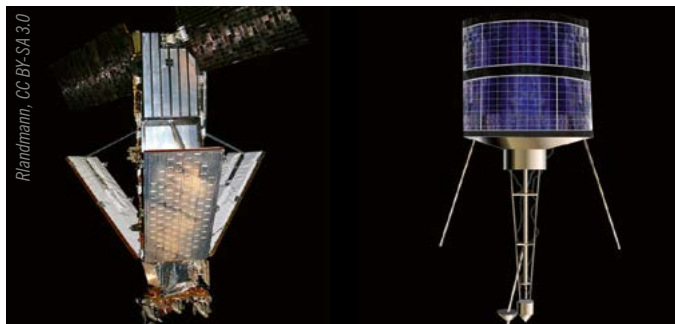


ASV pavadoņš *Vanguard-1*, kuru palaista kosmosā 1958. gadā, tur pavadīs 240 gadu

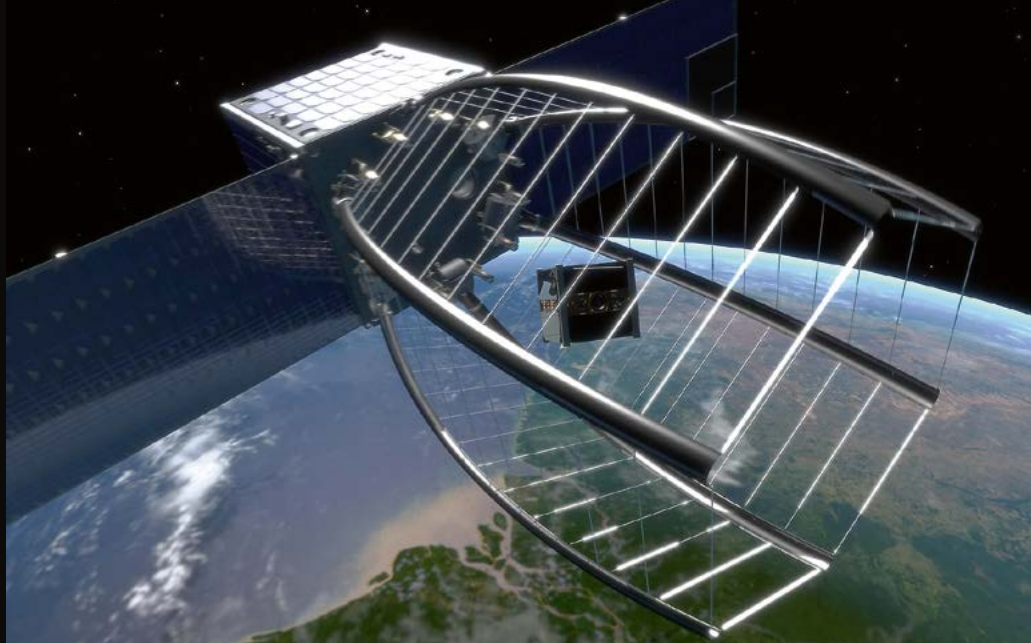
pastāvēšanu. Taču pavadoņu noiešana no orbītas ir būtiski atkarīga no tās augstuma. Ja 200 kilometru augstumā riņķojošs pavadoņš sadegs jau pēc vienas dienas, 300 kilometru augstumā būs vajadzīgs viens mēnesis, 400 kilometru augstumā – viens gads, 500 kilometru augstumā – 10 gadi, 700 kilometru augstumā – 100 gadi, bet pavadoņi, kas riņķo 900 kilometru augstumā, pavadīs orbītā 1000 gadu.

### KOSMIŠKIE ATKRITUMU SAVĀCĒJI

Tagad līdztekus idejām, kā atkal nokļūt uz Mēness vai lidot uz Marsu, sākas arī sacensība pretējā virzienā – kā nogādāt atpakaļ uz Zemes pa dažādām orbītām kļīstošos metāllūžņus. 2025. gadā paredzēts palaist pavadoņi *ClearSpace-1*, kas ar savām “rokām” satvers 112 kilogramus smagu ESA raķetes daļu, kas kopš 2013. gada riņķo 800 kilometru augstumā, un vilks to Zemes virzienā. Kad



2009. gadā pirmo reizi sadūrās divi pavadoņi – sakaru pavadoņš *Iridium-33* (pa kreisi) un nefunkcionējošais Krievijas militārais pavadoņš *Kosmos-2251* (pa labi)



Lucpiguet, CC BY SA 4.0

Nederīga pavadoņa satveršanas princips

abi pavadoņi sasniegs augšējos atmosfēras slāņus, tie sadegs. Var arī rīkoties pretēji – stumt lūžņus uz augšu, uz tā saukto kapsētas orbītu, kas ir mazliet augstāka par ģeostacionāro orbītu. Tur tie var riņķot bezgalīgi ilgi, nevienu netraucējot.

Satikšanās manevri kosmosā nav nekas jauns. Taču līdz šim bija tā, ka kosmiskais aparāts varēja pieslēgties tikai pie attiecīgi konstruēta sakabināšanās mezgla, piemēram, pie Starptautiskās kosmosa stacijas. *ClearSpace-1* var satvert jebkuru atbilstoša lieluma objektu, taču precizitātei jābūt ārkārtīgi lielai. Pat mazākā kļūda var izsaukt grūti kontrolējamu abu kosmisko aparātu kustību.

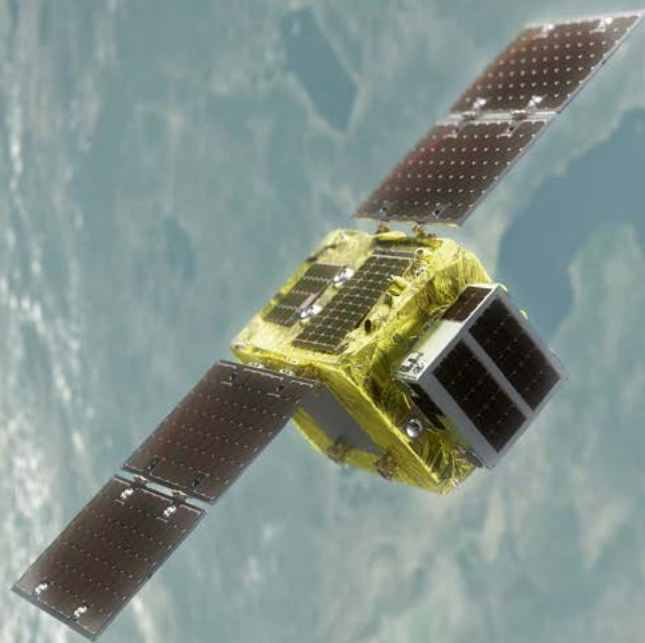
Šim projektam gan aizsteigusies priekšā Japānas firma *Astroscale*, kas jau tagad kosmosā izmēģina pavadoņa notveršanu. 2021. gada 22. martā *Astroscale* palaida pavadoņi ELSA-d, kas sastāv

no divām daļām – 184 kilogramus smagā “apkalpotāja” (*Servicer*) un 16 kilogramus smagā “klienta” (*Client*). Apkalpotājs 25. augustā palaida klientu vaļā, bet pēc tam atkal pievilka ar magnētu. Apkalpotājs ir apgādāts ar mērķa meklēšanas, apskates, un tuvošanās iekārtām. Pēc eksperimentu pabeigšanas abas daļas noies no orbītas un sadegs Zemes atmosfērā.

Te rodas nopietna problēma, jo ir grūti novilkt robežu starp draudzīgu un naidīgu pasākumu, un nezināma objekta ķeršanu var uzskatīt par uzbrukumu. Tur, kur nav

izstrādāti likumi, valda neuzticība. Krievija un ASV sadarbojas dažos kosmiskajos projektos, piemēram, Starptautiskajā kosmosa stacijā, bet citos pasākumos vērojama konfrontācija. *ClearSpace* un *Astroscale* nodomi var tikt pārprasti. Ja ir iespējams satvert vecu pavadoņi, tad ir iespējams satvert arī naidīgu spiegošanas pavadoņi. Piemēram, 2020. gada jūlijā Krievija ar saviem pavadoņiem *Kosmos-2542* un *Kosmos-2543* “vajāja” kādu ASV spiegošanas pavadoņi un, iespējams, izšāva šāviņu (skat. Ilgoņa Vilka un Mārtiņa Gilla *Jaunumi isumā*

”  
 ATKRITUMU JOMĀ KOSMOSS VĒL ARVIEN  
 IR ZONA, KURU NEREGULĒ STARPTAUTISKA  
 LIKUMDOŠANA. ŠO SITUĀCIJU  
 NEPIECIEŠAMS STEIDZAMI MAINĪT.



Astroscale pavadoņi ELSA-d izmēģināja pavadoņu “ķeršanu”. Priekšā redzams “klients”

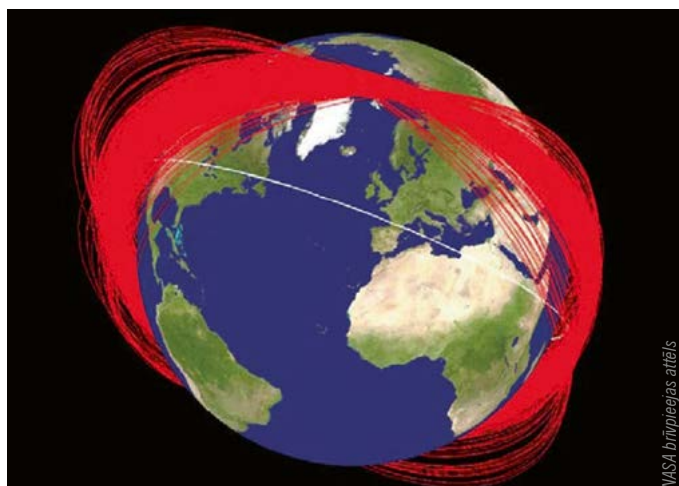
žurnāla *Zvaigžņotā Debess* 2020. gada vasaras numurā).

Diemžēl atkritumu jomā kosmoss vēl arvien ir zona, kuru neregulē starptautiska likumdošana. Šo situāciju nepieciešams steidzami mainīt. Visvienkāršāk panākt starptautisku koordināciju attiecībā uz objektiem, kas riņķo ģeostacionārā orbītā 36 000 kilometru augstumā un kur nav militāro pavadoņu. Zemākās orbītās līdz 800 kilometru augstumam riņķo daudzi militāri, zinātniski un komerciāli pavadoņi, un katram ir savi saimnieki. Šeit reizēm izpaužas rupjība. Piemēram, 2007. gadā Ķīna ar ballistisko raketi sašāva Ķīnai piederošo meteoroloģisko pavadoņi *Fengyun-1C*, nodemonstrējot savu vareņību. Tādējādi viena veca pavadoņa vietā radās vairāki tūkstoši jaunu lūžņu.

Pašlaik pasaulē neeksistē starptautiska vienošanās

par kosmisko lūžņu skaita samazināšanu, visa sadarbība balstās uz brīvprātības principiem. ASV un Eiropas Kosmosa aģentūra ir pieņēmušas “25 gadu likumu”, ka pavadoņi pēc aktīvā darbmūža beigām nedrīkst palikt orbītā ilgāk nekā 25 gadus. Reāls risinājums būtu vieneties par starptautisku

konvenciju vai līgumu, kas stingri pieprasītu, lai Zemes mākslīgais pavadoņi būtu apgādāti ar bremsēšanas raķešdzinēju, kas, pavadoņa misijai beidzoties, samazinātu orbītas augstumu, līdz pavadoņi berzes dēļ sadegtu Zemes atmosfērā. Šķiet, šāda vienošanās varētu tikt panākta tuvāko desmit gadu laikā. ✎



Pavadoņa *Fengyun-1C* atližu trajektorijas mēnesi pēc pavadoņa sašaušanas

# Matemātika: Dirihlē princips

McKay, CC BY-SA 3.0



Dirihlē principa ilustrācija. Deviņos nodalījumos ir desmit baloži. Tā kā  $10 > 9$ , vismaz vienā nodalījumā jābūt vairāk nekā vienam balodim.

**B**ieži vien uzdevumu risināšanā ir jāizmanto nevis sarežģīti fakti, bet gan vienkārši spriedumi. Viens no šādiem spriedumiem ir par trušiem un būriem (citās valodās saukts arī par *pigeonhole principle*, *Schubfachprinzip*), ko mūsdienās pazīst kā Dirihlē principu par godu vācu matemātiķim Johanam Pēteram Gustavam Ležēnam Dirihlē (1805–1859), kas ideju aktualizēja 1834. gadā, lai gan spriedums par baložiem un būriem parādījies jau 1624. gadā.

Apskatīsim pavisam vienkāršu uzdevumu.

Pēterim ir 3 truši un 2 būri. Visi truši atrodas būros. Vai

noteikti kādā no šiem būriem ir vismaz divi truši?

Uz šo jautājumu jūs, visticamāk, uzreiz atbildēsiet: “Nu, protams!” Ja šāda būra nebūtu, tad Pēterim katrā būrī būtu ne vairāk kā viens trušis. Tātad abos būros kopā būtu ne vairāk kā divi truši, bet Pēterim ir 3 truši. Līdz ar to noteikti ir tāds būris, kurā atrodas vismaz divi truši.

## 1. teorēma (Dirihlē princips).

**Ja vairāk nekā  $n$  objekti jāsadala  $n$  grupās, tad noteikti būs tāda grupa, kurā atradīsies vismaz 2 objekti.**

*Pierādījums.* Pieņemsim pretējo, ka nevienā grupā nav vairāk kā viens objekts. Tā kā grupu pavisam ir  $n$ , tad kopā

nav izvietoti vairāk kā  $n$  objekti, bet grupās ir jāsadala vairāk nekā  $n$  objekti. Tātad pieņēmums ir aplams, un noteikti ir grupa, kurā ir vairāk nekā viens, tas ir, vismaz 2 objekti.

Bieži vien Dirihlē principu formulē šādā veidā:

**“Ja vairāk nekā  $n$  truši jāizvieto  $n$  būros, tad vismaz vienā būrī nonāks vairāk nekā viens (tātad vismaz 2) truši.”**

Lietojot Dirihlē principu uzdevumu risināšanā, galvenais ir izdomāt, kas katrā uzdevumā būs “būri” un kas – “truši”. Uzdevumu risinājumā var gan atsaukties uz Dirihlē principu, gan atrisinājumu veidot, piemēram, līdzīgi kā pierādot 1. teorēmu. Abi šādi risinājumi ir pareizi.

Dirihlē principam iespējami vairāki vispārinājumi, un viens no biežāk lietotajiem ir 2. teorēma.

## 2. teorēma (Dirihlē princips).

**Ja vairāk nekā  $m \cdot n$  objekti jāsadala  $n$  grupās, tad noteikti būs grupa, kurā atradīsies vismaz  $m + 1$  objekts.**

*Pierādījums.* Pieņemsim pretējo, ka nevienā grupā nav vairāk kā  $m$  objekti. Tā kā grupu pavisam ir  $n$ , tad kopā nav izvietoti vairāk kā  $m \cdot n$  objekti, bet grupās ir jāsadala vairāk nekā  $m \cdot n$  objekti. Tātad pieņēmums ir aplams, un noteikti ir grupa, kurā ir vairāk nekā  $m$ , tas ir, vismaz  $m + 1$  objekts.



Simon Eugster, CC BY SA 3.0

## UZDEVUMI

### 1. Novada matemātikas olimpiāde, 7. klase, 2017./2018. mācību gads

Maisiņā bija 10 sarkanas, 10 dzeltenas un 10 zaļas lentes. Astoņas tautas deju kolektīva meitenes katra izvēlējās vienu lenti no šā maisiņa.

- Vai var apgalvot, ka tieši četras meitenes izvēlējās vienādas krāsas lentes?
- Vai noteikti ir vismaz trīs meitenes, kas izvēlējās vienādas krāsas lentes?
- Kāds mazākais skaits lenšu būtu jāizņem no maisiņa, lai varētu apgalvot, ka vismaz četras no tām ir vienā krāsā?

### 2. Novada matemātikas olimpiāde, 10. klase, 2017./2018. mācību gads

Skolas ēdnīcas pusdienu piedāvājumā ir divas dažādas zupas, divi dažādi pamatēdieni un divi dažādi deserti. Pusdienās aizgāja 200 skolēnu, no katra ēdienu veida (zupa, pamatēdiens, deserts) katrs skolēns izvēlējās ne vairāk kā vienu ēdienu, turklāt nebija tāda skolēna, kurš neēda vispār neko. Kāds ir lielākais skaits skolēnu, kas noteikti pasūtīja vienu un to pašu?

### 3. Novada matemātikas olimpiāde, 12. klase, 2017./2018. mācību gads

Pierādīt, ka starp jebkuriem 78 trīsciparu skaitļiem var atrast četrus tādus skaitļus, kuru ciparu summas ir vienādas!

#### Vairāk par Dirihlē principu lasiet:

- Andžāns, A., Čakste, J., Larfelds, T., Ramāna, L., Seile, M. Vidējās vērtības metode. Rīga: Mācību grāmata, 1996. Vairāk skat.: <http://nms.lu.lv/wp-content/uploads/2014/06/VidVeertMet.pdf>
- Avotiņa, M., Zilīte, A. Tematiskie uzdevumi matemātikas olimpiādēs. Rīga: Latvijas Universitāte, 2019.
- LU A. Liepas Neklātienes matemātikas skola. <http://nms.lu.lv/biblioteka/uzdevumu-krajumi/> Uzdevumu krājumu beigās dots uzdevumu sadalījums pa tēmām, ļaujot atrast papildu uzdevumus par Dirihlē principu.



JURIS SEŅŅIKOVS

# Sudrabaino mākoņu sezonas maksimums



2021. gadā ap vasaras saulgriežiem vairākas naktis bija novērojami spoži sudrabainie mākoņi. Attēls uzņemts Jelgavā 2021. gada 5. jūlijā pulksten 0.30, vienā no naktīm ar visplašākajiem sudrabainajiem mākoņiem. Attēlā uzskatāmi redzams perspektīvas efekts – sudrabaino mākoņu zonu ierobežo divas spožas joslas, kas savstarpēji tuvinās horizonta virzienā, lai gan faktiski tās ir gandrīz paralēlas.

Attēls uzņemts ar *Nikon D750* fotokameru, fokusa attālums 24 mm, f/5,0, 0,8 sekundes, ISO 1600.



# Vieta īsteniem astronomijas faniem

S lavenais **Stounhendžas** (*Stonehenge*) akmeņu aplis atrodas Viltšīrā, Lielbritānijā, 145 kilometrus uz rietumiem no Londonas. To veido vairāki desmiti aptuveni četrus metrus augstu akmeņus blūķu, katrs no tiem sver apmēram 25 tonnas. Agrāk blūķus pārsedza horizontālas plātnes, veidojot pilnu apli, un dažas ir saglabājušās. Apļa iekšpusē atrodas pakavveidā izkārtoti akmeņi blūķi.

Izmantojot akmeņu izvietošanu, varēja noteikt saulgriežus, ekvinokciju, aptumsumus un varbūt arī citas cikliskas astronomiskās parādības.

**Praktiskā informācija.** Uz Stounhendžu var aizbraukt ar automašīnu (ir stāvvietas) vai ar vilcienu līdz Solsberijai, no kurienes uz Stounhendžu (14 km) kursē speciāli autobusi. Taču visērtāk izmantot kādu vienas dienas autobusa ekskursiju no Londonas, kurā iekļauti arī papildu objekti, piemēram, Solsberijas katedrāle, Bātas pilsēta un citi. Stounhendžas darba laiks ir no pulksten 9.30 līdz 19.00 visu gadu, izņemot Ziemassvētku dienu. Biļetes cena – 21 Lielbritānijas sterliņu mārciņa (apmēram 25 eiro). Ap akmeņu apli vijas taka, kas tuvākajā punktā pieved līdz 10 metru attālumam, starp akmeņiem pārvietoties nav atļauts. Blakus atrodas apmeklētāju centrs, kurā var iegādāties pastkartes, grāmatas, modeļus, T kreklus un citus suvenīrus ar atbilstošu tematiku. 🦋



Tuvākais piekļuves punkts

Taču sākotnēji aplis, kuru sāka veidot aptuveni 3000 gadu pirms mūsu ēras, bijis plašāks, 110 metru diametrā, ar atvērumu ziemeļaustrumu virzienā, kur vasaras saulgriežos lec saule. Tas varēja būt veidots no koka balķiem. Akmeņu aplis būvēts aptuveni 2500 gadu pirms mūsu ēras. Spriežot pēc ziedojumiem un kapavietām, šī bijusi svētvieta, taču tai nepāšaubāmi bija arī astronomiskas funkcijas.



Skats no ziemeļaustrumiem, ar akmeni, kas iezīmē vasaras saulgriežu saullēkta virzienu



## 43. lappusē publicēto uzdevumu ATRISINĀJUMI

1. a) Nē, piemēram, varētu gadīties, ka 1 meitene izvēlējas sarkanu lenti, 1 meitene – dzeltenu lenti, 6 meitenes – zaļu lenti.
- b) Jā, noteikti. Ja katras krāsas lenti būtu izvēlējušās ne vairāk kā 2 meitenes, tad kopā būtu ne vairāk kā  $2 \cdot 3 = 6$  meitenes, bet tā ir pretruna ar doto, ka lentes izvēlējas 8 meitenes. Tātad noteikti ir vismaz 3 meitenes, kas izvēlējas vienas krāsas lenti. (Izmantots Dirihlē princips.)
- c) Ar deviņām (vai mazāk) lentēm nepietīktu, jo tad varētu gadīties, ka no katras krāsas ir pa 3 lentēm (vai mazāk). Tātad, ja no maisiņa izņemtu 10 lentes, tad pēc Dirihlē principa noteikti vismaz četras no tām būtu vienā krāsā.

2. Pamatosim, ka lielākais skolēnu skaits, kas noteikti pasūtīja vienu un to pašu, ir 8. Ievērojam, ka katra veida ēdienu var vai nu neiekļaut komplektā, vai izvēlēties vienu no diviem tā veidiem, tātad katram ēdiena veidam ir 3 dažādas iespējas. Tā kā katrs skolēns izvēlējas vismaz vienu no piedāvātajiem ēdieniem (neder variants, ka no katra ēdiena veida neizvēlas neko), tad ir iespējams izveidot  $3 \cdot 3 \cdot 3 - 1 = 26$  dažādus pusdienu komplektus. *Ja katru no šiem komplektiem būtu izvēlējušies ne vairāk kā 7 skolēni, tad pusdienās būtu aizgājuši ne vairāk kā  $7 \cdot 26 = 182$  skolēni, kas ir pretrunā ar uzdevuma nosacījumiem. Tātad noteikti ir 8 skolēni, kas pasūtīja vienu un to pašu.* Nevar apgalvot, ka vairāk nekā 8 skolēni pasūtīja vienu un to pašu, jo ir iespējams, ka pirmos 18 no 26 dažādajiem pusdienu komplektiem izvēlējas pa 8 skolēniem un atlikušos 8 pusdienu komplektus – pa 7 skolēniem (tas ir,  $18 \cdot 8 + 8 \cdot 7 = 200$ ). *Piezīme.* Slīprakstā izceltā teksta vietā var būt, piemēram, arī šāds spriedums: tā kā

skolēnu skaits ir  $200 = 7 \cdot 26 + 18$ , tad pēc Dirihlē principa noteikti ir 8 skolēni, kas pasūtīja vienu un to pašu.

3. Pavisam iespējamas 27 dažādas ciparu summas vērtības:

Ciparu summa	Trīsciparu skaitļi
1	100
2	101; 110; 200
...	...
26	899; 989; 998
27	999

Ievērojam, ka

- 1) ciparu summa 1 un 27 katra ir tikai vienam skaitlim (100 un 999),  
2) ciparu summa 2 un 26 katra ir tikai trīs skaitļiem (101; 110; 200 un 899; 989; 998).

Tātad šajās grupās vairāk skaitļu nevar būt neatkarīgi no tā, kurus 78 trīsciparu skaitļus izvēlamies. Pieņemsim, ka šīs četras grupas ir maksimāli piepildītas – tajās kopā ievietoti 8 skaitļi. Tad atlikušajās 23 grupās jāievieto  $78 - 8 = 70$  skaitļi. *Ja katrā no šīm 23 grupām būtu ievietoti ne vairāk kā 3 skaitļi, tad kopā būtu izvietoti ne vairāk kā  $3 \cdot 23 = 69$  skaitļi – pretruna tam, ka pa grupām jāizvieto 70 skaitļi. Līdz ar to noteikti ir tāda grupa, kurā ir vismaz četri skaitļi – tie arī ir meklētie četri skaitļi, kuru ciparu summas ir vienādas.* *Piezīme.* Slīprakstā izceltā teksta vietā var būt, piemēram, arī šāds spriedums: tā kā  $70 = 3 \cdot 23 + 1$ , tad pēc Dirihlē principa noteikti ir tāda grupa, kurā ir vismaz četri skaitļi – tie arī ir meklētie četri skaitļi, kuru ciparu summas ir vienādas.



Mārtiņa Gilla foto

Novērojumi caur speciālajām filtru brillēm

# Saules aptumsums kopīgs, novērojumi – individuāli

**P**ēc dažu gadu pauzes 2021. gada 10. jūnijā Latvijā bija novērojams daļējs Saules aptumsums. Fāze nebija pārlielu liela – dažādās Latvijas vietās robežās ap 0,3, tomēr Latvijas Astronomijas biedrības (LAB) rosinātais tēmturis *#saules-aptumsums* sociālajos tīklos tika lietots diezgan plaši. Lai

gan epidemioloģiskie ierobežojumi bija nedaudz atviegloti, organizēti masveida pasākumi notikt nedrīkstēja, tāpēc katrs novēroja individuāli vai savā mājāsaimniecībā. Arī LAB iedibinātajā debess notikumu ziņojumu *WhatsApp* grupā bija daudz daļēji aptumšotās Saules attēlu un novērošanas procesa atspoguļojuma.

Jāsaka, šajā reizē ne visā valstī bija vienlīdz piemēroti laika apstākļi – Rīgā un Kurzemē debess bija skaidra, vietām bez neviena mākoņa, bet Siguldā aptumsuma laikā pat uzlija lietus. Kā vienmēr, LAB atgādināja par nepieciešamību sargāt redzi un ievērot drošas novērošanas paņēmienus, bet tikpat labi bija saprotams, ka

ierindas vērotājam īpaši filtri vai optika kvalitatīvai projekcijai nav pieejama. Tāpēc viens no ieteikumiem bija projicēt Saules attēlu caur nelieliem caurumiņiem, izmantojot *camera obscura* principu.

Nākamais Saules aptumsums Latvijā nebūs vērojams tik vasarīgos apstākļos – tas būs 2022. gada 25. oktobrī, kad Mēness aizklās vairāk nekā pusi redzamā Saules diska. Oktobra beigās bieži ir mākoņains un lietains laiks. Tad atliks gaidīt līdz 2025. gada 29. martam. 🌩



Jura Serņilņikova foto

Jelgavas novadā aptuveni 10 minūtes pēc aptumsuma maksimālās fāzes. *Canon EOS 60D* fotokamera, *Thousand Oaks Optical* Saules filtrs, *Star Adventurer Mini* sekošanas ierīce, *Tamron* objektīvs, fokusa attālumš 600 mm, f/6,3, 1/60 s, ISO 200.



Mārtiņa Čilla foto



Helmuta Rudziņa foto

Sauli varēja vērot arī no telpām



Binoklis, kura viena "acs" kalpo kā Saules attēla projektors

Izdarītais mājas darbs – cieta papīra lapā izdurti caurumiņi aptumšotas Saules silueta formā – pašā aptumsuma laikā parāda labus rezultātus



Evelīnas Mierēviņas foto

Teleskops kalpo kā Saules attēla projektors

# Kā ņemt to, ko zvaigznes dod





Dažkārt pat ceļmalā var uzņemt interesantu attēlu, ja gaismas piesārņojums nav liels. Garām braucošās automašīnas ilgā ekspozīcijā rada gaismas līnijas un izgaismo apkārt esošos objektus. Kopā ar gaismu, ko izstaro tuvējā saimniecība un tālāk novietotais ciems, attēls apvieno cilvēka klātesamību ar nakts debess burvību. 15 mm, f/2,8, ISO 6400, 25 s.

## 1. DAĻA

Skaistas un interesantas fotogrāfijas ar ainavu un zvaigžņoto debesi tikai retumis ir veiksmē. Ļoti bieži to pamatā ir kārtīga plānošana, atbilstošs tehniskais aprīkojums

← Septembra beigās. Austošs Mēness, kas spīd no kreisās puses, izgaismo pļavu priekšplānā, bet vēl neietekmē nakts objektu redzamību. Izgaismotās sliedes pļavā virza skatu uz diviem tuvu saaugušiem ozoliem, kas attāluma un "tīrā" fona dēļ ir saskatāmi kā izteikts, tumšs siluets. Virs tiem savukārt redzams Piena Ceļš. Veiksmīgas sakrītības dēļ nelielā migla, kas kāpj augšup, izceļ debess objektus horizonta tuvumā un darbojas kā sava veida izkliedējošs filtrs. 35 mm, f/1,8, ISO 6400, 13 s.

un pareiza attēlu apstrāde. Šajā rakstā fotogrāfs sniedz ieskatu sagatavošanās darbā.

### PRIEKŠVārds

Nakts debess un astronomija mani aizrauj jau ļoti sen, taču apvienot to ar fotografēšanu sāku nesen. Fotografēšana naktī prasa nemitīgu izziņu. Ir grūti fotografēt to, ko nezina. Tāpēc katrs jauns zvaigznājs vai pat sezona prasa papildu apguvi. Ir būtiska atšķirība starp nakts debess fotografēšanu un astrofotografēšanu. Tās bieži mēdz jaukt. Tāpēc, pirms turpinām:

- nakts debess fotografēšana – attēlu uzņemšana, kurā ir redzama kāda daļa

no naksnīgās debess, bet nav skaidri saskatāmi vai identificējami, vai ir nepilnīgi attēloti debess objekti;

- astrofotografēšana – attēlos ir skaidri redzami un atpazīstami nakts debess objekti, piemēram, zvaigznāji vai planētas.

Turpmāk aplūkosim galvenokārt nakts debess fotografēšanu.

### FOTOGRAFĪJAS VIETAS IZVĒLE UN KOMPOZĪCIJA

Lielākais darbs nakts debess attēlu uzņemšanā ir plānošana. Pirms katra izbrauciena ir svarīgi precīzi zināt, kurp doties, kāda šī vieta ir un būs fotografēšanas brīdī, kā arī padomāt par vēlamo kompozīciju.



Debesij pamazām apmācoties, cauri mākoņiem joprojām var redzēt zvaigznes. Tas rada interesantu un nedaudz noslēpumainu kopskatu. Priekšplānā esošos kokus izgaismo garām braucoša smagā automašīna. 35 mm, f/1,8, ISO 6400, 13 s.

## APSTĀKĻU PROGNOZE

Lai ieraudzītu nakts debess objektus, ir svarīgi prognozēt novērošanas apstākļus (Saules rieta un lēkta laiks, krēslas iestāšanās, nokrišņi, mākoņu segas daudzums, Mēness fāze, Mēness lēkts un riets u. c.). Šīs prognozes ir neatņemama

izbraucienā plānošanas sastāvdaļa un ir viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka, vai un cik daudz nakts debess krāšņuma būs redzams, kāda būs naksnīgā debess un cik izgaismots būs priekšplāns.

Mēnesim ir liela loma nakts debess krāsas veidošanā, tas

arī noteiks, cik daudz zvaigžņu redzams. Piemēram, ir tikai divi veidi, kā attēlā iegūt izteikti zilās debesis, proti, izmantot Mēness vai krēslas apgaismojumu. Mēness izgaismo arī ainavu. Ideāla ir apmēram 30%–50% fāze, tad līdz zināmam augstumam virs horizonta Mēness būtiski neietekmē Piena Ceļa redzamību un redzamo zvaigžņu skaitu pie debess, bet maigi izgaismo ainavu. Uzņemot attēlus naktī, izmanto lielu gaismas jutību, un tad priekšplānā atklājas gan izteiktas formas, gan krāsas. Ir svarīgi ņemt vērā, kur atrodas Mēness attiecībā pret attēla uzņemšanas virzienu. Vēlams, lai Mēness atrodas aiz fotogrāfa vai sānos, citādi tas pārāk izgaismotu nakts debesi.

Nakts fotografēšana ir ļoti “laika jutīga”. Ir jāatrodas pareizajā vietā, pareizajā laikā, piemēram, lai nofotografētu Piena Ceļu vēlams jāainavā tad, kad Mēness atrodas aiz muguras un tā gaismas ir tieši tik daudz, ka tiek izgaismota ainava, nevis nomaskēts Piena Ceļš.

## GAISMAS PIESĀRŅOJUMS

Ne mazāk būtisks ir gaismas piesārņojums novērojumā un ap to. Latvijā ir vairākas vietas, kur gaismas piesārņojums ir pietiekami mazs, lai varētu brīvi saskatīt naksnīgo debesi. Taču mums ir arī pietiekami daudz izklaidus izvietotu mazu ciematu un viensētu, kas tik un tā izgaismo nakts debesi. Ir svarīgi atrast vietas, kur šie objekti



Gaismas piesārņojums no tuvumā esošajiem ciemiem un saimniecībām, kā arī gaišā pavasara nakts ietekmē redzamību virs horizonta. Attēls šķiet "netīrs", un liela daļa nakts debess informācijas ir zaudēta. 15 mm, f/2,8, ISO 4000, 25 s.

neietekmē vēlamu kompozīciju, ja vien tieši tāds nav mērķis. Ja pašā novērojumā vietā gaismas piesārņojums ir niecīgs, bet dažu kilometru attālumā atrodas pilsēta vai lielāks ciemats, visticamāk, debess būs gaismas iekrāsota, un nakts debess objekti, kas atrodas tuvāk horizontam, nebūs labi redzami.

## VIETAS IZVĒLE

Ierodoties fotografēšanas vietā nakts vidū, jūs var sagaidīt visādi pārsteigumi. Piemēram, apgrūtināta un bīstama piekļūšana. Nav skaidri zināms, kas atrodas apkārt, un tikai pēc attēla uzņemšanas var atklāties nepatīkami pārsteigumi pašā attēlā, piemēram, priekšplāna objekti nav izvietojušies, kā iecerēts, un ir daudz grūtāk veidot kompozīciju. Tāpēc aizvien biežāk cenšos uz vēlamajām vietām aizbraukt jau dienā. Laikus iepazīstam vidi, novērtējam apgrūtinājumus un izplānojam iespējamo kompozīciju un ainavas objektu izvietojumu. To var

veikt kā atsevišķu izbraukumu neatkarīgi no laikapstākļiem vai arī doties turp dienā, kad plānota novērojumā sesija, bet krietni pirms saulrieta, lai pagūtu iekārtoties un nes-teidzīgi uzņemt testa attēlus.

Daudz kas ir atkarīgs no tā, ko tieši vēlaties nofotografēt. Ja tas ir kāds debess ķermenis, kas parādās neilgi pirms saullēkta, tad, iespējams, labāk ir ilgāk pagulēt un uz vēlamu vietu doties neilgi pirms plānotā objekta redzamības. Cits variants – ierodoties vietā, doties gulēt (vai tas būtu guļammaiss mašīnā vai istabiņa kempingā) un celties neilgi pirms vēlamā laika, lai uzņemtu plānoto kadru. Abiem variantiem ir savi plusi un mīnusi, un tie ir atkarīgi no pieejamajām iespējām un no tā, kam katrs fotogrāfs dod priekšroku. Plānoto fotosesiju var ietekmēt arī sezonāli notikumi, piemēram, atklāta medību sezona vai meža darbi, kad vakaros un naktīs meža malā ir lielāka cilvēku aktivitāte un transporta līdzekļu

kustība. Iespējama nevēlama, bet dažkārt arī noderīga mākslīgā gaisma. Tas var būt arī zvejas sezonas sākums, kad upju krasti ir pilni ar zvejnikiem un iecerētā fotografēšanas vieta ir aizņemta.

Fotografējot nakts debesi, ne vienmēr var precīzi paredzēt, kāda būs situācija naktī. Dažkārt pat pēc rūpīgas plānošanas nākas vilties, taču arī spontāni izbraucieni reizēm mēdz patīkami pārsteigt. Parasti izvēlos vismaz divas vai trīs vietas, ko apmeklēt vienas nakts laikā. Nereti pat dodos turp vairākas reizes, pārvietojoties šurpu turpu. Plānojot ir svarīgi atcerēties, ka mēs neesam radīti darbam naktīs. Kad nogurums, miegainība, tumša, klusums un zemā temperatūra atstāj savu iespaidu, ir svarīgi pirms tam izdarīt visu iespējamo, lai atvieglotu un vienkāršotu darbu naktī.

## KOMPOZĪCIJA

Kompozīciju var veidot pilnīgi brīvi un atkarībā



Reizēm interesantu attēlu var uzņemt, arī izejot pagalmā. Vienkārša kompozīcija, kas apvieno vienu no pazīstamākajiem zvaigznājiem – Lielos Greizos Ratus – ar skaidri saskatāmu priekšplāna objektu – saulespuķēm. Saulespuķes un kokus fonā izgaismo apkārtējās mājas. 35 mm, f/2,8, ISO 1600, 10 s.

no mākslinieciskās pieejas. Parasti, veidojot kompozīciju, jācenšas iekļaut priekšplānā kādu siluetu vai ainavu. Tā attēlā rodas "cilvēciska" iezīme. Tas ļauj lūkoties attēlā ar apziņu, ka notverto kadru tiešām var piedzīvot un tas nav nekas "ārpusaulīgs". Nesen *National Geographic* tiešsaistes kursos fotogrāfs Babaks Tafreši (*Tafreshi*) uzsvēra, ka priekšplāns ir ļoti svarīgs saziņas dēļ. Tas saista zvaigžņoto ainu kopā ar reālo un zināmo, rada vietas

sajūtu, izmēru attiecības sajūtu un pieredzes sajūtu.

Kā jau iepriekš minēts, dodoties vietas meklējumos diennakts gaišajā laikā, iespējams daudz labāk novērtēt priekšplāna objektus. Var saprast, kā objektu labāk iekļaut kompozīcijā, no kuras puses un kādā leņķī uzņemt attēlu, kas būs redzams priekšā un aiz izvēlētā objekta, vai to grupas. Nereti vietas ar mazu gaismas piesārņojumu ir nomaļas, tāpēc gaismā objekta izpēte ir

drošāka un ērtāka. Var redzēt, kāda ir augsne un apvidus, kur speram soli, kas mūs sagaida pēc pāris metriem un kur labāk uzstādīt tehniku.

Ja ir atrasts interesants priekšplāna objekts, bet fonā nebūs redzamas zvaigznes vai vēlamais debess objekts, tad kompozīcija nebūs pilnīga. Jācenšas prognozēt, kur atradīsies vēlamie nakts debess objekti, lai tos varētu veiksmīgi iekļaut attēlā. Vai arī tieši pretēji – var secināt, ka iedomātā kompozīcija nemaz nav realizējama konkrētajā gadalaikā vai vispār. Arī tā ir vērtīga mācība un palīdz veiksmīgāk plānot nākamās fotografēšanas projektus. Tomēr, lai fotografēšanu varētu turpināt, ieteicams vienai naktij izdomāt vairākas kompozīcijas. Ja neizdodas realizēt sākotnējo kadru, tad var izmantot rezerves variantus. Tas nakts fotosesijas padara ne tikai interesantākas un dinamiskākas, bet arī rada lielāku iespēju, ka, austot Saulei, būs realizēta vismaz kāda no iecerētajām kompozīcijām.

## IZSKAŅAI

Teju katra fotografējot pavadīta nakts ar kaut ko pārsteidz un nes jaunus izaicinājumus gan vienatnē, gan dodoties piedzīvojumos kopā ar draugiem. Kā arī vienmēr pastāv iespēja, ka naktī redzēto nekad neviens cits vairs neredzēs tā, kā to redzējāt jūs. Sens persiešu sakām-vārds ļoti labi izsaka nakts burvību: "Nakts paslēpj pasauli, bet atklāj Visumu." 🌑



# Sudrabaino mākoņu sinhronie novērojumi

JA REIZ SUDRABAINIE MĀKOŅI IR PARĀDĪJUŠIES, TIE NOVĒROJAMI VISĀ LATVIJAS TERITORIJĀ. TAS NOZĪMĒ, KA TOS IESPĒJAMS VIENLAIKUS NOFOTOGRAFĒT NO DAŽĀDĀM VIETĀM. UN TAS ARĪ TIKA DARĪTS!

**J**au pirmajos *Zvaigžņotās Debess* iznākšanas gados žurnāla slejās regulāri aplūkoti sudrabainie mākoņi un to novērošana. Nesen rakstījām par Latvijas Astronomijas biedrības (LAB) veiktajiem sistemātiskajiem sudrabaino mākoņu novērojumiem (skat. Jāņa Kauliņa rakstu *Zvaigžņotās Debess* 2021. gada pavasara numurā). Lai arī šajā gadsimtā žurnālā bijuši ievietoti materiāli par individuāliem sudrabaino mākoņu novērojumiem, kopumā interese par to speciālu novērošanu pēdējās desmitgadēs nebija liela, jo sudrabaino mākoņu redzamības apstākļi ir labi saprotami – apmēram 80–85 kilometru augstumā stipri retinātajā atmosfērā veidojas ledus kristāli, kurus mūsu platuma grādos vasarās Saule apspīd visu nakti. Tāpēc naktī veidojas interesants efekts – vienlaikus var redzēt gan zvaigznes, gan viļņotas formas plānus mākoņus. Pieaugot mobilo telefonu

fotokameru jutībai, aizvien biežāk gadījās, ka nejauši kāds tos pamanīja un ievietoja attēlus ar plūvurainajiem mākoņiem sociālajos tīklos, kur tie palika tikai kā skaisti attēli nebeidzamā attēlu straumē ar dažām sekotāju atsauksmēm.

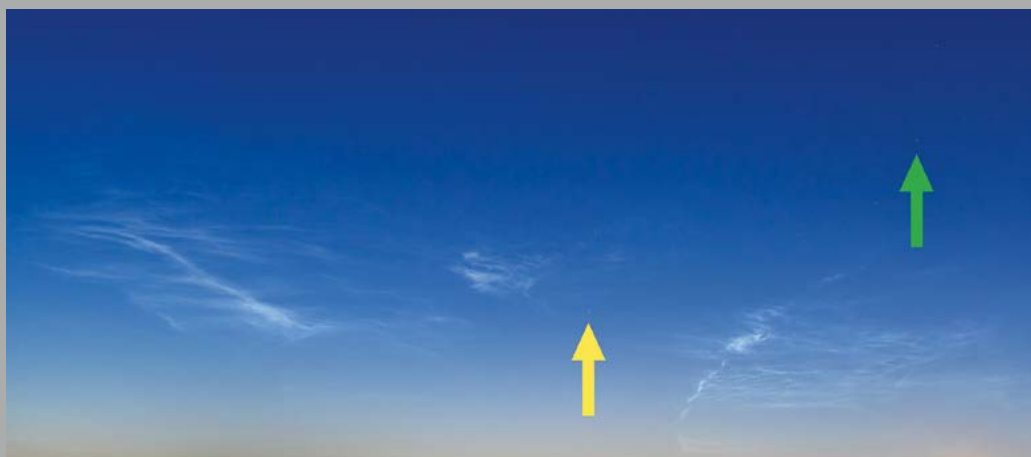
Astronomijas semināra *Ērglis 2020* laikā notika mēģinājums pēc sudrabaino mākoņu fotogrāfiju sērijas kaut ko secināt par tiem – noteikt to izmērus, atrašanās vietu un dinamiku. Uzdevums nebija viegls, un konkrētas atbildes netika iegūtas. Kļuva skaidrs, ka nepieciešami sistemātiski dati, lai tiešām varētu noteikt sudrabaino mākoņu atrašanos telpā – to augstumu un ģeogrāfisko novietojumu. 2021. gada gaišo nakšu sezonas sākumā *WhatsApp* debess notikumu ziņojumu grupas dalībnieku skaits bija ap trīsdesmit. Tā kā grupas dalībnieki dzīvo dažādās Latvijas vietās, radās laba iespēja mūsdienīgam sadarbības jeb koppresursēšanas

modelim, kurā vairāku dalībnieku dati kopā veido lielāku vērtību nekā katra individuāli iegūtie attēli. Pieeja bija demokrātiska – piedalās tie, kas vēlas, un kad ir iespējams.

Lai arī ar sudrabaino mākoņu attēliem, kas uzņemti ar telefonu, bez kavēšanās dalījās ne mazums grupas dalībnieku, ne katrs šāds foto der analīzei. Bija daži nosacījumi – attēlam jābūt ar pieņemamu tehnisko kvalitāti un jābūt uzņemtam noteiktā laikā. Galvenais kvalitātes kritērijs bija, lai tajos varētu saskatīt vismaz divas raksturīgas zvaigznes un attēlā būtu saglabāti EXIF dati, kas sniedz informāciju par fotografēšanas parametriem un fotoobjektīvu, kas ir būtiski, nosakot attēla leņķisko redzeslauku. Lai panāktu fotografēšanas sinhronitāti, tika norunāts, ka attēlus uzņems apaļā pusstundā, bet iepriekš šis nodoms jāpiesaka *WhatsApp* grupā, lai pievienotos vēl kāds. Ne reizi



Jūrmala, Ilgoņa Vilka foto



Jelgava, Jura Seņņikova foto

Piemērs no 21. jūnija pulksten 1.30. Fotografēts vienlaikus Jūrmalā un Jelgavā. Dzeltēnā bulta norāda uz Kapellu (Vedēja  $\alpha$ ), zaļā – uz Mirfaku (Perseja  $\alpha$ ). Aptuveni 35 kilometru attālumā ir jūtama sudrabaino mākoņu novietojuma atšķirība pret zvaigznēm

vien attēlus ieguva tikai viens dalībnieks, bet veiksmīgākās reizēs bija trīs vienlaicīgi novērojumi. Iegūtos attēlus autori ievietoja īpaši sagatavotā tīkla diska mapē (*Google Drive* pakalpojums) un reģistrēja tiešsaistes tabulā.

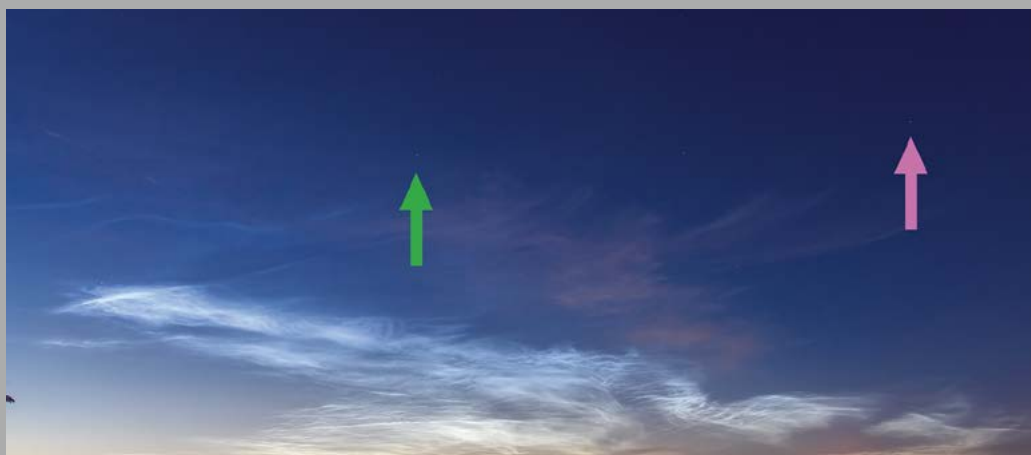
Sudrabaino mākoņu sinhrono novērojumu ideju raksta autors izziņoja 2021. gada maija LAB

sanāksmē, un jūnija sākumā jau bija izkristalizējusies konkrēta metodika. No maija otrās puses *WhatsApp* grupas dalībnieki ar nepacietību gaidīja sudrabainos mākoņus, un izvērtās pat sava veida sacensība, kurš pirmais tos pamānīs. 2021. gada sezonas pirmos sudrabainos mākoņus 4. jūnijā pulksten 23.45 Rīgā, Zolitūdē, nofotografēja Gatis

Šķila. Tajā naktī mākoņus novēroja arī citi, tostarp tika veikts pirmais sinhrono novērojumu mēģinājums, bet turpmākās naktis sagādāja zināmu vilšanos. Debesis ir skaidras, gadās pa kādam parastajam mākonim, bet no sudrabainajiem mākoņiem neviņas. Tikai desmit dienas vēlāk tie bija klāt, un sinhronie novērojumi pa īstam varēja



Burtnieki, Jāņa Šatrovskā foto



Jelgava, Jura Seņņikova foto

Piemērs no 30. jūnija pulksten 1.00. Zaļā bulta norāda uz Mirfaku (Perseja  $\alpha$ ), rozā – uz Mirahu (Andromedas  $\beta$ ). Aptuveni 150 kilometru attālumā atšķiras zvaigžņu pozīcijas, mākoņa leņķiskie izmēri, jūtami ir mainījusies arī tā forma

sākties. No 5. jūnija līdz 29. jūlijam sudrabaino mākoņu novērojumi notika četrpadsmit naktīs, un lielākajā daļā no tām arī sinhronā reģistrācija bija veiksmīga. Dažas naktis, piemēram, 30. jūnijā, sākumā novērojumi notika no trim un pat četrām vietām vienlaikus. Sezonas pēdējos novērojumus veica Artis Ozoliņš Valmierā naktī no 3. uz 4. augustu.

Lai arī nenotika sacensšanās par to, kurš iegūs visvairāk fotogrāfiju, zinātniskos pētījumos lielāks mērījumu skaits dod plašākas datu analīzes iespējas. Novērojumu līderis ir Juris Seņņikovs, kurš veica sistemātiskus novērojumus Jelgavā gandrīz visās sudrabaino mākoņu redzamības reizēs. Nākamais pēc attēlu skaita ir Ilgonis Vilks ar

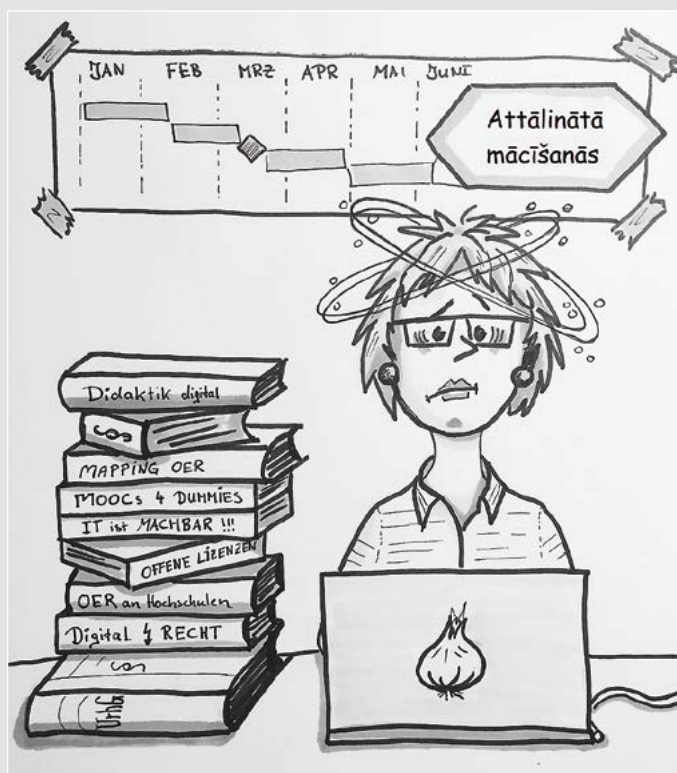
novērojumiem Jūrmalā. Liels paldies Artim Ozoliņam, Jānim Šatrovskim, Jānim Kauliņam, Gatim Šķīlam, Aivim Meijeram un Raitim Misam, kuri atsevišķās reizēs pievienojās ar sinhronajiem attēliem. Iegūtie attēli veido labu pamatu kādam skolēnu zinātniski pētnieciskajam darbam vai arī LAB paspārnē veicamam projektam. Piedalīties var ikviens! 🦋

# Latvijas 49. atklātā skolēnu astronomijas olimpiāde

**P**irmie mēneši 2021. gadā Latvijā pagāja attālinātā darbā un mācībās, jo Covid-19 pandēmija visā pasaulē lika ievērot maksimālus piesardzības pasākumus. Arī Latvijas skolēniem nācās pielāgoties jaunajai realitātei un izglītošanās procesu turpināt virtuālajā vidē. Šie apstākļi nebija kaut kas īpašs Latvijas atklātajai skolēnu astronomijas olimpiādei, jo tās pirmā kārtā attālināti tiek rīkota jau kopš 2015. gada. Šogad olimpiāde notika 49. reizi un norisinājās divās kārtās – 21. un 24. aprīlī. Olimpiādi organizēja Latvijas Astronomijas biedrība (LAB), Latvijas Universitātes (LU) Fizikas, matemātikas un optometrijas fakultāte sadarbībā ar SIA Omicron (interneta veikalu [www.ieskaties.lv](http://www.ieskaties.lv)) un žurnālu *Zvaigžņotā Debess*. Iespējams, mācības virtuālajā vidē bija jau atstājušas negatīvu ietekmi uz vispārējo interesi par attālināti

rīkoti pasākumiem, tāpēc astronomijas olimpiādei pieaicās 63 skolēni, kas ir mazāks dalībnieku skaits pēdējo

četrus gadu laikā. Tomēr kopumā skolēnu interese par astronomijas olimpiādi ir vērtējama pozitīvi, ņemot vērā





Uzvarētāja balva – binoklis *Celestron SkyMaster 20 × 80*

faktu, ka astronomija tiek fakultatīvi mācīta tikai dažās Latvijas skolās. Vislielākā interese par astronomijas olimpiādi bija Pumpuru vidusskolā, no kuras bija 21 dalībnieks. Latvijas reģionus pārstāvēja skolēni no Daugavpils Tehnoloģiju vidusskolas–liceja, Dobeles Valsts ģimnāzijas, Jelgavas Spīdolas Valsts ģimnāzijas, Rēzeknes 4. vidusskolas, Rēzeknes 5. vidusskolas, Rēzeknes Mākslas un dizaina vidusskolas, Rēznas pamatskolas un Siguldas Valsts ģimnāzijas. Kā ierasts, daudz dalībnieku bija arī no Rīgas – no Āgenskalna Valsts ģimnāzijas, Rīgas Hanzas vidusskolas, Rīgas Natālijas Draudziņas vidusskolas, Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas, Rīgas Valsts 2. ģimnāzijas, Rīgas Valsts 3. ģimnāzijas un RTU

Inženierzinātņu vidusskolas. Šogad astronomijas olimpiāde bija arī kā atlases posms, lai noskaidrotu potenciālos 2021. gada Starptautiskās astronomijas olimpiādes dalībniekus.

Olimpiādes pirmajā kārtā skolēniem bija jāatbild uz 10 astronomiskā testa jautājumiem un jārisina četri uzdevumi par debess fotogrāfiju, ceļojumu uz Marsu, neitronu zvaigzni un Ārkārtīgi lielo teleskopu. Par olimpiādes līderi, iegūstot 30,5 punktus no 50 iespējamiem, kļuva RTU Inženierzinātņu vidusskolas audzēknis Roberts Lukass Kellijs. Otrajā un trešajā vietā pēc pirmās kārtas ierindojās viņa skolasbiedri Toms Cerbulis un Viesturs Streļčs, kuri ieguva attiecīgi 29 un 24 punktus.

Otrajā kārtā skolēniem bija iespēja apliecināt savas teorētiskās zināšanas, tiešsaistē mutiski atbildot uz jautājumiem par dažādām astronomijas jomām. Vislabāko rezultātu sasniedza T. Cerbulis, kurš ieguva 26 punktus un par diviem punktiem apsteidza R. L. Kellijs. Trešais labākais rezultāts (20 punktu) bija V. Streļčam.

Kopvērtējumā par olimpiādes uzvarētājiem kļuva T. Cerbulis (59 punkti) un R. L. Kellijs (57,5 punkti). Otrajā vietā – V. Streļčs (47 punkti) un RTU Inženierzinātņu vidusskolas skolniece Aija Monika Vainiņa (46 punkti), trešajā vietā – RTU Inženierzinātņu vidusskolas skolēni Marks Henrijs Majors (38 punkti) un Mārtiņš Čaune (37,5 punkti). Atzinība tika izteikta Rīgas Hanzas vidusskolas audzēknei Evelīnai Mickēvičai un Iljam Nikam Stoligvo un Martai Prauliņai no Rīgas Valsts 1. ģimnāzijas.

Godalgoto vietu ieguvēji saņēma LAB diplomus, *Zvaigžņotās Debess* eksemplārus un citas organizatoru sarūpētās balvas. Toms Cerbulis un Roberts Lukass Kellijs saņēma galvenās balvas no SIA *Omicron – Celestron SkyMaster* binokļus.

Informācija par Latvijas 49. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi pieejama vietnē [www.skolas.lv](http://www.skolas.lv). Šajā vietnē būs atrodama informācija arī par nākamo Latvijas 50. atklāto skolēnu astronomijas olimpiādi, kas tiks rīkota 2022. gada pavasarī. 🐦

# DEBESS SPĪDEKLĪ

## 2021. gada rudenī



Zvaigžņotās debess izskats dienvidu pusē 20. oktobrī plkst. 24.00 un 20. novembrī plkst. 22.00

**Š**ogad rudens ekvinoxijas brīdis būs 22. septembrī plkst. 22<sup>h</sup>22<sup>m</sup>. Saule ieies Svaru zodiaka zīmē (♎), un sāksies astronomiskais rudens. Saule pāries no debess sfēras ziemeļu puslodes uz dienvidu

puslodi, un dienas kļūs īsākas par naktīm. Ziemas saulgrieži 2021. gadā būs 21. decembrī plkst. 17<sup>h</sup>59<sup>m</sup>. Saule ieies Mežāža zodiaka zīmē (♐), beigsies astronomiskais rudens, un sāksies astronomiskā ziema. Pāreja no vasaras

laika uz joslas laiku notiks naktī no 30. uz 31. oktobri.

Rudeņos Latvijā skaidrs laiks ir diezgan reti. Tomēr tajās reizēs, kad tāds ir, zvaigžņotā debess atstāj diezgan lielu iespaidu, sevišķi tad, ja zvaigznes var vērot laukos,

kur netraucē elektriskais apgaismojums. Ogļmelnajās debesīs tad ir redzami daudzi spīdekļi, Piena Ceļa joslu ieskaitot. Tāpēc viegli var rasties izjūtas par Visuma bezgalību un mūžību. Ne velti rudens ir laiks, kas pats par sevi vedina uz filozofiskām un garīgām pārdomām.

Rudens debesīs visvairāk izceļas Pegaza kvadrāts un Andromedas zvaigznājs. Tāpēc tieši šos zvaigznājus var uzskatīt par raksturīgākajiem rudens zvaigznājiem, lai arī tajos nav spožāku zvaigžņu par  $+2^m$  zvaigžņlielumu. Arī Auna, Trijstūra, Zivju, Vaļa, Mazā Zirga un Ūdensvīra zvaigznājos nav spožu zvaigžņu. Vienīgi Dienvidu Zivs spožākā zvaigzne Fomalhauts ir pirmā zvaigžņlieluma zvaigzne. Tomēr tā pie mums pat kulminācijā ir redzama ļoti zemu pie horizonta (ne vairāk kā  $3^\circ$ ).

Andromedas zvaigznājā atrodas slavenais Andromedas miglājs (M31). To iespējams saskatīt pat ar neapbruņotu aci. Līdzīgs miglājs (galaktika) M33 ar binokli saskatāms Trijstūra zvaigznājā. Spoža lodveida zvaigžņu kopa M2 aplūkojama Ūdensvīra zvaigznājā un līdzīga M15 – Pegaza zvaigznājā. Rudens otrajā pusē pēc pusnakts kļūst labi redzami skaistie ziemas zvaigznāji – Orions, Vērsis, Dvīņi, Vedējs, Lielais Suns un Mazais Suns.

## PLANĒTAS

Rudens sākumā **Merkuram** būs liela austrumu elongācija.

Tomēr Merkura novērošana septembra beigās nebūs iespējama, tas rietēs gan drīz reizē ar Sauli. 9. oktobrī Merkurs nonāks apakšējā konjunktijā ar Sauli (starp Zemi un to). Tāpēc arī oktobra pirmajā pusē tas nebūs redzams. Tomēr jau 25. oktobrī Merkurs atradīsies maksimālajā rietumu elongācijā ( $18^\circ$ ). Tāpēc apmēram no 18. oktobra līdz 5. novembrim to varēs ieraudzīt rītos, neilgu laiku pirms Saules lēkta, zemu pie horizonta dienvidaustrumos. Turklāt tam būs diezgan liels redzamais spožums  $-0^m,5$ . 29. novembrī Merkurs nonāks augšējā konjunktijā ar Sauli (aiz tās). Tāpēc novembra otrajā pusē un līdz rudens beigām tas nebūs redzams. 6. oktobrī plkst. 21<sup>h</sup> Mēness paies garām  $7^\circ$  uz augšu, 3. novembrī plkst. 21<sup>h</sup>  $0,5^\circ$  uz augšu un 4. decembrī plkst. 14<sup>h</sup>  $1^\circ$  uz leju no Merkura.

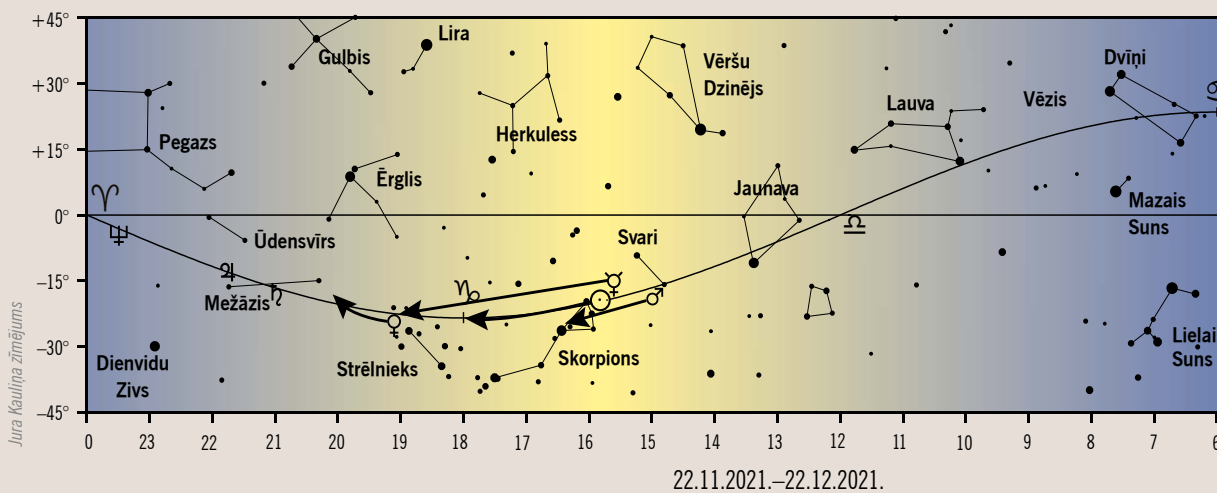
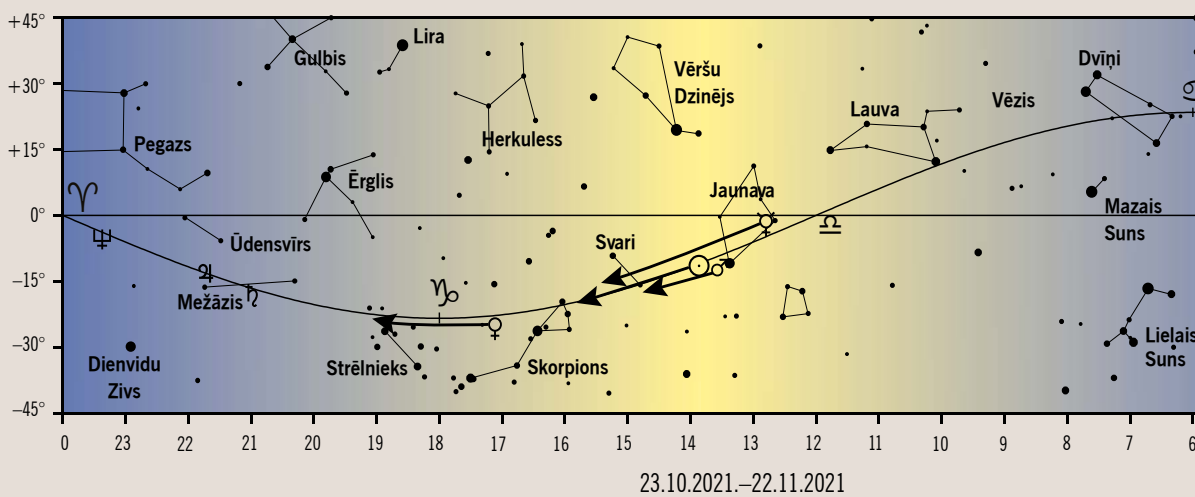
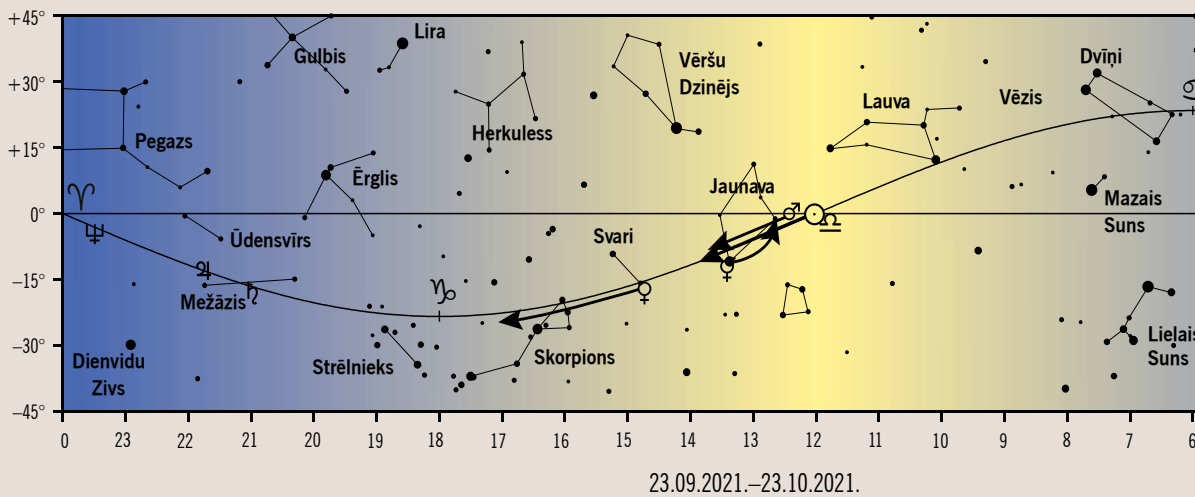
Rudens sākumā **Veneras** austrumu elongācija sasniegs  $44^\circ$ . Tomēr šajā laikā un oktobra lielāko daļu planēta tikpat kā nebūs redzama, jo rietēs drīz pēc Saules. 29. oktobrī Venera nonāks maksimālajā austrumu elongācijā ( $47^\circ$ ), spožums sasniegs  $-4^m,4$ . Arī oktobra beigās un novembra pirmajā pusē Venera būs redzama tikai īsu brīdi pēc Saules rieta zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Sākot ar novembra vidu, Veneras redzamības apstākļi strauji uzlabosies. Decembrī Venera būs labi novērojama vairāk nekā divas stundas pēc Saules rieta. Spožums

sasniegs pat  $-4^m,6$ . 9. oktobrī plkst. 22<sup>h</sup> Mēness paies garām  $2^\circ$  uz augšu, 8. novembrī plkst. 7<sup>h</sup> Mēness aizklās Veneru (zem horizonta) un 7. decembrī plkst. 3<sup>h</sup> paies  $2,5^\circ$  uz leju no Veneras.

8. oktobrī **Mars** atradīsies konjunktijā ar Sauli. Tāpēc visu rudeni tam būs mazs leņķiskais attālums no Saules, un to nevarēs novērot. 6. oktobrī plkst. 14<sup>h</sup> Mēness paies garām  $2,5^\circ$  uz augšu, 4. novembrī plkst. 7<sup>h</sup>  $1^\circ$  uz augšu no planētas, 3. decembrī plkst. 2<sup>h</sup> Mēness aizklās Marsu (zem horizonta).

Rudens sākumā un oktobrī **Jupiters** būs labi novērojams nakts pirmajā pusē. Tā spožums rudens sākumā būs  $-2^m,8$ . Novembrī un decembrī tas būs redzams vakaros, vairākas stundas pēc satumšanas. Jupitera spožums rudens beigās būs  $-2^m,2$ . Visu rudeni Jupiters atradīsies Mežāža zvaigznājā un tikai pašās pēdējās rudens dienās pāries uz Ūdensvīra zvaigznāju. 15. oktobrī plkst. 15<sup>h</sup> Mēness paies garām  $5^\circ$  uz leju, 11. novembrī plkst. 21<sup>h</sup>  $5^\circ$  uz leju un 9. decembrī plkst. 11<sup>h</sup>  $5^\circ$  uz leju no Jupitera.

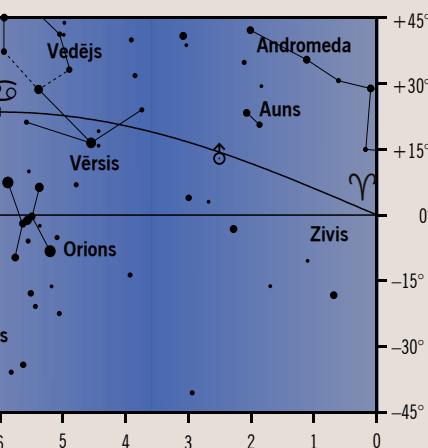
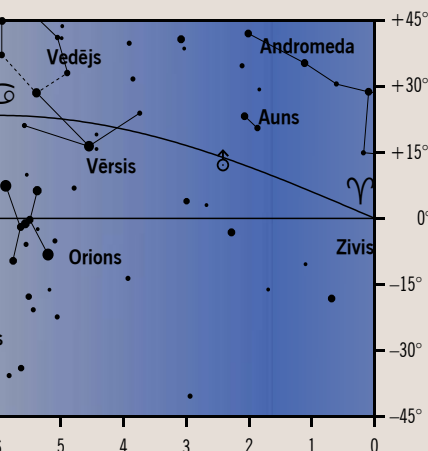
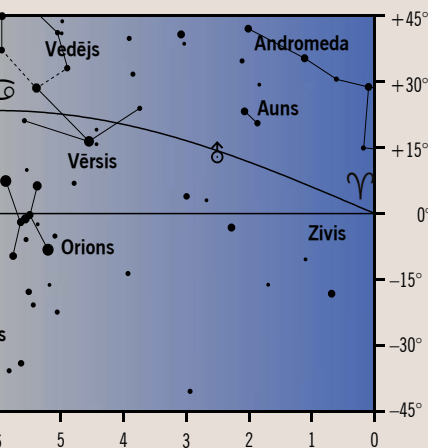
Pašā rudens sākumā un oktobra pirmajā pusē **Saturns** būs novērojams nakts pirmajā pusē zemu pie horizonta dienvidrietumu pusē. Tā spožums šajā laikā būs  $+0^m,4$ . Oktobra otrajā pusē, novembrī un decembrī Saturna redzamības



Jura Kauliņa zīmējums

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





intervāls vakaros būs vairākas stundas pēc Saules rieta. Visu šo laiku Saturns atradīsies Mežāža zvaigznājā. 14. oktobrī plkst. 11<sup>h</sup> Mēness paies garām 5° uz leju, 10. novembrī plkst. 18<sup>h</sup> 5° uz leju un 8. decembrī plkst. 5<sup>h</sup> 5° uz leju no Saturna.

Rudens sākumā, oktobrī un novembrī **Urāns** būs ļoti novērojams visu nakti, jo 5. novembrī atradīsies opozīcijā. Tā

spožums šajā laikā sasniegs pat +5<sup>m</sup>. 6. Decembrī tas būs redzams lielāko nakts daļu, izņemot rīta stundas. Visu šo laiku Urāns pavadīs Auna zvaigznājā. Lai to atrastu, nepieciešams vismaz binoklis un zvaigžņu karte. 24. septembrī plkst. 19<sup>h</sup> Mēness paies garām 2° uz leju, 22. oktobrī plkst. 1<sup>h</sup> 2° uz leju, 18. novembrī plkst. 4<sup>h</sup> 2° uz leju un 15. decembrī plkst. 8<sup>h</sup> 2° uz leju no Urāna.

## MAZĀS PLANĒTAS

2021. gada rudenī opozīcijā vai tuvu tai un spožākas par +9<sup>m</sup> būs trīs mazās planētas – Cerera (1), Pallāda (2) un Īrisa (7).

### Cerera

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	4 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	+15°51'	2,310	2,799	8,6
3.10.	4 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	+16°01'	2,180	2,791	8,4
13.10.	4 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	+16°09'	2,060	2,783	8,2
23.10.	4 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup>	+16°16'	1,955	2,775	8,0
2.11.	4 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	+16°23'	1,868	2,767	7,8
12.11.	4 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup>	+16°30'	1,805	2,759	7,5
22.11.	4 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	+16°38'	1,769	2,751	7,3
2.12.	4 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	+16°48'	1,762	2,743	7,2
12.12.	4 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	+17°02'	1,784	2,734	7,5
22.12.	3 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	+17°20'	1,833	2,726	7,7

### Pallāda

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
23.09.	23 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	-2°58'	2,148	3,128	8,8
3.10.	22 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>	-5°10'	2,185	3,111	9,0
13.10.	22 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	-7°09'	2,250	3,092	9,1

### Īrisa

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
12.11.	8 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>	+18°56'	1,364	1,948	9,0
22.11.	8 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>	+18°00'	1,285	1,967	8,8
2.12.	8 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup>	+17°11'	1,214	1,988	8,6
12.12.	8 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>	+16°33'	1,156	2,009	8,4
22.12.	8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	+16°05'	1,115	2,032	8,2

## KOMĒTAS C/2021 A1 (Leonard) komēta

Šī komēta 2022. gada 3. janvārī atradīsies perihēlijā. Novembra otrajā pusē un decembra pirmajā pusē tā būs labi novērojama ar binokli vai teleskopu un, iespējams, būs redzama pat ar neapbruņotu aci. Komētas efemerīda ir šāda (0<sup>h</sup> UT):

Datums	$\alpha_{2000}$	$\delta_{2000}$	Attālums no Zemes, au	Attālums no Saules, au	Spožums, zv. l.
17.11.	12 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>	+33°31'	1,024	1,144	9,1
22.11.	12 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>	+32°51'	0,846	1,067	8,4
27.11.	12 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	+31°44'	0,665	0,991	7,6
2.12.	13 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	+29°16'	0,487	0,917	6,6
7.12.	14 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	+22°19'	0,326	0,846	5,3
12.12.	16 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	+1°31'	0,235	0,779	4,3
17.12.	19 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	-22°41'	0,297	0,720	4,4

## APTUMSUMI

### Dalējs Mēness aptumsums

#### 19. novembrī

Šis aptumsums būs redzams Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā, Austrumāzijā, Austrālijā un Klusajā okeānā. Aptumsuma daļējās fāzes lielums sasniegs 0,9742. Latvijas rietumu daļā mazliet redzams aptumsuma sākums. Aptumsuma gaita Latvijā: Pusēnas fāzes sākums – 8:02; Mēness riets Rīgā – 8:09; Saules lēkts Rīgā – 8:13; Daļējās fāzes sākums – 9:19.

### Pilns Saules aptumsums

#### 4. decembrī

Šis aptumsums būs redzams Antarktīdā un Dienvidu okeānā. Daļējā fāze – Antarktīdā, Dienvidu okeānā, Āfrikas pašos dienvidos un mazliet – Austrālijas dienvidos. Latvijā aptumsums nebūs redzams.

## MĒNESS

### Mēness perigejā un apogejā

**Perigejā:** 8. oktobrī 21<sup>h</sup>;

6. novembrī 0<sup>h</sup>;

4. decembrī 12<sup>h</sup>.

**Apogejā:** 26. septembrī 23<sup>h</sup>;

24. oktobrī 18<sup>h</sup>;

21. novembrī 4<sup>h</sup>;

18. decembrī 4<sup>h</sup>.

### Mēness fāzes

● Jaunmēness:

6. oktobrī 14<sup>h</sup>05<sup>m</sup>;

4. novembrī 23<sup>h</sup>14<sup>m</sup>;

4. decembrī 9<sup>h</sup>43<sup>m</sup>.

● Pirmais ceturksnis:

13. oktobrī 6<sup>h</sup>25<sup>m</sup>;

11. novembrī 14<sup>h</sup>45<sup>m</sup>;

11. decembrī 3<sup>h</sup>35<sup>m</sup>.

○ Pilmēness:

20. oktobrī 17<sup>h</sup>56<sup>m</sup>;

19. novembrī 10<sup>h</sup>57<sup>m</sup>;

19. decembrī 6<sup>h</sup>35<sup>m</sup>.

● Pēdējais ceturksnis:

29. septembrī 4<sup>h</sup>57<sup>m</sup>;

28. oktobrī 23<sup>h</sup>05<sup>m</sup>;

27. novembrī 14<sup>h</sup>27<sup>m</sup>.

## METEORI

**1. Drakonīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 6. līdz 10. oktobrim.

Maksimums 2021. gadā gaidāms

8. oktobra vakarā. Plūsma ir mainīga, un tās intensitāti ir grūti prognozēt.

**2. Orionīdas.** Plūsmas aktivitātes periods ir laikā no 2. oktobra līdz 7. novembrim. Maksimums 2021. gadā gaidāms naktī no 21. uz 22. oktobri, kad stundas laikā var būt novērojami apmēram 20 meteori.

**3. Leonīdas.** Šīs plūsmas aktivitātes periods ir no 6. līdz 30. novembrim. 2021. gadā maksimums gaidāms


17. novembrī. Plūsmas aktivitāti ir grūti prognozēt, tomēr ir iespējami brīži ar samērā lielu meteoru intensitāti, apmēram 10–20 meteori stundā.

**4. Geminīdas.** Pieskaitāma pie aktīvākajām un stabilākajām meteoru plūsmām. Tā novērojama laikā no 4. līdz 17. decembrim. Šogad maksimums gaidāms naktī no 13. uz 14. decembri, kad plūsmas intensitāte var sasniegt 120 meteorus stundā.

## Mēness aizklāj spožākās zvaigznes

Datums	Zvaigzne	Spožums	Aizklāšana	Atklāšana	Mēness augstums	Mēness fāze
26.11.	$\eta$ Leo	3 <sup>m</sup> ,5	23 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	5°–11°	56%

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



# 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  
2021. 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 €

9 770135 129006 >