LOODUSEST INSPIREERITUD ROBOTID

STALINISTLIKUD PSEUDOTEADUSED

INIMENE MARSIL – MILLAL?

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

1 / 2017 ■ JAANUAR-VEEBRUAR ■ HIND 4.90 ■ ■ 51. AASTAKÄIK

TALLINNA PÄTTIDE ELU JA SURM

TULEVIKU-MATERJALIDE JÄLIL

VANAD MAALID PEEGELDAVAD ILMA

ISSN 0134-2282
9 770134 228007

TÜLI VALLA NIME ÜMBER

TANEL VEENRE TÕEJÄRGSEST TEADUSEST

TELESKOOP.EE

BRESSER

TAURUS 90/900
NUTITELEFONI ADAPTERIGA
ø90 mm, F=900 mm
Rikkaliku kaasavaraga
läätsteleskoop alustavale
astronoomiahuvilisele
275€

Bresser Messier
NT-130 EXOS-1
ø130 mm, F=1000 mm
Eesti populaarseim
esimene teleskoop
461€

Bresser Messier
AR-90 EXOS-1
ø90 mm, F=900 mm
Hea läätsteleskoop
stabiilsel alusel
373€

Päikeseteleskoop LUNT
ø alates 50 mm
Põnev astronoomia
keset päeva!
alates **1170€**

Bresser Messier
AR-102 EXOS-2 GOTO
ø102 mm, F=1000 mm
Soodne automaatika
899€

Taustafoto: NASA/JPL-Caltech/Univ. of Toledo

LCD puuteekraaniga
mikroskoop 40x-1400x
Pealt- ja altvalgustus, AV-väljund.
Sobilik koolile ja uudishimulikule
249€

Mikroskoop Biolux NV
Suurendus 20x-1280x.
Kohver ja vajalikud tööriistad,
PC okulaar (640x480 px),
pealt- ja altvalgustus,
peennihikuga slaidihoidik
Sobilik lapsele ja koolile!
119€

Stereomikroskoop
Researcher ICD LED
Suurendus 20x-80x
Reguleeritav pealt- ja
altvalgustus
Toimib ka õues (akutoide)
219€

E-pood: **teleskoop.ee**
Helista: **528 9895**
Kirjuta: **taevatoru@teleskoop.ee**
facebook.com/teleskoop.ee

FOTO: TERJE LEPP

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

Uued väljakutsed

51. aastakäigu alguses on hea meel tõdeda, et Horisondi töö paistab silma. Kui 2015. aastal sai ajakiri „rinda" riiklikult tunnustatud teaduse populariseerija aumärgi, siis mullu said samaga hakkama Horisondis ilmunud ajuteaduse tagamaid avava artiklisarja „Mõtlemise masinavärk" autorid. Lugejate seas väga populaarseks osutunud algupäraste lugude sari oli esimene omataoline, mis eesti keeles niivõrd põhjalikult aju olemust ja saladusi tutvustas.

Sel aastal lükkame aga koos Eesti astrofüüsikutega käima uue artiklisarja, mille keskmes on üdini horisondiliku valdkonnana kosmoseuurimine. Keskse teema valikul oli ajendiks asjaolu, et tänavu möödub 60 aastat Maa esimese tehiskaaslase Sputniku üleslennutamisest, mida peetakse kosmoseajastu alguseks. Selles numbris teeb meie kosmosekroonik Jüri Ivask sarjaga otsa lahti, uurides, millal võib inimese jalg Marsile astuda.

Kui 1967. aasta jaanuaris ilmus esimene Horisont, oli inimkond pürgimas Kuule. Praegu käib suurriikide kosmoseagentuuride ja erafirmade vahel võidujooks selle nimel, kes viib esimesena inimese punasele planeedile. Marss on juba aastasadu inimest intrigeerinud ja küsimuste küsimus, kas seal on elu või selle jälgi, on senini vastuseta.

USA riigipea Georg Bush seenior kuulutas juba aastal 1989 välja ambitsioonika plaani rajada Kuule alaline inimasustus ning saata Marsile mehitatud uurimismissioon. Täna, ligi 30 aastat hiljem, oleme sisuliselt samas olukorras – räägime ikkagi suuresti plaanidest, aga samas ka esimestest tehnoloogilistest arendustest, mis peaks mehitatud planeetidevahelised kosmoselennud lõpuks reaalsuseks muutma. Tehnoloogiline hüpe avab uued võimalustehorisondid ning annab inimkonnale hoopis teise mõõtme.

Tõsine väljakutse pikkade kosmosereiside võimalikuks saamise teekonnal on nii kosmoseaparaate kui inimest purev kosmiline kiirgus. Materjaliteadlane Maido Merisalu kirjeldab selles numbris lähemalt, kuidas Tartu ülikooli füüsikud püüavad kosmilise keskkonna hävitava mõju vastu välja töötada uut, erilist kaitsekihti, mis aitaks tehnika eluiga pikendada.

Osteoarheoloog Martin Malve aitab meil aga kaaneloos ajahorisonti tagasi kerida ja Tallinna võllamäelt leitud inimluude põhjal valgust heita nii keskaegsetele karistusviisidele kui ka hukatud kurikaelte elule.

Sel aastal püüame ajakirjas teemade valikut mitmekesistada, pakkudes igas numbris senisest rohkem uudiseid. Väikeseks muudatuseks võib pidada ka meie uut rubriiki, milles tuntud klimatoloog Ain Kallis kirjeldab, kuidas ilm kõikvõimalikke elualasid mõjutab. Esimeses loos on tal luubi all ilma ja kunsti vahelised seosed.

Praegu siin 50. aastakäigule punkti pannes ja uut alustades ei saa kuidagi mööda vaadata sellest, et lõpuks on kõik läbi aja ilmunud Horisondid elektrooniliselt vabalt kättesaadavad. Rahvusraamatukogu digiteerijad on teinud ära suure töö ja viimase poole sajandiga Horisondi kaante vahele talletatud Eesti ja maailma teaduslugu on viimse kui leheküljeni digitaalarhiivi DIGAR üles riputatud.

Uurige digar.ee-st lähemalt! •

horisont
RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015
1 / 2017

SELLES NUMBRIS

12 Andres Järvpõld, Ragnar Saage

Hoogsalt kerkinud muinastalu ja Rõuge raud
Rõuge Ööbikoru veerule, kunagise viikingiaegse asula servale on kerkinud muinastalu rekonstruktsioon. Sel suvel prooviti talus kohalikust maagist rauda sulatada.

16 Martin Malve

Millest kõnelevad Tallinna võllamäe koljud?
Kesk- ja varauusajal olid võllamäed Eesti alal levinud hukkamispaigad, kuid arheoloogiliselt ei ole neid väga põhjalikult uuritud. 1994. aastal Tallinna võllamäelt leitud inimluude uurimise tulemused reedavad mõndagi nii 500 aasta taguste karistusviiside kui ka kurikaelte elu kohta.

26 Intervjuu

Robootik, keda inspireerib loodus
Biorobootika professor Maarja Kruusmaa kehastab Eesti robotiteaduse üht silmapaistvamat edulugu. 2008. aastal tema loodud biorobootika keskusest on lühikese ajaga saanud omas vallas maailmatasemel tegija. Robotelukatest, robootika laiematest arengusuundadest ja inimese suhestumisest robotitega rääkis Kruusmaaga Ulvar Käärt.

32 Ain Kallis

Ilm ja kunst
Looduses tasub vaadata taevas toimuvat kui ilmataadi kunstiteost, näitusel tuleks aga pöörata tähelepanu ka ilmanähtuste kujutamise viisidele.

34 Maido Merisalu

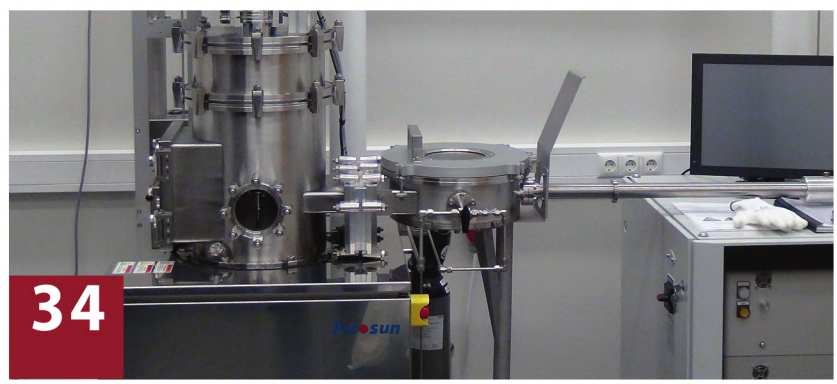
Tulevikumaterjalide jälil
Ettevõtetele on toodete kõrge kvaliteedi tagamine elulise tähtsusega küsimus. Vaja on üha uusi materjale, mis pikendavad seadme eluiga, muudavad elektroonika kiiremaks või parandavad oluliselt mõnda muud toote kriitilist funktsiooni. Kuidas arendatakse uusi materjale?

40 Ken Kalling

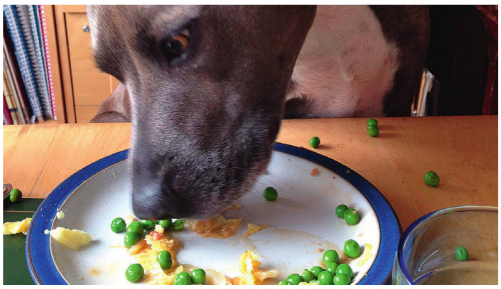
Me ei oota looduselt armuande, vaid võtame need ise
Teaduse ajalooga kursis olijaile tähendab lõssenkism stalinlikus Nõukogude Liidus aset leidnud moonutusi bioloogiateaduses. Tekkinud pseudoteadusi hakati nimetama agrobioloogiaks.

50 Jüri Ivask

Marss – inimkonna järgmine sihtmärk kosmoses
Kosmoseaparaatidega on punast planeeti uuritud juba alates 1960. aastaist. Viimasel ajal räägitakse üha häälekamalt ka inimese Marsile lennutamisest. Kui kaugel on inimkond oma „suurest hüppest“?



RUBRIIGID



ESIKAANEFOTO: MARTIN MALVE

4 **Siit- ja sealtpoolt horisonti**
Kõik Horisondid on nüüd huvilistele elektroonselt kättesaadavad
Horisondi ajuteaduse lugude autorid said teaduse populariseerimise auhinna
Gripp ja keha mälu: lapsepõlves põetud viiruse variant mõjutab nakatumist uute gripiviirustega
Kodustamine pani koera taimset toitu sööma

9 **Sõna lugu**
Udo Uibo. Labane

10 **Üksainus küsimus**
Arno Ruusalepp südame remontimisest

14 **Dokument kõneleb**
Taavi Pae. Meeksi – Mehikoorma – Meeksi

22 **Muuseumipärl**
Janet Laidla. Teleskoop, millega avastati Uraan

24 **Teine maailm**
Liisa Puusepp. Õietolmuterad

46 **Huvitav Venemaa**
Jüri Kotšinev. Romantikust keiser Paul I

47 **Mina ja teadus**
Tanel Veenre. Tõejärgne teadus

48 **Igameheteadus**
Jürgen Jänes. Lappigem laineid!

56 **Jõuproovid olümpiaadil**
Mihkel Kree. Üks hõbe ja kaks pronksi + aukiri
Andres Ainelo. Loodusteaduste olümpiaadi edukas aasta

59 **Raamat**

62 **Enigma**
Kuidas saab arvust 2017 erinevaid arve

63 **Ristsõna**

64 **Mälusäru**
Indrek Salis ja Jevgeni Nurmla. Arva ära!

EESTI TEADUSTE AKADEEMIA

horisont

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

Helen Rohtmets-Aasa, toimetaja
helen@horisont.ee
Toomas Tiivel, toimetaja
toomas@horisont.ee
Geda Paulsen, keeletoimetaja
geda@horisont.ee
Kersti Tormis, kujundaja
kersti@horisont.ee
Helen Lehismets, reklaamijuht
tel 610 4106,
reklaam@loodusajakiri.ee

Triinu Raigna, vastutav väljaandja
triinu@loodusajakiri.ee

Tellimine: 610 4105,
loodusajakiri@loodusajakiri.ee

Ilmub aastast 1967. 6 numbrit aastas.
Toimetus: Endla 3, Tallinn 10122
tel 610 4107 / faks 610 4109
e-post: horisont@horisont.ee

Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri,
Endla 3, Tallinn 10122
e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee

ISSN 2228-3471 (e-luger)

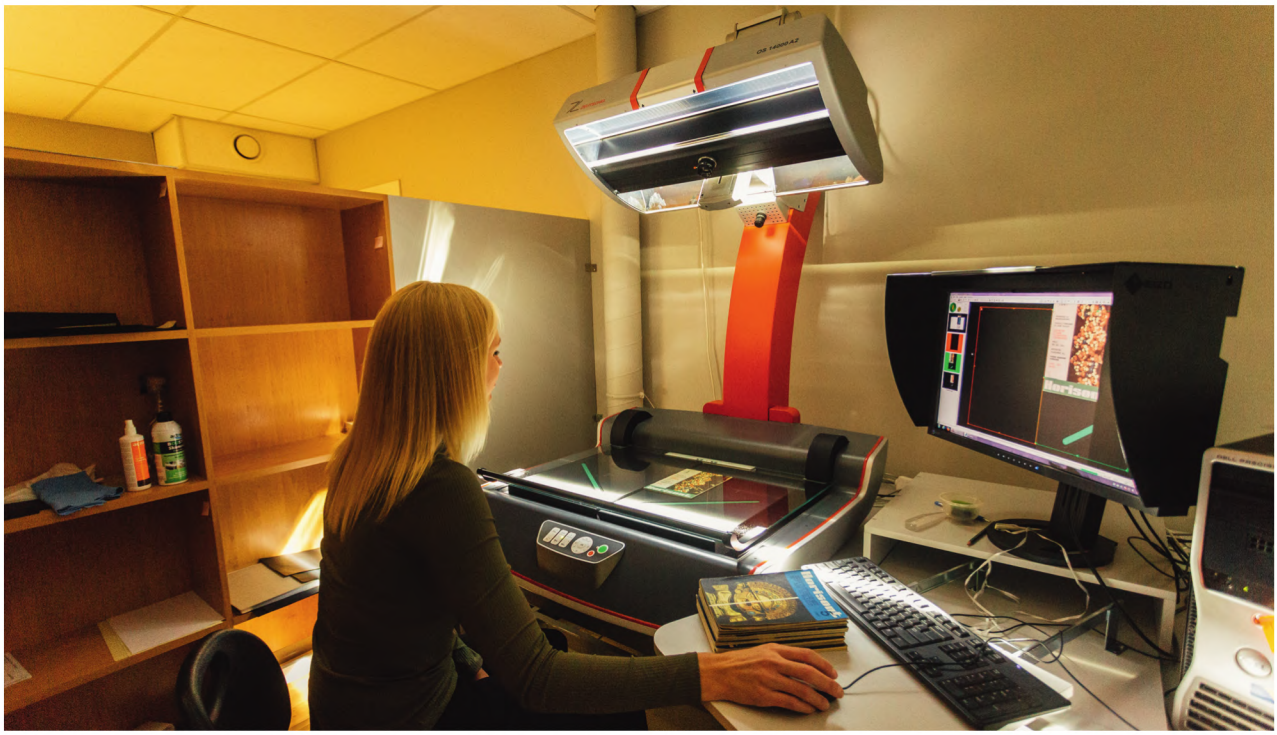
Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, 2016

Trükkinud Printall AS

Kvaliteetajakiri
4041 0820
Trükitoode

HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel



ARNO MIKKOR

Digiteerija Eva Püvi näitab, kuidas kõige esimesest Horisondi numbrist digikoopia tehakse. Ulmelise välimusega Zeutscheli raamatuskanner töötab vaikse sumina saatel

Kõik Horisondid on nüüd huvilistele elektroonselt kättesaadavad

Horisondi mulluse 50. ilmumisaasta üks tähtsündmusi on teoks saanud ning kõik läbi aja ilmunud ajakirjad on digiteeritud ja Eesti rahvusraamatukogu digitaalarhiivis DIGAR kõigile huvilistele vabalt kättesaadavad.

Seni olid rahvusraamatukogu digitaalarhiivis DIGAR (digar.ee) olemas vaid Horisondid alates 2010. aastast. Nüüd lisandusid sinna kõik varasemad ehk aastail 1967–2009 ilmunud numbrid. Rahvusraamatukogu digiteerimiskeskuse juhataja Signe Tõnisson ja digiteerija Eva Püvi tutvustasid Horisondile lähemalt, kuidas pea 25 000 lehekülje jagu trükisõna uue elektroonse elu said.

Iga lehekülg eraldi skaneerida

Kogu protsess hakkas pihta sellega, et ajakirjad tuli välja kärutada rahvusraamatukogu keldrikorrusel asuvast arhiivkogust. Kuna trükiseid hoitakse seal jahedas, tuli lasta ajakirjadel enne digiteerimist nelja tunni jagu n-ö soojeneda, et paber toatemperatuuriga kohaneks. Alles siis sai Horisondid digiteerimiskeskusesse tuua ja neist skanneriga esikaanest tagakaaneni lehekülg lehekülje haaval digitaalkoopia teha. Lehekülgede keeramine käib käsitsi. Tõsi, tänapäeval on juba olemas ka robotskannereid, millel lehekülgi pöörab „vaakumnäpp“, kuid viimaste töö jätab siiski soovida. Inimese näpp on selliseks tööks ikka kõige parem!

Kui palju aega digitaalkoopiate tegemiseks kulub? Tõnisson viitab, et kui vilunud digiteerijatel on töö n-ö käppa saanud, siis maksimaalne skaneerimise kiirus võib ulatuda 500 leheküljeni tunnis. Horisondi viimaste aastate lehekülgede hulka arvestades tähendab see siis keskmiselt seitset numbrit tunnis. Iga digiteeritud numbrist tehtud tagatis- ehk TIF-formaadis failide ja PDF-vormingus vaatefailide maht jääb seejuures pea kahe gigabaidi kanti.

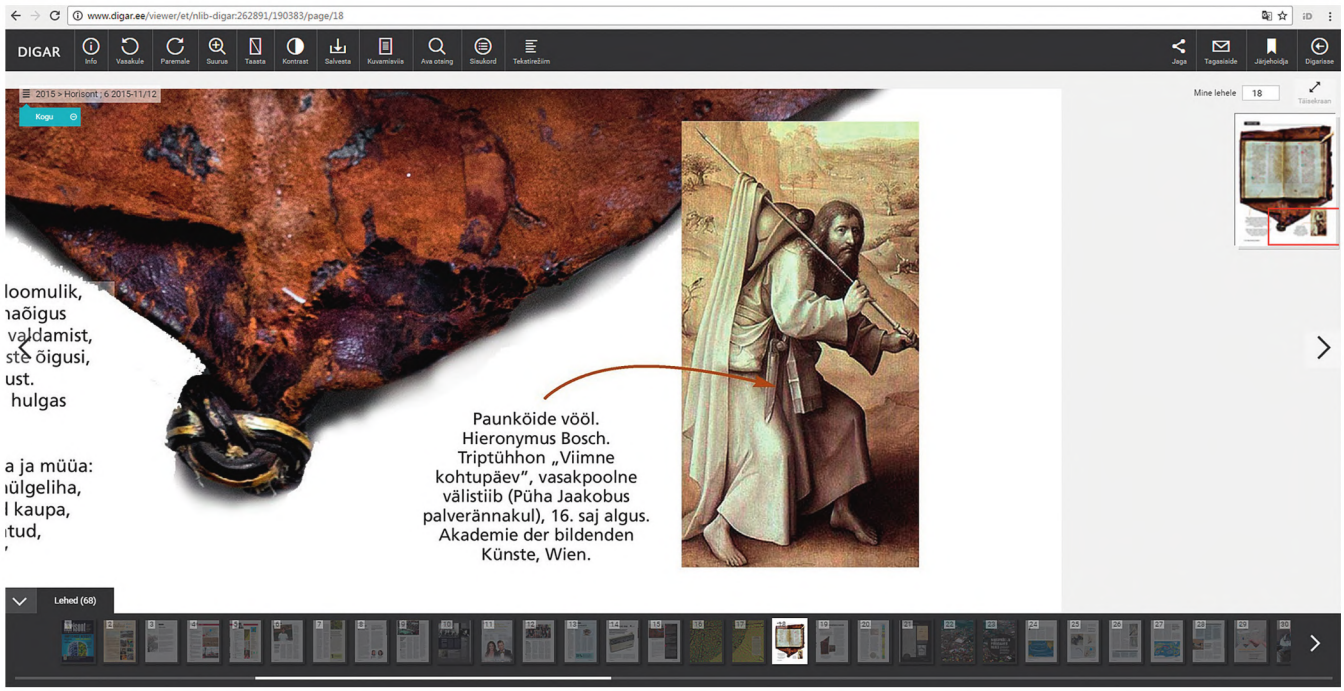
Kui digitaalkoopiad tehtud, oli vaja nende esialgseid faile enne DIGAR-is avaldamist töödelda ja sobivasse mõõtu lõigata. Samas kontrollitakse digiteeritud materjale ka spetsiaalse arvutiprogrammiga. Mõnigi kord tuli välja, et osadest digiteeritud Horisontidest olid üksikud leheküljed puudu – keegi oli huvipakkuva loo kunagi ajakirjast lihtsalt välja rebinud. Sel juhul tuli välja otsida uus Horisont, millest sai ka puuduolevate külgede koopiad teha.

DIGAR-is olevate Horisontide sisu on „nähtav“ ka kõige populaarsemale otsimootorile Google.

Lihtne leida digitaalarhiivist

Ülle Laos rahvusraamatukogu kogude arenduse osakonnast märgib, et Horisontide leidmine digitaalarhiivist on väga lihtne: piisab ainuüksi pealkirja sisestamisest digar.ee lihtotsinguväljale. Ühtlasi on ajakirja võimalik leida DIGAR-i perioodika loodus- ja täppisteaduste rubriigist või perioodika alajaotuse tähestikulisest ülevaatest. Samas viitavad lingid DIGAR-is arhiveeritud Horisontidele ka Eesti rahvusbibliograafia andmebaasis (erb.nlib.ee) ning elektronkataloogis ESTER (ester.ee).

DIGAR-is on võimalik teostada ka täistekstotsingut. Laos osutab, et hetkel on võimalik DIGAR-is sooritada ajakirja Horisont sisuotsingut nii väljaande avatud numbri siseselt kui kasutada detailsemat otsingut rohkemate ajakirjanumbrite sisus. Viimasel juhul tuleb märkida pealkirjalahtrisse „Horisont“, määrata ilmumisaeg, millisest ajavahemikust on soov otsingut teostada, ning tekstiväljale



Ekraanitõmmis DIGAR-i vaaturis avatud 2015. aasta novembri Horisondi küljest, kus tutvustatakse Rootsi kuninga Magnus Erikssoni paunköites linnaõiguse koodeksit. Külg jääb arvutiekraanil suurendamisel ikkagi teravaks

tuleks sisestada otsitav autor, artikli pealkiri või näiteks mõni artiklis esinev fraas.

Laos viitab, et rahvusraamatukogul on välja arendatud juba ka artiklipõhiselt kirjeldatud perioodiliste väljaannete kasutuskeskkond. Sel aastal on kavas sinna keskkonda hakata viima peale ajalehtede ka ajakirju ning teisi perioodilisi väljaandeid. Kui Horisondi lood sinna jõuavad, siis on võimalik otsingut teha ka artiklipõhiste otsitunnuste alusel.

Märkimist väärib, et DIGAR-i vaaturis on võimalik avatud Horisondi lehekülgi kordades suurendada ning vaadelda näiteks piltide või jooniste huvitavaid detaile täpsemalt, kaotamata seejuures pildi teravuses.

DIGAR-is arhiveeritud väljaannete kasutamiseks ei ole huvilisel tingimata vaja digitaalarhiivi sisse logida ega ennast rahvusraamatukogu kasutajaks registreerida. Sel juhul ei ole aga võimalik kasutada digitaalarhiivi isikustatud teenuseid (nt järjehoidjate lisamine, lugemisriiul). „Koostatud lugemisriiulit on võimalik ka teistega jagada – riiuli nägemiseks ning kasutamiseks ei pea viite saajad olema rahvusraamatukogu lugejad. Õppejõud kasutavad seda võimalust tihti oma õpilastele õppematerjalide jagamiseks," selgitab Laos.

Eraldi tuleb esile tõsta asjaolu, et DIGAR-is olevate Horisontide sisu on „nähtav" ka kõige populaarsemale otsimootorile Google.

Väärtuslik abimaterjal õpilastele ja õpetajatele

Horisontide sisu tänapäevasel moel elektroonselt kättesaadavaks muutmine oli hädavajalik, kuna inimeste huvi selle vastu on väga suur. Viimastel aastatel on Horisondi kodulehekülge külastatud pea 60 000 korda. Seejuures on pea kolmveerand külastustest toimunud tuntumate otsingumootorite kaudu, viies huvilised eri teadusvaldkondadega seotud märksõnu kasutades Horisondi tänases elektroonses arhiivis vaid osaliselt eksponeeritud varasemate numbrite lugude juurde. Kõige sagedamini on huvilised Horisondi materjalideni jõudnud Google'i värava kaudu. Päringuid on sellest otsimootorist tehtud üle kogu maailma, valdavalt siiski Eestist.

Horisonti loevad väga erineva tausta, eluala ja vanusega inimesed, ning muuhulgas võidavad kõikide ajakirjade elektroonselt kättesaadavaks muutmisest noored ja õpetajad, kes internetiavarustest õppetööks usaldusväärseid abimaterjale otsivad.

Horiosontide digiteerimist toetasid teaduse populariseerimise projektikonkursi raames haridus- ja teadusministeerium ning Eesti teadusagentuur. •

Ulvar Käärt

ETAG/ SANDER HIIRE

2016. aasta teaduse populariseerimise auhinnasaajate ühispilt

HORISONDI AJUTEADUSE LUGUDE AUTORID SAID TEADUSE POPULARISEERIMISE AUHINNA

2016. aasta Eesti teaduse populariseerimise konkursi auhinnasajust ei jäänud Horisontki puutumata.

Nimelt kategoorias „Teaduse ja tehnoloogia populariseerimine trükisõna abil" pälvisid peapreemia (2200 eurot) ajuteaduse tagamaid avava artikliseeria „Mõlemise masinavärk" autorid Jaan Aru, Andres Laan ja Allan-Hermann Pool.

Seejuures on meil hea meel tõdeda, et 2015. aasta maist kuni eelmise aasta viimase numbrini ilmunud sari sai ka lugejatelt äärmiselt sooja vastuvõtu: lugejad valisid üheksast artiklist koguni kolm lugu numbri lemmikuks.

Novembris eesti rahva muuseumis toimunud teaduskommunikatsiooni konverentsil „Teadus meediastunud maailmas" avalikustatud auhinnasaajatest sai väärikaima ehk Tiiu Silla nimelise elutöö preemia teadusajakirjanik ja teaduskirjanik Tiit Kändler. Horisondi viljakate autorite perregi kuuluv Kändler on silma paistnud pikaajalise süstemaatilise teaduse ja tehnoloogia populariseerimisega.

Samal üritusel kuulutas Eesti teadusajakirjanike selts välja teadusajakirjanduse sõbra auhinna Ökul laureaadi. Järjekordse Ökuli pälvis Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi direktor, Tartu ülikooli eetikakeskuse nõukogu esimees ning endine haridus- ja teadusminister Toivo Maimets. Žürii tõstis esile Maimetsa alatist valmisolekut ajakirjandusele kommentaare anda ja kaastööd teha, samuti oskust teha keerukas rakumaailm populaarteaduslikult selgeks ja arusaadavaks.

Kõigi teiste auhinnatud tublide teaduse populariseerijate kohta leiab infot Eesti teaduse populariseerimise konkursi kodulehelt. Auhinda rahastab haridus- ja teadusministeerium ning seda annavad koostöös välja Eesti teaduste akadeemia ja Eesti teadusagentuur. •

Horisont

NASA

2016 WF9 kunstniku nägemuses

51 miljoni kilomeetri kauguselt Maast möödub 25. veebruaril taevakeha **2016 WF9**. Seda märkas esmakordselt mullu novembri lõpus NASA asteroidide ja komeetide tuvastussüsteem NEOWISE.

NASA ekspertides tekitas 2016 WF9 nõutust, kuna nad ei osanud öelda, kas tegu on komeedi või asteroidiga. Reeglina on asteroidid kivise või metallilise koostisega ja komeedid peaasjalikult jääst. 2016 WF9 on aga tume ja sellelt ei peegeldu valgust, mis võiks viidata, et tegu on komeediga. Samas ei ole sel komeetidele tüüpilist tolmu- ja gaasisaba. Tänu ebaselgusele ei osata ka öelda, kust see taevakeha pärit on. Mingit ohtu 2016 WF9 meile praegu ega tulevikus ei kujuta. forte.delfi.ee

GRIPP JA KEHA MÄLU: lapsepõlves põetud viiruse-variant mõjutab nakatumist uute gripiviirustega

Enamasti kohtub meie organism gripiviirustega juba varases lapsepõlves. Novembris ajakirjas Science ilmunud uurimuses näitasid USA teadlased, et see, milliste viirusetüvedega lapseeas kokku puutume, mõjutab hilisemat nakatumist uute ja haruldaste gripiviiruse variantidega.

SCIENCEPHOTO / VIDA PRESS

Gripiviiruse H3N2 osakesed

Gripiviiruste pärilikkusaineks on RNA. Viiruse osakeses ehk virionis ümbritseb seda membraan, milles paiknevad erinevad viirusomased valgumolekulid ehk pinnaantigeenid. Gripiviiruse genoom koosneb kaheksast komponendist, mis paljunevad eraldi molekulidena. Kui rakus on korraga mitu erinevat tüüpi gripiviirust, võidakse uusi viiruseosakesi hakata kokku panema erinevatest tüvedest pärit komponentidest. Samuti on virionide pinnal asuvad valgud pidevas muutumises.

Miljoneid inimesi hauda ajanud gripiviiruse tüved

Grippi tekitavad viirused kuuluvad sugukonda *Orthomyxoviridae*. Need jagunevad kolme perekonda: A-, B- ja C-gripiviirused. C-gripiviirused on pigem haruldased, B-gripiviirused tekitavad hooajalisi gripipuhanguid. Ainult A-gripiviirused tekitavad suuri gripiepideemiaid ja -pandeemiaid. See perekond jaguneb omakorda erinevateks A-gripiviiruste alatüüpideks. Viroloogid nimetavad neid vastavalt viiruseosakese koostisesse kuuluvate antigeenide tüüpidele. Täpsemalt, viiruseosakeste iseloomustamiseks kasutatakse kaht peamist pinnavalku – hemaglutiniini (H) ja neuraminidaasi (N). Hemaglutiniin aitab viiruseosakesel rakkudele kinnituda ja rakkudesse siseneda, neuraminidaas on aga vajalik selleks, et virionid saaksid pärast paljunemist end peremeesraku küljest lahti haakida. A-gripiviirusel on praeguseks teada 18 erinevat hemaglutiniini ja 11 erinevat neuraminidaasi tüüpi. Vastavalt nendele kombinatsioonidele saabki viirusetüvi oma nime. Näiteks 1968. aastal Hongkongist levima hakanud ja ligemale miljon inimest hauda viinud A-gripiviiruse tüvi on H3N2, 1918. aasta nn Hispaania gripi tüvi, mis sai saatuslikuks kümnetele miljonitele nakatunutele, oli H1N1. Nende kahe viiruse kauged järglased ringlevad inimeste seas ka praegu.

USA Arizona ja Los Angelese California ülikooli teadlased keskendusid kahele A-gripiviiruse tüvele (H5N1 ja H7N9). 1400 peamiselt Aasia päritolu inimese terviseandmete uurimisel selgus, et tüvi H5N1 nakatas peamiselt lapsi ja nooremaid täiskasvanuid, H7N9 aga pigem vanemaid inimesi.

Uurijad kasutasid ajaloolisi epidemioloogiaandmeid ja kerisid kahe gripitüve levikukella tagasi aastani 1918. Andmestiku põhjal selgus, et kui esimese viie eluaasta jooksul puututakse viirusetüvega kokku, siis tekib immuunsus mitte ainult selle tüve, vaid ka temaga sarnasesse hemaglutiniidide gruppi kuuluvat valku kodeerivate viiruste vastu. Seega varajane kokkupuude H1-tüüpi viirustega pakub kaitset ka H5-tüüpi viiruste vastu, samal ajal kui kokkupuude H3-tüüpi viirusega kaitseb ka H7-tüüpi viiruste vastu. Need viirusetüübid, millega immuunsüsteem

1400 peamiselt Aasia päritolu inimese terviseandmete uurimisel selgus, et tüvi H5N1 nakatas peamiselt lapsi ja nooremaid täiskasvanuid, H7N9 aga pigem vanemaid inimesi.

väikelapseeas nii-öelda tuttavaks ei saa, ohustavad meid hilisemas elus palju rohkem.

Eestis kimbutavad ja tapavad tavalised gripiviirused

Uurimust lugenud Tartu ülikooli rakendusviroloogia professor Andres Merits rõhutas, et tuleb arvestada, et selles on juttu mitte kaitsest gripi vastu, vaid uute (ja haruldaste) gripiviiruste põhjustatud üliraske haiguse või surma vastu.

„Huvi H5- ja H7- viiruste vastu on praegusel ajal suurel määral akadeemiline. Mingit tõestust, et need on kunagi inimesel pandeemiaid tekitanud või võiksid seda tulevikus teha, ei ole. Paraku ei saa viimast ka täielikult välistada," ütles Merits. Ta lisas, et vähemalt tema teada pole Eestis keegi nende viirusetüvedega nakatunud ega nende tõttu surnud.

„Meid kimbutavad ja tapavad tavalised hooajalised H1N1- ja H3N2-tüüpi A-gripiviirused. Praeguse seisuga on sel gripihooajal olnud kokku kolm (*artikli trükkimineku ajaks juba neli – toim*) surma. Kevadeks tuleb ilmselt tavapärane paarkümmend kokku."

Meritsa arvates ei pruugi uurimusest saadud teadmine paremate vaktsiinide tegemisele palju kasu anda. „Vahest niipalju, et vaktsiin peaks eelistatult olema elusvaktsiin ehk looduslikule viirusele sarnasem ning koosnema mõlema H-valgu tüübiga viirusest, mida kõik gripiviiruse vaktsiinid praegu niikuinii ongi. Elusvaktsiiniga lubatakse vaktsineerida alates kolmandast eluaastast, mis mahub viie esimese eluaasta perioodi ilusti ära. Ainult et olemasolev vaktsiin on kavandatud ikkagi kaitsma laialt levivate H1N1- ja H3N2-viiruste vastu. Kas vaktsineerimine sellise vaktsiiniga annab kaitset ka H7- ja H5- ning muude haruldaste gripiviiruste tüvede tekitatud surmava haiguse vastu, pole muidugi veel tõestatud," arvas viroloog. •

Piret Pappel

KODUSTAMINE PANI KOERA TAIMSET TOITU SÖÖMA

ALAMY / VIDA PRESS

Geneetikud on kindlad, et koer on kodustatud hunt. Küll ei olda päris ühel meelel, kas koerast sai koduloom Euroopas, Lähis-Idas või Aasias, ning võimalik on ka, et hunti kodustati suisa mitu korda. Inimese kõrval elatud aastatuhanded on looma muutnud. Koera kolju ja hambad on hundi omast pisut erinevad. Koerad oskavad inimese kehakeelt lugeda ja mõistavad meie emotsioone. Samuti on muutunud loomade söömiskombed. Kui muistsete küttide ja korilaste asulate ümber luusinud hunt noolis jahiloomade jäänuseid, siis tänapäevase koera keha seedib edukalt ka süsivesikurikast toitu.

Rootsi Uppsala ülikooli teadlane Erik Axelsson on koos oma kaastöölistega mitu aastat uurinud koerte tärklise ainevahetust mõjutavaid geene. Suvel avaldas Axelsson ajakirjas Heredity põhjaliku ülevaate erinevate koerlaste geneetikast.

Tänastel koeratõugudel kuni 30 amülaasigeeni

Täpsemalt uuris Axelsson geeni Amy2B2. Selle geeni põhjal toodetakse ensüümi alfa-amülaas 2B, mis katalüüsib toidus leiduvate polüsahhariidide – eelkõige tärklise – lõhustamist.

Huntidel ja koiottidel, šaakalitel ja dingodel on geenist kaks koopiat. Sama palju on neid ka Siberi haskidel ja eskimokoertel, kes veel hiljuti elasid koos küttidega ja sõid peamiselt lihakraami. Muudel tänapäevastel koeratõugudel on amülaasigeeni koopiaid 4–30. Uurijate arvestuste järgi on tüüpilise koera amülaasigeenide hulk võrreldes tema iidse eellasega keskmiselt viiekordistunud.

Samuti on koertel näha muutusi ka teistes tärklise lagunemist ja glükoosi transporti kontrollivates geenides. Näiteks toodab koera keha hundiga võrreldes pikemat versiooni maltaasist – oligosahhariide glükoosiks lõhustavast ensüümist, mis asub tööle amülaasi järel. Selline ensüümivariant on iseloomulik taimset toitu söövatele loomadele ja aitab neil edukalt tärklist lõhustada.

Kui koerad umbes 15 000 aastat tagasi inimese juures elama hakkasid, sõid nad liha. Koerad liikusid koos inimesega ja kui meie toidulaud muutus, pidid ka koerad sellega kohanema.

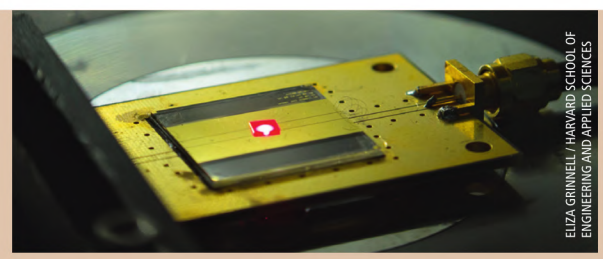
Muutused tärklise ainevahetuses algasid juba kiviajal

Värskelt ajakirjas Royal Society Open Science ilmunud artikli tarbeks uurisid teadlased Euraasia eri osadest pärinevaid iidseid koeraluid. Selgus, et juba 7000 aasta vanusest Rumeenia asulakohast leitud koertel oli amülaasigeene rohkem kui kaheksa koopiat. Sama palju oli neid ka 5000 aasta tagasi Türkmenistanis ja Prantsusmaal elanud koertel. Seega algasid koerte tärkliseainevahetuse muutused juba kiviajal. Põllupidamine ei muutnud mitte ainult inimühiskonda – sama olulised muutused toimusid ka meie kodustatud koeraga.

Kui koerad umbes 15 000 aastat tagasi inimese juures elama hakkasid, sõid nad liha. Koerad liikusid koos inimesega ja kui meie toidulaud muutus, pidid ka koerad sellega kohanema.

Ilmselt hakkasid põllupidajate kodustatud koerad sööma rohkem teravilja, kuna see oli toit, mida oli piisavalt. Süsivesikurikka söögi tarvitamiseks oli vaja tõhusamat tärkliseainevahetust ja loodus-lik valik soosis neid koeri, kel oli rohkem amülaasigeeni koopiaid. •

Piret Pappel



ELIZA GRINNELL / HARVARD SCHOOL OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

2 aatomi suurused on maailma väikseima raadiovastuvõtja koostisosad. Harvardi ülikooli teadlaste väljatöötatud roosast teemandist raadio väärtuseks peetakse selle erakordset töökindlust ka kõige ekstreemsemates keskkondades – mängib see nii kosmoses, 350-kraadises kuumuses kui näiteks inimese organismis. tehnika.postimees.ee

1 sekundi võrra tavapärasest kauem kestab tänavune aasta Eestis ja suuremal osal idapoolkerast. Astronoomilise ja aatomkellade aja vastavusse viimiseks näitas 1. jaanuaril kell 1.59.59 järel 2.00.00 asemel ametlikult aega 1.59.60. Vajadus lisasekundi lisamiseks tulenes Maa ebaühtlasest pöörlemiskiirusest. Sajandi lõikes on astronoomiline ööpäev aatomkellade järgi arvatavast ajast iga päev keskmiselt 1,5–2 millisekundi võrra pikem. Iga 500–750 päeva tagant erineb kahe ajasüsteemi näit seega ligikaudu ühe sekundi võrra. Nii lisatakse rahvusvaheliste kokkulepete alusel ajasüsteemide vastavusse viimiseks ametlikule ajale ikka ja jälle lisasekund. Viimati juhtus see 30. juunil 2015. Alates 1972. aastast on seda tehtud kokku 26 korral. novaator.err.ee

Labane

Eesti keele seletav sõnaraamat annab sõna *labane* esimeseks tähenduseks 'üliharilik, kulunud, äraleierdatud, maotu, lame, vaimukuseta' ja toob selle kohta rohkesti näiteid.

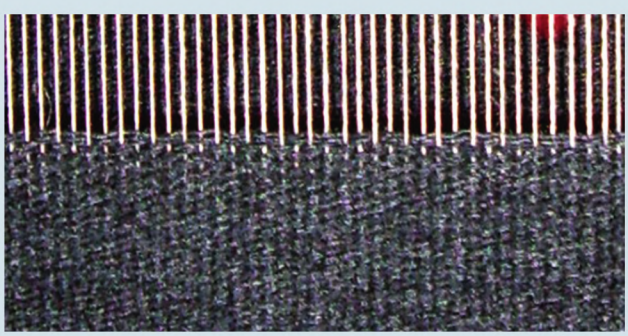
Labased sõnad, väljendid, fraasid, komplimendid. Labane maitse, uudishimu. Heidab labast nalja. Vulgaarsuseni labased anekdoodid. Šlaagrid on nii tüütavalt labased. Tõelise teatri asemel labane jant ning tingel-tangel. Joobnuna muutub ta labaseks. Labane töö, sellega tuleb igaüks toime. Ega autojuhtimine nii labane asi olegi. Oli kõige labasemal kombel petta saanud. Jne.

Omadussõna *labane* peaks vormi järgi otsustades justkui olema nimisõna *laba* tuletis. Sõna *laba* aga on – ikka sellesama seletava sõnaraamatu järgi – esiteks, 'tööriista, eseme vm lai ja lame osa', ja teiseks, 'jala- või käelaba; neid kattev suka, jalatsi või kinda osa', mõni spetsiifilisem tähendus veel lisaks. Vägisi tekib küsimus, mis on sõnal *labane* kõigi nende labadega pistmist. Kuidas saab tema tähendus tuleneda sõna *laba* tähendusest?

Vastuse annab osalt meie oma keel, osalt sugulaskeeled. Seletav sõnaraamat pakub sõnale *labane* ka teise, spetsiifilisema tähenduse tekstiili alalt – 'selline sidus, kus iga koelõng katab iga teist lõimelõnga ja vastupidi' – ja toob näiteid: *Labane sidus on vanim ja lihtsaim põhisidus. Labane kangas, riie.* Kangaste ja kudumite juurde juhatavad ka sugulaskeeled. Soome murretes võivad sõnad *lapa, lapanen, lavasin* tähendada kudumisviga, tavaliselt kaht kõrvutist lõimelõnga. Ka karjala *lapa* tähendab kangaviga, kaht lõimelõnga või kudet koos. Vepsa *laba, labai'ne* tähenduseks on antud 'katkine lõng kangas' ja liivi *la'bbi* on 'kahe niiega kangas'.

Võib järeldada, et sõna *laba* on olnud ka kudumistermin, mis arvatavasti tähendas kangast laiemate triipudena („labadena") läbivaid kudumisvigu. Siit tuleb väljend *labane kangas* 'halvasti kootud kangas; lihtsa koega hõre kangas'. Kangalt kandus omadussõna kasutamine üle inimesele (Wiedemanni sõnaraamatus esineb juba väljend *lihtlabane inimene* 'lihtne inimene') ning seejärel üldistus mujale. Sõna praegune põhitähendus 'maitsetu, lihtrahvalik' on ülekandeline, piltlik, keelendi vanem tähendus kuulub tekstiilivaldkonda. Samamoodi on piltlik tähendus esiplaanile nihkunud mõnel teiselgi kanga kohta tarvitatud sõnal, nagu *maavillane* (nt *provintslik ja maavillane seltskond*) ja *lihtsakoeline* (nt *lihtsakoeline mõttekäik*). Algselt seisab nende kõigi taga linnavurle üleolek tagasihoidlikult riietatud maamatsi suhtes. •

Udo Uibo
keelemees



WIKIPEDIA

Labane kude

HORISONT KIRJUTAS

50 aastat tagasi

HORISONT 1/1967, LK 1–2

Horisondi toimetus tervitab esimeses numbris lugejat, märkides muuhulgas:

„Horisondi nägu ja iseloom on üsnagi täpselt määratletud juba esimesel leheküljel – „populaarteaduslik ajakiri". Niisiis, ta peab lugejatega vestlema arusaadavalt, kaasakiskuvalt. Kuid see ei anna õigust lihtsustada asju, olukordi, sündmusi. Lihtsustamine on kas suuremal või vähemal määral ikkagi kõverpeegel."

Julgeme kinnitada, et see põhimõte on meie toimetuses tänaseni au sees.

40 aastat tagasi

HORISONT 1/1977, LK 13–14

Insener Teofilius Tõnnisson arutleb oma artiklis „Tähelennud, kosmosekontaktid ja tegelikkus" tähtedevaheliste kosmoselendude võimalikkuse üle:

„Kokkuvõtteks saab öelda vaid üht: ehkki lennud väljaspoole Päikesesüsteemi pole võimatud, on nad tänapäeva tehnika seisukohalt siiski ebareaalsed. Eriti puudutab see mehitatud lende. Just seepärast on juba täna palju teisigi hüpoteese tähtedevahelise ruumi ületamiseks. [---] Ei ole võimatu seegi, et enne kui oleme teaduslik-tehniliselt suutelised ülipikkadeks kosmoselendudeks, külastavad kauged kosmosenaabrid meid endid."

Nagu meie kosmosekroonik Jüri Ivask selles numbris kirjutab, pole me selles vallas ka täna kuigi palju kaugemale jõudnud. Isegi Päikesesüsteemi-sisesed mehitatud lennud on veel väljakutseks.

30 aastat tagasi

HORISONT 1/1987, LK 1–5

Tollase Fr. R. Kreutzwaldi nimelise Eesti NSV riikliku raamatukogu (tänase rahvusraamatukogu) direktor Ivi Eenmaa kirjeldab usutluses Mart Roognaga 1986. aastal nurgakivi saanud uue hoone võimalusi:

„Projektis seisab kirjas enam-vähem kõik, mida uues hoones näha tahaksime. Sinna võiksid tulla uued hoidlad kergete metallriiulitega, mida on hõlbus teisaldada, kliimaseadmed, tolmuärastajad, automaatsed tulekustutid, liftid ja tõstukid [---], arvuti- ja operatiivsidesüsteem, paljundusseadmed ning videomagnetofonid."

Täna on 1993. aastal pidulikult avatud rahvusraamatukogu hoone ka Horisondi toimetuse kodu.

20 aastat tagasi

HORISONT 1/1997, LK 2

Horisondi toonane peatoimetaja Indrek Rohtmets mõtestab ajakirja juubelijärgses juhtkirjas Horisondi olemust:

„Oma 31. aastakäiku alustav Horisont on niisiis „uue põlve Horisont". Loodame teile, head lugejad, pakkuda tasakaalustatud ajakirja, mis detailidesse laskumata räägib olulistest teadusmaailma uudistest nii humanitaaria kui reaalia vallas ning on omalaadseks aknaks maailma. Infokiirteede ajastul ei valitse küll informatsiooni kui säärase puudus, kindlasti jääb vajaka aga üldistavast ja korrastatud teabest. Just niisugust infot aga Horisont sisaldabki."

Kirjutaksime sellele tänagi suisa kahe käega alla!

Südame remontimisest

Inimese süda on elund, mida tänapäeva meditsiin suudab järjest oskuslikumalt remontida. Kas võib öelda, et me tunneme seda elutähtsat pumpa paremini kui teisi elulisi organeid?

Ühest küljest on vastus lihtne – jah, tunneme küll. Süda on elund, mille töö parandamine või mille asendamine on ilmselt üks lihtsamini teostatavaid protseduure, seda kohe neerude järel. Kui aga süvitsi minna, siis leiame kohe mitmeid nüansse ja lahendamata probleeme, millest üks on näiteks see, et kaasaegne meditsiin ei oska kõige tavalisemat südame- ja veresoonkonnahaigust – ateroskleroosi ehk maakeeli arterite lupjumise haigust – välja ravida. Oskame seda vaid kindlaks teha ja leevendada, taastades ateroskleroosi põhjustatud südame kehva verevarustust ja parandades seeläbi südame pumbafunktsiooni. Seda saab edukalt teha kirurgiliselt, uusi veresooni ehk šunte lisades, või siis veresoone kaudu stente ehk tehistorukesi paigaldades.

Teise suurde südamehaiguste gruppi, mida me täna edukalt parandada saame, kuuluvad südameklappide haigused. Südameklappe saab nii remontida kui ka klapiproteesidega asendada. Eelistatud meetod on remontimine, sest oma klapp jääb sel juhul alles. Samas peavad ka kaasaegsed klapiproteesid hästi vastu, nii et klapihaiguseid on võimalik küllaltki hästi korrigeerida.

Kui aga südamelihas ise on ühel või teisel põhjusel „läbi“, kas siis näiteks infarkti, pikaajaliste klapihaiguste või südamelihase enda haiguse, kardiomüopaatia tagajärjel, saab südame tööd ja vereringet toetada mehaaniliste aparaatidega. Võimalik on kasutada nii lühiajalist (paar nädalat) kui ka pikaajalist toetust pakkuvaid pumpasid, mis töötavad aastaid. Nende aparaatide populaarsus maailmas kasvab; Eestis on neid seni kasutatud kaheksa korda.

Kaugele arenenud ehk lõppstaadiumis südamepuudulikkusega patsientide ravis on parim võimalus südame siirdamine, kus uus süda saadakse ajusurmas inimeselt. Viimasel ajal püütakse uut südant sobitada ka immunoloogiliste näitajate – HLA-geenide – järgi, aga südame puhul ei mängi need siiski nii suurt rolli kui näiteks neerude või maksa siirdamisel.

Uue südame väljasõelumisel on peamisteks kriteeriumiteks veregrupi ja anatoomilise suuruse sobivus, sest näiteks väikese naisterahva süda suurele mehele ei sobi. Ravi ajastamisel tuleb arvestada arvukate detailide ja karmide valikukriteeriumitega, mis muudab ravi sedavõrd keeruliseks ja kalliks, et seda saab pakkuda vaid piiratud hulgale patsientidest – ehkki südamepuudulikkusega haigeid on maailmas miljoneid, saab uue südame igal aastal umbkaudu 6000–6500 inimest. Eestis ei ole südamesiirdamisi seni tehtud, kuid programmi ettevalmistus käib ja kogemust kasvatatakse teistelt keskustelt õppides. Hetkel elab Eestis neli siirdatud südamega inimest ja teada on, et selle protseduuri on läbinud veel vähemalt kaks eestlast.

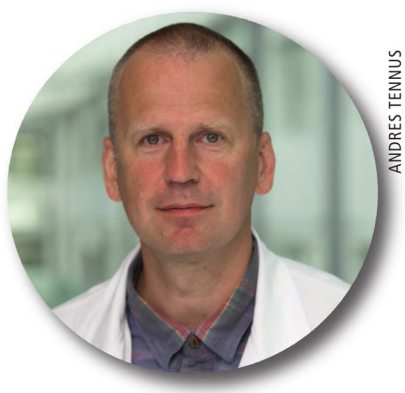
Doonorsüdame elukestus sõltub otseselt sellest, kuidas organism uue südame vastu võtab. Esineb nii varajasi kui ka hiliseid äratõukereaktsioone, mis on tingitud organismi loomulikust kaitsereaktsioonist võõra koe vastu, millest keha tahab lahti saada. Äratõukereaktsioone püütakse südame biopsiatega diagnoosida ja ennetada. Organismi kaitsereaktsiooni pidurdamiseks saavad siirdatud südamega patsiendid eluaegset immuunsupressiooni ravi. Keskmine elumus siirdatud südamega on üle kümne aasta ning kui jätta kõrvale patsiendid, kelle organism uue südame juba varajases staadiumis (esimese aasta jooksul) ära tõukab, üle 13 aasta.

Kui patsient vajab kiiret ravi, aga doonorsüdant ei leidu, saab kasutada ka nn tehissüdameid. Olgugi et ajaloo jooksul on välja töötatud mitmeid erinevaid tehissüdameid, on neist laiemasse kliinilisse kasutusse jõudnud hetkel vaid üks (teine on kliiniliste katsetuste staadiumis) ja sedagi on lubatud kasutada vaid doonorsüdame ootamise perioodil, mitte iseseisva lõpliku ravina. Küll on teada patsient, kes elab sellise südamega juba üheksa aastat. Tegemist on seadmega, mis teeb suhteliselt kõva häält ja muudab oluliselt inimese elukvaliteeti. Aga päästab elusid!

Paralleelselt on tehtud katseid siirdada inimestele loomade südameid, aga tehnoloogiate kalliduse ja tulemuste lühiajalisuse tõttu ei ole need täna veel kliinilisse praktikasse jõudmiseks valmis.

Omaette osa südamehaiguste ravist on seotud südame rütmihäiretega, mida saab tänapäeval korrigeerida tablettidele lisaks väheinvasiivsete meetoditega, nagu näiteks abalatsioon ehk südamelihase kõrvetamine, et valed signaalid mõjule ei pääseks. Samuti paigaldatakse vajadusel tehisrütmureid neile, kelle süda ise rütmi ei genereeri. Sisemisi defibrillaatoreid ehk elustamisaparaate paigaldatakse neile, kellel on suur risk eluohtliku südame rütmihäire tekkeks. Aparaadid tunnevad eluohtliku rütmihäire ära ja taastavad rütmi elektrišokiga.

Kokkuvõtteks võib öelda, et lihtsamate ja sagedasemate südamehaiguste nagu ateroskleroosist põhjustatud südame isheemiatõve ja klapihaiguste ravi on tänapäeval hästi kättesaadav ja selle tulemused on head. Võimalik on ravida ka rasket, lõppstaadiumis südamepuudulikkust, kuid selle kirurgilist ravi saab pakkuda vaid suhteliselt väikesele osale patsientidest. •



ANDRES TENNUS

ARNO RUUSALEPP
TARTU ÜLIKOOLI KLIINIKUMI SÜDAMEKLIINIKU KARDIOKIRURGIA OSAKONNA JUHATAJA

Microlife rütmihäirekindlad vererõhuaparaadid

on saadaval apteekides!

Uued Microlife vererõhuaparaadid on usaldusväärsed meditsiiniseadmed, mille abil mõõdetakse vererõhku. Aparaati on lihtne kasutada, see on täpne ning sobib väga hästi kodustes tingimustes õlavarrelt vererõhu mõõtmiseks. Aparaat on välja töötatud koostöös arstidega ning selle täpsus on kliiniliste uuringutega tunnistatud väga heaks.*

* Nendes seadmetes kasutatakse sama mõõtmistehnoloogiat, mis Briti Hüpertensiooni Seltsi (British Hypertension Society, BHS) protokolli järgselt testitud ja auhinnatud «BP 3BTO-A» mudelis.

Microlife vererõhuaparaatidel on kasutusel **PAD tehnoloogia**, mis aitab tuvastada südame rütmihäireid. Arütmia sümbol ilmub näidikule mõõtmise järgselt, kui mõõtmise ajal on sedastatud südame rütmihäire. Kui sümbol ilmub sageli (nt mitu korda nädalas vererõhu igapäevasel mõõtmisel), soovitame patsiendil pöörduda arsti poole. Aparaat ei asenda südameuuringuid, kuid aitab varases staadiumis südame rütmihäireid avastada.

Kasutusel nii BP A2 Basic, BP A3 L Comfort kui ka BP A6 PC mudelites.

MAM tehnoloogia võimaldab ühe nupuvajutusega mõõta vererõhku kolm korda järjest. Peale kolme järjestikust mõõtmist ilmub ekraanile automaatse analüüsi tulemusena vererõhunäit. Kuna vererõhk on pidevas muutumises, saadakse nii usaldusväärsemad tulemused kui ühekordsel mõõtmisel. See on kasutusel nii BP A3 L Comfort kui BP A6 PC mudelis.

IMT uudne tehnoloogia, mille korral mõõdateakse vererõhku õhu sissepumpamise ajal mansetti - kiire ja mugav mõõtmine. See on kasutusel ainult BP A3L Comfort mudelis.

Microlife **AFIB tehnoloogia** on maailma juhtiv digitaalne vererõhu mõõtmise tehnoloogia, mis võimaldab varakult kindlaks teha kodade virvendusarütmiat (atrial fibrillation, e. AFIB) ja kõrgvererõhutõbe, mis on kaks peamist insuldi või südamehaiguse riskitegurit. Äärmiselt oluline on tuvastada kodade virvendusarütmiat ja kõrgenenud vererõhku juba nende tekke varases staadiumis, isegi ajal, mil te ei taju mingeid sümptomeid. Õige ravi võib vähendada võimalust haigestuda insulti. Seetõttu külastage oma raviarsti, kui Teie vererõhuaparaat näitab vererõhu mõõtmise ajal AFIB teadet. Microlife AFIB algoritmi on uuritud mitme prominentse kliinilise uuringu käigus ja nendest on selgunud, et see seade tuvastab patsientidel kodade virvendusarütmia 97-100% tõenäosusega.[1,2] Kasutusel vaid BP A6 PC mudelis.

[1] Stergiou GS, Karpettas N, Protogerou A, Nasothimiou EG, & Kyriakidis M. Diagnostic accuracy of a home blood pressure monitor to detect atrial fibrillation. J Hum Hyperten 2009; 1-5.

[2] Wiesel J, Fitzig L, Herschman Y, & Messineo FC Detection of Atrial Fibrillation Using a Modified Microlife Blood Pressure Monitor. Am J Hypertens 2009; 848-852

Maaletooja:

allium

BP A3 L Comfort

pad mam imt

BP A2 Basic

BP A6 PC

pad

pad mam Afib

INSULDI ennetus

CE0044 5-aastane garantii SWISS DESIGN

HOOGSALT KERKINUD MUINASTALU JA RÕUGE RAUD

Viimase kuue aasta suvekuudel on Rõuge Ööbikoru veerul, linnamäe vahetus naabruses käinud vilgas ehitustegevus. 2010. aasta suvel alustati seal Viire Kobrusepa eestvedamisel Eestis ainulaadset eksperimentaalarheoloogilist projekti, mille käigus kerkis kunagise viikingiaegse asula servale savipõrandaga rõhtpalkhoone täismõõdus rekonstruktsioon. Muinasmaja rekonstrueerimisel toetuti olemasolevale arheoloogilisele ja etnograafilisele materjalile ning kasutati võimalikult autentseid töövahendeid ja -võtteid.

VIIRE KOBRUSEPP

Rõuge muinastalu 2016. aasta augustis. Vasakult: elamu, suveköök, ait, sepikoda ja rauasulatusahi

Viire Kobrusepp kaitses muinaselamu taastamise ja elamiskõlblikkuse katsetamise põhjal magistritöö ning hoonet ennast kasutas 2012. aasta pakaselisel talvenädalal viis arheoloogiatudengit. Projekt jätkus veelgi suurejoonelisemalt, eesmärgiga ehitada välja terviklik muinastalu. Tasapisi kerkisid mitme suve jooksul elamu kõrvale rauaaegse talu tüüpilised abihooned: kuuselattidest suvekoda ja rõhtpalkidest ait. 2014. aasta suvel oli alustatud ka sepikoja ehitusega, üles oli laotud palkidest seinakarp. 2016. aasta juulinädalate põhiülesanne oli valmis saada sepikoja katuse tugikonstruktsioonid ja kattematerjal. Töökad kätepaarid puhastasid metsast väljaveetud kuuskede juurepusad, raiuti valmis hoone otsaviilud, paigaldati pärlinid, sarikad ja roovistik. Kui katuse kandekonstruktsioon maas valmis oli saanud, see nummerdati ja paigaldati samas järjekorras oma õigele kohale, juba valminud palkseintele.

Sepikoda hakkasid katma rohumaast väljalõigatud kahekordsed mättaruudud, vahelduseks elamu kisklaudadest ja aida pillirookubudest katusele. Nende alla paigaldati hüdroisolatsiooniks mitmes kihis kasetohupaanid. Turritavad juurekontsud, mis otsa- ja räästaviilusid toetama jäid, andsid hoonele just sellise müstilise ja maagilise ilme, mis ühel õigel viikingiaegsel sepikojal olema peabk. Ääsitagune sein sai tulekindluse mõttes endale kaitseks savikorra. Viimasel päeval valmisid ääs ja ka esimene sepis. Mätaskatuse ja hea õhutusega sepikojas on töötamiseks mõnusad tingimused ning see ootab tulevasi sepistöökatsetusi.

Rauasulatuseksperimendid

Sepikoja kõrvale ehitatud koonusekujulises saviahjus on toimunud juba kolm rauasulatuseksperimenti, mille eesmärk on olnud õppida rauasulatuse põhitõdesid ning katsetada kohaliku maagi sobivust raua tootmiseks. Linnamäe ja Liinjärve vahelisel nõlval on kümneid väiksemaid ja suuremaid allikaid, mille vesi voolab oja kaudu Liinjärve. Allikate äärtesse ja allavoolu, takistuste taha, koguneb paks püdel pruunikas ollus. Geoloogia keeles kannab meie soo- ja järvemaak limoniidi nime ja esineb kristalse välisvormita, peamiselt amorfse massina. Lasime seda püdelat ollust Tartu ülikooli geoloogiaosakonnas määrata ja selgus, et rauasisalduse poolest (Fe_2O_3 kuni 38%) võiks allikasete sobida raua tootmiseks.

2015. aasta juulis ehitasime kirjanduses esinevatele andmetele tuginedes väljalaskeava ja kahe õhutusavaga suure savist ahju. Esimene katse rauda sulatada sama aasta augustis ebaõnnestus täielikult. Olemasolev lõõts oli ahju jaoks liiga väike ja me ei saavutanud vajalikku sulamistemperatuuri. Sama aasta sügise teise katsesse kaasasime Rõuge sepa Peeter Reemanni, kes tõi kohale ligi kahe meetri pikkuse lõõtsa. Nüüd oli temperatuuri küll piisavalt, aga ligi neljatunnise katsetamise käigus me räbu voolama siiski ei saanud ja saaduseks oli ahjutäis suure rauasisaldusega šlakki. Kolmas katse, mille tegime 2016. aasta juulis, oli järjekordne ebaõnnestumine. Sattusime suurest saavutatud temperatuurist ja vulkaanina vuhisevast ahjust nii suurde vaimustusse, et põletasime ära kogu ahju pandud materjali: 30 kg maaki ja teist samapalju sütt. Töö tulemusena kogusime ahjust umbes 4 kg nõrgalt magnetiseeruvat šlakki.

Viimaseks õlekõrreks jäi meile Salme viikingituru sepa õpituba koos Viljandi kultuuriakadeemia seppadega. 17.–18. augustil sulatasime rauda Götz Breitenbücheri ja Črtomir „Harald" Lorenčiče juhendamisel nii Sloveenia järvepõhjast kui ka Rõuge rauaallikatest pärinevast maagist. Hakatuseks pistis Götz lusikatäie Rõuge maaki põske – see oli n-ö keemiline analüüs edaspidiseks käitlemiseks. Meistritel polnud ühtki tänapäevast mõõteriista, kõike tehti kogemuste ja sisetunde põhjal.

Eduka rauasulatuse retsept

Juba algusest peale oli selge, et olime oma eelnevate eksperimentide käigus absoluutselt kõik valesti teinud: valed olid nii ahju mõõdud kui selle kuju ning ka kogu täitmise ja sulatamise protsess polnud õnnestumisele määratud. Kirjanduse andmete järgi valminud Rõuge ahi oli mahult liiga suur, seinad olid üleskütmiseks liiga paksud, ahju põhjas puudus kausjas süvend sulamaterjali kogumiseks ning lõõtsa maht ei olnud ahju omaga kooskõlas. Suureks probleemiks oli Rõuge ahju puhul pisikese piiluaugu puudumine. Salme ahju uksel oli see olemas ja kogu sulatuse aja oligi see kohaks, mille kaudu protsessi jälgiti. Liiga

RAGNAR SAAGE

Ahjust võetud töötlemata käsnraud ja kangiks sepistatud Rõuge raud

kõrge temperatuuri (mida eristati leegi värvuse järgi) ja liiga intensiivse lõõtsamise ajal oli sealt näha rauapõlemise sädemeid; täpselt sai teada, kas šlakk juba sulab või mitte ning millal seda välja lasta. Mõne maagi puhul peab lisama räbustit ehk ainet, mille abil saab šlaki voolama. Nii juhtus ka Rõuge materjali puhul. Kuna see erinevalt Sloveenia maagist vedelaks ei läinudki, siis lahendasid meistrid probleemi nii, et lisasid protsessi keskel paar teelusikatäit booraksit (muinasajal asendas seda tavaline valge liiv) ning šlakk hakkas voolama loetud minutitega. Ligi seitse tundi pärast protsessi algust võtsime šlakirohke kamaka välja ja järgmisel päeval, 19. augustil tagus Peeter Reemann Rõuge allikamaagist pärinevast käsnjast toorikust valmis väikse rauakangi.

Eksperimendi tulemuste põhjal ei saa järeldada, et rauasulatusprotsess minevikus just täpselt sellisel kujul toimus, kuid meie kasutatud viis on üks võimalus, kuidas rauda võidi toota. On võimalik, et alates rooma rauaajast oli inimasustus Rõuge linnamäe asulakohta koondunud just nimelt nendesamade rauaallikate tõttu ja I aastatuhande keskpaiku rajatud linnuse üks eesmärke võiski olla kontroll rikkaliku rauatoorme üle.

Lugu on avaldatud Tutuluse 2016. aasta numbris.

Andres Järvpõld, Tartu ülikooli magistrant
Ragnar Saage, Tartu ülikooli doktorant

Meeksi – Mehikoorma – Meeksi

Vallanimed pakuvad käimasoleva haldusreformi tõttu elavat kõneainet, sest uute valdade loomisel tuleb elanikel omaks võtta ka valdade uued nimed. Huvitav on seejuures tõdeda, et omajagu poleemikat tekitasid omavalitsusüksuste nimed ka 1930. aastatel, kui toonase vallareformi käigus hakati korrastama – paljuski saksapärasusest vabanemiseks – seni kehtinud omavalitsuste nimekihti.

Üks põnevamaid nimemuutmisprobleeme hakkas hargnema toonasel Tartumaal. Kuigi Emakeele Seltsi väitel polnud Peipsiäärse Meeksi valla nimi otseselt saksapärane, seostus see kohaliku mõisa (*Mecks*) nimega. Piirkonna rahvarohkeimaks keskuseks oli hoopis Lämmijärve kaldal paiknev, ajalooliselt kakskeelne Mehikoorma alevik, mille keskuses, kiriku ümbruses (järvest kaugemal), elasid peamiselt eestlased ning järve ääres valdavalt vene rahvusest elanikud. Meeksi küla, mis jääb Mehikoormast paari kilomeetri jagu edelasse ja seega järvest eemale, oli omal ajal kujunenud Meeksi mõisa ja Kükka karjamõisa ümber, millest viimase valitsejamajas tegutses kuni 2008. aastani ka Meeksi vallamaja (nüüd asub see Mehikoormas).

Valla nime eestistamise teema võeti Meeksi vallavolikogu koosolekul üles 13. mail 1937. aastal. Üheksa poolt-, ühe vastuja ühe erapooletu häälega otsustati võtta uue vallanimena kasutusele Mehikoorma. Selle põhjenduseks toodi nii Meeksi nime saksapärane alge (pärinemine mõisa nimest) kui ka asjaolu, et samanimeline haldusüksus asus ka Vastseliina vallas ning pealegi oli Virumaal Mecksi (Ravila) nimeline mõis. Lisaks

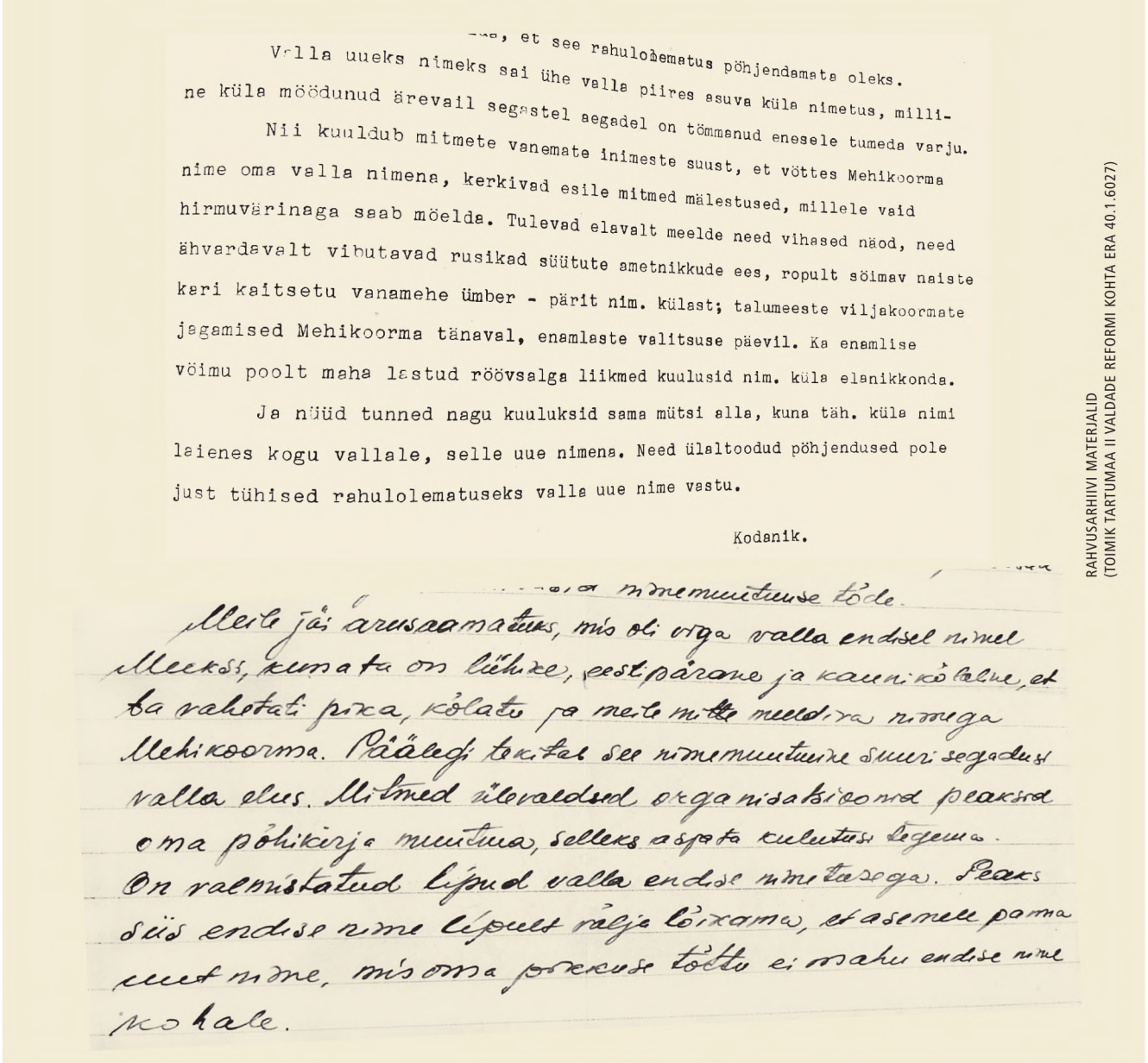
Meeksi valla nime eestistamise küsimus.

Meeksi valla volikogu liikmete P. Korotkov'i A. Vaher'i, A. Heering'i, Ed. Ojaveer'e ja perekonnaseisuametnik Juhan Hindi poolt on esitatud kirjalik ettepanek muuta praegune valla nimetus „ Meeksi " eestipäraseks „ Mehikoorma ".

Peale asja arutamist ja selgitamist koosoleku juhataja paneb ettepaneku hääletamisele. Avalikul hääletamisel saab ettepanek 9 häält poolt 1 h. vastu, 1 hääl eremis pooletu. Seega ettepanek vastu võetud ja otsustatud muuta valla nimetus „ Meeksi " ettepanekus toodud motiividel „ Mehikoorma'ks ", paludes selleks hr. Siseministri nõusolekut ja otsust.

ühtiv ja saadetakse Tartu

...wargnewad selgitawad asjaolud.
Mehikoorma alewiku ja waaheo külade –, Aravu, Laane, Parapalu wahelise wägi raikoodu esimese koha pärast walleg on juba wäga wana. Öeldi see wõitlus on käinud aastakaadlikult, aga waen on hõõgunud nagu kaetult, ja näib et tükkis hõõguma edasi.



…, et see rahulolematus põhjendamata oleks.

Valla uueks nimeks sai ühe valla piires asuva küla nimetus, milline küla möödunud ärevail segastel aegadel on tõmmanud enesele tumeda varju.

Nii kuuldub mitmete vanemate inimeste suust, et võttes Mehikoorma nime oma valla nimena, kerkivad esile mitmed mälestused, millele vaid hirmuvärinaga saab mõelda. Tulevad elavalt meelde need vihased näod, need ähvardavalt vibutavad rusikad süütute ametnikkude ees, ropult sõimav naiste kari kaitsetu vanamehe ümber - pärit nim. külast; talumeeste viljakoormate jagamised Mehikoorma tänaval, enamlaste valitsuse päevil. Ka enamlise võimu poolt maha lastud röövsalga liikmed kuulusid nim. küla elanikkonda.

Ja nüüd tunned nagu kuuluksid sama mütsi alla, kuna täh. küla nimi laienes kogu vallale, selle uue nimena. Need ülaltoodud põhjendused pole just tühised rahulolematuseks valla uue nime vastu.

Kodanik.

…a nimemuutmise tõde.

Meile jäi arusaamatuks, mis oli orga valla endisel nimel Meeksi, kumata on lühike, eestipärane ja kaunikõlaline, et ka vahetati pika, kõlatu ja meile mitte meeldiva nimega Mehikoorma. Päälegi tekitab see nimemuutmine suuri segadusi valla elus. Mitmed üleraldsed organisatsioonid peaksid oma põhikirja muutma, selleks aspata kulutusi tegema. On ralmistatud lipud valla endise nimetusega. Peaks siis endise nime lipust välja lõikama, et asemele panna uue nime, mis oma pikkuse tõttu ei mahu endise nime jaokale.

RAHVUSARHIIVI MATERJALID
(TOIMIK TARTUMAA II VALDADE REFORMI KOHTA ERA 40.1.6027)

reklaaminud end „Mehksi“ nime all ka üks sakslasest „hambapasta ja nahakreemitööstur“ ning sarnase nimega valdu (nt Meeri ja Mäksa) oli Eestis veel. Mehikoorma nime kasuks rääkis omakorda tõsiasi, et valla suurimas asulas tegutsesid paljud olulised ametiasutused, mis juba kandsid seetõttu Mehikoorma nime (kirik, koolid, piirivalverajoon jms). Siseminister kinnitas Peipsi äärest laekunud nimemuutmisettepaneku sama aasta 28. oktoobril ja sellega oli Meeksi vald ümber ristitud Mehikoormaks.

Vallavolikogu otsus ei rahuldanud aga sugugi kõiki vallaelanikke. Paljud ümberkaudsete külade elanikud leidsid, et Mehikoorma nimi olevat „liiga pikk ja kõlatu“ ega „meeldi rahvale“. Nime tagasimuutmiseks asuti Mehikoormat ümbritsenud külades allkirju koguma: Jõeperas (110 allkirja), Aravus, Rihtemetsas, Haavametsas (151), Parapalus, Laanes (95), Meerapalus (116), Pihustes, Mehikoormas (34), Kükas, Kolos, Meeksis (täpne allkirjade arv teadmata). Kokku andis vallanime tagasimuutmisele toetusallkirja ligi viiendik valla elanikkonnast. Siseministrile läkitatud nime tagasimuutmise palves juhiti tähelepanu sellele, et „Mehikoorma on kiisa venelaste küla ning seepärast ei kõlba nimeks ühele ausale Eesti vallale“, ja vähe sellest, Mehikoorma küla elanikud olnud „enamuselt riigivastased“. Omapoolse pöördumise saatsid ministrile ka Mehikoorma nimekuju pooldavad volikogu liikmed, kelle sõnul oli selline „külade vaheline vägikaikavedu esimese koha pärast“ vallas juba väga vana: „Õieti see võitlus on käinud alateadlikult, aga vaen on hõõgunud nagu kaetult, ja näib et tükib hõõguma edasi.“

Mehikoorma nimele oli vastu ka rida valla ärksamaid tegelasi, kes juhtisid oma pöördumises tähelepanu Mehikoorma elanike „punaminevikule“: „Eriti valus vastuvõtta ja omaks pidada valla uut nime oli valla vanemal põlvel ja endistel tegelastel. Olid kustumas need valusad mälestused, mida jätsid 1905., 1917. ja 1918. aasta nii mõnegi hinge ja millised aastad järele panid hirmuga mõtlema Mehikoorma külale. Ootamatult valla uue nimena Mehikoorma ausse tõstmine rebis valusalt lahti need pooleldi kinnikasvanud haavad.“

Tekkinud tüli tõttu hääletas vallavolikogu 20. mail 1938. aastal samas koosseisus nimeküsimuse uuesti läbi ning otsustas, küll vaid väikese enamusega (seitse viie vastu), Meeksi nime tagasivõtmise kasuks. Nime tagasimuutmist toetas ka sama aasta septembris selleks kokku kutsutud Mehikoorma valla organisatsioonide, rahva esindajate ja koolijuhtide üldkoosolek: vana nime ennistamist pooldas kokkutulnutest 20, Mehikoorma nime säilitamist vaid üks. Vana nimi otsustatigi tagasi võtta ja muudatus jõustus 1. aprillil 1939. aastal koos üleeestilise vallareformiga. Mehikoorma vald eksisteeris Eestis seega vaid poolteist aastat. •

Loe lisaks: Pae, T.; Maidla, M-J.; Tammiksaar, E. (2016). Vallanimede küsimus 1930. aastate vallareformis. *Keel ja Kirjandus* 10, 755–769.

Taavi Pae, Tartu ülikooli inimgeograafia teadur

AIN LAVI

Tallinna kesk- ja varauusaegse kivivõllase kõrvalt avastatud hukatute ühishaud

MARTIN MALVE

MILLEST KÕNELEVAD TALLINNA VÕLLAMÄE KOLJUD?

Surmaaegne vigastus mehe otsmikuluul

Kesk- ja varauusajal olid võllamäed Eesti alal küllaltki levinud hukkamispaigad, kuid arheoloogiliselt ei ole neid väga põhjalikult uuritud. Kõik, mida võllamägede kohta teame, pärineb kirjalikest allikatest ja üksikutest päästekaevamistest. Materjali lünklikkus ja tänaseni säilinud võllamägede vähesus (kindlad andmed on vaid Tallinna ja Haapsalu hukkamispaikade kohta) ei ole seni uurijates suuremat huvi tekitanud. Tallinna võllamäelt leitud inimluude uurimise esmased tulemused reedavad aga mõndagi nii 500 aasta taguste karistusviiside kui ka kurikaelte tollase elu kohta.

Esimesed arheoloogilised võllamäe kaevamised toimusid 1932. aastal Haapsalus, kus avastati võllamüürid ja kaks terviklikku luustikku. Järgmised uuringud toimusid alles 1994. aastal, mil Tallinna peamisel võllamäel viidi läbi arheoloogilised päästekaevamised – avastati kivivõlla aluse jäänused, mida kahjuks ei säilitatud, lisaks veel skelette ja rohkelt lõhutud inimluid. Need ongi ainsad kindlalt teadaolevad kesk- ja varauusaegsed võllamäed Eestis. Infot on ka Lihula, Uus-Pärnu, Rakvere ja Viljandi võllaste kohta, kuid nende täpset asukohta pole seni määratud. Arvukalt leidub hukkamispaikadele viitavaid kohanimesid ja rahvapärimust maapiirkondadest, kuid nende seoseid tegelike võllamägedega tuleks lähemalt uurida.

Alates 2012. aasta suvest on koostöös Stockholmi ülikooli teadlase Sebastian K. T. S. Wärmländeriga Eesti võllamägesid igal aastal arheoloogiliselt uuritud. Esmalt kaevati arvatavat Tartu hukkamispaika, kuid midagi võllale ja hukatutele viitavat ei leitud. Seejärel toimusid välitööd aastail 2013–2014 Haapsalu hukkamispaigas, kust avastati hästi säilinud võlla alusmüürid ja üksikuid inimluid. Aastate 2015–2017 uuringute käigus vaadatakse põhjalikult läbi Tallinna võllamäelt 1994. aastal leitud inimluud ja leiud. Skelettide abil soovitakse välja selgitada, kuidas 500 aasta tagused kurjategijad elasid, milliseid haiguseid nad põdesid ning kuidas nad surid.

Võllamägede tekkimine ja surmanuhtlust väärt teod

Püsiva asukohaga hukkamispaigad tekkisid keskaegses Euroopas eelkõige 13.–14. sajandil seoses omakohtu vähenemise ja valitseja karistusõiguse tugevnemisega. Tol ajal linnade juurde rajatud hukkamispaigad – kaagid ehk võllamäed – püsisid 18.–19. sajandini. Avalik karistamine demonstreeris valitsuse autoriteeti ning võimaldas rahval veenduda, et kurjategija sai karmi, kuid õiglase palga. Hukatu võidi jätta võlla rippuma, kuniks tema laip oli märkimisväärselt lagunenud, seejärel maeti säilmed hukkamispaigale või selle ümbrusesse. Enamasti leidis hukkamine aset linnamüürist väljaspool, ent vahel ka linna turuplatsil. Professionaalse timuka amet kujunes välja koos võllamägedega. Lisaks hukkamisele kuulus tema kohustuste hulka ka ebavääriakate surnute (hukatud, enesetapjad) matmine ning tänu heale anatoomia tundmisele tegelesid mitmed timukad ka ravimisega.

16.–17. sajand oli Euroopas hukkamiste kõrgaeg, millele aitas kaasa usulõhede ning sagenenud sõdade, epideemiate ja näljahädade tõttu suurenenud ühiskondlik ebakindlus. Surmanuhtlusega võidi karistada näiteks mõrva, ettekavatsemata tapmise, röövi, vägistamise, süütamise, reetmise, valeraha tegemise ja nõidumise eest. Hukkamisviise oli arvukalt ning enamasti püüti neid sooritatud kuriteoga vastavusse viia (nt süütamise eest elusalt põletamine). Enimkasutatud viisid oli poomine ja mõõgaga pea maha raiumine, kusjuures esimest peeti autuks ning teist auväärseks elust lahkumise viisiks. Surmati ka rattale panemise, neljaks kiskumise, uputamise, keetmise ning elusalt põletamise või matmisega.

Tallinna võllamäe leiud

Suurimad võllamäe kaevamised toimusid arheoloog Ain Lavi juhatamisel Tallinna peamisel võllamäel 1994. aastal, mil Liivalaia tänaval hakati rajama panga- ja büroohoonet (tänase Swedbanki asukohal). Uuringute käigus puhastati välja kivivõllas, mille sisemus oli tihedalt täis lõhutud luid, lisaks leiti 15 osaliselt säilinud skeletti ning 50 koljust koosnev „hunnik". Esemeleide oli väga vähe. Riietusega võib seostada rauast pandlaid, tinast nööpe ja hoburaudsõlge. Ehetest leiti ühe maetu vöökohalt kuljused ning segatud luude vahelt avastati kahe puuritud auguga merekarp, mida tõenäoliselt oli kasutatud ripatsina. Huvitavaks leiuks oli ühe luustiku kaela ümber paiknenud rauast kett, mis võib olla poomisketi katke. Samas ei leitud kaelalülidelt ühtki vigastust, mis poomisele viitaks.

Leitud koljude kogumit tõlgendasid arheoloogid kui hukkamisel maha raiutud päid, mis visati tapalava sees olnud luugi kaudu selle alla. Lisaks eelpool mainitud võlla all olevatele luustikele avastati seitse skeletti võllast kuus meetrit eemal, kus tõenäoliselt oli surmamõistetute ühishaud. Surnud ei paiknenud haudades korrapäraselt ühes suunas, vaid risti-rästi.

Tallinna võllamägi 1561. aastal. Ümberjoonistus Tallinna linnamuuseumis hoitavalt Mustpeade mälestustahvlilt

KAAREL DAMIAN TAMRE

AIN LAVI

1994. aasta päästekaevamistel Tallinna võllamäe kivivõllase sisemusest välja tulnud inimluud ja 50 koljust koosnev „hunnik“

AIN LAVI

Mõned hukatud olid hauda heidetud kõhuli, mis väljendas ühiskonna hukkamõistu ning pidi takistama surnutel elavaid kiusama tulla

See eristab matmispaika tavakalmistutest, kus valdav enamus maetutest paiknevad peaga lääne suunas, mida nõudis kristlik kombestik. Hukatud surnud olid enamasti sängitatud selili-siruli asendis, mõned olid hauda heidetud ka kõhuli, mis väljendas samuti ühiskonna hukkamõistu ning pidi takistama surnutel elavaid kiusama tulla.

Avalik karistamine demonstreeris valitsuse autoriteeti ning võimaldas rahval veenduda, et kurjategija sai karmi, kuid õiglase palga.

Kolmel luustikul olid käed selja taga, mis võib viidata hukatu kinniseotud kätele. Vaid üks surnu oli sängitatud kirstus, mis oli sepanaeltega kokku löödud, ülejäänud olid tõenäoliselt lihtsalt auku pandud.

Keskmine hukatud kurikael oli 18–35-aastane mees

2016. aastal oli võimalik uuesti läbi vaadata 22 osaliselt säilinud luustikku ja 50 lõhutud koljut. Seega oli võimalik uurida 72 indiviidi. Ülejäänud 1994. aastal leitud lõhutud inimluud maeti säilitusruumi puudusel juba välitööde ajal tagasi. Analüüsi peamine eesmärk oli tuvastada luudel jälgi hukkamisega seotud vigastustest (nt lõikejäljed kaelalülidel), lisaks vaadeldi ka teisi skelettidel esinenud tervisehädade jälgi. Samuti määrati luude järgi sugu ja vanus surmahetkel. Analüüsi raskendasid päästekaevamiste ja varasemate mullatööde käigus purunenud luud.

Kokku oli luuainesest võimalik tuvastada 58 meest ja kuus naist. Kahe mehe ja ühe naise puhul ei olnud sugu võimalik täie kindlusega määrata ning viie luustiku puhul oli see luude vähesuse tõttu täiesti võimatu. Selline suur meeste luustike ülekaal on silmatorkav. Näiteks 2014. aastal Tartus Püha Jakobi kalmistul välja puhastatud 600 luustiku seas oli meeste (kokku 131) ja naiste (kokku 126) hulk küllaltki võrdne, mis on tüüpiline Eesti kesk- ja varauusaegsetele matmispaikadele. Tavakalmistutest erinev oli ka maetute vanuseline koosseis: enamik hukatud mehi olid noored, vanusevahemikus 18–35 aastat. Surmatutest 11 olid alaealised – 12–18-aastased.

Kokku 55 koljust tuvastati mitmesuguseid patoloogiaid 14-l, enamasti oli tegemist eluajal paranenud vigastustega. Kõik traumadega koljud kuulusid meestele. Leitud vigastustest 17 olid paranenud, üks paranemisjärgus ja viis surmaaegsed.

Üheksa mehe koljul esines 15 vigastustest paranenud ja ühel surmaaegne lohukujuline trauma. Tegemist oli tõmbi esemega löömisel või kukkumisel saadud kergemate vigastustega, mille suurused jäid vahemikku 0,5–4 cm. Enamasti oli koljul üks lohk, kuid ühel luustikul oli neid lausa neli. Vigastused asusid vaid kolju otsmikuja kiiruluudel. Arvuliselt kõige rohkem oli neid otsmikuluu vasakul poolel (neljal juhul) ja vasakul kiiruluul (kuuel juhul), mis võib viidata inimestevahelisele vägivallale, kus silmastsilma võitluse käigus tabab paremakäelise ründaja hoop just ohvri kolju vasakut külge. Tõenäoliselt pärinevad vigastused kaklustest, tugevale rusikahoobile viitab ka ühe mehe paranenud ninaluumurd.

Surmaaegne vigastus tuvastati noore täiskasvanud mehe otsmikuluu vasakul poolel, kus on näha umbes 2 cm suurune ovaalne trauma. Sellel

Enimkasutatud hukkamisviisiks oli poomine ja mõõgaga pea maha raiumine, kusjuures esimest peeti autuks ning teist auväärseks elust lahkumise viisiks.

MARTIN MALVE

Tähelepanuväärne leid: terariista lõikejäljed täiskasvanud mehe alalõualuul

puuduvad igasugused paranemise märgid, kolju sisepinnalt eemaldunud luufragmendid kahjustasid kindlasti pehmeid kudesid, mistõttu indiviid hukkus löögi tagajärjel.

Huvitavaks avastuseks võib pidada ka keskealise mehe vasakul kiiruluul olnud ligi 6 cm pikkust lõikejälge, mis oli hakanud juba paranema, kuid mees oli enne täielikku taastumist surnud.

Timuka mõõgahoobi jäljed

Kahel indiviidil olid läbivad fataalsed löögijäljed kiiruluude kuklaosas, mille puhul on raske öelda, millega need olid tekitatud. Kõige huvitavamaks leiuks võib pidada üht täiskasvanud mehe alalõualuud, mille parema poole nurgaosas õnnestus tuvastada kolm surmaaegset terariista lõikejälge. Taolised vigastused tekivad juhul, kui mõõgatera riivab pea maharaiumise käigus lõuga. Eriliseks teeb leiu veel ka see, et tabamused on tulnud eri nurkade all, millest võib järeldada, et ohver võis avaldada vastupanu ja timukas pidi teda korduvalt lööma.

Lõikejälgede vähesus leiuaineses võib olla seotud nii materjali fragmentaarsusega kui ka sellega, et enamik inimesi hukati poomise läbi – pea maharaiumine sai enamasti osaks jõukamatele ja sotsiaalselt tähtsamatele inimestele, keda võidi hukata ka linnas (nt Riisipere mõisniku Johann von Üxkülli hukkamine Tallinna linnaväravate vahel 1535. aastal ja reetmises süüdistatud vaimuliku Adrian Virginiuse surmamine Saksa värava juures Tartus 1706. aastal). Hukatud kõrgklassi liikmed maeti pühasse mulda, näiteks 2001. aastal avastati Tartu toomkirikust keskaegne mehe luustik, kellel oli pea maha raiutud.

Siiski on kirjalikest allikatest teada, et mõõgaga hukkamine oli kindlasti üks laialt levinud surmamisviise läbi kesk- ja varauusaja. Suhteliselt tihti rakendati seda leebema karistusena julmema hukkamisviisi asemel (nt rattale panek, elusalt matmine või põletamine).

Lisaks traumadele tuvastati Tallinna võllamäe luudelt mitmeid hambapatoloogiaid. Kokku oli võimalik hammastega seotud haigusi vaadelda 55 koljul, kus enim esines hambakivi (23), hambakaariest (14), juuretipu mädaseid põletikke (11) ja hambajuurt ümbristeva luu taandumist (8). Leitud

MILLISED NÄGID VÄLJA EESTI VÕLLAMÄED?

Hukkamispaigad rajati enamasti asulate lähedusse, umbes kilomeetri kaugusele linnamüürist. Tavaliselt paiknesid need põhiteede läheduses, tihtipeale kõrgemal kohal. Näiteks Haapsalu linna hukkamispaik jäi linnamüürist ligi 1,2 kilomeetri kaugusele ning paiknes Tallinna ja Lihula maanteede vahel, kust see oli teedele hästi näha. Vaadet kaagile ei tohtinud isegi puud varjata. Tallinna ja Haapsalu võllamägede välja puhastatud alusmüüride järgi võime öelda, et kaagid olid väga erineva põhiplaaniga. Haapsalu hukkamispaiga alus oli kümnetahuline ja ligi kümnemeetrise läbimõõduga massiivne ringmüür, arheoloogiliste kaevamiste käigus tuvastati ka varasema, puust võlla jäänuseid.

Seevastu Tallinna peamise võllamäe osaliselt säilinud vundament oli laotud tõenäoliselt kolmnurksena. Ehitusmaterjalile ei pööratud suurt tähelepanu, näiteks Haapsalu võlla alus oli laotud ebakvaliteetsest paekivist. Mördiga ühendatud müüre kattis ilmselt laudadest või plankudest tehtud platvorm. Erinevad on ka tapalavale viivad teed – Haapsalus oli selle jaoks rajatud müüri loodeossa pea kolme meetri laiune kaldtee, Tallinnas aga asus võlla kirdeosas paeplaatidest trepp.

Tallinna ja Haapsalu võllamägedelt avastatud konstruktsioonide põhjal võib öelda, et tegemist oli küllaltki suurte ehitistega, nende kõrgus kasutamisajal võis koos kivimüüride ja võllapuudega olla 5–8 meetrit.

1561. aastast pärineval Lambert Glandorpi maalitud Mustpeade epitaafil on säilinud kujutis Tallinna hukkamispaigast, kus näeme kolmnurkse põhiplaaniga võllast ja seal rippuvaid surnuid ning rattale tõmmatud inimesi. Teosel kujutatud sammaste ja nende vahel olevate palkidega ehitis annab aimu, kuidas võis välja näha võlla ülaosa.

Haapsalu ja Tallinna kivist võllamüürid rajati tõenäoliselt 14. ja 15. sajandi vahetusel. Kirjalikest allikatest ja arheoloogiliste leidude põhjal teame, et Haapsalu ja Tartu hukkamispaiku on kasutatud ka enesetapjate matmiseks. Suure erinevusena võib välja tuua, et erinevalt Tallinnast Haapsalu võllamäele hukatuid ei maetud. •

MARTIN MALVE

Kaklusele viitav paranenud ninaluumurd mehe koljul

MARTIN MALVE

Foto vasakus servas on täiskasvanud mehe koljul näha paranenud lohukujuline vigastus

hambahaigused on kesk- ja varauusaegsete kalmistute luuainesele väga tüüpilised, mistõttu võib öelda, et hukatuid vaevasid samad hädad, mis teisigi selle aja inimesi.

Kuna luumaterjalis oli säilinud vähe terviklikke luustikke, oli jäsemete ja rindkere vigastusi võimalik tuvastada vaid üksikutel juhtudel. Näiteks avastati üks paranenud luumurd rangluul ja küünarluul. Kümnel luustikul, millel oli võimalik vaadelda ka selgroolülisid, avastati lülikehadel pisikesed lohukesed, mis viitavad suurele füüsilisele koormusele, lülisamba degenereerumisele või kaasasündinud vigastusele. Tegemist on Schmorli sõlmede ehk lülivaheketta songadega, mis osteoloogilises aineses esineb enamasti meestel ja on seotud nende suurema füüsilise koormusega. Tallinna võllamäe hukatute seas oli selliseid tunnuseid näha kümne mehe, kahe naise, kahe võimaliku mehe ja ühe võimaliku naise selgroolülidel.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et enamik Tallinna võllamäelt leitud hukatutest olid noored mehed, lisaks mõned üksikud naised ja alaealised. Tuvastatud patoloogiad ei erinenud tolle aja tavalinnakodanike omadest: märke oli nii halvast hambahügeenist (kaaries ja hambakivi) kui ka raskest füüsilisest koormusest (Schmorli sõlmed), kuid märkimisväärne on siiski paranenud koljutraumade hulk, mis võiks viidata kurjategijate elu ohtlikkusele.

Vaid viiel koljul õnnestus tuvastada surmaaegsed vigastused. Mitte ühtegi terariista lõikejälgedega kaelalüli, mis viitaks otseselt mõõgaga hukkamisele, ei leitud. Tõenäoliselt on enamik hukatuid mõistetud surma poomise läbi, mille käigus purunesid kaelalülid, kuid kuna väljakaevamistel leitud lõhutud inimluud maeti tagasi, ei olnud võimalik lülisambavigastusi lähemalt uurida.

Teised tuvastatud tapvad koljuvigastused (nt lohukujuline vigastus otsmikuluul) lubavad oletada, et Tallinna võllamäel kasutati meile tuntud hukkamismeetodite kõrval ka teisi surmamisviise. Süüdimõistetuid võidi tappa ka löögiga pähe, koljutraumade põhjal otsustades oli selleks mõni tömp ese, näiteks nui. •

Martin Malve (1984) on osteoarheoloog, kes töötab Tartu ülikooli ajaloo ja arheoloogia instituudis. Doktoritöö raames on ta tegemas Kagu-Eesti kesk- ja varauusaegsete inimluude paleopatoloogilist analüüsi.

Teleskoop, millega avastati Uraan

1757. aastal reisis üheksateistaastane oboemängija Friedrich Wilhelm Herschel Hannoverist Suurbritanniasse. Tol hetkel ei teadnud keegi, kõige vähem tema ise, et temast võiks saada üks Inglismaa kuulsamaid astronoome ja teleskoobivalmistajaid.

1766. aastal nimetati nüüd juba Frederick Williami nimekuju kandev noormees Bathi kuurortlinna moeka Octagoni kabeli orelimängijaks.

Hobi korras asus Herschel Bathis tegelema astronoomiaga, esmalt ostetud teleskoobi ja seejärel enda valmistatud seitsme jala pikkuse peegelteleskoobiga. 1781. aasta märtsis avastas ta sellega juhuslikult uue planeedi – Uraani. See tagas Herschelile ja tema teleskoopidele ülemaailmse kuulsuse. Kes ei tahaks endale riistapuud, millega avastati esmakordselt planeet? Tellimused andsid sisse nii kroonitud pead kui kõik endast lugupidavad tähetornid Euroopas.

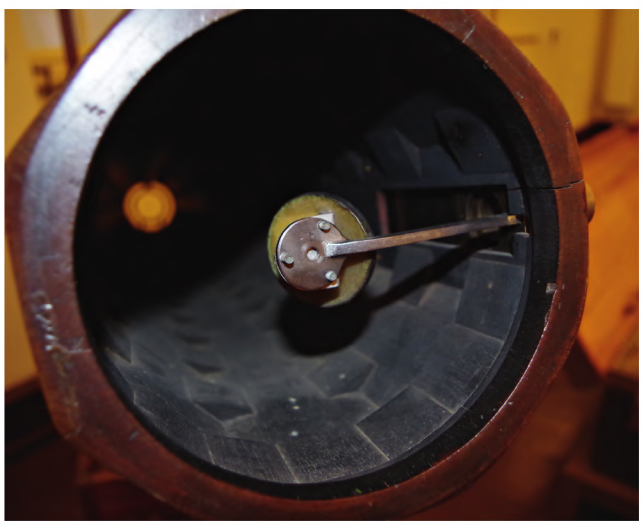
Loomulikult pidas keiserliku Tartu ülikooli juures tegevust alustanud Tartu tähetorngi endast sedavõrd palju lugu, et kuulus Herscheli teleskoop selle kogudesse jõudis. Esimesed suuremad teadusriistad telliti tähetornile enne hoone valmimist ning need pärinevad enamjaolt Inglismaalt, sest kõige olulisemad teleskoobivalmistajad (lisaks Herschelile Dollond, Troughton jt) tegutsesid 18. sajandil just seal. Herscheli peegelteleskoop võis olla ostetud 1807. aastal koos teiste suuremate vaatlusriistadega, kuid teleskoobi umbkaudset hinda teades on see siiski kaheldav. Herscheli teleskoop kuulus ka tähetorni juhataja professor Johann Sigismund Gottfried Huthi isiklike vaatlusriistade nimekirja, kuid see pidi minema professori surma järel Miitavi gümnaasiumile. Seega me ei teagi hetkel täpselt, kuidas kuulus teleskoop tähetorni jõudis.

Ühtegi planeeti Herscheli teleskoobiga Tartus avastatud ei ole ning näib, et maailmakuulus vaatlusriist on siin algusest peale olnud pigem iluese ja muuseumieksponaat kui reaalne tööhobune. Tänaseks on teleskoop kaotanud oma juhtpikksilma, okulaarid ja peegli. •

Janet Laidla
Tartu ülikooli muuseumi tähetorni juhataja

ANDRES TENNUS / TARTU ÜLIKOOL

Teadaolevalt ehitas Herschel mitusada väiksemat teleskoopi. Enamik neist on tänaseks hävinud. Lisaks 7 jala pikkusele teleskoobile sai kuulsaks ka Herscheli 40 jala pikkune vaatlusriist



JANET LAIDLA

Herschel valmistas Newtoni tüüpi peegelteleskoope. See tähendab, et sisse vaadati teleskoobitoru ülemisest otsast, kus asus diagonaalpeegel (pildil). See peegeldas põhipeegli pildi vaataja silma. Kuna Tartusse jõudnud teleskoobil on peapeegel kadunud, võib diagonaalpeegel olla selle ainuke osa, mis on Herscheli enda valmistatud

EESTI LOODUSE FOTOVÕISTLUSE PARIMAD PILDID

TALLINNA
TELETORN

Näitus ja loengud
Teletornis:

1.12.16 - 16.04.17

teletorn.ee
loodusajakiri.ee

EESTI LOODUS

Liisa Puusepp

Õietolmuterad

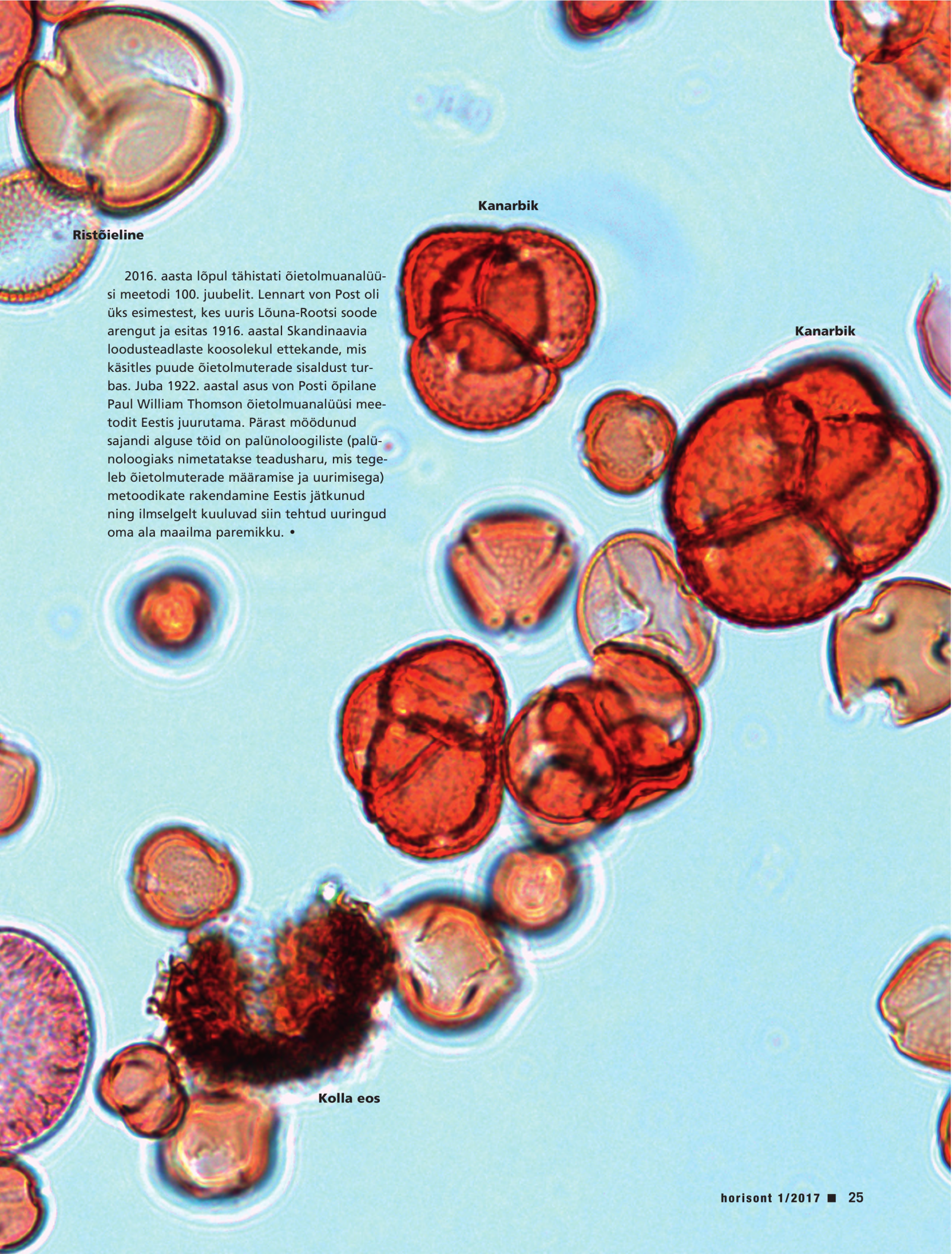
Õietolmuallergia käes vaeveldes või meega maiustades tavaliselt ei mõelda, milline on see tilluke objekt, mis põhjustab vaevusi või annab meele imehead tervislikud omadused. Õietolmuterad on paljas- ja katteseemnetaimede tolmukais valmivad isassugurakud, mille koostisesse kuuluvad rasvad, valgud, suhkrud, mineraalained, süsivesikud ja vitamiinid. Need muudavadki mee väärtuslikuks, samas aga põhjustavad ülitundlikel inimestel mitmesuguseid tervisehäireid.

Nii nagu on erinevate taimede õied liigiomased, on liigispetsiifiline ka tolmuterade koostis ning nende kuju, suurus, välispinna muster, pooride, astelde ja vagude olemasolu. Kuna õietolmuterade suurused jäävad vahemikku 5–200 µm, siis vaadeldakse ja määratakse õietolmuteri mikroskoobiga (400-kordse suurendusega). Veel üks tänuväärne tolmuterade omadus on nende tugev kest, mis peab vastu igasugustele välismõjudele, ka kõrgele temperatuurile ja mitmetele kemikaalidele.

Kõik loetletud omadused pakuvad häid eeldusi õietolmuanalüüsi rakendamisele mitmetes teadusvaldkondades. Kuna õietolmuterad võivad soodsates tingimustes säilida aastatuhandeid, saab järve- ja soosetetes leiduva õietolmu koostise alusel otsustada taimekoosluste arengu üle ning rekonstrueerida möödaniku keskkonnatingimusi. Kuna eri õietolmuliigid iseloomustavad erinevaid inimtegevuse tüüpe ja suhtelist intensiivsust, saab õietolmuanalüüsiga uurida ka inimasustuse kujunemist. Näiteks maaviljelusele osutab eelkõige teraviljade – rukki, nisu, odra ja kaera – õietolm.

Mee õietolmuanalüüsiga saame aga kirjeldada mee päritolu – anda ülevaate neist taimedest, mida mesilane on külastanud ning vastavalt analüüsi tulemustele ka meele „nime“ anda. Olgu selleks siis näiteks „kanarbikumesi“ või „aasalillede mesi“.

Tallinna ülikooli ökoloogia keskuse viimaste aastate uuringud kirjeldavad Eesti mett kui rikkalikku taimebuketti, milles on üle kuraditosina taimeliigi (erinevad roos- ja ristõielised, ristikud, tatar, paju jne). Samas on leitud ka puhtaid kanarbiku-, pärna-, tatra-, rapsi-, ristiku- jt meesorte, mis pole taimkatte mitmekesisust arvestades kuigi sage nähtus. Omaette nüansina näitab mee kvaliteeti ka tolmuterade kontsentratsioon, mis on Eesti mete puhul 10 000 tera ühe grammi mee kohta.



Ristõieline

Kanarbik

Kanarbik

Kolla eos

2016. aasta lõpul tähistati õietolmuanalüüsi meetodi 100. juubelit. Lennart von Post oli üks esimestest, kes uuris Lõuna-Rootsi soode arengut ja esitas 1916. aastal Skandinaavia loodusteadlaste koosolekul ettekande, mis käsitles puude õietolmuterade sisaldust turbas. Juba 1922. aastal asus von Posti õpilane Paul William Thomson õietolmuanalüüsi meetodit Eestis juurutama. Pärast möödunud sajandi alguse töid on palünoloogiliste (palünoloogiaks nimetatakse teadusharu, mis tegeleb õietolmuterade määramise ja uurimisega) metoodikate rakendamine Eestis jätkunud ning ilmselgelt kuuluvad siin tehtud uuringud oma ala maailma paremikku. •

ROBOOTIK, KEDA INSPIREERIB LOODUS

FOTOD: VALLO KRUUSER

Maarja Kruusmaal on käes biorobootika keskuse kilpkonnaroboti U-CAT eelkäija

Eelmise aasta lõpus akadeemikuks saanud biorobootika professor Maarja Kruusmaa kehastab Eesti robotiteaduse üht silmapaistvamat edulugu. 2008. aastal tema loodud Tallinna tehnikaülikooli biorobootika keskusest on lühikese ajaga saanud omas vallas maailmatasemel tegija. Kruusmaa töörühmas „sündinud“ kalu ja kilpkonni jäljendavad allveerobotid pole pälvinud vaimustunud pilke üksnes meie avalikkuses, vaid äratanud tõsist huvi ka rahvusvahelisel teadusareenil. Biorobootika keskuse robotelukatest, robootika laiematest arengusuundadest ja inimese suhestumisest üha enam meie igapäevaellu ilmuvate robotitega rääkis Kruusmaaga Ulvar Käärt.

Mida see uus akadeemiku roll Teile tähendab?

No sellele vastamiseks peaks alustama Eesti teaduste akadeemia suuremast rollist – nõustada Eesti Vabariiki teaduspõhiste otsuste tegemisel. Erinevaid probleeme, mille lahendamisel saavad akadeemikud riigile nõu anda, on ju igal elualal. Minu spetsiifika on see, et tunnen mingil määral tehnoloogiat. Ehk siis mul peaks olema piisav kompetents, et aidata riigil tehnoloogiaarenduses informeeritud otsuseid teha. Ma ei ole ju üksi, akadeemikuid on sel alal veel – infotehnoloogia alal näiteks Tarmo Uustalu ja Jaak Vilo. Arvan, et üheskoos suudame päris hästi infotehnoloogia arengusse teaduspõhise vaatenurga sisse tuua.

Meie teaduste akadeemiat kiputakse sageli pidama ühe möödunud ajajärgu pärandiks, mis on minetanud oma kunagise mõjukuse. Või kuidas Teie seda näete?

Akadeemia rolli on nõukogude perioodi järel väga palju ümber mõtestatud. Kui Tarmo Soomere sai akadeemia presidendiks, on ümbermõtestamine veelgi jätkunud. Mulle tundub, et akadeemia on hakanud jälle aktiivsemaks muutuma ning on üha rohkem pildis. Selle taga on ilmselt väga palju Tarmo Soomere isiklikult.

Loomulikult peab akadeemia muutuma, sest ühiskond ju muutub kogu aeg. Kui vaadata üle maailma erinevaid akadeemiaid, siis nende funktsioon on eri riikides erinev. Võib-olla kõige suurem on nende tähtsus Rahvaste Ühenduse riikides (*ingl k Commonwealth, kuhu kuuluvad valdavalt Suurbritannia endised asumaad – U. K.*), eeskätt näiteks Suurbritannias, Šotimaal või Uus-Meremaal. Sama moodi ka USA-s, kus akadeemia asutati küll suhteliselt hilja, aga siiski eesmärgiga valitsust keerulisemate teaduspõhiste otsuste tegemisel informeerida.

Samas on riike, kus akadeemia kätkeb endas pigem klubilist tegevust ja täidab vaid esindusfunktsiooni ning teadusnõustamisega tegelevad teised organisatsioonid.

Eestis ei ole valitsuse juures teadusnõuniku – *chief scientist officer* – ametikohta, nagu näiteks Šotimaal.

Teatud probleemidele on looduses juba lahendused olemas. Evolutsioon on leidnud need väga pika aja jooksul katse-eksituse meetodil. Sellist disainimeetodit kasutades vaatad sa loodust põhimõtteliselt nagu hästi suurt patendiandmebaasi.

Tuleme akadeemia radadelt Teie põhitegevuse, biorobootika juurde. Mullu tutvustas professor Mart Tamre mulle tehnikaülikooli mehhatroonikainstituudi laboreis arendatavaid lendavaid ja ratastel veerevaid imevigureid. Mis eristab mehhatroonikat ja biorobootikat?
Loomulikult kasutame biorobootikas uut tüüpi robotite ehitamiseks teadmisi mehhatroonikast. Meie robotite eripära on aga see, et nende disain on informeeritud looduslikest süsteemidest.

Siit tulebki siis „bio" mängu?
Just. Bioonika ja biomeetika on need meetodid, mida meie robotite ehitamisel kasutame. Samas mehhatroonikas ei tarvitse see tingimata nii olla. Seal võib disain lähtuda muudest parameetritest.

Mis valdkondade kokteil on biorobootika?
Arvutiteadus, automaatjuhtimisteooriad, signaalitöötlus ja -analüüs, masinõpe ja kindlasti ka füüsika. Oma seadmete ehitamisel ja katsetamisel kasutame eriti palju eksperimentaalse vedelike dünaamika meetodeid.

Teie keskuse tuntuimaks kaubamärgiks on kalarobotid. On need vaid selle maja eripära või üldine prioriteetne arendus- ja uurimissuund?
See on ikka vaid selle keskuse eripära – pigem meie ökoloogiline nišš. Maailmas on loomulikult veel töögruppe, kes sellega tegelevad, aga biorobootika on siiski palju laiem. Siin võib näiteks välja tuua teadusgrupid, kes tegelevad hoopis ronivate robotitega, mis on inspireeritud gekost. Samas tegeleb osa gruppe pidevate aktuaatoritega, mis on inspireeritud elevandi londist, uurides, miks saab londiga paremini asju haarata kui jäikade lülidega täiturmehhanismidega. Samuti võib esile tõsta maost inspireeritud roomavad robotid.

On selliste lahenduste järele ka praktiline vajadus või on taoliste „elukate" arendamine tedlastele lihtsalt põnev väljakutse?
Võib-olla mõnele on selline tegevus tõesti lihtsalt väljakutse, aga bioonika või biomeetika põhimõte on, et teatud probleemidele on looduses juba lahendused olemas. Evolutsioon on leidnud need väga pika aja jooksul katse-eksituse meetodil. Sellist disainimeetodit kasutades vaatad sa loodust põhimõtteliselt nagu hästi suurt patendiandmebaasi. Kui on vaja leida mingi moodus liikumiseks, siis äkki on loodus selleks juba hea meetodi välja mõelnud? Või on meil võimalik loodusest üle võtta mõni meetod, kuidas midagi tajuda?

Robotid töötavad ju täpselt samas füüsilises keskkonnas, kus loomadki elavad. Kui loomad on oma n-ö disaini teatud keskkonnas hakkamasaamiseks optimeerinud, siis polegi ju ebamõistlik otsida võimalusi, kuidas ka robotid saaksid samamoodi toimetades paremaid tulemusi.

Kalarobotitega tegelevad peale meie teisedki töögrupid, et leida alternatiiv propelleritele, millega töötavad seni kõik allveerobotid. Propellerid on kahjuks suured ja kohmakad ning ka nende energiatarve on küllaltki suur. Samas on kalade liikumise efektiivsus väga palju suurem. Nii uuritaksegi, kuidas kalad saavutavad sellised omadused nagu väga suur kiirendus või hea manööverdusvõime ja efektiivne liikumine, ning kas neid omadusi on võimalik kuidagi üle võtta.

Propelleritehnoloogia on niivõrd küps, et selles saab vaid täiendavaid muudatusi teha, pannes näiteks labad veidi teise nurga alla ja võites sellega ühe protsendi jagu efektiivsust juurde. Aga mingit läbimurret on siin väga raske ette kujutada. Ehk siis läbimurre peaks tulema alternatiivsete tehnoloogiatega. Ja mis need täpselt on, seda erinevaid meetodeid kasutades otsitaksegi.

Kui kaugele on Teie keskuse robotite arendamisega jõutud?
On selge, et see, mida siin teeme, pole toode, mida saame kohe turul müüa. Teeme siin teatud tehnoloo-

MAARJA KRUUSMAA

- **Sündinud 4. jaanuaril 1970. aastal Tallinnas.**
- **Haridusteed alustas 1997. aastal Tallinna Südalinna koolis. Aastal 1989 lõpetas Tallinna polütehnikumi ning aastal 1994 Tallinna tehnikaülikooli arvutite ja arvutivõrkude eriala. 1995–2002 oli doktoriõppes Rootsis Chalmersi tehnikaülikoolis, kus kaitses 2002. aastal doktoritöö robotõppimisest teemal „Mobiilsete robotite korduv teeplaneerimine muutuvas keskkonnas".**
- **Aastail 2004–2007 töötas vanemteadurina Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudis. Alates 2008. aastast Tallinna tehnikaülikooli biorobootika keskuse juht ja biorobootika professor. On ka 2016. aastal loodud IT tippkeskuse EXCITE juht.**
- **Juhendanud 10 doktoritööd.**
- **Pea saja teadusartikli autor või kaasautor.**
- **Kaheksa patentse leiutise kaasautor.**
- **Mitmete rahvusvaheliste robootikaalaste teadusajakirjade toimetuskolleegiumi liige ning konverentsiseeriate juht- või programmikomitee liige, haridus- ja teadusministeeriumi teaduspoliitika komisjoni liige, Euroopa komisjoni juures tegutseva eksperdirühma Future Emerging Technologies Advisory Group liige.**
- **Ettevõtete Fits.me ja SafeToAct kaasasutaja.**
- **Peres kasvab kolm last.**

gilise lahenduse vaid prototüübi tasemel valmis. Prototüübist tooteni jõudmiseks võib kuluda veel vabalt kümme aastat, mis on ideekontseptsioonist töötava tooteni jõudmisel tavaline ajakulu.

Meie eesmärk pole välja töötada mitte ühte konkreetset robotit, vaid leida meetodid, kuidas saaks ehitada uut tüüpi roboteid. Seepärast polegi meil n-ö ühte suurt ja ilusat kala näidata, vaid on meetodid. Ma tegelikult ei teagi praegu, kui palju meil neid prototüüpe on, sest me ehitame neid kogu aeg ümber.

Tõsi, osad prototüübid on juba küpses faasis. Näiteks kui vaatame siin tehtud kilpkonnarobotit U-CAT, siis põhjus, miks mulle praegu vahetpidamata helistatakse (*Maarja Kruusmaa telefon annab vestluse ajal häälekamalt ja vaiksemalt pidevalt märku, et keegi tahab teda kätte saada – U. K.*), on selles, et see robot peaks täna (*s.o 2. jaanuaril – U. K.*) jõudma Põhja-Norra Tromsøsse. Sealt viiakse ta laevaga edasi Teravmägedele. Mina lähen sinna järele, et seda siis polaaröö ajal rannikumeres katsetada ja uurida meres leiduvaid elusorganisme. See toimub Norra tehnoloogiaülikooli bioloogiatudengite kursuse raames, et nad saaksid tutvuda erinevate tehnoloogiatega, mida oleks võimalik hiljem kasutada.

Meie laboris on U-CAT kahtlemata kõige tihedama ajakavaga tegelane. Kaks nädalat tagasi jõudis ta tagasi testimistelt Prantsusmaalt, enne seda oli ta veel ka Vahemeres. Toode see küll veel pole, aga tegu on siiski hästi funktsioneeriva ja üsna töökindla robotiga.

Kalaroboteid me enam ei ehita. Samas valmis töö käigus kalarobot, millel oli uut tüüpi andur – küljejoon –, mis aitab tajuda vee liikumise suunda ja tugevust täpselt nagu päris kaladelgi.

Kui loomad on oma n-ö disaini teatud keskkonnas hakkamasaamiseks optimeerinud, siis polegi ju ebamõistlik otsida võimalusi, kuidas ka robotid saaksid samamoodi toimetades paremaid tulemusi.

See on ju üks elutähtis „organ“?

Just! Arendasime selle sensori osa edasi. Meil on nüüd hästi palju sonde, mis ongi põhimõtteliselt küljejooneandurid. Möödunud aasta novembris mõõtsime sellise sondiga Jaapanis jõgede veevoolu. Praegu on see sond Portugalis. See on täiesti kasutatav seade, millega käime maailmas ringi ja teeme teadust.

Mida siin majas lisaks „kaladele“ ja „kilpkonnadele“ tehakse?

Hetkel oleme arendamas andureid, millega saab merepõhjas mõõta veevoolu kiirust ja turbulentsi. Need on samuti kalade küljejoonest inspireeritud, aga selles mõttes n-ö lõdvalt, et skaala on hästi suur. Ehk et tegemist ei ole väikese kalakujulise ja merepõhja pandava anduriga, vaid tahame 3–4 aastaga jõuda lahenduseni, kus me saame panna andurid näiteks 100 meetri pikkusesse rivisse, et mõõta, kuidas rannikumeres vesi liigub.

Kui suur on teie uurimisgrupp?

Selle, kui kiiresti me kasvame või kahaneme, määrab see, kui edukalt või edutult suudan ma parajasti

Meie eesmärk pole välja töötada mitte ühte konkreetset robotit, vaid leida meetodid, kuidas saaks ehitada uut tüüpi roboteid.

raha sisse tuua. Aga enam-vähem on töötajate hulk püsinud 15 inimese kandis. Teisi sarnaseid uurimisgruppe vaadates on meie oma ikkagi suur, sest tihti on nii, et bioloogiast inspireeritud robotitega tegeleb vaid professor koos oma kahe doktorandiga.

Igasugused allveetehnoloogiad, millega tegeleme, on kohutavalt töömahukad. Ühest küljest on vaja teha väga palju spetsialiseeritud teadmisi nõudvat tööd, mis on väga kallis. Teisalt pole see jälle teadustöö. Ehk siis kogu aeg on meil vaja insenerituge, et saaksime selliseid asju ehitada. See määrabki paljuski uurimisgrupi suuruse. Professor ja tema kaks doktoranti lihtsalt ei suudaks valmis teha seadmeid, mis peaksid vastu Teravmägede-ekspeditsioonile.

Mõnes mõttes on töörühma suurus vist ka omamoodi kvaliteedimärk, mis näitab, et olete omas vallas kõvad tegijad?
Absoluutselt! Täiesti kindlalt ütlen, et oleme tegijad ning igal pool kaardil ja nähtavad. Meie töödega ollakse kursis. Oleme suhteliselt omapärased, mistõttu paistame ka hästi välja.

Kui laiemalt vaadata, siis millest üldse algab roboti tegemine?
Oleneb, kes tegija on. Kui võtta firma, näiteks Starship Technologies (*Skype'i asutajate Janus Friisi ja Ahti Heinla asutatud ning Tallinnas Tehnopoli teaduspargis autonoomseid kullerroboteid arendav idufirma – U. K.*), siis on esimene asi äriidee – kas see müüb, kas sellel on turgu ja kas meil on olemas tehnoloogia, et seda vajadust täita. Kui meil on need mõlemad asjad koos, siis see määrabki, mida täpselt ehitame. Äriloogika töötab niimoodi.

Teadlane on selles osas vabam ja võib rohkem katsetada ning alguses võib-olla isegi mitte täpselt teada, milleks arendatavat tehnoloogiat vaja on. Aga pärast selgub ikka, et millekski oligi seda tarvis. Samas nõutakse granditaotluste kirjutamisel teadlastelt üha enam seda, et nad näeksid ette, milleks arendatav tehnoloogia vajalik on.

Millised on robootika üldised suundumused?
Viimasel kümnel aastal on olnud selge tendents, et robotid liiguvad tööstusest välja keskkondadesse, kus meie – tavalised inimesed – elame. Kui kümme aastat tagasi puutus robotiga enamasti kokku vaid insener või tehnik autotööstuses, siis praegu on juba osal vanaemadelgi robottolmuimeja kodus. See seab roboti kasutajasõbralikkusele hoopis teised nõuded. Inimesel peab olema mugav ja turvaline sellist tehnoloogiat kasutada.

Sarnaselt on toimunud ka arvutite areng. Kunagi oli arvuti masin, millega puutus kokku vaid arvutiinsener. Läbimurre tuli 1980. aastate keskel, kui tekkisid personaalarvutid, mis kiiresti turule jõudsid. Väga ruttu tekkis olukord, et arvutiga võis suhelda tavaline inimene. See on üks põhjus, miks arvutitele graafilisi kasutajaliideseid tegema hakati. Kui rääkida minust vanemate arvutisüsteemide operaatoritega, kes siiamaani oma koode vabalt otse käsurea pealt kirjutavad, siis nemad võivad öelda, et see graafiline kasutajaliides on nõrkadele. Aga inimesele, kes arvutiga esimest korda kokku puutub, on see tehnoloogia tänu graafilisele kasutajaliidesele intuitiivselt tunduvalt kergemini mõistetav ja nii suudab ta seda ka kiiremini kasutama õppida.

Robootika üks juba küpsi uurimissuundi on *human interaction* ehk inimese ja roboti vaheline suhtlus. Seal vaadataksegi, kuidas inimene tehnoloogiaga suhtestub ja kui hästi ta tunneb end näiteks robotiga ühes ruumis olles ja suheldes, või kuidas suhtumine muutub, kui mõnda roboti disainiparameetrit muuta.

Huvitav, millised robotid järgmise kümne aasta jooksul meile omaseks võivad saada?
Üks asi, mis peaks kohe-kohe tulema, on isejuhtivad autod, millest on hästi palju juttu olnud. Samas on need juba viimased kümme aastat pidanud kohe-

KOLLEEGI KOMMENTAAR

Biorobootika keskuse doktorant GERT TOMING

Tean Maarjat aastast 2008, kui hakkasin biorobootika keskuses oma magistritööd tegema. Peale lõpetamist jäin siia tööle ning praegu valmistun Maarja juhendamisel doktorantuuri lõpetama.

Selle aja jooksul olen näinud teda juhendamas mitmeid magistri- ja doktoritöid ning juhtimas rahvusvahelisi teadusprojekte. Võib öelda, et tema juurde sattunud tudengitel on vedanud. Miks? Maarjal on meie alal laialdased teadmised ning väga suur tutvusringkond erinevate valdkondade teadlaste hulgas – ehk kui ta ka ise nõu anda ei oska või kahtleb, siis leiab ta alati kellegi, kes seda oskab. Samas ei tee ta kunagi tudengi eest tööd ära, vaid ainult suunab, st paneb õppima ja arenema. Sama kehtib ka teadustöös ja selle juhtimises.

Maarja on hämmastava töövõimega ambitsioonikas juht, tänu kellele on biorobootika keskus ja meie uurimisvaldkond teinud läbi kiire arengu. •

kohe tulema. Küsimus pole enam selles, kas taoline tehnoloogia on küps ja kasutusvalmis, vaid hoopis seadusandluses ja infrastruktuuris. See nõuab riigi või omavalituse tasemel teatud otsuseid – nii seadusandluse muutmist kui infrastruktuuri ümberehitamist. Need on suured otsused, mis tuleb hoolega läbi mõelda.

Justkui vastukaaluks robotite võidukäigule ja sellele, kuidas me neist üha enam sõltume, on levinud hirm, et mingil hetkel võivad robotid või tehisintellekt inimesed hoopis enda tahtele allutada.
Siin tuleb samamoodi mingil hetkel mängu regulatsioonide ja seadusandluse küsimus – kas inimesed tahavad ja suudavad tehnoloogiat reguleerida. See oleneb väga palju meist endist. Meil juba on tegelikult tehnoloogiaid, mille võimalusi me ei kasuta, kuna need on ohtlikud. Näiteks auto võib ju kihutada 240 km/h, aga me ei sõida nii kiiresti, kuigi tehnoloogia seda lubab. Me sõidame oluliselt aeglasemalt, sest oleme niimoodi omavahel kokku leppinud.

Tehisintellektiga on sama asi. See nõuab inimestelt kokkuleppeid, mis on õige ja mis vale, mis on sünnis ja lubatav ning mis on seaduslik. Kuna tehnoloogia muutub praegu niivõrd kiiresti, siis on oht tegelikult hoopis selles, et võime regulatsioonide ja normide kujundamisega hiljaks jääda. Ehk siis tehnoloogia läheb eest ära, enne kui suudame mõtestada, mida need muutused meie jaoks tähendavad ning mis on lubatav ja mis mitte.

Iga tehnoloogiaga on ju niimoodi, et see ei tohi inimesele ohtlik olla. Minu arvates pole ka robotid selline tehnoloogia, mille kohta peaks kehtima veel mingisugused muud erilised reeglid. Kõik turvareeglid, mis kehtivad autole või nõudepesumasinale, kehtivad iseenesestmõistetavalt ka robotile.

Olete seotud IT tippkeskusega EXCITE. Milliseid vilju on selle keskuse tööst oodata?
Sel teemal ongi paslik jätkata, sest EXCITE on teaduse tippkeskus, mille keskmes on turvalised ja veakindlad süsteemid. See ühendab 16 IT valdkonna tippteadlast ehk siis põhimõtteliselt kogu Eesti IT-teaduse tuumiku ja nende uurimisgrupid just selle mõttega, et töötada välja turvalised ja veakindlad tehnoloogiad. Mina olen otsapidi EXCITE's sees, et leida, kuidas turvalisi ja veakindlaid roboteid ehitada. Kuidas ehitada roboteid, mis ei lähe katki? Kuidas ma saan seejuures tõestada ja garanteerida, et need ei lähe katki? Kuidas saan mina aru, et robot on katki, või kuidas oskaks robot ise diagnoosida, et on katki?

Samas tegelevad tippkeskuse teised uurimisgrupid ka turvaliste e-teenustega, nagu näiteks e-hääletamise süsteem. Ilmselt oleme möödunud aastaga piisavalt hästi aru saanud, et küberturvalisus on probleem. Meil Eestis on võimalik pakkuda küberturvalisuse alal maailmatasemel lahendusi, kui suudame rakendada oma uurimisgrupid nende probleemidega tegelema.

➔ Maarja Kruusmaa mõtteid lugemise kohta vaata lk 61.

Mis on tänaseks saanud Eesti robootika ühest tuntumast eduloost Fits.me-st ja selle kujumuutvast robotmannekeenist, mille loomise juures olite?
Eelmisel aastal ostis Fits.me ära Jaapani suurim netipoodide ja -teenuste pakkuja Rakuten. Mina astusin pärast seda sellest ettevõtmisest välja, et leida rohkem aega muude asjadega tegelemiseks. Fits.me arendus on siinsamas Eestis osaliselt alles, aga peakontor on Londonis. Loomulikult on mul hea meel, kui neil hästi ja üha paremini läheb.

Kas mingit uut suure praktilise väärtusega tehnoloogilist lahendust pole lähiajal Eestis välja koorumas?
Vaatame, kuidas Starshipil kullerrobotitega läheb, sest see äriidee on väga paljulubav.

Lastes mõttel vabalt lennata, siis millised uued robotid võiks veel Teie eluajal välja ilmuda?
Ma ei vaata robootikat sel moel, et on olemas üks konkteetne robot, mis täidab mingit ülesannet. Pigem näen ma tehnoloogiat ja lahendusi tervikuna. Üks suur valdkond on kindlasti kodurobotid. Väga laiad võimalused on ka meditsiinivaldkonnas, kus võib pakkuda häid lahendusi mitte ainult arstiprotseduuride läbiviimiseks, vaid ka hoolduse ja õendusega seotud töödeks. Meditsiiniõe amet pidavat olema kõige kõrgema kutsehaiguste riskiga, kuna enamasti teevad seda tööd väikesed naised, kes tõstavad pidevalt raskeid patsiente. Kui õnnestuks leida tehnoloogia, mis teeks õdede eest ära raske füüsilise töö, saaksid nad selle asemel paremini keskenduda patsiendiga suhtlemisele ehk töö inimlikule aspektile. See oleks väga suur võit mõlemale poolele. Siin ei teki ka küsimust, et töökohad kaoksid, vaid õetöö lihtsalt muutuks. Nad saaksid keskenduda tegevustele, millega robot hakkama ei saa – suhelda patsiendiga, et temast paremini aru saada, et omakorda otsustada, kuidas temaga käituda.

Siit tuligi välja veel üks levinud hirm, et robotid on kuradist, kuna röövivad inimestelt leiva?
Kui sellele Eesti kontekstis vaadata, siis pigem on meil probleem, et mõne aja pärast oleme silmitsi väga suure tööjõupuudusega. Meil lihtsalt pole inimesi, kes lihtsamad tööd ära teeksid. Samas ei soovi me siia inimesi mujalt, kes oleksid valmis väikese lisaväärtusega töid tegema. Kui ollakse vastu ka tehnoloogia kasutamisele, siis ega ma ei oskagi rohkem lahendusi välja pakkuda, kuidas meil need tööd tehtud saavad... •

AIN KALLIS

ILM JA KUNST

„…soovitati vapustavat päikeseloojangut vaadata. See oli aga nagu teisejärguline Turner. Sedagi tema kehvast perioodist…“

Oscar Wilde, 1889

„Mitte miski looduses ei ole võrreldav pilvede mitmekesisuse ja dramatismiga; miski pole samaväärne nende üleva üürikese iluga.” Nii algab Gavin Pretor Pinney „Pilvevaatleja käsiraamat“.

Meeleolu loova kujundina on pilved inspiratsiooniallikaks eriti maalikunstnikele – on ju taevas väga oluline osa pildist. Mida suuremad on maalijate teadmised atmosfääri seisunditest, seda paremad on töötulemused, kui nii võib kunsti puhul öelda.

Inglise üks suurimaid maastikumaalijaid John Constable väitis, et me ei näe midagi tõetruult, enne kui seda mõistma hakkame. Ta ise tundis suurt huvi Luke Howardi 1802. aastal loodud pilvede klassifikatsiooni vastu – kunstniku päevikud kubisesid meteoroloogilistest terminitest, samuti oli piltide tagakülgedele kantud ilmaandmeid. Ühe Constable'i pildi kohta kirjutas kriitik, et õhus näib olevat nii palju niiskust, et tahaks haarata vihmavarju järele.

Kolm ja pool sajandit enne Howardit maalis Jan van Eyk „Ristilöömise“. Pilt on haarav ka ilmateaduse seisukohalt – taevas maalil olevat USA meteoroloogia professori Stanley David Gedzelmani hinnangul kui esimene pilveatlas. Ning pilvede liigid sobivat hästi ka suure reede ilma prognoosiks, sellise, nagu Piiblis kirjas oli. Ainult et too ennustus kõlbaks Hollandi, mitte Lähis-Ida jaoks!

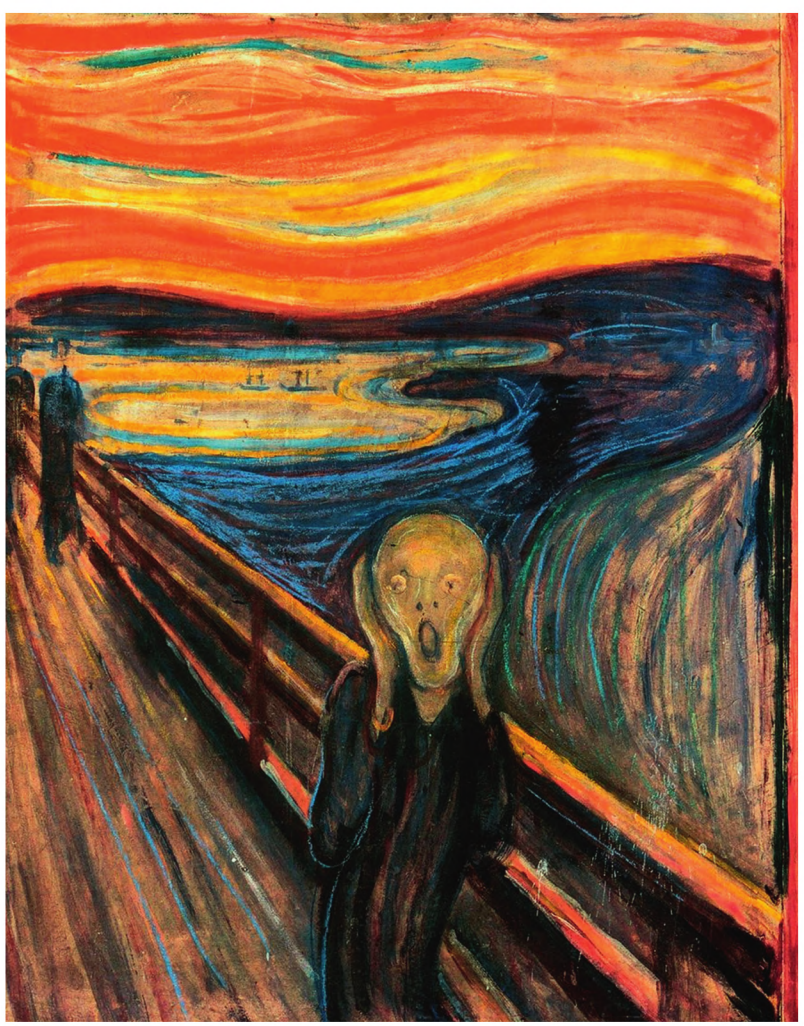
Kunst ja teadus

Teaduskeeles pole võimalik pilvede kõiki varjundeid kirjeldada. Seal, kus lõpeb teadus, algab kunst. Teadus üldistab nähtusi, kunst püüab üldises tabada ka kordumatut, väitis geofüüsik Heino Tooming 1990. aastal Eesti Looduses ilmunud loos „Pilved, kes te sõuate üleval kõrgel“.

Inglise kunstnik David Hockney kinnitas, et alates renessansiajastust kasutasid paljud maalijad abivahendeid, et luua täpsemaid teoseid: näiteks *camera obscura* tehnikat või nõguspeegleid subjekti projitseerimisel lõuendile.

Teisiti lähenes pilvede „üürikese ilu“ jäädvustamisele Thomas Gainsborough, kes olevat oma maastikke loonud sageli küünlavalgel, „modelliks“ dekoratiivsed brokolid kivide, peeglite jms taustal. (Miks mitte murakad – *cloudberries* ehk „pilvemarjad“ inglise keeles?)

Sajandite jooksul on kunstnikud osanud taevas nähtavat originaalilähedaselt edasi anda, sageli paremini kui seda tänapäeval fotodega õnnestub teha. Kunstnikust teadlase Leonardo da Vinci kuulsa Mona Lisa taustaks pole aga lihtsalt taevas, vaid põuasomp. Üks tema optikaalaseid tähelepanekuid oli, et udus näivad objektid olevat kaugemal kui tegelikult. Muide, just see udu muutvat Lisa naeratuse salapäraseks… Siinkohal tahaks küll



ALAMY / VIDA PRESS

Edvard Munchi (1863–1944) „Karje“ (1893)

vastu vaielda – selliselt muigab ju iga naine, kui mees talle valetab!

Kõige enam nähtud karje

Moodsa kunsti ikooniks, tänapäeva Mona Lisaks (ka salapära tõttu) võib pidada Edvard Munchi ekspressionistlikku „Karjet“ (1893). Pildil kujutatud olendit võib kohata sadades variantides plakatitel, karikatuuridel jne, ning isegi maskidel.

Munch sai maaliks inspiratsiooni ühel õhtusel jalutuskäigul, kui, nagu ta oma päevikusse on kirjutanud, „taevas pööras äkki veripunaseks [...] Tunnetasin lõputut karjet loodust läbistamas“.

Sellist taeva värvust tema maalil seostatakse harilikult atmosfääri sattunud tuha ja väävliühenditega pärast Krakatau vulkaani purset 1883. aasta augustis. Leekivpunaseid päikeseloojanguid võis Norras näha kuni järgmise aasta veebruarini.

Ainult et pilt valmis kümme aastat pärast purset. Munchi uurijaid see väga ei üllatanud, sest oma üleelamisi pani kunstnik lõuendile sageli aastaid hiljem.

Tulemägede pursete loodud taevased värvimängud on andnud innustust sadadele kunstnikele maakeral, nende jäädvustamine aga materjali geofüüsikuile atmosfääri koostise muutuste uurimisel. Paarkümmend aastat tagasi uuris Kreeka teadlaste grupp Tate'i galeriis 124 maali aastaist 1500–2000. Värvigamma piltidel olevat andnud huvitavat informatsiooni 54 vulkaani purskematerjalist.

Maalid ja kultuuriklimatoloogia

Möödunud sajandi teisel poolel hakati huvituma maalikunsti ning kliima suhetest. Seda valdkonda, mida teadusharuks oleks ehk palju nimetada, kutsutakse mõnel pool maastikumeteoroloogiaks, teisal kultuuriklimatoloogiaks.

Üks näide. Ameeriklane Hans Neuberger analüüsis pilvisuse vaatevinklist 12 000 maali 41 muuseumist USA-s ja kaheksas Euroopa riigis, mis tehtud aastail 1400–1967. Välja koorus huvitav tõik: Britanniat kujutavatel piltidel polnud kordagi näha selget taevast, üle pooltel maalidest oli taevas täispilves. Hulga vähem leiti pilvi Itaalia, Saksamaa ja Hispaania maalidelt. Nagu peaks ka olema. Kõige pilvisem periood vaadeldud sajandite jooksul oli nn väike jääaeg (1550–1849).

WIKIPEDIA

Konrad Mägi (1878–1925) „Sügismaastik“ (1915–1917). Taevas on kõrgrünkpilved (*Altocumulus*)

Teine põnev uurimisteema kultuuriklimatoloogias on kahtlemata seotud Claude Monet' teoste ning 20. sajandi algusaastate Londoni ilmastikuga. Brittide pealinn on teatavasti kuulus oma udude poolest. Linna n-ö tavakodanikele mõjusid niisked ilmad, eriti segu suitsust ning udust (sudust) rusuvalt, isegi tapvalt – 1873. detsembris hukkus sudu tõttu ligi 700 inimest, vähemalt 19 uppus Thamesi jões. Seevastu oli selline atmosfäär üllatavalt inspireeriv kunstiinimestele.

Oscar Wilde näiteks kirjutas, et inimesed näevad udusid mitte seepärast, et need on udud, vaid hoopis seetõttu, et poeedid ning maalikunstnikud on õpetanud armastama nende müstilist ilu. Kunstiajaloolane Ernst Gombrich lisas: „Londonis puudusid udud, enne kui Whistler oli neid maalinud“.

Monet armastas Londonit ainult talvel – siis oli pealinn eriti niiske. „Ilma uduta ei ole London ilus linn!“ väitis kunstnik. Praeguseni on kunstikogudes temalt säilinud 95 pilti ainuüksi parlamendihoonest ning paarist sillast, muidugi udulooriga kaetuna.

Maastikumeteoroloogid uurivad Monet' pilte väga põhjalikult, püüdes nende põhjal määrata atmosfääri saastatust, nähtavust ning isegi Thamesi jõe veetaset aastail 1899–1905.

Ja seda tehakse ühe kuulsaima impressionisti (kunstniku, kes loob oma töid mulje ajel) maalide põhjal! Meenub Wilde'i tuntud sentents – elu peegeldab kunsti rohkem kui kunst peegeldab elu.

Ka Eesti kunsti võiks uurida maastikumeteoroloogia meetoditega. Näiteks Kristjan Raua maali „Kalev kosjas“ alusel võiks oletada, et meie esiesivanemate eluajal esines palju võimsaid rünkpilvi (*Cumulus congestus*).

Eesti kunsti ajaloos on väga palju meistreid, kes oskasid suurepäraselt edasi anda dramatismi taevas – Richard Uutmaa, Paul Raud, Nikolai Kormašov ning muidugi Konrad Mägi. Viimase kohta on kirjutatud näituse „Kuldaja värvid“ tutvustuses: „...kuulsad Konrad Mägi pilved: dramaatilised, teatraalsed pilved, milles on nähtud nii elu kui surma müsteeriumit“.

Kokkuvõtteks: looduses olles tasub vaadata taevas toimuvat kui ilmataadi kunstiteost, näitusel aga pöörata tähelepanu ka ilmanähtuste kujutamise viisidele. •

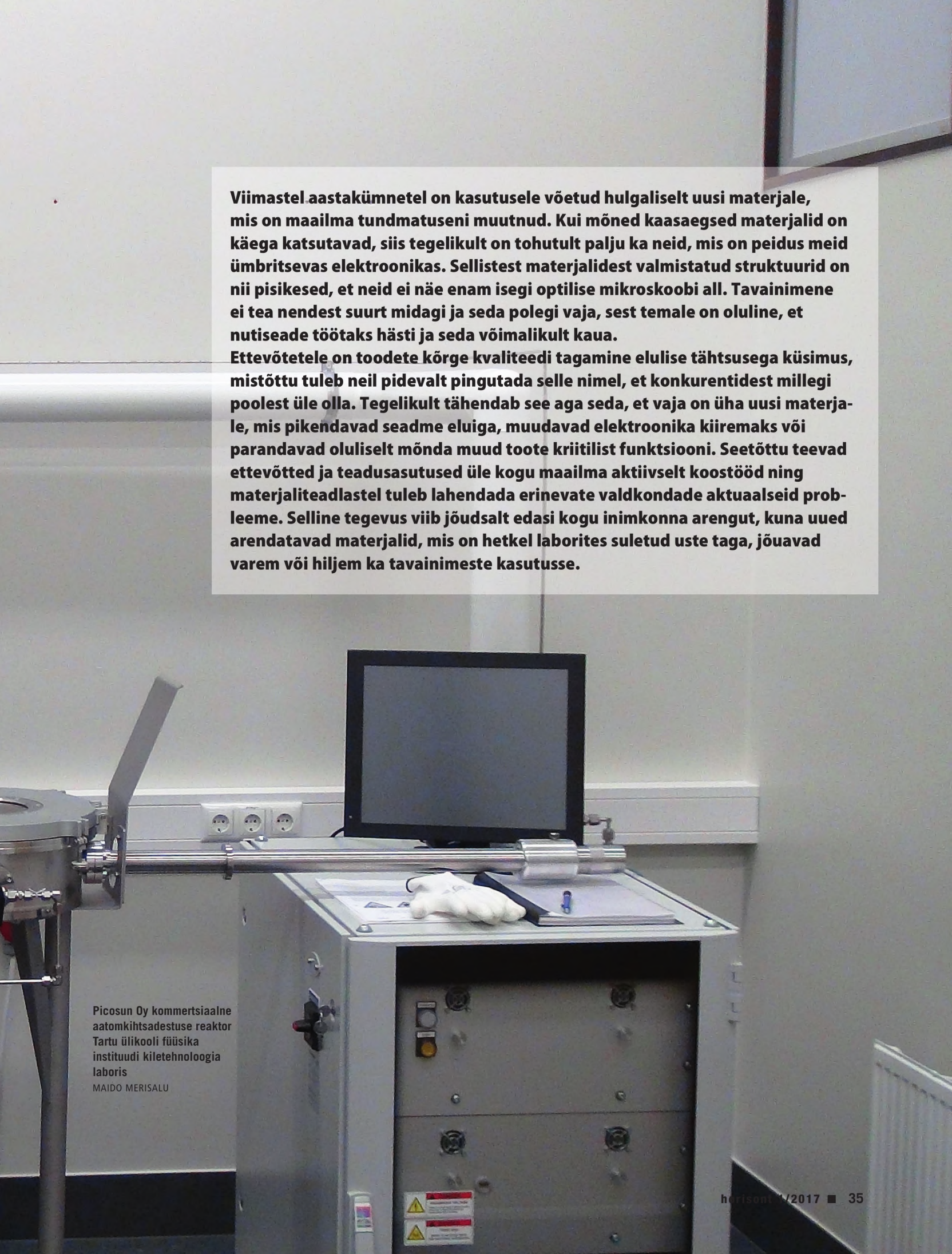
Ain Kallis (1942) on meteoroloog, klimatoloog ja publitsist. Tema peamine uurimisvaldkond on Eesti kiirguskliima. Töötab peaspetsialistina Eesti keskkonnaagentuuris ja dotsendina Tallinna tehnikaülikooli meresüsteemide instituudis.

TULEVIKUMATERJALIDE JÄLIL

MAIDO MERISALU

Viimastel aastakümnetel on kasutusele võetud hulgaliselt uusi materjale, mis on maailma tundmatuseni muutnud. Kui mõned kaasaegsed materjalid on käega katsutavad, siis tegelikult on tohutult palju ka neid, mis on peidus meid ümbritsevas elektroonikas. Sellistest materjalidest valmistatud struktuurid on nii pisikesed, et neid ei näe enam isegi optilise mikroskoobi all. Tavainimene ei tea nendest suurt midagi ja seda polegi vaja, sest temale on oluline, et nutiseade töötaks hästi ja seda võimalikult kaua.

Ettevõtetele on toodete kõrge kvaliteedi tagamine elulise tähtsusega küsimus, mistõttu tuleb neil pidevalt pingutada selle nimel, et konkurentidest millegi poolest üle olla. Tegelikult tähendab see aga seda, et vaja on üha uusi materjale, mis pikendavad seadme eluiga, muudavad elektroonika kiiremaks või parandavad oluliselt mõnda muud toote kriitilist funktsiooni. Seetõttu teevad ettevõtted ja teadusasutused üle kogu maailma aktiivselt koostööd ning materjaliteadlastel tuleb lahendada erinevate valdkondade aktuaalseid probleeme. Selline tegevus viib jõudsalt edasi kogu inimkonna arengut, kuna uued arendatavad materjalid, mis on hetkel laborites suletud uste taga, jõuavad varem või hiljem ka tavainimeste kasutusse.



Picosun Oy kommertsiaalne aatomkihtsadestuse reaktor Tartu ülikooli füüsika instituudi kiletehnoloogia laboris
MAIDO MERISALU

Uute materjalide loomine on tegelikult oma olemuselt sama mis sadu või isegi tuhandeid aastaid tagasi. Kõik algab probleemist, mille lahendamine võiks eluolu kuidagi paremaks muuta või kellelegi sellega mingil viisil kasu tuua. Seejuures on probleemi lahendamiseks vaja nii leidlikkust, õnne kui ka süstemaatilisi uuringuid. Just viimase osakaal on kaasaegses maailmas oluliselt suurenenud ning tehnoloogia arengut märgatavalt kiirendanud.

Väga tähtis roll on „tööriistadel", mida kasutatakse uute materjalide valmistamiseks ja uurimiseks. Just viimastel aastakümnetel on välja arendatud tehnoloogiaid, mis võimaldavad lausa aatomitest „kokku laduda" sobiva koostise ja struktuuriga materjale ning samuti uurida enneolematu täpsusega nende omadusi. Kasutades käsikäes nii kaasaegseid sünteesi- kui ka karakteriseerimismeetodeid, ongi võimalik luua süstemaatiliste uuringute tulemusena uudseid soovitud omadustega materjale. Kuldreegel on, et materjali koostise, struktuuri või pinna kohta informatsiooni saamiseks tuleb neid kuidagi ergastada või mõjutada.

Kaasaegsete meetodite puhul kasutatakse selleks näiteks erineva energiaga elektromagnetkiirgust, kiirendatud osakesi või isegi „kompimist" üliterava teravikuga. Meetodeid uudsete materjalide sünteesiks ja karakteriseerimiseks on maailmas tegelikult palju ja nii Eesti kui ka teiste riikide materjaliteadlastel on nendeks välja kujunenud omad lemmikud. Mõnedest levinumatest meetoditest tuleb järgnevalt juttu.

Kuidas näha nähtamatut nanomaailma?

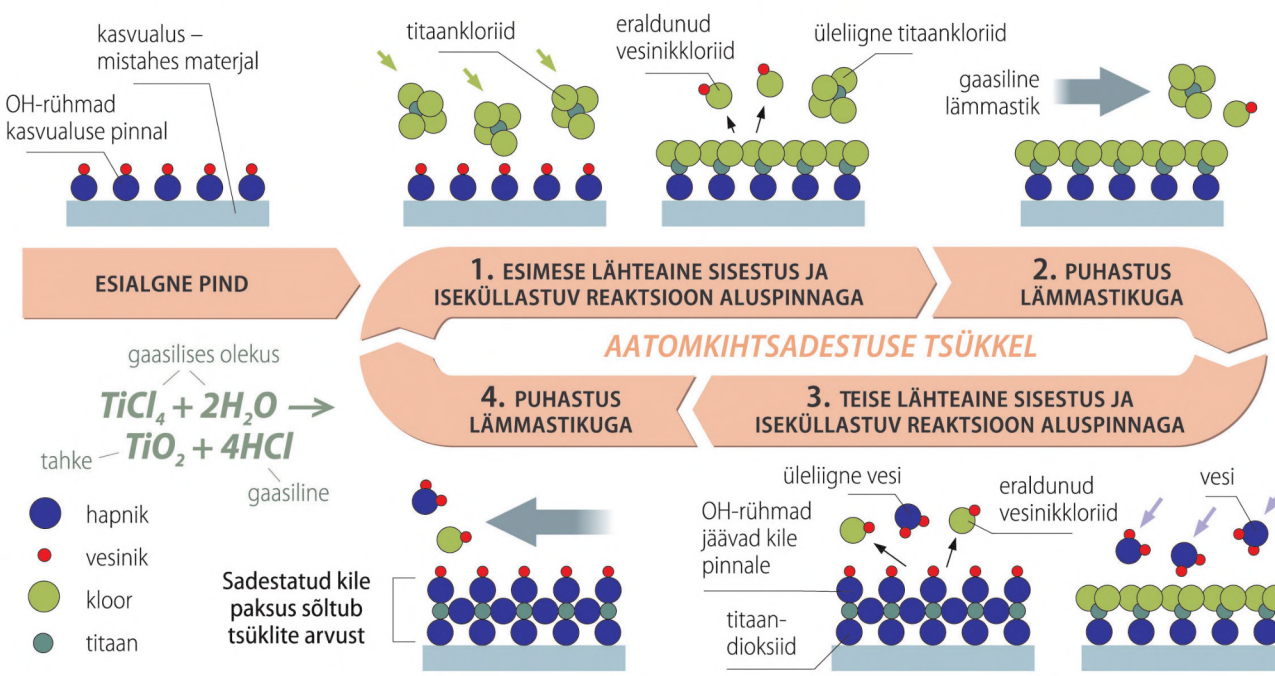
Üheks põhiliseks meetodiks pisikeste struktuuride uurimisel on skaneeriv elektronmikroskoopia. Selle meetodi puhul kasutatakse materjalist pildi saamiseks footonite asemel hoopis kiirendatud elektrone, mis on fokuseeritud kitsaks kimbuks. Kiirendatud elektronide kiirega skaneeritakse proovi pind reahaaval üle ning igas punktis, mida parasjagu elektronidega ergastatakse, tekitatakse mitmed signaalid. Neid signaale vastavate detektoritega mõõtes on võimalik asukoha ja mõõdetud signaali järgi koostada pilt, mis annab katseobjekti kohta väärtuslikku informatsiooni.

Aatomkihtsadestus on oma olemuselt meetod, mis võimaldab kasvatada aatomkihthaaval mistahes koostise ja struktuuriga materjale.

Olulisemad signaalid skaneerivas elektronmikroskoopias on sekundaarsed (madala, alla 50 eV energiaga) elektronid, tagasipeegeldunud elektronid ja karakteristlik röntgenkiirgus (st kindla lainepikkusega elektromagnetkiirgus, mis väljub ergastatud aatomist ja on iseloomulik kindlale elemendile). Sekundaarsete elektronide energia on reeglina väike ja seetõttu suudavad nad väljuda vaid pinnalähedasest alast. Tänu sellele sobivad nad ideaalselt pisikeste, lausa nanoskaalas olevate struktuuride visualiseerimiseks.

Kasutades materjalist pildi saamiseks hoopis tagasipeegeldunud elektrone, kaotatakse küll veidi kuva lahu-

Titaandioksiidist kile süntees aatomkihtsadestuse meetodil



KAAREL DAMIAN TAMRE

tusvõimes, kuid see-eest on võimalik tuvastada erineva aatominumbriga elementide jaotust mikroskoopilisel alal. Näiteks võib nii kiiresti uurida põhimaatriksist erineva koostisega metallifaaside (sulamist välja kristalliseerunud osakeste) jaotust mõnes metallisulamis, et hinnata viimase kvaliteeti. Selleks, et saada teada, mis elementidest mingi materjal täpsemalt koosneb, tuleb mõõta elektronidega ergastamisel tekkinud proovist väljuvat karakteristlikku röntgenkiirgust. Sellega saab teha näiteks lokaalset elementanalüüsi vaid mõne ruutmikromeetri suurusel alal või kaardistada hoopis erinevate elementide jaotust suuremal (kuid siiski mikroskoopilisel) alal.

Materjalide pinna uurimisest jääb aga sageli väheks ning probleemile lahenduse leidmiseks tuleb uurida ka aine sisemust. Üks võimalus on siin fokuseeritud ioonkiire kasutamine, mille abil on võimalik teha materjali pinnakihis ristlõige, ning uurida seejärel kolme eelnevalt kirjeldatud signaali abil materjali sisemust. Lisaks ristlõike tegemisele võib fokuseeritud ioonkiire abil materjalist välja lõigata vähem kui 100 nanomeetri paksuseid liistakuid (lamelle), et neid saaks edasi uurida läbivalgustava elektronmikroskoobiga.

Selliste liistakute liigutamiseks on tarvis aga tundlikku mikromanipulaatorit, mis ei värise ja on stabiilsem kui maailma osavaima ajukirurgi käsi. Nii fokuseeritud ioonkiirseade kui ka mikromanipulaator on siiski pigem eksootilised ja üsna kallid skaneeriva elektronmikroskoobi lisad. Paljud uuringud saab ka nendeta tehtud. Eesti üks vähestest skaneerivatest elektronmikroskoopidest, millel on need lisaseadmed olemas, asub Tartu ülikooli füüsika instituudis, kus seda kasutatakse igapäevaselt kõrgtehnoloogiliste funktsionaalsete katete arendamiseks ja teiste nanostruktuuride uurimiseks.

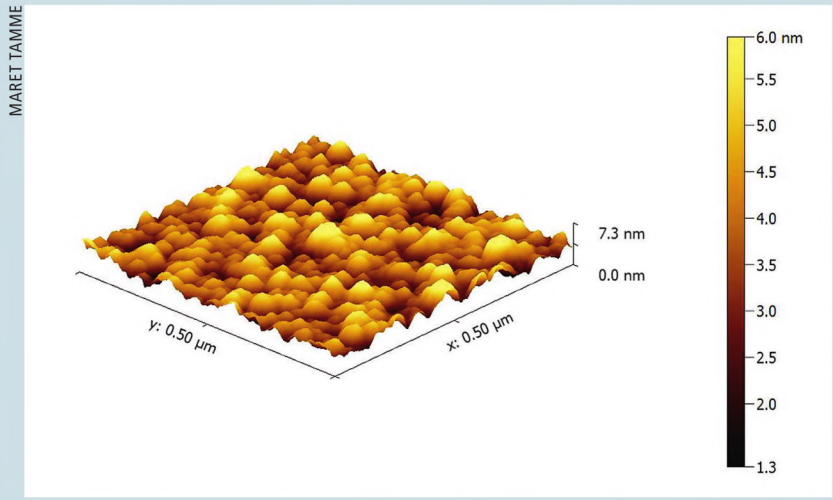
Üks levinumaid materjalide elemendilise koostise määramise kiireid ja täpseid meetodeid on röntgenfluorestsents-spektroskoopia. Selliste analüüside läbiviimiseks vajalikke spektromeetreid võib jagada kaheks – laboratoorseteks ja miniatuurseteks (lausa

Nagu mujal maailmas, on materjaliteaduslikud uuringud ka Eestis tihedalt seotud energeetika, meditsiini, militaartehnoloogia, elektroonika, kosmosetööstuse ja teiste valdkondadega.

ATOMAARNE MATERJALIDE KOMPAMINE

Teistest mikroskoopia ja spektroskoopia meetoditest erineb märgatavalt teravikmikroskoopia, kuna sel viisil tekib uuritavast materjalist pilt spetsiaalse teraviku abil, millega skaneeritakse proovi pind reahaaval üle ja mõõdetakse vastavad signaalid. Sõltuvalt sellest, milliseid signaale mõõdetakse, on teravikmikroskoopial mitmeid alaliike.

Neist üheks populaarsemaks on skaneeriv tunnelmikroskoopia, mille korral kasutatakse niivõrd teravat teravikku, et selle tipus võib olla vaid üks aatom. Selle meetodi kasutamisel tekitatakse katseobjekti ja teraviku vahele elektriline pinge, mille tulemusena hakkavad elektronid vastavalt polarisatsioonile liikuma ühelt objektilt teisele. Kuna tunnelvool sõltub lisaks rakendatavale pingele ka teraviku kaugusest objektist ja viimase pinnal olevatest aatomitest, siis on selle meetodiga võimalik saada uuritavast pinnast lausa aatomlahutusega pilt. Nii saab näiteks reaalselt „näha", kuidas grafeenis olevad süsiniku aatomid on moodustanud meekärje taolise kuusnurkse struktuuri.



Aatomjõumikroskoobiga tehtud pilt bioühilduva materjali pinnast.

Skaneeriv tunnelmikroskoopia ei sobi karedamate ning elektrit mittejuhtivate katseobjektide uurimiseks. Sellistel juhtudel kasutatakse hoopis aatomjõumikroskoopiat, mille korral on üliterav teravik viidud samuti materjali pinna lähedale, kuid elektrilist pinget ei rakendata. Mõõdetakse hoopis teravikku hoidva vedrukonsooli painet, mis on tingitud teraviku ja proovi pinna vahel mõjuvast Van der Waalsi tõmbejõust ning elektrostaatilisest tõukejõust.

Seejuures võib mõõtmist teha mitmel viisil – teravik võib olla kas pinnaga vahetus kontaktis, võnkuda teatud sagedusega pinna kohal või „koputada" vastu pinda. Sobiv töömeetod valitakse aatomjõumikroskoopia puhul vastavalt uuritavale materjalile (nt kleepuvaid pindu kontaktses režiimis ei mõõdeta) ja mõõtmise tulemusena saadakse uuritavast alast kolmemõõtmeline kujutis, kus igale pikslile vastab lisaks X- ja Y-koordinaatidele ka kõrguse koordinaat Z. Nii on võimalik määrata erinevate pindade karedust ja mõõta täpselt nende peal olevate pinnadetailide kõrgust ja laiust. Erinevate materjalide pinnakareduse määramine nanoskaalas on oluline näiteks implantaatidele mõeldud bioühilduvate katete arendamisel, kuna inimese rakkudele „meeldivad" just teatud karedusega pinnad. •

käes hoitavateks). Mõlemal juhul kiiritatakse katsematerjali primaarse röntgenkiirgusega (ergastav röntgenkiirgus, mis väljub röntgentorust) ning mõõdetakse selle tulemusena proovist välja tulevat karakteristlikku röntgenkiirgust, mis annab informatsiooni proovi elemendilise koostise kohta.

Laboratoorsed seadmed sobivad seejuures täpsemateks analüüsideks, kui on vaja määrata lisaks üldisele koostisele ka näiteks materjali valmistamisel sellesse jäänud jääkainete sisaldust, mille kontsentratsioon võib olla üsna väike. Tartu ülikooli kiletehnoloogia laboris kasutatakse laboratoorset röntgenfluorestsents-spektromeetrit regulaarselt just selleks, et määrata seal arendatavate õhukeste (reeglina alla 100 nm paksuste) funktsionaalsete materjalide koostist ning puhtust. See on oluline, kuna väiksemgi erinevus koostises võib muuta märkimisväärselt materjali omadusi.

Miniatuursed, käes hoitavad röntgenfluorestsents-spektromeetrid sobivad aga eelkõige ettevõtetele rutiinseks analüüsiks näiteks välitöödel, kuhu pole võimalik materjalide koostise määramiseks laboratoorset seadet kaasa võtta või kust ei saa katseobjekti laborisse viia.

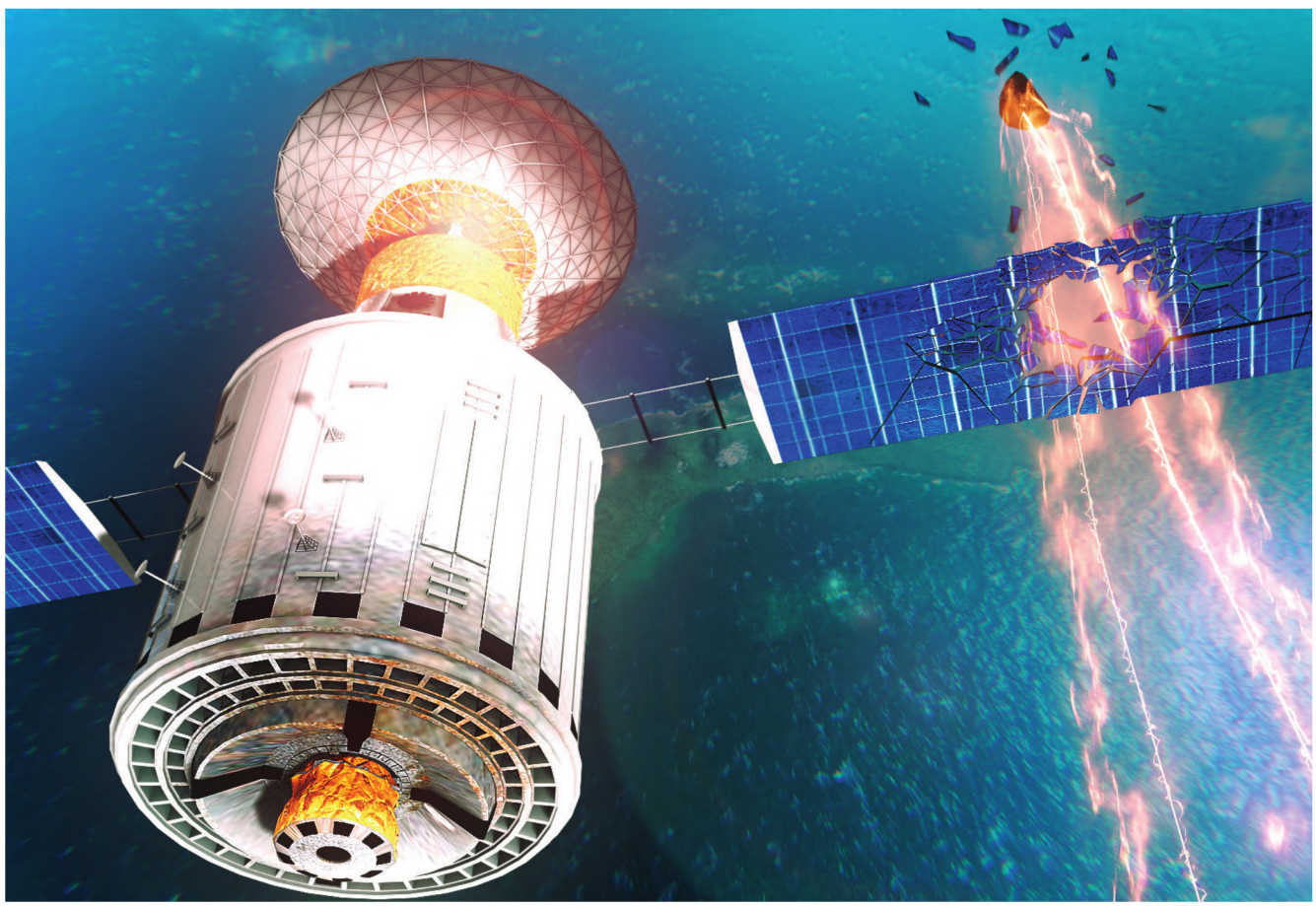
Kõrgtehnoloogilisi meetodeid materjalide uurimiseks on loomulikult palju rohkem ning iga meetod annab uuritava katseobjekti kohta unikaalset informatsiooni. Kui need infokillud lõpuks kokku panna, siis saabki materjaliteadlane vajalikud otsused teha, et parema tulemuse nimel muuta näiteks materjali sünteesimise parameetreid.

Mille kallal Eesti materjaliteadlased töötavad?

Nagu mujal maailmas, on ka Eestis tehtavad materjaliteaduslikud uuringud tihedalt seotud energeetika, meditsiini, militaartehnoloogia, elektroonika, kosmosetööstuse ja teiste valdkondadega. Erinevatest teemadest tõstaksin esile aatomkihtsadestusega seotud uuringud.

Aatomkihtsadestus on oma olemuselt meetod, mis võimaldab kasvatada aatomkihthaaval mistahes koostise ja struktuuriga materjale. Sel moel viiakse aatomkihtsadestuse reaktorisse vaheldumisi sobivaid gaasifaasis olevaid lähteaineid, mis reageerivad aluspinnaga iseküllastuval viisil. Seega on aatomkihtsadestuse meetodil võimalik kasvatada ühtlase paksusega materjalikihti isegi kõige keerukamatele kolmemõõtmelise kujuga objektidele, mis võivad olla lausa mikroskoopilised. Need sünteesitud materjalikihid on aga väga õhukesed, enamasti kõigest 1–200 nm. Samas sellest piisab, et anda mõnele materjalile paremad või täiesti uued omadused.

Üheks klassikaliseks näiteks võib siinkohal tuua hõbedast esemete katmise Al_2O_3 / TiO_2 kihilise struktuuriga (laminaadiga), mis takistab hõbeda

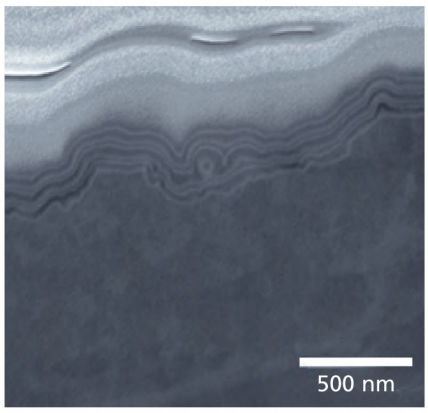


TAUNO KAHRO

Et võidelda kosmoseprügiga, mis võib muutuda ohtlikuks teistele satelliitidele, tuleb vanad satelliidid õigel ajal alla tuua. Selleks oleks võimalik kasutada ESTCube'i töörühmas arendatavat päikesepurje, millega saaks satelliite „pidurdada", sundides neid Maale lähenema ja lõpuks atmosfääris ära põlema

pinna hõbesulfiidi tekkest tingitud tuhmumist (roostetamist). Tartu ülikooli füüsika instituudi kiletehnoloogia labori magistrant Elyne Aaviksoo (professor Väino Sammelselja töörühmast) uurib aga aatomkihtsadestuse rakendamise võimalust meditsiiniliste tarvikute puhul. Tegu on veidi keerukama olukorraga kui hõbeda kaitsekihiga katmine, kuna meditsiinilistel tarvikutel tuleb lisaks korrosioonikindlusele tagada ka see, et sünteesitud materjalikiht oleks inimorganismile vastuvõetav (bioühilduv). Kate peaks olema aluspinnaga tugevalt seotud ja pind kergesti desinfitseeritav. Seda saab tagada näiteks anataasi faasis oleva üliõhukese titaandioksiidist kile abil, mis on üks parimaid teada-olevaid biomaterjale. Kiiritamisel UV-kiirgusega omandab see ka lühiajalise antibakteriaalse toime.

Aatomkihtsadestust on võimalik kombineerida mitmete teiste materjalide sünteesimeetoditega nii, et nende eelised kompenseerivad üksteise puudujääke ning tulemuseks on enneolematult heade omadustega uus materjal.



MAIDO MERISALU

Skaneeriva elektronmikroskoobiga saadud pilt nanostruktuurse katte ristlõikest. Ristlõige on tehtud fokuseeritud ioonkiirega ning pildi tegemiseks on objekti katet sisestruktuuri suhtes elektronmikroskoobiga kallutatud. Alusmetallile on kantud aatomkihtsadestuse meetodil kihiline nanokate (laminaat), kus on vaheldumisi Al_2O_3 ja TiO_2. See on pikka aega olnud üks parimaid aatomkihtsadestuse meetodil valmistatud katteid. Sama meetodiga tehtud katet on plaanis katsetada kosmoses ESTCube-2 satelliidil 2018. aastal

Eestis on alustatud uuringuid aatomkihtsadestuse rakendamiseks täiesti uudsete materjalide loomisel. Nimelt on võimalik kombineerida aatomkihtsadestust osavalt mitmete teiste materjalide sünteesimeetoditega nii, et nende eelised kompenseerivad üksteise puudujääke ning tulemuseks on enneolematult heade omadustega uus materjal.

Viimastel aastatel on muutunud aktuaalseks ka kosmosetehnika tarbeks mõeldud korrosioonivastaste kaitsekatete arendamine. Orbiidile saadetavate seadmete arv kasvab iga aastaga ja nende kõrget hinda arvestades oodatakse, et need kestaksid võimalikult kaua. Suuremate satelliitide maksumus ulatub sadadesse miljonitesse eurodesse ning seejuures eeldatakse, et need töötavad vähemalt kümme kuni kakskümmend aastat. Lisaks inimese põhjustatud tark- ja riistvaravigadele lühendab satelliitide tööiga kosmilise keskkonna hävitav mõju (korrosioon). Korrosioon kosmoses on keerukam probleem kui esmapilgul arvata võib, sest see toimub mitmete tegurite koosmõjul. Kõige suuremad mõjurid on gammakiirgus, kiiresti liikuvad laetud osakesed, Maa-lähedasel orbiidil olev atomaarne hapnik, neutronid, vaakum, temperatuuri kõikumine, kütusest pärinevad korrodeerivad ühendid ning ka suuremad osakesed nagu mikrometeoriidid või inimese enda ülesviidud tehnikast pärit kosmoseprügi.

Kui mõni satelliit lakkab töötamast, muutub see ka ise kosmoseprügiks ning hakkab ohustama muud tehnikat. Seepärast ongi oluline, et kosmosesse viidavad seadmed oleksid kasutuskeskkonnas võimalikult vastupidavad ning samuti peaks olema võimalik neid mingil hetkel orbiidilt alla tuua.

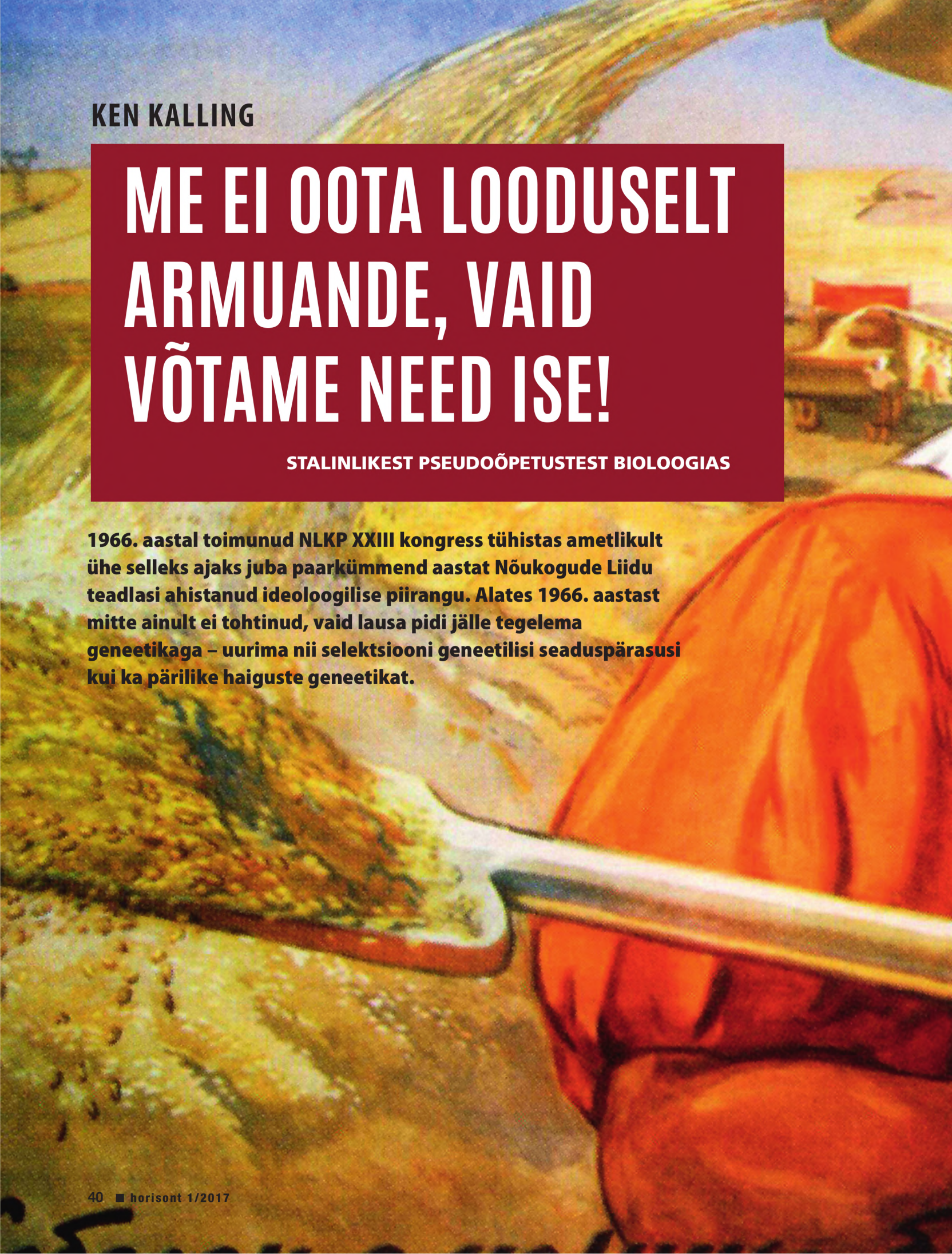
Korrosioon kosmoses on keerukam probleem kui esmapilgul arvata võib, sest see toimub mitmete tegurite koosmõjul.

Kosmose laastavat mõju orbiidil olevatele seadmetele saab oluliselt vähendada spetsiaalsete kaitsekihtidega, mida ka Eestis arendatakse.

Kosmose laastavat mõju orbiidil tiirlevatele seadmetele saab oluliselt vähendada spetsiaalsete kaitsekihtidega, mida ka Eestis arendatakse. Üheks näiteks on alumiiniumsulamitele mõeldud nanotehnoloogial põhinev õhuke nanostruktuurne kate. Selline alumiiniumi erosiooni vähendava vastupidava katte valmistamise tehnoloogia oleks tõsiseltvõetav alternatiiv senisele NASA-s kasutatavale plasma-elektrolüütilisele oksüdatsioonile, mis paraku kahjustab tõsiselt pisemaid keeruka kujuga alumiiniumdetaile.

Eesti teadlaste arendatud nanostruktuurse materjali patendi esimese kasutamise õigus antakse lähikuudel tõenäoliselt Tartu ülikooli hargettevõttele Captain Corrosion OÜ. Ettevõte plaanib katsetada katet kosmoses juba 2018. aastal, koostöös Tartu ülikooli kiletehnoloogia labori ja Tartu observatooriumiga. Testimine on kavas läbi viia Eesti vabariigi 100. aastapäeva auks üleslennutataval tudengisatelliidil ESTCube-2. •

Maido Merisalu (1984) on Tartu ülikooli füüsika instituudi kiletehnoloogia labori insener. Doktoritöö raames arendab ja uurib ta professor Väino Sammelselja juhendamisel alumiiniumisulamitele mõeldud nanostruktuurset kaitsvat kattematerjali. 2016. aasta novembris pälvis silmapaistva õppe- ja teadustöö ning eduka koostöö eest Eesti ettevõtetega Tartu raefondi preemia. 2016 aastal asutas Tartu ülikooli hargettevõtte Captain Corrosion OÜ, mis tegeleb ettevõtete korrosioonialaste ja materjaliteaduslike probleemide lahendamisega.



KEN KALLING

ME EI OOTA LOODUSELT ARMUANDE, VAID VÕTAME NEED ISE!

STALINLIKEST PSEUDOÕPETUSTEST BIOLOOGIAS

1966. aastal toimunud NLKP XXIII kongress tühistas ametlikult ühe selleks ajaks juba paarkümmend aastat Nõukogude Liidu teadlasi ahistanud ideoloogilise piirangu. Alates 1966. aastast mitte ainult ei tohtinud, vaid lausa pidi jälle tegelema geneetikaga – uurima nii selektsiooni geneetilisi seaduspärasusi kui ka pärilike haiguste geneetikat.

ALAMY / VIDA PRESS

Seeni tooni andnud nn lõssenkism oli tegelikult taanduma hakanud juba pärast Jossif Stalini surma – näiteks pani Artur Lind juba 1960. aastate alguses aluse Eesti molekulaarbioloogiale. Teaduse ajalooga kursis olijaile tähendab lõssenkism stalinlikus Nõukogude Liidus aset leidnud moonutusi bioloogiateaduses ja eeskätt geneetika („mendelismi-morganismi-veismanismi“) eitamist. Nähtus seostus peaasjalikult põllumajandusega, nii et Nõukogude Liidus bioloogia vallas tekkinud pseudoteadusi hakati nimetama agrobioloogiaks. Trofim Lõssenko (1898–1976) kõrval oli sel suunal teisigi tuntud käilakujusid, nagu näiteks Ivan Mitšurin (1855–1935). Surve alla ei sattunud aga üksnes põllumajandusteadlased ja kolhoosnikud – ka arstiteadus kannatas.

Nälg ideologiseeris bioloogia

Võib küsida, miks Nõukogude Liidus, kus teadus ja selle rakendamine olid üldiselt kõrgel tasemel, lükati bioloogiateaduses teatud perioodil sisse vähikäik. Esiteks oli sel ideoloogilisi põhjusi, näiteks eitas vulgaar-materialistlik bolševistlik lähenemine pärilikkusaine põlvkondadevahelises edasikandumises (nagu seda kujutati ette enne kaksikheeliksmudeli avastamist 1953. aastal) justkui sisalduvat surematuse ideed. Rolli mängisid ka ksenofoobia ja messianism, mis tunnistas vaid vene teaduse prioriteetsust, ning võimuvõitlus teadlasringkondades, mille ilmekaks näiteks oli taimegeneetik Nikolai Vavilovi vangistamine 1940. aastal valesüüdistuse alusel. Ometi ei oleks võimuvõitlus saanud võtta kuju, kus teadusteooriaid hakati jagama ideoloogiliselt „õigeteks“ ja „valedeks“, ning inimesi selle alusel represseerima, kui riigis poleks valitsenud totalitarism ja lisaks veel – nälg!

Tõepoolest, vaatamata Nõukogude Liidu edusammudele näiteks industrialiseerimises või tervishoius valitses riigis kogu selle ajaloo vältel tõsine toiduainete nappus. Kuigi selle põhjus peitus sundkollektiviseerimises, muutus ideoloogilise võitluse tandriks paraku bioloogia – oli ju bioloogia otseselt seostatav sellega, mis ja kui hästi põllul kasvab. Totalitarism lisas olukorrale hirmufaktori – kui Stalin kolhoosnikke („praktikuid“) teadlastele

(„teoreetikutele“) eeskujuks tõi, pidid viimased arvestama, et on sattunud kõrgendatud ja väga ebameeldiva tähelepanu orbiiti. Kõik see sobis Lõssenko-sugusele aferistile, kes oskas riigi juhtkonnaga manipuleerida. Kui valitsejad nõudsid tulemusi, aga akadeemiline teadus kiireid lahendusi ei pakkunud, olid legendid nutikatest „talupoeg-teadlastest“ ja „tare-laboratooriumitest“ kärmed tekkima – näiteks olevat Lõssenko enda isa saanud ohtralt saaki, kui ta talinisu ikaldudes järelejäänud seemne (seda eelnevalt vernaliseerides – niisutades ja madalal temperatuuril hoides) kevadel maha külvas.

Agrobioloogiat iseloomustas retoorika, mille kohaselt olevat „tõe kriteeriumiks praktika“. See andis tõuke teadusasutuste tekkeks, mille nimele lisati eesliitena „eksperimentaal“ (näiteks loodi Eestis eksperimentaalbioloogia ning eksperimentaalse ja kliinilise meditsiini instituudid). Veel 1963. aastal rõhutas toonane Eesti teaduste akadeemia president Johan Eichfeld bioloogiateaduse „mitšuurinlikku“ ja „formalistlik-geneetilist“ suunda võrreldes (ta ise esindas „mitšuurinlasi“), et esmajärjekorras tuleks empiiriliselt uurida arenemise ja pärilikkuse seaduspärasusi ehk keskkonna mõju organismi kujunemisele ning õppida neid seaduspärasusi praktikas – põllumajanduses – rakendama. Teine tee, aminohapete kombinatsioonide tundmaõppimine, olnuks Eichfeldi hinnangul kahtlane, sest „võimalike kombinatsioonide arv on määratu suur“.

Teooriata siiski hakkama ei saanud

Teoorias toetus agrobioloogia paljuski Ivan Mitšurinile, sordiaretajale, kes ristas (eeskätt) viljapuid. Tsaari-Venemaal Mitšurinit ei tunnustatud, nii et kui bolševikud tema tööd kodusõja lõppedes esile hakkasid tõstma, oli ka Mitšurin uuele võimule truu. Teadlastele tegi ta oma töö hindamise aga raskeks. Näiteks kasutas ta hübridiseerimisel õietolmu segusid, nii et tagantjärele oli võimatu aru saada, millise sordi sperm uue taime tekitas. Lisaks mõtles Mitšurin välja nn vegetatiivsete hübriidide saamise meetodi – ta pookis muuta soovitavale sordile sellise sordi oksa, mille omadusi taheti poogitavale sordile üle kanda, nimetas poogendi „mentoriks” ja väitis, et selle kaudu kandub pookealusele taimele üle pärilikkusaine, mis jääb kestma ka selle järglastes. Karjaaretuses propageeris sama lähenemist Lõssenko, kelle väitel valitsenud „meil teaduses“ veendumus, et heade piimalehmade saamiseks tuleb vasikaid toita mitte

Kui valitsejad nõudsid tulemusi, aga akadeemiline teadus kiireid lahendusi ei pakkunud, olid legendid nutikatest „talupoeg-teadlastest“ ja „tare-laboratooriumitest“ kärmed tekkima.

EESTI AJALOOMUUSEUM

Ivan Mitšurin püstitas kurikuulsa loosungi, mille kohaselt ei tuleks oodata looduselt armuande, vaid neid ise võtta. Selline mõtteviis viis mastaapsete „looduse ümberkujundamise“ plaanideni

lihtsalt piima, vaid kõige paremate piimalehmade piimaga.

Mitšurin, kes tegi oma tööst „kunsti“, oli küll kursis teadusilmas toimuvaga, kuid võttis selle suhtes eitava hoiaku. 1923. aastal teatas ta, et Mendeli seadused sordiaretuses ei kehti. Teaduskeelt kasutades võib väita, et Mitšurin ei tunnistanud pärilikkusmehhanismide puhul dominantsust ja retsessiivsust, vaid leidis, et sõltuvalt organismi arengutingimustest ja/või -faasist võib üks ja sama tunnus olla kord retsessiivne, kord dominantne. Soovitud tunnuste domineerima „kallutamine” – taimede manipuleerimine (nende arenguetappe silmas pidades) erinevate keskkonnamõjustustega – oligi mitšuurinliku meetodi n-ö põhisisu.

Sama mõtteviisi arendas edasi Lõssenko, kelle definitsiooni kohaselt ei iseloomustanud organisme pärilikkus, vaid nende soodumus reageerida keskkonnamõjudele ehk n-ö „loomus“. Pärilikkusest kõneldi selles kontekstis kui „konservatiivsusest“ või „tasakaaluolekust“ ning teaduse eesmärk – eeldusel, et esiplaanil püsib rakenduslik pool (näiteks sordiaretus) – oli sel juhul seda tasakaalu „kõigutada“.

Lõssenkism oli sisuliselt neo-lamarkistlik õpetus, mis tunnistas elu jooksul omandatud tunnuste edasipärandumist. Nagu klassikaline lamarkism, lähtus ka lõssenkism pangeneesi teooriast, mille kohaselt osalevad vanemate tunnuste järglastele pärandamises kõik keharakud. Kui jällegi Eichfeldi tsiteerida, nägid mitšuurinlased pärilikkust „kätketuna kogu organismi, mitte vaid „sugurakkude geenidesse““. Omandatud tunnuste edasikandumisse uskumise kõige äärmuslikuma vormina võib käsitleda lõssenkismi kiusatust eitada liiki kui bioloogilise klassifitseerimise põhiühikut.

Lõssenko väitel valitsenud „meil teaduses“ veendumus, et heade piimalehmade saamiseks tuleb vasikaid toita mitte lihtsalt piima, vaid kõige paremate piimalehmade piimaga.

EESTI AJALOOMUUSEUM

Trofim Lõssenko õpetus tunnistas teataval määral klassikalisi pärilikkusseadusi nagu seda, et karjaaretuses tuleks eelistada paremate tõutunnustega – näiteks parema piimaanniga – veiste järglasi. Organismi väljakujunemisel seati esiplaanile siiski keskkonna mõjud. Näiteks hea piimaanniga lehmade aretamiseks tulnuks neid vasikana joota mitte oma ema, vaid karja parima väljalüpsiga lehmade piimaga

Pavlovi õpetuse vulgaarne tõlgendamine

Erilist tähelepanu pööras agrobioloogia organismi ja keskkonna vastasmõjudele. Pärilikkuse eitamise peamine ideoloogiline sisu seisnes arusaamas, et keskkonnamõjudel on organismi kujunemisel määrav roll. Selline lähenemine sai liitlase Ivan Pavlovi reflekside õpetuse näol. Pavlov on stalinistlike pseudoteaduste ajaloos vastuoluline isik. „Vana kooli“ teadlasena vihkas ta bolševikke, samas oli ta vene rahvuslane. Enamik tema töid ei vaja kindlasti ümberhindamist, seda enam, et n-ö Pavlovi-hüsteeria puhkes alles pärast tema surma, bioloogiateadusi tabanud stalinlike kampaaniate tulemusel.

Teisalt seadis Pavlov pärilikkusõpetuse siiski kahtluse alla, kui pidas loomsete organismide peamiseks vormijaks närvisüsteemi (kõrgemat närvitalitlust). See, nn nervismi õpetus, taandas eluprotsesside mõistmise kitsalt neurofüsioloogia pinnale, jättes tahaplaanile muud mehhanismid (näiteks pärilikkuse). Igal juhul leidsid Pavlovi hilisemad konjunktuursed tõlgendajad vanameistri tekstidest piisavalt selliseid kirjakohti, mida enda kasuks pöörata. Reflekside õpetuses sisalduv (kehavälise) ärritaja ja organismi reaktiivsuse (ehk ärritajale reageerimise võime) „kahekõne“ sobis neile, kes

tahtsid organismi näha lahutamatus tervikus seda ümbritseva keskkonnaga. Siin avanes võimalus lõssenkistlikele kontseptsioonidele „tasakaalust“ ja selle „kõikumisest“ – manipuleerides tingimustega saame uue liigi (näiteks „nõukogude inimese“), introdutseerides uusi liike muudame keskkonda jne. Pavlov, kes uskus, et inimene on tänu kõnele tõusnud teistest loomaliikidest kvalitatiivselt kõrgemale evolutsioonilisele tasemele, toetas justkui neolamarkismi – õpitava (tingitud refleks!) kõne kasutamine on inimesel pärilikuks muutunud. Meditsiinile avaldas Pavlovi-kampaania juures enim mõju närvisüsteemi liialdatud esiletõstmine, mis devalveeris seni tooni andnud organi- või koespetsiifilise haiguskäsitluse. Patoloogilisi protsesse püüti nüüd seostada kogu organismi reaktiivsusega. Esile kerkis n-ö funktsionaalne suund.

Olga Lepešinskaja käsitlus elusainest

Suhteliselt kõrges vanuses kerkis nõukogude teadustaevasse Olga Lepešinskaja. Tegemist oli revolutsioonilise liikumise teeneka tegelasega, kelle „panus“ nõukogude teadusesse seisnes Rudolf Virchowi rakuteooria „ümberlükkamises“. Lepešinskaja oli põhjalik – Virchowit, kelle teooria kohaselt saanuks elus rakk tekkida vaid eellasrakust, ning kes oli üks neid teadusmehi, kes tõstis eluteaduste tähelepanu keskmesse raku sees toimuvad protsessid, võis tõepoolest süüdistada kõiges, mis edaspidi juhtus, muuhulgas raku- ja molekulaarbioloogia (st „veismanismi-morganismi“) sünnis. Lisaks võis Virchowile ette heita religiooni toetamist – usku kõige elusa muutumatusse.

Lepešinskaja arvas end olevat tõestanud, et rakud tekivad ka mitterakulisest ollusest. Ta lähtus Lõssenkost, kelle järgi pärilikkust ei anta edasi kromosoomide kaudu, vaid „see võime on igal elusaineosakesel“. Elusaineks nimetas Lepešinskaja „peamiselt valkudest koosnevat materjali, mis tingib ainevahetuse protsessi“. Lepešinskaja nägi raku tasemest madalamal toimivat elu nii kunagises (Ernst Haeckelilt nime saanud) moneeride õpetuses (praegu tuntakse moneere prokariootsete ehk eeltuumsete bakteritena) kui ka rakus enne pooldumist toimuvates protsessides. Lepešinskaja ja tema järgijad rääkisid mikroskoobis näha olevast „sõmerusest“. Tegemist võis olla

Pärilikkuse eitamise peamine ideoloogiline sisu seisnes arusaamas, et keskkonnamõjudel on organismi kujunemisel määrav roll.

näiteks moodustistega, mida võib rakus märgata enne selle jagunemist. Ka algloomad paljunenuks mitte ainult jagunemise, „vaid ka peenima sõmeruse eritamise teel“. Raku ontogenees alanuks niisiis müstilisest, aegajalt end „sõmerana“ ilmutavast elusainest, kas rakuväliselt või raku sees.

Lepešinskaja tegi kummarduse Pavlovile, kui ta kirjutas, et nii nagu kõiki organismis toimuvaid protsesse, juhib ka „elusainet“ närvisüsteem. Lisaks kirjutas Lepešinskaja, et haigusi tuleb uurida organismi tervikluse seisukohast, lähtudes elusaine tähendusest haiguste arenemises – siinkohal võis Lepešinskaja viidata viirustele – ja väliskeskkonna tegurite mõjust.

Stalinlike kampaaniate mõju TRÜ arstiteaduskonnale

Agrobioloogia hakkas mendelistlikku geneetikat Nõukogude Liidus aegamööda tahaplaanile tõrjuma, kuni saavutas T. Lõssenko agressiivse sõnavõtu järel 1948. aastal toimunud üleliidulise põllumajandusteaduste akadeemia istungil täieliku võidu. Terveid teadlasrühmi sai edaspidi valitseda hirmu abil. Teadlaskonda vaigistati „vale“ teadusega tegelejaid represseerides, vallandusid „enesekriitika“ lained, toimusid vallandamised. Annekteeritud Eestis panustasid hirmuõhkkonna loomisesse 1949. aastal toimunud küüditamine ning 1950. aastal rahvusliku haritlaskonna vastu suunatud ulatuslikud repressioonid.

Agrobioloogia mõjud avaldusid ka meditsiinis. Juba 1949. aastal korrigeeris toonase Tartu riikliku ülikooli (TRÜ) arstiteaduskond oma teadusliku töö plaani, et pühendada enam tähelepanu „organismi reaktiivsuse probleemile“: „Mitšurini-Lõssenko progressiivse bioloogia seisukohast [–] on vaja uurida kõiki neid tegureid, mis mõjustavad inimorganismi reaktiivsust [–] et ta muutub vastuvõtlikumaks haigustele [–] tugevdab organismi resistentsust ühe või teise kahjuliku teguri vastu. Selle probleemi kaudu on võimalik läheneda ka küsimuse lahendamisele, kuidas on võimalik inimorganismi reaktiivsust tõhusalt muuta nii, et see positiivsena kujuneks pärilikuks.”

Uus löök arstiteaduskonna pihta anti 1949. aastal pärast Pavlovi 100. sünniaastapäeva tähistamist. Käima lükati järjekordne kampaania, seekord üleskutsega kasutada teadus- ja ravitöös rohkem „pavlovlikku füsioloogiat“. Järgmisel aastal, võttes vastu uusi tööplaane ja kinnitades uurimissuundi, kirjutas TRÜ arstiteaduskonna teaduskonnasisehaiguste kateedri juhataja: „Paljude sisehaiguste etioloogia ja patogeneesi küsimused, haiguste kulg, paranemisprotsessi ja paljude seni näiliselt küllalt selgitatud ravivahendite ja meetodite toimemehhanismi küsimused vajavad täielikku ümberhindamist ja lahendamist uutelt seisukohtadelt”. Viimaste all peeti silmas Pavlovi vulgaarseid tõlgendusi.

Niisiis loodi 1951. aastal Tartu kliinilise haigla juurde Pavlovi komitee ja samal aastal külastas Tartut Pavlovinimelise füsioloogia instituudi komisjon, mis tegi piisavalt kriitikat, et 1952. aasta alguses puhkeks arstiteaduskonnas enesekriitika puhang. Peagi loodi TRÜ juurde ka nn Pavlovi komisjon ning juba 1952. aastal, mil stalinlikus vaimus tähistati TRÜ 150. aastapäeva, anti välja kogumik, milles arstid tutvustasid juba valdavalt iseendi Pavlovi vaimus tehtud töid.

Kuderavi ja uniravi

Ülikooli juubelikogumikus avaldas mitu artiklit kirurg Arnold Seppo. Üks neist artiklitest käsitles nn kuderavi. Selles tekstis on selgelt äratuntavad Lepešinskaja mõtted, mille kohaselt osalevad paranevates haavades uue rakulise koe loomisel mitterakulised komponendid. Väidetavalt olid mõned Nõukogude Liidu sõjakirurgid kasutanud haavade sidumisel seetõttu veriseid sidemeid.

Seppo kuderavi seisnes selles, et ta asetas pikaajaliselt mittetervenenud troofilistele haavanditele klooramiinis konserveeritud inimese lootekesti. Ta tõdes, et haavas ilmnesid paranemisprotsessid, ning uskus, et kuderavi on närvisüsteemi nõrk ärritaja ja käivitab seega vigastatud kudede taastumise, millega nõrgenenud reageerimisvõi-

TARTU ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU KÄSIKIRJADE JA HARULDUSTE OSAKOND

Uniravi palat Tartu ülikooli neuroloogia kliinikus 1950. aastate alguses

mega organism ise hakkama ei saa (näeme, et mängu on tulnud ka Pavlovi õpetus). Artiklist ilmneb ühtlasi, et edu saavutamiseks pidi kirurg likvideerima troofilisi häireid põhjustava faktori siiski konventsionaalsel teel. Kuderavist eesti teaduskirjanduses edaspidi kuigi palju juttu ei tehta.

Kliinikute jaoks tähendas Pavlovi-kampaania nn uniravi kohustuslikku juurutamist. Ülikooli närvikliinikus rajati nelja voodiga uniravi palat juba 1950. aastal. Selliste palatite loomist nõuti kõigilt kliinikutelt. Teada on, et uniravi katsetati psühhiaatriakliinikus. Kuna psühhiaatrias oli erinevaid uinuteid kasutatud juba alates 19. sajandi lõpust, olid „hulluarstid" teema suhtes küllaltki immuunsed (ja pärast Stalini surma juba ka irroonilised). Ülejäänud kliinikud pidid püüdma Pavlovi õpetuses sisalduvat teooriat, mille kohaselt uni – närvisüsteemi sisemine (kaitsev) pidurdus – toimib närvisüsteemi regenereeriva jõuna ja sealtkaudu kogu organismi tervendava fenomenina, alles kiirkorras praktikasse viima.

Kokkuvõtteks

Uniravi, kuigi kampaania, pakkus toonasele allasurutud teadlaskonnale siiski võimalust ka ausat teadust teha. Nimelt püstitas juba Pavlov küsimuse, kas kunstlikult esile kutsutud narkoosi saab samastada loomuliku unega (seesmise pidurdumisega). Tekkis võimalus uurida uinutite mõju.

Teadlased kohanesid olukorraga ning kujunes teaduskeel, kus kohustuslikke märksõnu püüti kasutada olukordades, kuhu nad sobisid. Nii sai TRÜ zooloogiaprofessor Johannes Piiper, kes oli küll sunnitud kritiseerima seni kasutusel olnud „organisatsioonilist" (fülogeneetilist) liigi mõistet, keskenduda agrobioloogias soositud „adaptatsioonilisele" liigi käsitlusele ehk teisisõnu organismile kui „eluvormile". See tähendas võimalust uurida elukooslustega seonduvat kartuseta muutuda naeruväärseks.

Mõistagi pidid uute „paradigmadega" kohanemist üles näitama eeskätt n-ö tavalised teadlased. Samas võib ka omaaegsete tippude tekstidest – kui rääkida eeskätt Lõssenkost ja Lepešinskajast – leida mitmeid tuttavaid kirjakohti, millest ilmneb, et nemadki olid oma teooriad rajanud pigem teadaoleva ideoloogilisele tõlgendamisele. Näiteks teadis Lepešinskaja nii mõndagi raku kujunemisest, küsimus oli rõhuasetustes – kuivõrd marksistlik dialektika ütles, et uus tekib vana rüpes, väitis ka Lepešinskaja, et raku pooldumisel ei teki kaks võrdset uut rakku, vaid hoopis ema- ja tütarrakk. Ka Lõssenko puhul näeme, et ta „miksis" oma õpetusega peavoolu geneetikat. Loomakasvatajatele nõu andes teadis Lõssenko hästi, et „hea pull on pool karja", ning pani kolhoosnikele südamele, et piimakarja uuendamisel tuleks eelistada hea piimaanniga lehmade järglasi.

Teadlaskonda vaigistati „vale" teadusega tegelejaid represseerides, vallandusid „enesekriitika" lained, toimusid vallandamised.

Niisiis võidi stalinlike kampaaniate käigus avaldada ka adekvaatseid mõtteid. Kokkuvõttes mõjus ideoloogiline kammitsetus eluteaduste arengule teise maailmasõja järgses Nõukogude Liidus igal juhul hävitavalt, seda enam, et teadlaste represseerimine nende veendumuste alusel on asi, mida millegagi õigustada ei saa. Just selleni Nõukogude Liidu riiklikult ideologiseeritud teaduspoliitika paraku viis. Eestit tabas agrobioloogia laine õnneks siiski suhteliselt lühiajaliselt. Kui see jälle võimalikuks osutus, pandi siin alus silmapaistvale molekulaar- ja rakubioloogia koolkonnale. •

Ken Kalling (1963) on teadusajaloolane, kes uurib loodusteadustest lähtuvate teooriate mõju ideoloogiate ja poliitikate kujunemisele 19. ja 20. sajandil ning õpetab Tartu ülikoolis arstitudengitele meditsiiniajalugu.

Romantikust keiser Paul I

Venemaa keiser Paul I on läinud ajalukku isepäise ja karmikäelise valitsejana, kes armastas üle kõige korda, laitmatut rivisammu sõja-väeparaadidel ning hingetut allumist korrale. Tegelikult oli Paul I palju keerulisem isiksus.

ALAMY / VIDA PRESS

Keiser Paul I (1754–1801)

WIKIPEDIA

Anna Lopuhhina-Gagarina 1777–1805
Jean-Louis Voille maalil

Kui Pauli ema, keisrinna Katariina II 1762. aastal oma abikaasa Peeter III võimult kukutas, lubas ta valitseda regendina kuni poja täisealiseks saamiseni. See tähendas, et sel hetkel kaheksanda eluaasta künnisele jõudnud Paul (1754–1801) pidi troonile tõusma kümne aasta pärast. Katariina II nautis aga valitsemist sedavõrd, et ei tahtnud võimu pojale üle anda – ta jäi Venemaa troonile kuni oma surmani 1796. aastal. Et oma võimulpüsimist põhjendada, levitas Katariina kuulujuttu, et Paul polevatki Peeter III, vaid hoopis krahv Saltõkovi poeg, ja et asi veelgi kindlam oleks, et tema ja Saltõkovi poeg sündis surnuna ning asendati toonase valitsejanna Jelizaveta I käsul ühe „eestlannast pesupesija" pojaga. Sellise versiooni kohaselt valitses Vene keisririiki alates 1776. aastast „eestlane Paul", mis oli mõistagi Katariina II väljamõeldud vale. Lisaks levitas Katariina hulgaliselt kuulujutte oma poja vaimsetest hälvetest ja tegi muidki katseid seadusliku troonipärijat (oma poega!) laimata.

Kui Paul Katariina II surma järel 1796. aastal troonile tõusis, oli ta 42-aastane ja abielus Maria Fjodorovnaga, kes oli sünnitanud talle kümme last. Vanaema Katariina oli kaks vanemat lapselast – Aleksandri ja Konstantini – Pauli perekonnalt ära võtnud ja kasvatas neid enda juures Peterburis. Paul ise elas ema valitsemisajal Gatšina lossis ja oli õukonna- ja riigielust sisuliselt kõrvaldatud. Tõde Paul I tõelise loomuse kohta on hakanud vene ajaloolaste töödes alles ajapikku avalikkuse ette tulema.[1]

Paul I oli suur keskaegsete rüütliideaalide kummardaja ja seetõttu väga meelitatud, kui Malta ordu temalt Euroopas rahutuks muutunud aegadel (vaid mõni kuu enne Prantsuse vägede Maltale tungimist) patronaaži palus. Paul I võttis rüütliordu 1797. aasta lõpul oma ametliku kaitse alla ning järgmisel aastal valiti ta ordu suurmeistriks.

Vene keisri lembusest rüütliromantika vastu kõneleb ilmekalt ka tema kiindumus vürst Pjotr Vassiljevitš Lopuhhini tütre Anna vastu, keda ta kohtas Moskvas õukonnaballil. Keiser oli Annast sisse võetud ja kui temani jõudsid kuuldused, et tunne on vastastikune, lasi ta vürsti koos tütrega Peterburi tuua. Paul võttis Anna õukonna teenistusse ja määras talle õuedaami tiitli. Mis Paulile eriti meeldis, oli Anna vaikne ja tagasihoidlik iseloom, sest just selline pidigi tema arvates olema üks õige rüütli südamedaam. Oma kiindumuse näitamiseks pani Paul armastatud naise kodeeritud nime ühele oma sõjalaevadest – laev sai nimeks „Благодать", mis on nime „Anna" heebreakeelse tähenduse „jumala arm" venekeelne tõlge. Sama sõna hakkas ehtima ka Vene keisririigi kaardiväepolkude lippusid. Lisaks tavatses Paul sõuda gondliga oma südamedaami akende all ja lasta muusikutel talle serenaade mängida. Ehkki suure riigi ainuvalitseja kohta näib selline käitumine naiivse ja isegi lapsikuna, teeb see Paul I isiku meile inimlikus plaanis huvitavaks ja salapäraselt romantiliseks.

Kui Anna keisri tähelepanust väsis ja tunnistas, et tal on armastatu – vürst Pavel Gavrilovitš Gagarin, kes viibis parajasti Suvorovi vägedega Itaalias – väljendus Paul I rüütellikkus selleski, et ta lasi Gagarini pealinna kutsuda. 1800. aasta alguses korraldas ta Annale ja vürstile vägevad pulmad, mis oli suuremeelse ja rüütelliku isevalitseja vääriline žest.

Paul I tapeti järjekordse paleepöörde käigus 1801. aastal, ööl vastu 12. märtsi. Troonile tõusis tema vanem poeg Aleksander (1777–1825), kes määras vürst Gagarini saadikuks Sardiiniasse. Seal elas Anna Gagarina 1805. aastani, mil ta raske sünnituse tagajärjel suri. Vene keisri kunagine südamedaam toodi Peterburi ja maeti Aleksander Nevski kloostrikirikusse, millest jääb vaid mõne kilomeetri kaugusele ka tema isevalitsejast „rüütli", Peeter-Pauli katedraali maetud Paul I haud. •

Jüri Kotšinev, ajaloouurija

[1] Vaata Paul I kohta näiteks Gennadi Obolenski raamatut „Император Павел I" (2000) või Fjodor Golovkini raamatut „Двор и царствование Павла" (2003). Viimane neist on kordustrükk 1905. aastal ilmunud väljaandest.

STINA KASE

TANEL VEENRE
EHTEKUNSTNIK

Tõejärgne teadus

Ma tajun teadust eelkõige kui meie tänast – õhtumaist – kultuuri korrastavat mehhanismi. Teaduspõhisus on kui kokkulepe lähtuda empiirilisest, et hoida ära arvamuste kaosesse kiskuvat kakofooniat.

Mind on alati ajanud kohutavalt närvi igasugused konspiratiivteooriad ja on olnud keeruline leida ühist keelt inimestega, kes neist ilma kahtlusteta süttinud. Usk, et üldkehtivad teooriad on valinud mingid – näiteks majanduslikud või võimuiharad – kildkonnad, tundub magusalt *rebel* Kuigi nii mõnigi esmapilgul jaburana tundunud arusaam on osutunud mõne aja möödudes uueks üldkehtivaks, siis valdav osa hullumeelsusest on punastades unustatud.

Ma ei ole kunagi võtnud teadust lõpliku tõena, pigem järelduste evolutsioonina ja iseend punktina selles lõputult arenevas loos. Tänasest üldkehtivast võib saada homme teaduslooline karikatuur inimese lühinägelikkusest. Nõnda püüan pigem kuulata kui arvata. Kuid kuskil on kuulamise piirid, idiootsust ei suuda ma ka oma piiritu sallivusega taluda. Paraku januneb tänane tõejärgne (*post-truth*) inforuum oma absurdses ilus magnetiseerivate konspiratiivteoreetiliste arutluste järele. Uskuda ja seda usku hiireklikiga jagada on palju lihtsam kui süveneda. Facebooki grupp „Lame maa – Flat Earth Estonia" – on muidugi lustlik lugemine ja idiootide üle irvitamine egotõstev kahjutu meelelahutus. Kuid samas on hirmutav mõelda, et lameda maa uskujad on siinsamas meie kõrval, hommikul trammis ja õhtul kinos, ning mõjutavad oma otsustega sarnaselt meie kõigiga poliitikat ja ühiskonda. Tõejärgse maailma vundamendiks on enamasti need, kes eales ümbermaailmareisist ei unista, rahuldudes kujutlusmaailmadega, mida söödab ette peamiselt virtuaalne inforuum.

XXX

Kunstnikuna teen ma omamoodi teadust, minu stuudio on tunnetuslik laboratoorium. Ma katsetan materjalide, vormide ja värvidega, analüüsin tulemusi ning teen järeldused, millest saab trepimade, et astuda järgmine samm. Olen püüdnud seda protsessi kirjeldada oma raamatutes „Ehe. Kahtlused kunsti kujul" ja „Käeulatuses", mõistes oma mõtteid korrastades, kui küündimatu see püüe tegelikult on. Nõnda on minu teadusest saanud kahtluste karavan, miraažina kõrbet läbimas. Tajun isikliku teaduse evolutsiooni taimena, mille inkubaatoriks on inimhing ning mille väljaulatuvateks oksteks on loomingulised jäljed. Ma võin aimata, millal mõni elujõuline pung pitsitab, ning lubada tal puhkeda, kuid enamasti ei ole mul peale magusvalusa pitsituse anda ühtegi loogilist seletust. Sõltuvus sellest pitsitusest meelitab mind igal õhtul oma laboratooriumi, kus püüan fokuseerida läätsesid, et näha kõrbekaravani võimalikult selgelt. Hetkeks näen siis uljast rändurit kaameli seljas, kartmatu pilk midagi horisondil seiramas. Kuid üldistusele allumatult hakkab pilt järgmisel hetkel virvendama ja rändur kaotab oma kontuurid. •

LAPPIGEM LAINEID!

VIDA PRESS

Kuidas tõlgendada LIGO gravitatsioonilainete interferomeetri vaatlusandmeid?

Gravitatsioonilainete vaatlemiseks sobilike interferomeetrite ehitamisega on tõsisemalt tegeletud umbes nelikümmend aastat. Veidi üle aasta tagasi esmakordselt gravitatsioonilaineid vaadelnud LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*) mõõdab sisuliselt neljakilomeetrilise õlapikkusega interferomeetri võbelemisi suurusjärgus tuhandik prootoni läbimõõdust.

Senise analüüsi tulemusena ollakse üsna kindlad, et kahe vaadeldud võbeluse põhjuseks oli interferomeetrit läbinud gravitatsioonilaine. Ülejäänud võbeluste puhul tasub seevastu kahtlustada maisemat päritolu häiritust. Mõnikord õnnestub nende põhjus tuvastada ning kõrvaldada, näiteks vahetades välja kulunud kummitihendid õhukompressori jalgadel. Teinekord põhjustab häirituse kogemata välja lülitamata jäetud telefoni helisemine. Aeg-ajalt tõrgub paratamatult mõni interferomeetris kasutatav laser.

LIGO esimese 51,5-päevase vaatlusperioodi andmetes on kokku umbes miljon häiritust. Olulise osa nendest leiab üles kahe sõltumatu, teineteisest 3002 km kaugusel paikneva interferomeetri andmete võrdlemisel, kuna häiritused on üldjuhul nähtavad ainult ühe interferomeetri mõõtmistes. Sellegipoolest ei saa niivõrd suure arvu häirituste puhul täielikult välistada kahe sarnase häirituse juhuslikku kokkusattumist mõlemas interferomeetris.

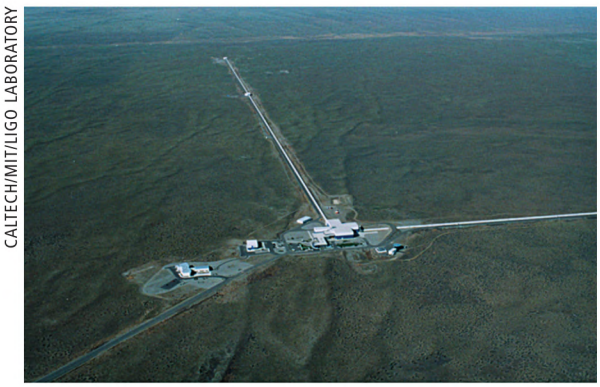
LIGO mõõtmisandmete paremaks mõistmiseks riputasid teadlased häirituste spektrogrammid üles veebilehele Gravity Spy. Külastajal palutakse sealjuures liigitada näidatava signaali kuju. Praeguseks on ligikaudu viis tuhat huvilist teinud miljon liigitust, leides ka kaks uut tüüpi häiritust – nagu enamiku igameheteaduse veebilehtede puhul, nii on ka Gravity Spy veebis teadaolevate signaalkujude kõrval viimase valikuna „Uus ja tundmatu kuju".

Viimasesse valikusse tasub sealjuures suhtuda täie tõsidusega. Gravitatsioonilaineid on nüüdseks vaadeldud täpselt kahel korral ning mõlemal juhul oli tegu eelnevalt teoorias põhjalikult läbiuuritud fenomeniga (kahe musta augu ühinemine). Veebilehel näidatav kummalise kujuga spektrogramm võib seega tegelikkuses häirituse asemel olla hoopis tundmatust allikast pärinev ja ebahariliku kujuga gravitatsioonilaine. •

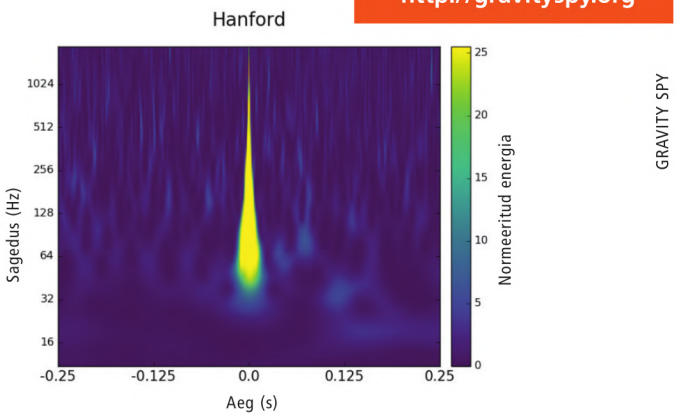
Loe ka Piret Kuuse arutlust „Kes avastas gravitatsioonilained?" lk 60.

Jürgen Jänes on arvutusbioloogia doktorant Cambridge'i ülikoolis.

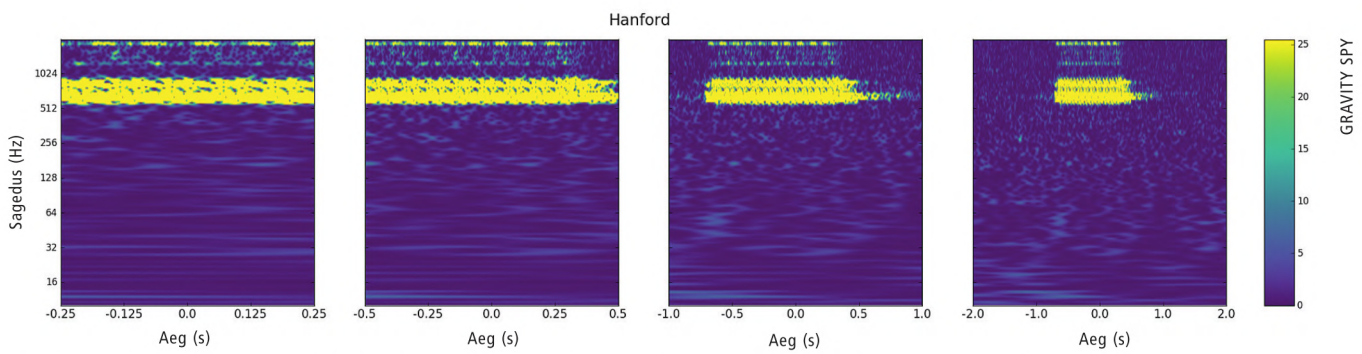
http://gravityspy.org


CALTECH/MIT/LIGO LABORATORY

Üks LIGO interferomeetritest Washingtoni osariigis Hanfordis. Fotol on täielikult nähtav üks kahest 4 km pikkusest interferomeetri õlast. Teine detektor paikneb 3002 km kaugusel Louisiana osariigis Livingston'is

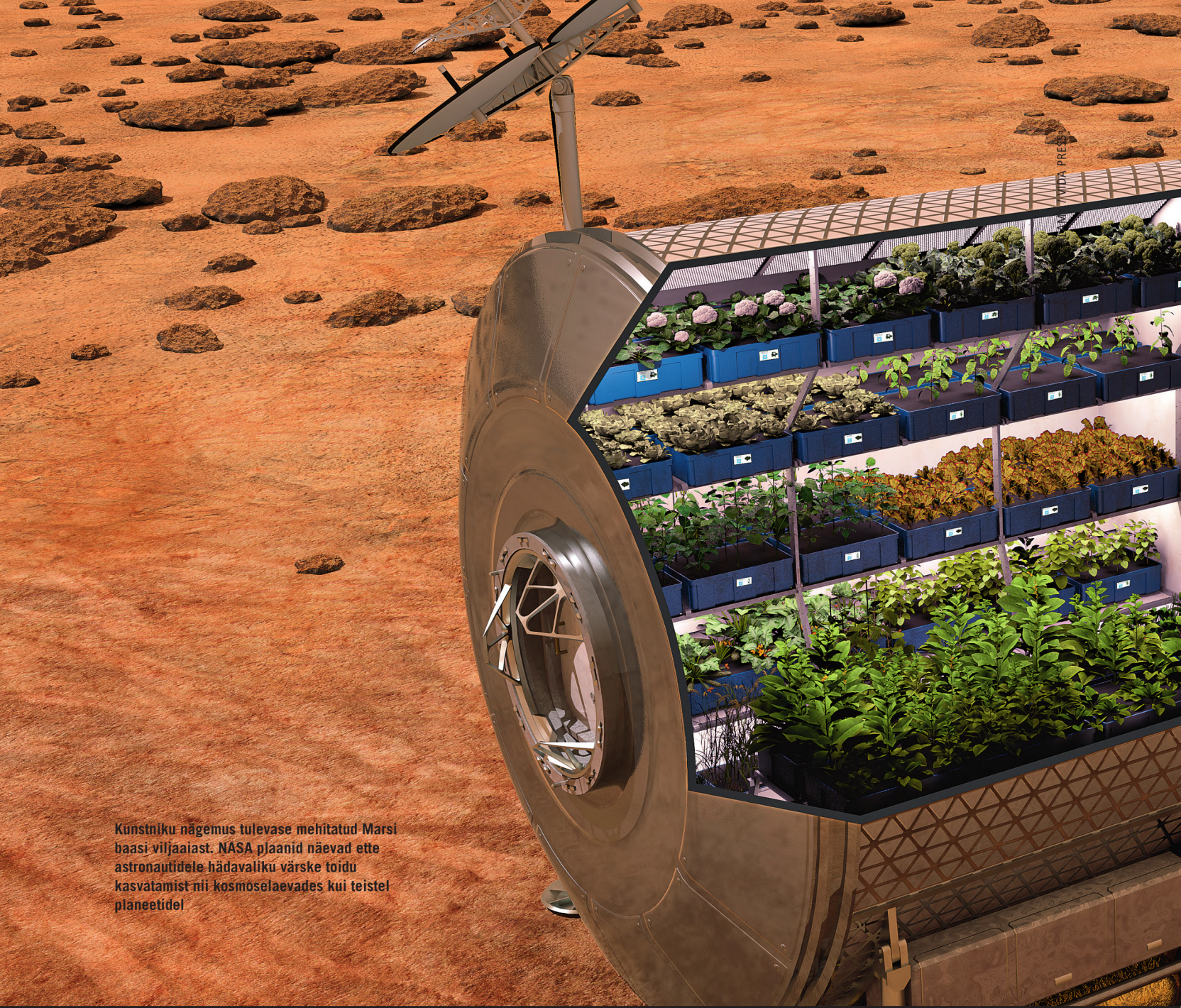


Piiksuks (*blip*) kutsutava häirituse spektrogramm – 40 ms kestvusega „pisarakujuline" impulss sagedusvahemikus 30 kuni 240 Hz. Piiksusid ei ole suudetud kindlalt siduda ühegi teadaoleva tehnilise teguriga ning need on hetkel kõige olulisemaks segavaks teguriks mustade aukude liitumisel tekkivate gravitatsioonilainete tuvastamisel



Ekslikult väljalülitamata jäetud telefoni helisemisest tingitud signaal spektrogrammina Hanfordi detektori andmestikus

2017 Turismimess Tourest
etfl eesti turismifirmade liit
PUHKUS ALGAB SIIT!
10–12.02.2017
Rahvusvaheline turismimess
PARIIS 2595
Lääne-Euroopa
PARIISI 104
Põhja-Eesti
www.tourest.eu
MAAILM ON VALLA
GLOBAL VILLAGE
ELAMUSED JA MAITSED
TASTE ESTONIA!
PUHKA EESTIS
EXPERIENCE ESTONIA!
REISIKLUBI
TRAVELLERS' CLUB
2017 Turismimess Travel Trade Fair Tourest
JA PALJU MUUD PÕNEVAT...
AND SO MUCH MORE....

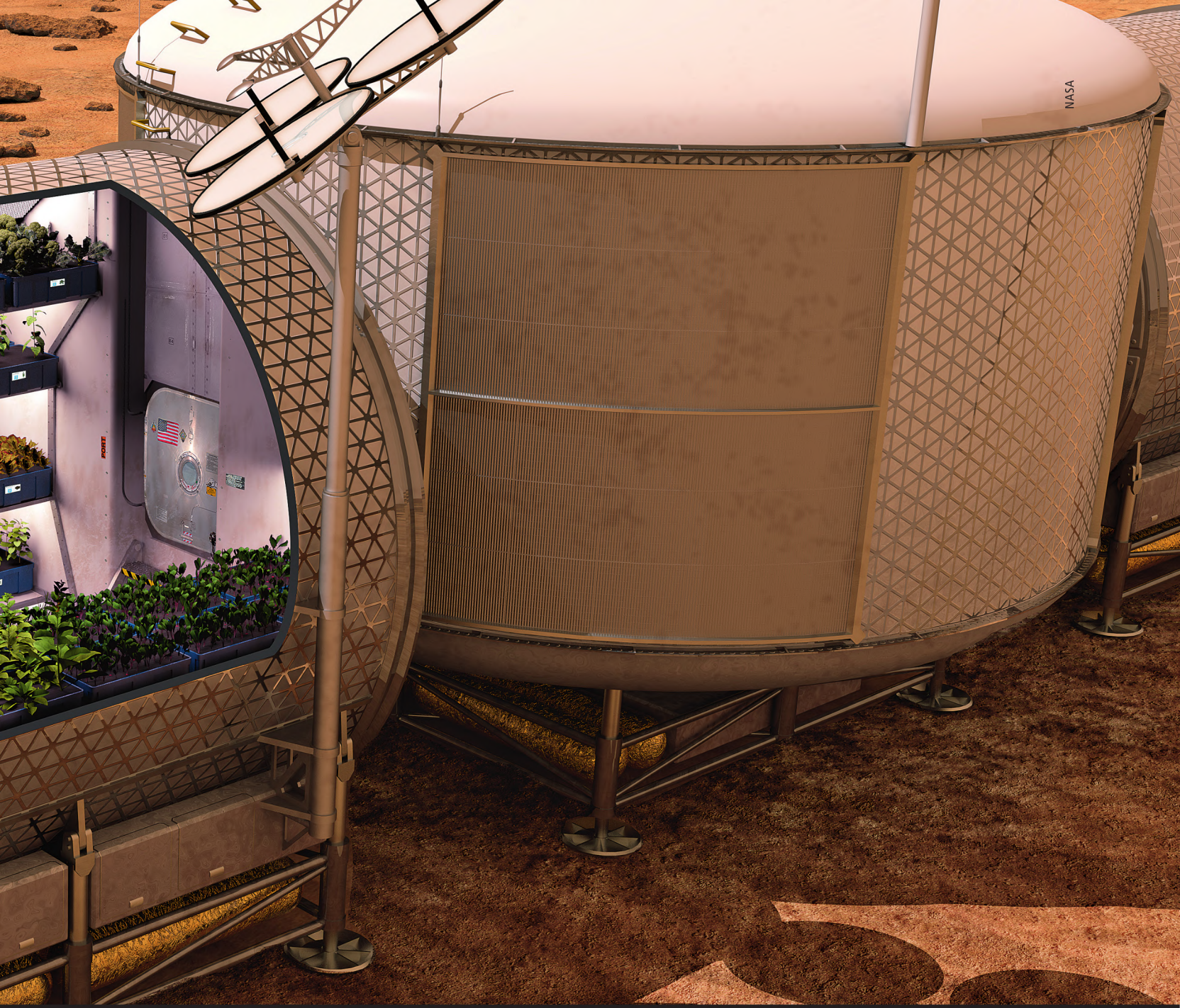


NASA PRESS

Kunstniku nägemus tulevase mehitatud Marsi baasi viljaaiast. NASA plaanid näevad ette astronautidele hädavaliku värske toidu kasvatamist nii kosmoselaevades kui teistel planeetidel

JÜRI IVASK

MARSS – INIMKONNA JÄRGMINE SIHTMÄRK KOSMOSES



Ei ole vist vaieldav, et järgmine taevakeha, millele inimene pärast Kuud oma jala maha paneb, on planeet Marss. Kosmoseaparaatidega on punast planeeti lähemalt uuritud juba alates 1960. aastaist, mil külma sõja vastaspooled USA ja Nõukogude Liit hakkasid sinna oma sonde saatma. Juba siis olid olemas ka esimesed ideekavandid, kuidas võiks inimene Marsile jõuda. Möödunud aastakümnetel on selliseid ambitsioonikaid plaane tehtud ridamisi, kuid paraku on need kõik rahastuseta toppama jäänud.

Viimasel ajal räägitakse inimese Marsile lennutamisest üha häälekamalt ning ametlikult on selle sihi endale võtnud nii USA, Euroopa, Hiina ja Venemaa kosmoseagentuurid kui ka mitu erainvestorit. Kui kaugel on hetkel inimkond oma järgmisest „suurest hüppest“?

Kui meie lähimal naabril Veenusel valitseb 460-kraadine põrgukuumus, siis Marsil on „meeldivalt jahe". Tõsi, see jahedus võib planeedi pinnal sõltuvalt aastaajast ulatuda Celsiuse skaalal –143 kraadist kuni 35 kraadini. Samas on Maal registreeritud temperatuuriäärmused –89 ja 57 kraadi.

Marsi ööpäeva pikkus on peaaegu samasugune kui Maal – 24 tundi ja 37 minutit. Samal ajal on Marss meie koduplaneedist poole väiksema läbimõõdu ja pea kümme korda väiksema massiga ning planeedi külgetõmbejõud umbes 37% Maa omast. See võimaldab Marsi pinnalt tagasilennule startida võimsate kanderakettide abita.

Punasele planeedile jõudmise väljakutsed

Marsi atmosfäär koosneb meile tuttavatest gaasidest: peamiselt süsihappegaasist (96%), argoonist (1,93%), lämmastikust (1,89%) ja hapnikust (0,3%). Küll aga on atmosfäär seal väga hõre ning õhurõhk küünib vaid 0,00628 atmosfäärini – see on sama palju kui umbes 30 kilomeetri kõrgusel Maa pinnast.

Punasel planeedil puudub planetaarne magnetväli ning seetõttu ka kaitse kosmilise kiirguse eest. Kuna Marss on ka Maale lähimas asendis ikkagi 54 miljoni kilomeetri kaugusel ehk 140 korda kaugemal kui Kuu, siis kestab tänapäevase tehnoloogiaga kosmoselend sinna ja tagasi sõltuvalt trajektoorist ning kohapeal veedetud ajast 245 (sh kaks nädalat kohapeal) kuni 1600 ööpäeva. Viimane on kõige energiasäästlikum variant, mille puhul tuleb kohapeal veeta 500 ööpäeva. Nii pikad kosmoselennud esitavad aga tulevastele astronautidele väga tõsised väljakutsed:

- kosmilise kiirguse põhjustatud terviseriskid. Mõõtmised on näidanud, et üks Marsi-reis võib anda üle kahe kolmandiku kogu astronaudi karjääri jooksul lubatavast kiirgusdoosist;
- pikaajalise kaaluta oleku mõju tervisele: luude hõrenemine, lihaste kärbumine ja ka näiteks nägemispuudulikkus;
- Maast eraldatusest tingitud psühholoogilised mõjud. Reaalajas suhtluse puudumine Maaga;
- inimeste pika aja vältel piiratud ruumis koosviibimise mõjud;

Kuna Marss on ka Maale lähimas asendis ikkagi 54 miljoni kilomeetri kaugusel ehk 140 korda kaugemal kui Kuu, siis kestab tänapäevase tehnoloogiaga kosmoselend sinna ja tagasi sõltuvalt trajektoorist ning kohapeal veedetud ajast 245 kuni 1600 ööpäeva.

- harjumuspärase meditsiinisüsteemi puudumine;
- võimalik kosmoselaeva reaktiiv- või elutagamissüsteemi rike;
- Marsi saastamine Maalt pärit eluvormidega;
- Maa saastamine võimalike Marsilt pärit eluvormidega.

Paljusid nendest väljakutsetest saab leevendada missiooni ülesehituse ja kosmoselaeva konstruktsiooniga. Kosmilise kiirguse eest kaitseb näiteks eluruumide ümbritsemine vee- või taimestikukihiga. Kaaluta oleku mõju saab leevendada kehaliste harjutustega. Samas ei ole ruumipuudusel võimalik Marsi-lennule kaasa võtta näiteks rahvusvahelises kosmosejaamas ISS kasutusel olevaid treeninguvahendeid. Psühholoogilisi ja sotsiaalseid mõjusid on võimalik uurida ja seda on maistes tingimustes juba ka tehtud. Jättes kõrvale paratamatu eraldatuse tunde – lähimad inimesed on ikkagi miljonite kilomeetrite ja paljude kuude kaugusel –, siis teoreetiliselt ei ole ju vahet, kas viibid näiteks mõnes Antarktika või tulevases Marsi uurimisjaamas.

Plaan plaani järel rahata

Läbi ajaloo on inimese Marsile lennutamiseks tehtud mitmeid plaane. Esimese detailse tehnilise uurimuse Marsimissiooniks koostas USA Apollo programmi „isa" Wernher von Braun. 1952. aastal raamatus „Das Marsprojekt" avaldatuna nägi see ette seeria kosmoselaevade kokkupanemist Maa orbiidil, kust need oleks suundunud Marsile. Kuna tol ajal arvati, et Marsi atmosfäär on täna teada olevast oluliselt tihedam, oli maandumisel plaanis kasutada tiibadega maandureid. Apollo programmi edu tuules propageeris Braun Marsilennukava, kus kanderakettidega Saturn V viidaks Maa-lähedasele orbiidile ja pandaks seal kokku tuumareaktsioonil töötava mootoriga (NERVA) kosmoselaeva sõlmed ning Marsile lendaks kuueliikmeline meeskond. Projekti tähtaeg oli 1980. aastate esimene pool. President Richard Nixon isegi kaalus seda ettepanekut, kuid kaldus siiski toetama kosmosesüstikute programmi.

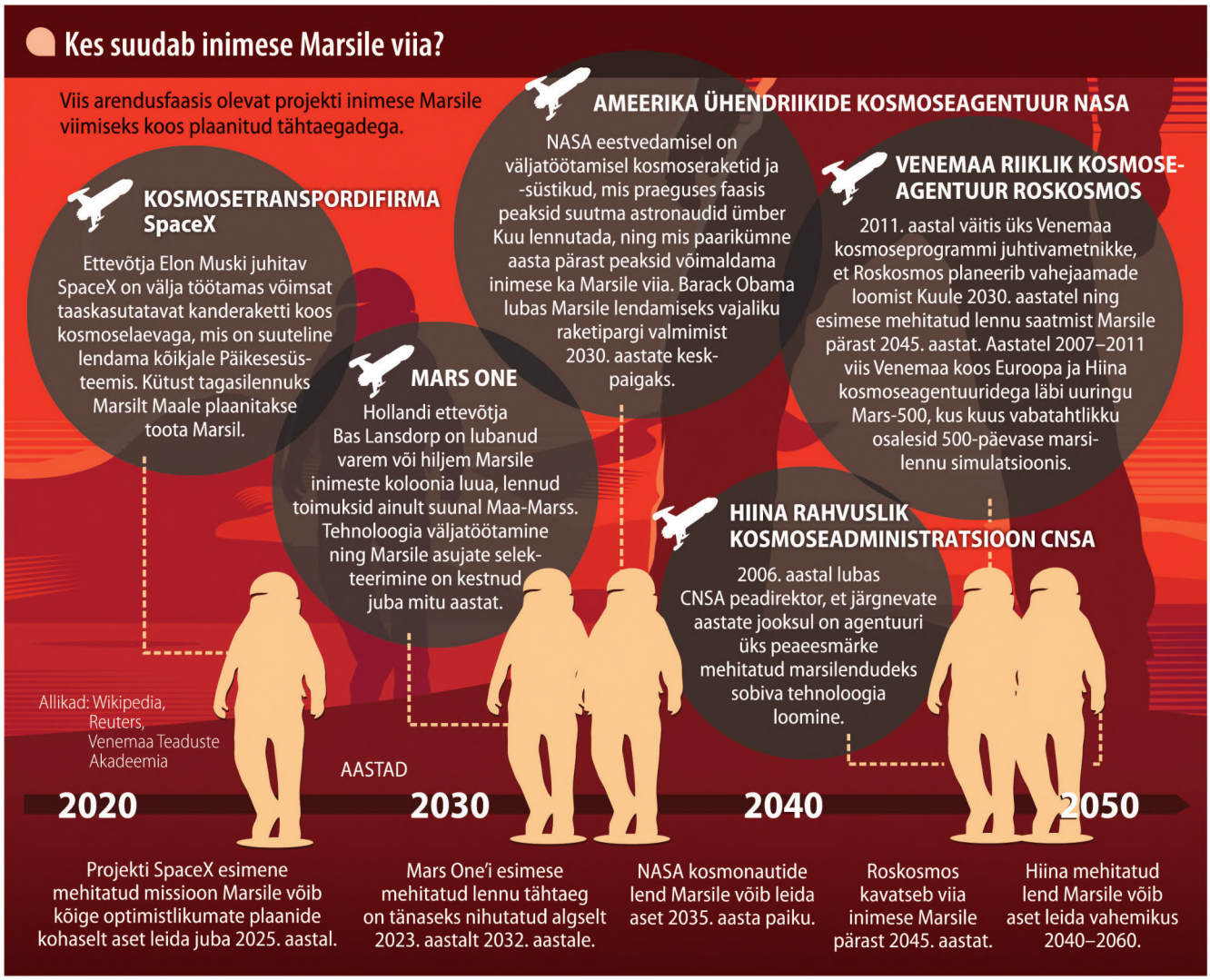
Tolleaegses kosmosevõidujooksus ei tahtnud maha jääda ka Nõukogude Liit, kus kavandati projekte „Piloteeritav Marsi kompleks", „Raske interplanetaarne kosmoselaev" ja „Marsi ekspeditsiooni kompleks". Kõik need plaanid jäidki paberile, sest venelased ei suutnud lendama saada kanderaketti N1, mis oleks olnud veojõult võrreldav ameeriklaste Saturn V-ga.

Järgnes rida peamiselt USA projekte nagu „Case for Mars" (1981–1996), „NASA Space Exploration Initiative" (1989), „Mars Direct" (1990. aastate algus), „NASA Design reference missions" (1988–2009), „MARPOST" (2000–2005, Venemaa), „Aurora programme" (2001+, Euroopa kosmoseagentuur ESA), „USA Vision for Space Exploration" (2004), „Mars Society Germany – European Mars Mission (EMM)" (2005), „Mission to Mars and beyond" (2006, Hiina kosmoseadministratsioon CNSA), „The One-Way Trip Option" (2006), „Mars to Stay" (2006). Kahe viimase ettevõtmisega propageeritakse nn üheotsapiletit Marsile, kus eesmärgiks pole mitte Marsi külastus, vaid sinna jäämine.

Kõigi mainitud Marsile jõudmise plaanide ühiseks nimetajaks on see, et nende elluviimiseks pole leitud vahendeid. Erandiks on vast CNSA projekt ja ESA Aurora programm, kuid ka viimase puhul on kahtlane, kas selle mehitatud lendude rahastamine üldse kaalumist leiab.

NASA: inimene Marsil 2030. aastatel

Väike muutus toimus alles 15. aprillil 2010, mil USA president Barack Obama pidas Kennedy kosmosekeskuses kosmosepoliitika teemal kõne, milles kuulutas: „2030. aastate keskel saadame me inimesed Marsi orbiidile ning toome nad turvaliselt Maale tagasi. Järgneb



KAAREL DAMIAN TAMRE

maandumine Marsile. Ja ma loodan, et jõuan selle ära oodata."

Kõnes nimetatud ülesanded, või täpsemalt selle esimene osa ehk minek Marsi orbiidile ja sealt naasmine, on plaanis lahendada arendamisel oleva SLS-i (Space Launch System – nn kosmosesse lennutamise süsteem) ja Orioni abil.

SLS on NASA eestvedamisel arendatav kosmosesüstiku tehnoloogial põhinev kanderaketisüsteem, mis on sõltuvalt ülesehitusest võimeline viima Maalähedasele orbiidile 70–130 tonni kasulikku lasti (näiteks pardal olevad astronaudid, mõni orbiidile viidav satelliit, orbitaaljaam või selle detail, kosmoselaev või -sond koos rakettmootori ja lõpliku sihtmärgini jõudmiseks vajaliku kütusega). SLS-ist on planeeritud kolm versiooni: Block 1, Block 1B ja Block 2.

Augustis 2014 kiideti SLS-i Block 1 konstruktsioon lõplikult heaks ning hiljemalt 2018. aasta novembris peaks toimuma selle esimene start. Block 2, mida saaks kasutada ka Marsi-lendudel, oleks üks võimsamaid kanderakette. Alla jääb see vaid Apollo programmi käigus loodud Saturn V-le, mis viis Apollo 17 stardil Maa-lähedasele orbiidile 140 tonni kasulikku laadungit.

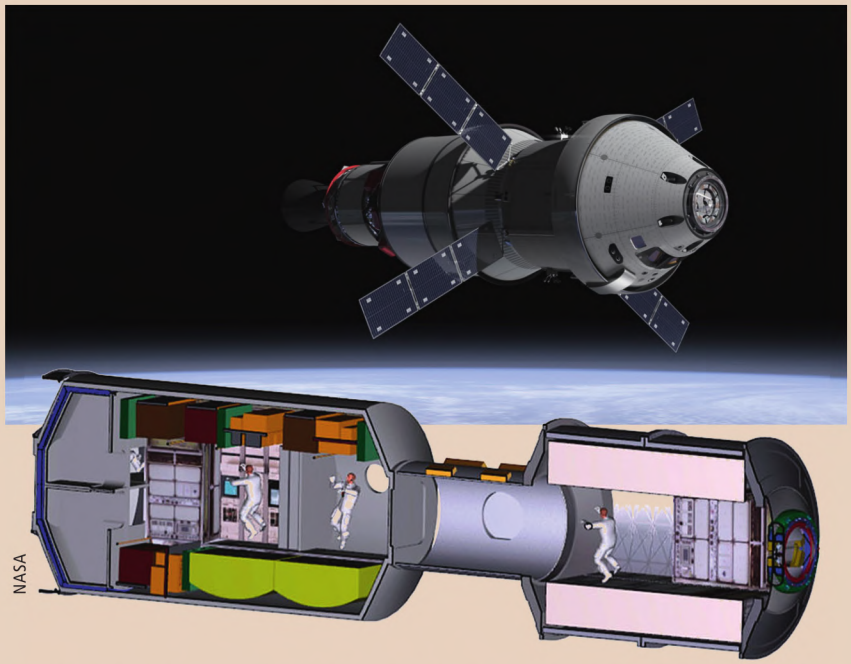
Orion ehk täpsemalt *Orion Multi-Purpose Crew Vehicle* on mõeldud astronautide viimiseks Maa-lähedasele orbiidile ja kaugemale. Plaanide järgi viiakse Orion kosmosesse SLS-i kanderaketiga ning seda kasutataks Kuu, Marsi ja asteroidide uurimiseks ning vajadusel ka lasti ja meeskonna toimetamiseks rahvusvahelisse kosmosejaama ja tagasi.

Kõigi mainitud Marsile jõudmise plaanide ühiseks nimetajaks on see, et nende elluviimiseks pole leitud vahendeid.

SpaceX: mehitatud missioon Marsil aastal 2025

27. septembril 2016 tutvustas kosmosetranspordifirma SpaceX juht ja omanik Elon Musk rahvusvahelisel astronautikakongressil ettevõtte plaane, kuidas muuta Marsi-lennud kättesaadavaks ja efektiivsemaks juba lähemas tulevikus. Marsi-pileti hind inimese kohta võiks Muski arvates olla võrreldav USA keskmise maja hinnaga ehk ligikaudu 200 000 dollarit, mis on võrreldes NASA praeguste arvestustega 4,5 suurusjärku väiksem kulu. (Ainuüksi NASA Orioni programmi eelarve aastail 2006–2023 peaks olema kokku üle 20 miljardi dollari.) SpaceX-i uue planeetidevaheli-

ORIONIGA SAAB SÕITA KUNI KUUS INIMEST – ESIALGU VAID KUULE


NASA

Kunstniku nägemus Orioni kosmoselaevast (ülal) ja selle moodulist *Deep Space Habitat* (all), milles saab meeskond elada pikemaajalistel lendudel

NASA arendatav kosmoselaev Orion koosneb kahest osast – koonusekujulisest meeskonnamoodulist ning selle küljes asuvast silindrikujulisest teenindusmoodulist. Põhiehituse on Orion laenanud Apollo kosmoselaevalt, kuid on suurem ning tehnoloogiliselt kaasaegne. Pea 8,5 tonni kaaluva ning Apolloga võrreldes poole suurema meeskonnamooduli läbimõõt on 5 ja kõrgus 3,3 meetrit ning sinna mahub neli kuni (erandkorras) kuus astronauti. Moodul on taaskasutatav ning selle valmistajaks on Lockheed Martin Corporation. Taaskasutatava meeskonnamooduli küljes on silindrikujuline teenindusmoodul, mille ehitavad NASA ja ESA koostöös üksusega Airbus Defence and Space. Mooduli pikkus on 4 ning läbimõõt ilma päikesepatareideta 4,1 meetrit. Mooduli päikesepatareide siruulatus on 19 meetrit. Teenindusmoodulis on üks kosmosesüstikult pärit põhimootor, kaheksa sekundaarmootorit, 24 kontrollmootorit ja neli 200-liitrist kütusemahutit. Mooduli päikesepatareide võimsus on 11,2 kW. Neljas mahutis on 240 kg vett, kolmes mahutis 90 kg hapnikku ja ühes mahutis 30 kg lämmastikku.

Orioni meeskonnamoodul on põhimõtteliselt valmis ning läbis esimese mehitamata katselennu 5. detsembril 2014. Kuna SLS pole valmis, kasutati testimiseks kanderaketti Delta IV Heavy. Testlend kestis neli tundi ning selle ajaga tehti kaks tiiru ümber Maa. Lennu eesmärgiks oli kontrollida eraldumist kanderaketist, kuumuskaitset, langevarje ning maandumist ookeani ja sellejärgset kosmoselaeva kättesaamist. Orbiidi kõrgeim punkt maast oli 5800 km ja naasmiskiirus 8,9 km/s, mis kuumutas kaitsekilpi kuni temperatuurini 2200 °C.

Teenindusmoodul on samuti valmis ning üle antud NASA-le. Selle katsetused algasid veebruaris 2016. Järgmine mehitamata lend, kus katsetatakse Orioni meeskonna- ja teenindusmoodulit koos, on plaanis sügisel 2018. Siis on kavas kanderaketiga SLS Block 1 saata Orion tiirule ümber Kuu. Edasi järgneks juba mehitatud lend nelja astronaudiga samal marsruudil augustis 2021.

Orionile mahtuvatest ressurssidest ei piisa Kuust kaugemale lendamiseks. Marsilendudeks on vaja täiendavat moodulit *Deep Space Habitat* (DSH) (nn süvakosmose elupaik), kus astronaudid saaksid elada pikemaajalistel lendudel. Moodul koosneks sarnastest sõlmedest, mis on juba kasutusel rahvusvahelises kosmosejaamas, ning sõltuvalt kavandatavast lennu pikkusest lisanduksid neile erinevad alammoodulid. Seni eksisteerib DSH vaid erinevates ideekavandites. •

se transpordisüsteemi põhikomponendid oleksid:

- uus täielikult taaskasutatav võimas kanderakett ja samuti taaskasutatav teine aste, milleks oleks kas kosmoselaev, mis on suuteline lendama kõikjale Päikesesüsteemis, või tankurlaev, mis on mõeldud kosmoselaeva tankimiseks Maa-lähedasel orbiidil;
- kosmoselaeva tankimine orbiidil tankurlaeva abil;
- tagasilennuks kütuse tootmine Marsil;
- õige kütuse valik – petrooleumi või vedela vesiniku asemel vedela metaani kasutamine.

SpaceX-i kavandatav kanderakett suudaks Maa-lähedasele orbiidile viia korduvkasutusega režiimis kuni 300 tonni ning ühekordsel kasutamisel kuni 550 tonni kasulikku lasti või 380 tonni kütust koos tankurlaevaga.

Kosmoselaev oleks süsinikkiust põhistruktuuriga (pikkus 49,5 m, läbimõõt 12 m) ning võimeline transportima Marsile kuni 450 tonni lasti ja reisijaid. Lennuaeg Marsile oleks 80–150 ööpäeva. Kosmoselaev oleks võimeline maanduma Marsil reaktiivpidurdusjõudu kasutades ning sealt hiljem Maale tagasipöördumiseks lahkuma. Tankurlaev oleks kosmoselaevaga identsete mõõtmetega ja mõeldud kosmoselaeva tankimiseks Maa-lähedasel orbiidil. Kütusetehas Marsil kasutaks ära sealset päikeseenergiat, vett ja süsihappegaasi, et toota kütuseks vajalikku metaani ja hapnikku.

Marsi-pileti hind inimese kohta võiks Muski arvates olla võrreldav USA keskmise maja hinnaga ehk ligikaudu 200 000 dollarit, mis on võrreldes NASA praeguste arvestustega 4,5 suurusjärku väiksem kulu.

Muski nägemuses võib esimene mehitatud missioon Maalt Marsile suunduda 2024. aastal ning jõuda Mar-

NASA

Mehitatud missiooni saabumise ettevalmistustöödel ehk tulevase Marsi-baasi rajamisel plaanib NASA kasutada robotite abi

sile 2025. aastal. Varem, umbes 2018. aastal, kavandab SpaceX saata Marsile veokapsli Dragon.

SpaceX-i Marsiga seotud ettevõtmistel tasub kindlasti silma peal hoida. Seni, kuni pole selge, mis põhjustas 1. septembril 2016 kanderaketi Falcon 9 plahvatuse stardiplatvormil tankimise ajal, on ettevõtte lendude stardid peatatud...

Samas on teiste kõrval ka Hiina teada andnud oma plaanidest Marsile lennata. Juulis 2006 teatas Hiina rahvusliku kosmoseadministratsiooni CNSA juht Sun Laiyan, et Hiina alustab süvakosmose uurimist, keskendudes järgneva viisaastakuplaaniga just Marsile. Hiinlaste esimene mehitamata Marsilend toimuks enne aastat 2033, millele järgneks programmi mehitatud faas ajavahemikus 2040–2060.

Minult on mitmel astronoomiat tutvustaval esinemisel küsitud, kas ma usun, et minu silmad näevad esimest Marsi-lendu. Seni on mu vastus olnud ettevaatlik „jah". Äkki tõesti saab inimkond sellega lähima paarikümne aastaga hakkama. Aga kui nüüd meenutada, et seni võimsaim kanderakett Saturn V pärineb ikka veel Apollo programmi aegadest ning Kuul käidi juba nii ammu, et on hakatud kahtlema, kas see mitte lavastus polnud, siis selle peale mürki võtta küll ei julgeks... •

Jüri Ivask (1961) on Horisondi kosmosekroonik, astronoomiahuviliste ühenduse Ridamus üks asutaja. Töötab juhtivinsenerina Tallinna tehnikaülikooli geoloogiainstituudis.

F
FÜÜSIKA

MIHKEL KREE

ÜKS HÕBE JA KAKS PRONKSI + AUKIRI

Selle aasta rahvusvaheline füüsikaolümpiaad toimus 10.–17. juulil Zürichis. Ligi 400 osalejaga võistlusel võitsid Eesti õpilased ühe hõbe- ja kaks pronksmedalit ning ühe aukirja. Lisaks võitis meie õpilane Taavet Kalda eriauhinna kõige loovama lahenduse eest eksperimendiülesandes.

Olümpiaadile sõitev Eesti viieliikmeline võistkond valitakse traditsiooniliselt kevaditi Tallinnas peetava Eesti-Soome maavõistluse põhjal, kus sel aastal osalesid ka Rootsi ja Läti parimad füüsikatundjad. Jõudude koondamine ühiseks valik- ja treeningvõistluseks on märk heast regionaalsest koostööst ning edaspidi toimetame juba Põhja-Balti füüsikavõistluse nime all.

Zürichisse sõitnud Eesti võistkond kujunes järgnevaks: Kristjan Kongas (Tallinna reaalkooli 12. klass, õpetaja Mart Kuurme), Taavet Kalda, (Tallinna reaalkooli 11. klass, õpetaja Toomas Reimann), Jonatan Kalmus (Hugo Treffneri gümnaasiumi 12. klass, õpetaja Madis Reemann), Paul Kerner (Tallinna Tõnismäe reaalkooli 11. klass, õpetaja Tamara Jevsejeva), Airon Johannes Oravas (Tallinna reaalkooli 10. klass, õpetaja Toomas Reimann). Tulemuste põhjal algselt võistkonda arvatud Kaarel Hänni ja Richard Luhtaru loobusid oma kohast samal ajal toimuva matemaatikaolümpiaadi kasuks.

Loovus loeb

Zürichis toimunud rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil said nädalaks ajaks kokku maailma parimad ainetundjad ligi 90 riigist. Kahel võistluspäeval lahendati nii teooria- kui ka eksperimendiülesandeid. Ülesannete temaatika puudutas näiteks füüsikaseadusi pöörlevas kosmoselaevas, kaasaegseid elektroonikakomponente ja osakestefüüsikat. Eks olegi mõneti ootuspärane, et just Šveitsis toimunud olümpiaadil anti õpilastele ülesandeks relatiivsusteooriast lähtuvalt osakeste uurimine ja tuvastamine CERN-i kiirendite ja detektorite põhimõttel.

Tänavune olümpiaadi üldvõit läks Hiinasse (võitja tulemus 48,1 punkti 50-st). Meie parimana võitis hõbemedali Kristjan Kongas (37,8 p). Pronksmedali teenisid välja Taavet Kalda (29,4 p) ja Jonatan Kalmus (26,6 p). Aukirja väärilselt esines Paul Kerner (18,4 p). Ka Airon Johannes Oravas ei jäänud aukirjast kaugele.

Lisaks medalitele anti välja ka mõned eriauhinnad. Meie suureks üllatuseks pääses üldvõitjatega koos poodiumile ka Taavet Kalda, kes võitis eriauhinna eksperimendiülesande kõige loovama lahenduse eest. Eksperimendis uuriti võnkuvale kõlarimembraanile kinnitatud anumas hüplevate osakeste statistilist käitumist, kus üllatuslikult avaldub füüsikas tähtsat rolli mängiv faasiüleminekute nähtus. Kõlari võnkumiste mõõtmisele lähenes Taavet väga loominguliselt, ehitades harilikust pliiatsist analoogsignaalide võimendi.

Head kontaktid

Lisaks ülesannete lahendamisele korraldati õpilastele väljasõite näiteks CERN-i, Šveitsi mägedesse ja Liechtensteini. Ekskursioonide eesmärk on ju lisaks oma riigi tutvustamisele anda õpilastele võimalus omavaheliste kontaktide loomiseks. Mul on hea meel, et tänu aprillis Tallinnas toimunud füüsikavõistlusele olid Eesti, Soome, Rootsi ja Läti võistkonnad eelnevalt omavahel juba tuttavad.

Eesti õpilasi saatsid võistkonna juhendajatena olümpiaadil füüsikadoktorandid Mihkel Heidelberg ja Mihkel Kree. Õpilasi aitasid treeninglaagrites olümpiaadiks ette valmistada ka Jaan Kalda ja Jaan Toots. Ka toimib meil treeninglaagrite korraldamisel pikaajaline hea koostöö soomlastega: eksperimente õpitakse ühiselt Jyväskyläs ja teooriat Eestis.

Eesti õpilaste lähetamist rahvusvahelistele võistlustele rahastab haridus- ja teadusministeerium ning korraldab Tartu ülikooli teaduskool. Rahvusvaheliste füüsikaolümpiaadide ülesannete eestikeelsed tõlked on huvilistele kättesaadavad olümpiaadi kodulehel efo.fyysika.ee/ipho/. •

MIHKEL KREE

Eesti võistkond rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil (vasakult): Paul Kerner, Airon Johannes Oravas, Jonatan Kalmus, Taavet Kalda ja Kristjan Kongas

Mihkel Kree, IPHO 2016 Eesti võistkonna juhendaja

L

LOODUSTEADUS

ANDRES AINELO

LOODUSTEADUSTE OLÜMPIAADI EDUKAS AASTA

Balil toimunud rahvusvaheliselt noorte loodusteaduste olümpiaadilt tulid meie tublid õpilased koju viie medaliga.

Eesti loodusteaduste olümpiaadi (ELO) korraldati 2016. aastal 12. korda. Nagu tavaks, sai hooaeg alguse olümpiaadi piirkonnavooruga, mis toimus 5. märtsil. Žüriil oli rõõm tõdeda, et püstitati uus osavõturekord ning üle Eesti asus võistlustulle koguni 422 noort loodusteadushuvilist.

Nelja tunni jooksul lahendatud ülesanded käsitlesid teaduslikus võtmes koogi küpsetamist, loomade kehasoojust, taastuvaid energiaallikaid ning soos seiklemist. Piirkondliku vooru tublimad võistlejad teenisid kutse praktiliste ülesannetega lõppvooru Tartus.

Rahvusvahelisele olümpiaadile esmakordselt

2016. aastal oli ELO ajakava veidi erandlik, kuna maikuus oli kogu meie žürii ametis Eestis toimunud Euroopa Liidu loodusteaduste olümpiaadi (vt Horisont 4/2016) korraldamisega. Seetõttu lükkus ka tavapäraselt kevadine ELO lõppvoor sügisesse ning ära jäi harjumuspärane rahvusvahelisele noorte loodusteaduste olümpiaadile (*International Junior Science Olympiad*, IJSO) pääsemiseks korraldatav valikvõistlus. Selle asemel selgus IJSO võistkond ELO koondpingerea alusel ning õpilastel oli rohkem põhjust keskenduda Eesti olümpiaadiks valmistumisele.

Eksperimentaalne lõppvoor toimus 17. septembril, kui 54 õpilast sooritas Tartu ülikooli Chemicumis eksperimente, mille läbivaks teemaks oli turbaraba. Katsete käigus tehti keemiliste analüüside abil kindlaks, millistest metallidest traate oli rabalaukast leitud, hinnati rabavee elektrijuhtivuse kaudu selle saastatust ning uuriti turbasambla ehitust ja selle võimet siduda pliisaastet.

Teoreetilise ja praktilise vooru ning seega ka üldarvestuse esikolmiku moodustasid seekordse ELO võitjana Hanna-Riia Allas Tartu Veeriku koolist, teisel kohal oli Kaarel Kivisalu Tallinna reaalkoolist ning kolmas oli Daniil Vaino Narva keeltelütseumist. IJSO 2016 Eesti võistkonda arvati lisaks Konstantin Dukatš Narva keeltelütseumist, Andreas Simson Tallinna inglise kolledžist ja Anni Joamets Tallinna prantsuse lütseumist. See tähendas, et võistkond koosnes seekord eranditult esmakordselt IJSO-le pääsenutest. Tänavu olid võistkonna saatjateks ja juhendajateks ELO žürii liige Ülle Kikas, Tartu ülikooli vanemteadur Darja Lavõgina ning Tartu ülikooli doktorant Andres Ainelo.

Ettevalmistuste käigus üksteisega tuttavaks

Enne detsembrikuist suurvõistlust läbis võistkond tavapärase kolmest treeningkogunemisest koosneva ettevalmistusprogrammi. Iga kord veedeti Tartu ülikooli laborites ja auditooriumites üks päev keemia-, teine füüsika- ja kolmas bioloogiaalaste teemadega tutvudes. Ülikooli teadlaste ja üliõpilaste juhendamisel omandasid võistlejad nii teoreetilisi teadmisi kui ka praktilisi laboritööoskusi. Üheks ettevalmistuse ideeks on panna õpilased end laboris ja laborivahendite käsitsemisel koduselt tundma, nii et võistluse praktilises voorus saaks keskenduda ülesannete sisulisele poolele ja katsevahendeid võõristades ei kuluks liigselt aega.

Võrreldes rahvusvaheliste aineolümpiaadidega on IJSO eripäraks see, et eksperimentaalset vooru lahendatakse kolmeliikmeliste võistkondadena. Seetõttu on meie treeningute eesmärgiks lisaks teadmiste täiendamisele ka omavahel tutvumine ja võistkonnatunde tekitamine. Mida paremini omavahel läbi saadakse, seda paremaid tulemusi on praktilises voorus oodata. Mitteakadeemilise ettevalmistuse osana toimus viimase treeninglaagri ajal tavapärane kultuuriõhtu, kus kõik võistlejad tegid lühiettekanded sihtkoha Bali erinevatest tahkudest.

Üritused hilinevad, IT-lahendus jukerdab...

13. IJSO toimus 2.–11. detsembril 2016 Indoneesias Bali saarel. Veel eelmise IJSO ajal Koreas oli 2016. aasta võistluse toimumine küsimärgi all, kuna algselt IJSO-d võõrustama pidanud Kasahstan pidi majanduslikel põhjustel korraldamisest loobuma. Aastaga umbes 250 võistlejaga ürituse ettevalmistamine ei ole rahaliselt ega korralduslikult kerge ülesanne ning seetõttu pakuti Koreas võimalikele korraldajatele välja mitmeid variante: kaaluti võistluse lühendamist, delegatsioonide askeetlikumates tingimustes majutamist ning teisi korraldust lihtsustavaid võimalusi. Jaanuari keskpaigas saime rõõmsa kirja, kus teatati, et Indoneesia valitsus on nõus ürituse korraldamiseks raha eraldama. Indoneeslaste kiituseks peab ütlema, et mingeid järeleandmisi IJSO tavapärases korralduses ei tehtud ning üritus toimus täies mahus.

Eesti delegatsiooni võttis pärast pikka rännakut Balile vastu veidi üle kolmekümne kraadine niiske troopiline leitsak. Detsembri alguses on seal vihmahooaeg tuure üles võtmas ning pea iga päev sadas korralikult. Olles ööga veidi reisiväsimusest puhanud, kogunesime hommikul avatseremooniale. Kohaliku „kombe" kohaselt algas see tubli hilinemisega. Terve olümpiaadi ajal võis kõigi ürituste alguse ja busside väljumise ajale julgelt 25 minutit juurde liita ja mitte hiljaksjäämist karta.

Korraldajad olid plaaninud IJSO aruteludel esmakordselt kasutada paremat IT-lahendust kui lihtsalt ülesandefailide pilve laadimine. Idee kohaselt oleksime Microsoft OneNote keskkonnas saanud küsimustele kommentaare ja parandusettepanekuid teha ning ka muudatuste üle hääletada. Igale riigile oli antud sülearvuti, kus see süsteem pidanuks töötama. Kohe alguses veebihääletust katsetades selgus aga, et akadeemilise komitee automaatselt kokku kogutud hääled läksid vaid umbkaudu kokku sellega, mida juhendajad tegelikult

ANDRES AINELO

Eesti võistlejad (vasakult): Andreas Simson, giid Robin Khandra, tema taga Hanna-Riia Allas, Kaarel Kivisalu, Anni Joamets, Daniil Vaino ja Konstantin Dukaš

oma arvutites valinud olid. IT-tugi ei saanudki lõpuks hästi aru, miks see süsteem ei töötanud, ning hääletamiste jaoks otsiti ikkagi välja vanad head roheline ja punane paberileht.

Väga meeldiva töökorraldusliku üllatusena ootas iga riigi laual lisaks arvutile ka personaalne printer. Olgugi et kell viis hommikul tööde trükkimise järjekorras seismisel on omad võlud, ei tundnud me sellest sugugi puudust ning tervitasime rõõmuga võimalust omas tempos ja sobival ajal trükitöid teha. Meie jaoks tähendas see ka vähem seletamist ja asjaajamist, kuna Daniil ja Konstantin eelistasid ülesanded saada vene keeles. Venemaa juhendajad jagasid meiega lahkelt oma tõlgitud faile ning meil oli lihtne need ise välja trükkida ja komplekteerida.

Anni, Daniil, Hanna-Riia ja Konstantin – pronks! Kaarel – hõbe!

Kui võistlusülesannete valikvastustega küsimused olid üsna hästi koostatud ja huvitava sisuga, siis teises võistlustöös ehk pikemate teooriaülesannete plokis oli ka veidramaid küsimusi. Näiteks ei õnnestunud juhendajate kogul arutelu käigus kohalikega lõpuni selgeks vaielda, mis vahe on tulpdiagrammil ja histogrammil. Samuti oli meile harjumatu ülesandeformaat, kus mitme eri küsimuse vastusevariandid olid õige valimiseks kõik ühte suurde tabelisse kokku pandud.

Võistluse eksperimendi osas üllatas meid positiivselt keemiaülesanne, kuna traditsioonilise tiitrimise asemel pidid võistlejad seekord vesikeskkonnas destilleerimise tehnikat kasutades eraldama muskaatpähklitest eeterlikku õli. Füüsikaosa jäi veidi n-ö vaeslapse rolli, sest võistkonna füüsikaspetsialistide rolliks jäi vaid aja ja temperatuuri mõõtmine ning destilleeritava segu soojendamise energeetikaarvutused.

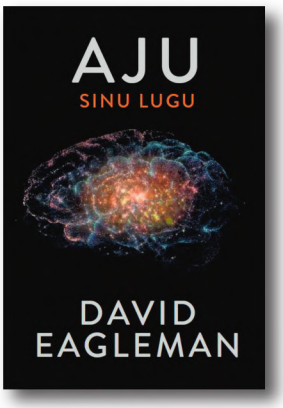
Väikese pettumuse valmistas ka bioloogiakatse, kuna see oli väga sarnane mulluse praktilise tööga. Mõlemal juhul tuli joonistada taime, seekord muskaatpähklipuu, vilja ja seemne läbilõiked, ning tähistada nendel anatoomilised struktuurid .

Pärast kolme ülesannete lahendamisele kulunud päeva said võistkondade juhendajad kätte parandatud tööde koopiad ning oli võimalus tulemusi vaidlustada. See protsess oli sujuvalt korraldatud – paralleelselt töötas lausa 16 apellatsioonilauda! Olles siitsealt veidi punkte juurde kaubelnud, ei jäänudki meil muud üle, kui olümpiaadi pidulikku lõpetamist oodata.

Lõputseremoonia algas tavapärasest veelgi pikema hilinemisega, taas kuulasime kõnesid ning veidi ootamatult hakatigi üldises melus medaleid välja jagama.

Esmalt said meie võistlejatest pronksmedalid kaela Anni, Daniil, Hanna-Riia ja Konstantin. Hõbedad jagati samuti välja riikide tähestiku järjekorras ning meie parimana sai õige pea ette astuda Kaarel. Olümpiaadi üldvõit läks üsna oodatult Taiwanisse. Meie Andreas jäi kahjuks napilt medalist ilma, kuid nii temal kui Daniilil on reglemendi kohaselt võimalik ka järgmisel korral IJSO-le kandideerida ning üritada juba kogenud võistlejatena oma tulemusi ületada. Sel aastal toimub võistlus esimest korda Euroopas, võõrustajamaaks on Holland. •

Andres Ainelo, IJSO Eesti delegatsiooni liige

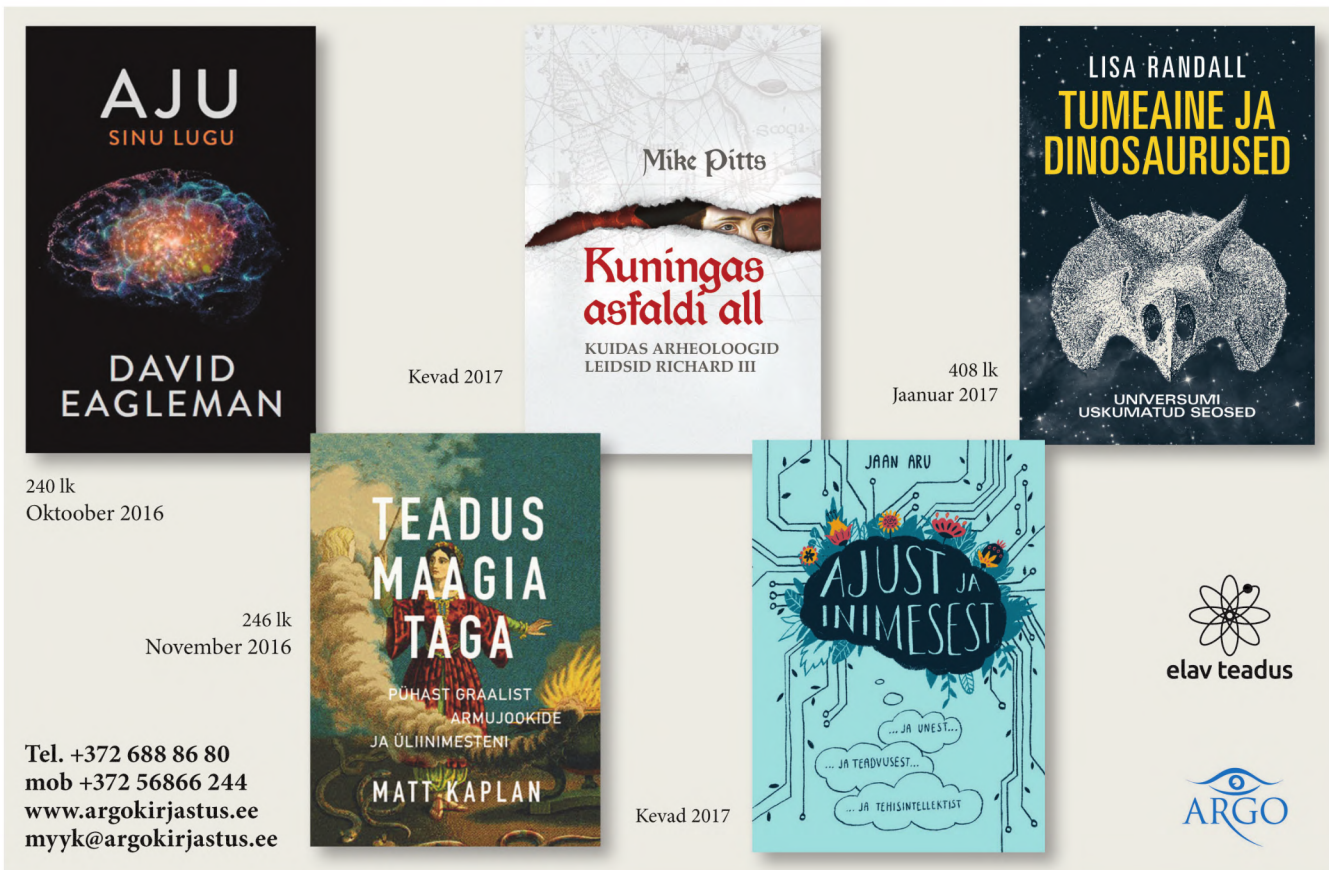


AJU. SINU LUGU
David Eagleman
224 lk
Argo kirjastus, 2016

Arvasin pikalt, et aju on kõige keerulisem, suurejoonelisem ja müstilisem objekt terves universumis. Siis aga sain aru, kes seda juttu räägib – tegu oli minu aju kiidulauluga iseendale! Nii tekkisid esimesed põhjendatud kahtlused. Uuematele uurimistulemustele tuginedes väljendab järjest kasvav hulk neuroteadlasi vaadet, et tegelikult on aju toimimise tagamaad oluliselt hoomatavamad kui seni arvatud. Sinna leeri kuulub ka tunnustatud neuroteadlane David Eagleman. Tema raamat „Aju" tutvustab lugejale organit, mille tööprotsessid jäävad meile igapäevaelus tihtilugu täiesti nähtamatuks. Aga just aju ja selle genereeritud teadvuskogemus on need läbipaistvad „prillid", mille kaudu me reaalsust tajume ja sisendame iseendale, et küll aju on imeline. Kuigi teadlastel pole veel käes pusle kõiki tükke, kogub üha enam poolehoidu teooria, mille kohaselt on aju põhiliseks ülesandeks maailmast tuleva info seest pidev mustrite otsimine ning nende põhjal mudelite ja ennustuste loomine. Seega on meie subjektiivse reaalsuse iga aspekt vormitud inimese bioloogilisest riistvarast, eelnevatest elukogemustest ja ennustustest tuleviku kohta. Ei midagi müstilist.

Tekstist võib leida mitmeid klassikalisi ning ka vähemtuntud näiteid sellest, kuidas osa ajusid on sedasama ennustamise põhimõtet kasutades milleski erakordselt head, halvad või lihtsalt väga kummalised. Näiteks pimedas ja helikindlas ruumis viibiva inimese täiesti normaalne aju hakkab üsna pea kogema usutavaid hallutsinatsioone ilma igasuguse sensoorse sisendita välismaailmast. Miks see nii on? Kuigi aju esmasest nägemispiirkonnast liigub hulgaliselt ühendusi edasi kõrgematesse visuaalsetesse töötluspiirkondadesse, siis umbes kümme korda rohkem ühendusi liigub vastupidi, tagasi, kõrgemalt madalamale! Taolistel hetkedel seal pimedas vaikses ruumis saame aimu ajus aastate jooksul konstrueeritud sisemisest mudelist, millel meie personaalne reaalsustaju põhineb. Nagu sprinter, kes suures ootusärevuses mõnikord sööstab stardipakult ekslikult ka koera haugatuse peale, on see mudel pidevalt aktiivne, ennustades pingsalt järgmist sisendit. Kel aga hämarat katseruumi käepärast ei ole, võib proovida taolisi nägemusi meenutada näiteks hommikul pärast ärkamist, sest analoogselt võiks tekkida ka meie unenäod.

Eagleman ise propageerib erinevatele katsetele tuginedes küllaltki radikaalset vaadet, et aju on lihtsalt üks üldotstarbeline arvutusmasin, mis võtab tajuorganitelt mingil kujul sisendit ning arvutab selle põhjal parasjagu kõige tõenäolisema väljundi. Milliste kanalite kaudu sisend parajasti tuleb, ei ole sealjuures üldse oluline. Näiteks kui mõne inimese kuulmisnärv ühel



või teisel põhjusel ajule sisendit ei saada, võib helilainete põhjal genereeritud taktiilseid mustreid tänu tehnilistele abivahenditele edastada väga edukalt hoopis närvirakkudele keele peal! Seega iga kord, kui taolise seadmega inimese läheduses hüüab keegi: „Banaan!", saavad suus olevad retseptorid kindla sisendi. Vaid paarinädalase harjutamise järel ongi inimesed võimelised üsna edukalt „kuulma" keele kaudu, ilma et nad peaksid sellele pikemalt mõtlema.

Raamatus leidub ohtralt metafoore, mis annavad hästi edasi meie mõtteorgani olemust. Kujutage ette näiteks tööriistakasti: seal on mutrivõti, torutangid ja näpitsad. Võib juhtuda, et teil on vaja lahti keerata mõni polt, aga mutrivõti on kaduma läinud. Seega kasutate torutange. Kui neidki parasjagu ei leidu, lähevad käiku näpitsad, peaasi et töö saab tehtud. Samuti kohaneb ka aju – kui mingi spetsiifiline piirkond oma töö lõpetab, suudavad teised alad puudujääke suuresti kompenseerida ja vajaliku ülesande ikkagi edukalt täita.

Teose väga lai teemadering küllaltki piiratud leheruumi juures nõuab aga paratamatult teatavat pinnapealsust. Esitatud on näiteid huvitavatest ajuhäiretest, kokkuvõtteid põnevatest eksperimentidest ning arutelusid fundamentaalsetel teemadel reaalsuse enda olemusest, kuid ühegi teemaga lugeja süvitsi tuttavaks ei saa. Seega tasub raamatut sirvides mõne teile eriti huvi pakkuva fenomeni puhul kindlasti uurida lisa – kõige põnevamad tõdemused peituvad tihti just detailides. Näiteks mainib autor viimases peatükis hüpoteesi, et ehk elame juba praegu kõik ühes tohutus virtuaalses simulatsioonis või saab meist tulevikus liik, kes laeb oma ajud üles internetti. Mõlemal teemal leidub palju lisalugemist, millele tasub kindlasti oma aega pühendada.

Eaglemani „Aju" on justkui sinu loo põhjalik sisukord, alustades närvirakkudevahelisest kommunikatsioonist ja lõpetades sotsiaalse maailma keerukusega. Kuna aju õpib, areneb ja muutub läbi elu, on selle loo peatükid aga pidevalt toimetamisel ega saa kunagi päriselt „valmis" •

Madis Vasser, Tartu ülikooli arvutiteaduse instituudi doktorant, kelle uurimisteemadeks on teadvusteooriad ja tähelepanu.

KES AVASTAS GRAVITATSIOONILAINED?

THE SXS (SIMULATING EXTREME SPACETIMES) PROJECT

Simulatsioonipilt kahe musta augu kokkutiirlemisel tekkivatest gravitatsioonilainetest

11. veebruaril 2016 kuulutati Washingtoni rahvuslikus pressiklubis pidulikult välja uudis gravitatsioonilainete esmakordsest registreerimisest maapealsete vastuvõtjatega. Selle suurtulemuse autoriks on rohkem kui tuhandest inimesest koosnev kollektiiv, kes on ühendatud gravitatsioonilainete laserinterferomeetri observatooriumiks LIGO. Saavutuse tähenduslikkust rõhutas tõik, et gravitatsioonilained avastati täpselt sada aastat pärast Albert Einsteini ennustust 1916. aastal.

Vaidlushimulistelt ilmusid aga kohe repliigid: miks jälle Einstein ja mitte Henri Poincaré? Nende kahe suurmehe omavahelised suhted on andnud ainest lõpututeks diskussioonideks – mõlemaid peetakse õigusega erirelatiivsusteooria üheaegseteks autoriteks, kuid miks nad kunagi ei viidanud teineteise töödele ja kelle käsitlus oli ikkagi olulisem? Nüüd on siis tekkinud samalaadne küsimus prioriteedist gravitatsioonilainete ennustamisele. Vastuse saamiseks vaatame, mida nad tegelikult oma artiklites kirjutasid.

Poincaré avaldas 1905. aastal erirelatiivsusteooria aluseks saanud lühiartikli elektroni dünaamikast, kus esitas Lorentzi teisendused, mille suhtes elektromagnetvälja võrrandid on invariantsed. Artikli lõpus oletas Poincaré, et ka gravitatsiooniväli peaks käituma nagu elektromagnetväli – seega peaksid gravitatsioonivälja lained, kui nad on olemas, liikuma vaakumis sirgjooneliselt ja valguse kiirusega. Mingeid võrrandeid ega lahendeid ta selle arvamuse põhjendamiseks ei toonud.

Einsteini 1915/1916 esitatud üldrelatiivsusteooria järgi on gravitatsiooninähtused aegruumi kõveruse ilming, mida saab arvutada aegruumis olevast mateeriast lähtudes tema teooria võrrandite järgi. Poincaré 1905. aasta artikkel käsitles elektromagnetismi faktiliselt erirelatiivsusteooria raames, millele vastab tasane Minkowski aegruum. Einstein lähtus 1916. aasta kevadel üldrelatiivsusteooria võrranditest ja arvutas välja võrrandite lineaarse lähenduse lahendi, mis kirjeldab nõrkade gravitatsioonilainete kiirgamist ja levimist.

Lineaarse lähenduse gravitatsioonilainet saab vaadata kõveruse väikese häiritusena tasase aegruumi foonil. Selles mõttes on Einsteini artikli tulemus Poincaré arvamusega kooskõlas: nõrk gravitatsioonilaine levib valguse kiirusega tasase aegruumi foonil. Põhimõtteline erinevus kahe käsitluse vahel seisneb aga selles, et Poincaré arutles ainult erirelatiivsusteooria raames, kus gravitatsiooninähtuste täpne matemaatiline kirjeldus pole võimalik, ja arvutusi teha Poincaré ei proovinudki. Einstein aga

arvutas üldrelatiivsusteooria raames, mis on tänapäevani kõige täpsem gravitatsioonikäsitlus. Olgugi, et keegi ei salga Poincaré teeneid erirelatiivsusteooria alal, tuleb tunnistada, et gravitatsiooniteooriaga ta sisuliselt ei tegelenud.

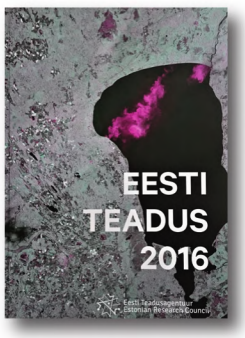
Probleem on ka selles, mida täpselt nimetada gravitatsioonilainete teoreetiliseks avastamiseks – kas nime andmist hüpoteesile, et raskusjõud ei levi hetkeliselt, nagu Newtoni teoorias, või uue gravitatsiooniteooria väljavõrranditest lainelise lahendi arvutamist?

Pikemat lugu gravitatsioonilainetest saab lugeda Tähetorni kalendrist 2017. •

Piret Kuusk, Tartu ülikooli füüsika instituudi vanemteadur, teoreetilise füüsika labori juhataja

TÄHETORNI KALENDER 2017
93. aastakäik
Koostajad Tõnu Viik, Laurits Leedjärv, Alar Puss, Kalju Annuk
121 lk
Tartu observatoorium, 2016

Lisaks Piret Kuuse põhjalikule ülevaatele gravitatsioonilainetest („Gravitatsioonilainete lugu“) on tänavuse Tähetorni kalendri priskes lisas veel palju huvitavat lugeda. Näiteks Maret Einasto kirjeldab universumi suurimat superparvede kompleksi, BOSS-i Suurt Seina, Mirt Gramann heidab valgust suureskaalalistele liikumistele universumis, Tiit Nilson käsitleb taimkatte läbipaistvust, Mare Ruusalepp tutvustab Tõravere observatooriumi külastustegevust, Tõnu Viik meenutab „unustatud suurmeest“ Anders Johan Lexelli ning Tõnis Eenmäe, Jaak Jaaniste ja Sven-Erik Enno vahendavad astronoomiahuviliste 21. kokkutuleku kroonikat. •



EESTI TEADUS 2016
Toimetaja Kadri Raudvere
55 lk
Eesti teadusagentuur, 2016

Eesti teadust kajastav kogumik „Eesti teadus 2016“ on esimene omataoline, pakkudes kokkuvõtlikku ülevaadet nii Eesti teaduse arengust, mõjust majandusele kui ka meie teaduse positsioonist rahvusvahelises võrdluses ning teistest aktuaalsetest teemadest.

Professor Jüri Allik lahkab väljaandes eraldi Eesti teadlaste publikatsioonide mõjukust. Allik tõdeb statistilisi numbreid uurides, et meie teadus on viimase kümne aastaga teinud väga kiire tõusu ning jõudnud suisa juhtrühma riikide esirinda. Esimest korda jõudis Eesti teadustööde viidatavus juhtivate teadusriikide keskmisele järele 2014. aastal. 2015. aastal viidati Eesti autorite artiklitele juba üle 12% rohkem kui juhtriikide rühmas keskmiselt. Allik märgib seejuures, et tegu on ühe kiireima ja suurima teadusartiklite mõjukuse kasvuga maailmas viimase kümne aasta jooksul.

Mis on sellise erakordse edu taga? Ühest vastust pole. Ühe võimaliku põhjusena näeb Allik asjaolu, et Eestis töötavad teadlased teevad senisest tihedamat koostööd teadlastega nendest maadest, kus tehakse maailma parimat teadust.

Kogumik on huvilistele kättesaadav teadusagentuuri kodulehel publikatsioonide loetelus. •

VALLO KRUUSER

LUGEMISELAMUS

Jo Nesbø on Norra krimikirjanik, kes esindab praegu rahvusvahelist menu nautivat Põhjamaade *noir*'i kirjandus- ja filmižanri. Tema raamatuid hakkasin tegelikult lugema norra keele õppimise eesmärgil. Algas see kõik väikese enese ülehindamisega, kui mu norra kolleegid väitsid, et rootsi keelt osates pole norrakeelse raamatu lugemine mingi probleem. Tegelikult oli alguses päris keeruline tekstist aru saada, aga siin tuligi appi Jo Nesbø kaasakiskuv jutustamisoskus. Jo Nesbø krimiromaanid on kirjutatud hea detaili- ja olukorratunnetusega ning seetõttu esitavad ka ebatõenäolisi sündmusi köitvalt ja eluliselt. Need on mitmetahuliste karakteritega (peategelane, suurepärane uurija, on alkohoolik, kes aeg-ajalt suudab pikemat või lühemat aega kaine olla ning hoolimata oma sihikindlusest ja leidlikkusest teeb vahel erakordselt rumalaid vigu) ja ootamatute pööretega tegevustikus, ehkki lõpplahendused on mulle teinekord oma vähese usutavusega mõningase pettumuse valmistanud. Jo Nesbø raamatuid on tõlgitud ka eesti keelde, nii et sõnaraamatu abil neid lugema ei pea. •

Kuidas saab arvust 2017 erinevaid arve

Pannes arvu 2017 numbrite vahele või ette liitmise, lahutamise, korrutamise ja jagamise märke ning sulgusid, võime saada erinevaid täisarvulisi tulemusi, näiteks 20 – 17 = 3 ja –2 + 0 + 17 = 15.

Ül 1. Paigutades arvu 2017 numbrite vahele või ette liitmise (+), lahutamise (–), korrutamise (×) või jagamise (/) märke, leia, kuidas võiks saada tulemusteks 5 ja 6.

Mõnda arvu on tulemuseks saada lihtsam, mõnda keerulisem. Järgmises ülesandes lubame kasutada sulgusid ja astendamise tehet. Sulgude ja astendamise abil võib saada näiteks tulemuse 1 erinevatel viisidel:

$(2 \times 0 + 1)^7 = 1$ ja $2^0 / 1^7 = 1$.

Ül 2. Paigutades arvu 2017 numbrite vahele ainult liitmismärke ning kasutades vajaduse puhul sulgusid ja astendamist, leia, kuidas võiks saada tulemusteks 8 ja 9.

Järgmises ülesandes lisame neljale põhioperatsioonile ka kümnendkohtade eraldaja kasutamise võimaluse ning kalkulaatorites pruugitava kirjaviisi, mille kohaselt kümnendmurru ette ei pea nulli märkima. Niiviisi tehes võime kirjutada näiteks 0,4 asemel .4 ja lõpmatu perioodilise kümnendmurru 0,6666… asemel .(6). Nii saame näiteks arvust 2017 arvud 13 ja 27:

2 / 0.1 – 7 = 20 – 7 = 13 ja (20 + 1) /.(7) = 21 / (7/9) = 27.

Ül 3. Paigutades arvu 2017 numbrite vahele või ette liitmise, lahutamise, korrutamise, jagamise märke, sulgusid ja kümnendpunkti ning vajaduse korral kasutades kirjaviisi, mille kohaselt 0,5 on sama mis .5 leia, kuidas võiks saada arvust 2017 arvud 11 ja 187.

Lisame liitmisele, lahutamisele, korrutamisele ja jagamisele ka faktoriaali leidmise. (Arvu *n* faktoriaal on *n* esimese täisarvu korrutis: $n! = 1 \times 2 \times 3 \times \ldots \times n$. Samas on kokku on lepitud, et 0! = 1).

Ül 4. Paigutades arvu 2017 numbrite vahele või ette liitmise, lahutamise, korrutamise ja jagamise märke ning vajaduse korral kasutades sulgusid ja faktoriaali, leia, kuidas saadakse tulemuseks 23 ja 720.

6. vooru ülesannete vastused

Ül 1. $\pi - 2$,

Ül 2. $2\pi - 4$.

Ül 3. 3/4.

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. veebruar 2017.

Lahendused saata aadressil MTÜ Loodusajakiri (ajakiri Horisont), Endla 3, Tallinn 10122 või tonu@mathema.ee.

2017. aasta parimale nuputajale

auhinnaks 100 euro eest raamatuid Tallinna ülikooli kirjastuselt.

TALLINNA ÜLIKOOLI KIRJASTUS

Vooru võitja

saab kingituseks raamatu sarjast „Looduse raamatukogu”. Valikuvõimalustega tutvu veebilehel www.loodusajakiri.ee.

Kuuenda vooru tulemused

Horisondi 2016. a. kuuenda numbri iga ülesanne andis kaks punkti. Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja 6 punkti teenisid Vladimir Jaanimägi, Toomas Lausmaa, Ants Lind, Marko Orav, Allar Padari, Anti Sõlg, Gert Schults, Kuldar Traks, Heldur Väljamäe ja Kevin Väljas.

Peale arutamist leidsime, et 2017. aasta üldvõitja auhinna võiks saada **Kevin Väljas**, 6. vooru auhinna aga **Kuldar Traks**. Mõlemad mehed on juba aastaid kõige paremate Horisondi ülesannete lahendajate hulgas olnud, Kuldar Traks on varem ka üldvõitjaks tulnud, Kevin Väljasel polnud see seni veel õnnestunud.

Võitja saab tutvuda sarjas „Looduse raamatukogu” ilmunud raamatutega veebilehel www.loodusajakiri.ee ja anda oma eelistusest teada toimetuse telefonil 610 4105.

Vaata veebilehelt

Tulemuste tabel on leitav www.loodusajakiri.ee ja Horisondi Facebooki seinalt.

RISTSÕNA

➔ Vastuseid ootame aadressil horisont@horisont.ee või Endla 3, Tallinn 10122.

Lahendajate vahel läheb loosi „Kuma Kange" aastatellimus.

Eelmise ristsõna õige vastus „Ei saa midagi parata, aga mul läheb kohe tuju heaks, kui saan mõnel päeval jälle natuke paremini aru, KUIDAS ASJAD LOODUSES TOIMUVAD" viitab intervjuule Andi Hektoriga eelmise aasta Horisondi viiendas numbris.

Ristsõna võitja on Aavo Sirk.

Kõigil lahenduse saatjatel palume ära märkida ka selles numbris KÕIGE ENAM MEELDINUD KIRJUTIS!

Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK
eelmises numbris:

„Psühhostimulandid ja aju“,
autor Pille Taba.
Pole lugenud? Osta (e-)ajakiri e-poest
www.loodusajakiri.ee!

1 Sellel 17. sajandil loodud maalil kujutatakse humoorikalt kolmekuningapäeva pidustusi. Sel puhul peideti suure koogi sisse uba ning see, kes oa leidis, sai oakuningaks ja lõbustuste juhiks. **Kes on selle maali autoriks?**

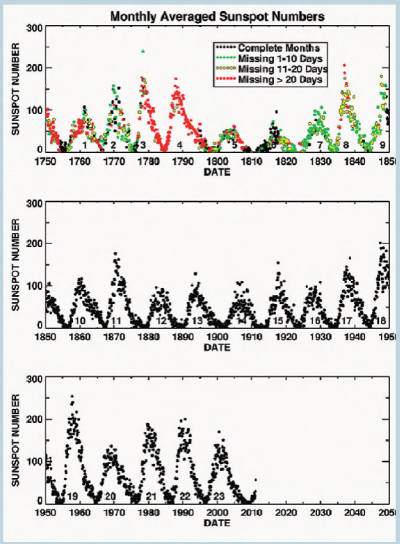
2 See kirurg ja maadeuurija oli üks esimesi eurooplasi, kes uuris Kesk-Aafrikat. 1799. aastal ilmus tema detailirohke reisiraamat, mis sai väga populaarseks ning oli eeskujuks paljudele järgnevatele reisiraamatutele. Alates 1930. aastast antakse igal aastal välja temanimelist medalit. Huvitaval kombel kannab küsitavaga sama nime ka üks Taani teater. **Kellest on jutt?**

3 Küsitava sündroomi (tajuhäire) all kannatajatele paistavad objektid kas tegelikust suuremate või väiksematena, või lähemal või kaugemal asuvatena, või kogevad nad muid suurustaju moonutusi. Sündroomi nimetus on tuletatud ühe kirjandusteose pealkirjast. Selles raamatus toimus tihti olukordi, kus toiduained ja joogid ühe tegelase kasvu paisutasid või kahandasid. **Milline kirjandusteos (ja sündroom)?** Näete selle teose illustratsiooni.

FOTOD: WIKIPEDIA

4 Näete kahe riigi vapil kujutatud lindu, kelle välimusele on iseloomulikud peas turritavad suled. Arvatavasti nende sulgede järgi, mis meenutavad ammunooli, on see lind saanud ka oma kaheosalise teadusliku nimetuse esimese poole. Teadusliku nimetuse teine pool tuleneb tema oskusest madusid jahtida. **Milline lind?**

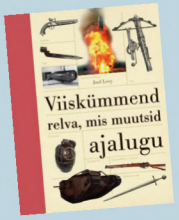
5 Juuresolevatel graafikutel on kujutatud päikeseplekkide esinemist alates aastast 1750. **Kes oli see teadlane, kellelt pärineb idee päikeseplekkide arvutamise kohta?** Tema nime kannab ka termin, mis tähistab päikeseplekkide arvu.



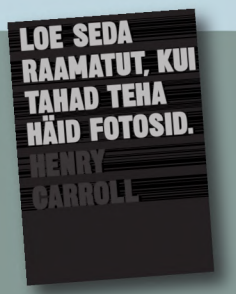
MÄLUSÄRU 6/2016 VASTUSED

1. Jakob von Uexküll (muuhulgas nn alternatiivse Nobeli auhinna – õige elamisviisi auhinna – rajaja)
2. Saint Clairi jõgi (ühendab Huroni ja Saint Clairi järvi)
3. Albert de Dion
4. Kuulsuslill (*Clianthus*)
5. Vigdis Finnbogadóttir (Islandi president 1980–1996, esimene demokraatlikult valitud naispresident maailmas)

● Mälusäru auhinnaraamatu „Viiskümmend relva, mis muutsid ajalugu“ saavad loosi tahtel Merike Priedenthal, Hugo Tang ja Margot Sepp.



Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid



VASTA JA VÕIDA RAAMAT!
Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut „Loe seda raamatut, kui tahad teha häid fotosid“ kirjastuselt KOOLIBRI.

➲ Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmiklugu.

VASTUSEID
ootame 15. veebruariks aadressil
Endla 3, Tallinn 10122
või horisont@horisont.ee.
NB! Vastuste juurde kirjutage auhinnaloosis osalemiseks kindlasti oma mobiiltelefoni number ja postiaadress.

MÄLUSÄRU rubriiki toetab kirjastus Koolibri.

KOOLIBRI

SOODNEGARDEROOB – see on kvaliteet mõistliku hinnaga!!!

www.soodnegarderoob.ee

GARDEROOBID

LIUGUKSED

RAAMATURIIULID

ERITELLIMUSMÖÖBEL

SALONGID TALLINNAS:

- **Mulla 1 Mööblimaja I korrus**
  Tel: 650 9086
  mooblimaja@soodnegarderoob.ee

- **Kadaka tee 70C Kadaka keskuse III korrus**
  Tel: 553 9263
  kadaka@soodnegarderoob.ee

- **Projektimüük**
  Tel: 538 36700
  andrus@soodnegarderoob.ee

Itle mere maitsed

SINU TALDRIKUL!

Parimad puhtad Läänemere maitsed
leiad alati Eckerö Line'i rootsi lauast,
lisaks on meie laevakokad valinud parimaid
palasid ka maalt ja metsast, põllult ja aiast.
Tule ja leia omad lemmikud meie hõrgutiste hulgast MS Finlandia pardal!

Paar päeva Helsingis

Helsingis leidub häid söögikohti igale maitsele ja rahakotile, lisaks põnevaid kauplusi, kus eksootiliste toor- ja maitseainete valik silme eest kirjuks võtab! Ja ära unusta Helsingi turgusid oma rikkaliku valikuga! Avasta Helsingi maitsed, ühenda see pisikese puhkusega ja naudi Eckerö hotellipakette Helsingisse, hinnad **al. 74€/**inimene!

Lisainfo **www.eckeroline.ee**
ja parimatest reisibüroodest
üle Eesti.

AUTOGA SOOME!

MS Finlandia pardal seilad mugavalt ka autoga – meie auto-paketid on mõeldud kahele kuni viiele inimesele ja sõidukile, soodsate autopakettide hinnad **al. 59€**

eckeroline.ee

ECKERÖ LINE
MÕNUSALT TALLINNAST HELSINGISSE