TEISTE PÄIKESTE MAAILMAD

PRINTS RUPERTI PISARATE MÕISTATUSE LAHENDAMINE

ILM PANEB VÕIMED PROOVILE

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

3 / 2017 ■ MAI-JUUNI ■ HIND 4.90 ■ ■ ■ ■ ■ ■ 51. AASTAKÄIK

TULI KESKAJAL
ABIMEES JA VAENLANE

ANTIBIOOTIKUMIDEGA LIIALDAMISE OHUD

ÜLAR MARGIGA TARGAS MAJAS

ISSN 0134-2282
9 770134 228007

TOOMAS TAMMARU LIBLIKATE ELUST

MART KIVASTIK KUNSTI MÕÕTMISE MASINAST

MURETULT. UUE KATUSEGA!

Tuleme kohale ja mõõdame. Valmistame ning paigaldame. Üle Eesti.

A&M Toode

25 aastat kogemusi

VÕTMED KÄTTE PLEKITÖÖD

Printech

Eristu unikaalse ja soodsa pinnakattega!

AS TOODE KATUSEABI:

TELEFON: 659 9400, 800 7000

www.toode.ee/printech

e-kiri: toode@toode.ee

2017. aasta jooksul AS Toode paigaldatud katustele TASUTA 1-aastane lisagarantii!

Tutvu tingimustega: http://www.toode.ee/jarelmaks/lhv-jarelmaks/ ja küsi nõu meie asjatundjalt.

LHV järelmaks

* Järelmaksu pakub AS LHV Finance. Tutvu tingimustega müügikohas või http://www.toode.ee/jarelmaks/lhv-jarelmaks/ ja küsi nõu meie asjatundjalt. Järelmaksu igakuise osamakse suurus on 37,91 € ja krediidi kulukuse määr on 25,59% aastas järgmistel näidistingimustel: kauba/teenuse maksumus 700 €, sissemakse 0%, krediidisumma 700 €, intress 19,9% jäägilt aastas (fikseeritud), lepingutasu 19,9 €, järelmaksu periood 23 kuud, tasumine igakuiste annuiteetmaksetena, maksete kogusumma 871,93 € ja tagasimaksete summa 871,93 €.

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

3/2017
mai–juuni

SELLES NUMBRIS

Inna Jürjo
Tuli, tulekahjud ja tulevärk keskaja Eestis 14
Keskaja inimese elu ja tegemised nõudsid igapäevast kokkupuudet tulega: küünlaleek valgustas tuba, leel tehti süüa, kaminatuli andis sooja. Tuli oli igapäevane abimees, kuid ka ohtlik hävitaja.

Marella Õis, Johan Anton, Hillar Aben
Prints Ruperti pisarate müsteeriumi lahendamine 32
Eesti teadlased aitasid leida seletuse juba 17. sajandist püsinud klaasimaailma teaduslikule mõistatusele.

Ülar Allas, Tanel Tenson
Mida teha antibiootikumiresistentsusega? 36
Möödunud aastakümnete liigne ja väär antibiootikumide kasutamine on põhjustanud ravimiresistentsuse plahvatusliku leviku. Keegi ei tea, millised on selle ökoloogilised ja evolutsioonilised tagajärjed.

Laurits Leedjärv
Teised päikesed, teised maailmad 50
Naissaare mehe Bernhard Schmidti leiutis aitab astronoomidel avastada teiste tähtede ümber tiirlevaid planeete.

HORISONT KÜSIB

Üksainus küsimus 6
Jüri Engelbrecht
Euroopa teadusuuringute nõukogust

Intervjuu 22
Targa maja telgitagustes
Tarkadest majadest, nendega seotud võimalustest ja ohtudest rääkis arhitekt Ülar Markiga Tartu ülikooli inimgeograafia teadur Anto Aasa.

Mina ja teadus 43
Kirjanik Mart Kivastik

SIIT- JA SEALTPOOLT HORISONTI

Piret Pappel. Ilmaennustus täpsemaks ... mobiilivõrgu toel? 3

Ivo Kruusamägi. Vikipeedia sihib miljonit artiklit 4

Piret Pappel. Kassitapu seemned taluvad vapralt kosmosereisi 5

Tehnikaülikooli keemikud leiutasid uue tõhusa adsorbentmaterjali 7

Muuseumipärl
Hävitus- ja luurelennuk MiG-25 8

Dokument kõneleb
Forseliuse aabits 10

Kosmosekroonika 12

Teine maailm
Kermiste mikrostruktuur 20

Huvitav Venemaa
Kindral Dragomirovi õnnitlustelegramm keisrile 29

Eesti teadus 100
Stiihiline periood Eesti teaduse arengus (1919–1936) 30

Teadlane kabinetis
Toomas Tammaru: liblikad vajavad raiesmikke 44

Ain Kallis. **Ilm ja sport** 48

Ahhaa 58
Tampoonide, termokaamera ja interneti leiutamine

OLÜMPIAAD

Andres Ainelo, Sulev Kuuse
Üle poole sajandi Eesti bioloogiaolümpiaadi 56

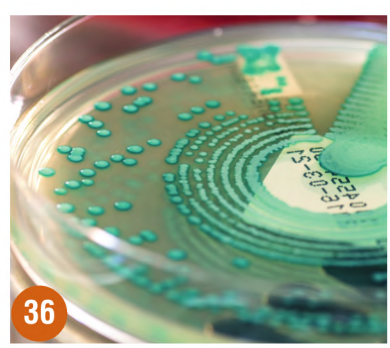
PRAKTILIST

Raamat
Eesti tornaadod 59
Raamat bakteritest 60
Kui Virtsu põles... 61
Teadus kolme minutiga 61
Ülar Mark. Lugemiselamus 61

Enigma 62
Ülesanded 25 täringuga

Ristsõna 63

Mälusäru 64
Nuputamist pakuvad mälumängijad Jevgeni Nurmla ja Indrek Salis. Auhinnaks raamatud!



ERAKOGU

Helen Rohtmets-Aasa

Helen Rohtmets-Aasa, toimetaja
helen@horisont.ee

„Tükk siidi, teine sametit, ja siis nagu kalliskivi sädemed, lumehelbe petlik helk – niisugune oli liblik, kui ta tiibu lehvitas", kirjeldab Anton Hansen Tammsaare üht neist imelistest putukatest, kes on äratanud oma värvierksusega paljudes noortes huvi ümbritsevat elusloodust paremini tundma õppida. Möödunud sajandi teisel poolel oli liblikate kogumine Eestis väga populaarne – oma noorpõlves on sellega tegelenud mitmed tänased nimekad kultuuritegelased ja loodusteadlased. Ka Tartu ülikooli entomoloogiaprofessor Toomas Tammaru sai „liblikapisiku" külge varases eas. Värske Horisondi veergudel selgitab ta, kuidas mõjutavad Eesti liblikafaunat soojenev kliima ja muutuv maastikupilt, mis kasu on liblikatel oma ilusast välimusest ning mida teadlased ülikoolis nende putukate näitel uurivad.

Neil, kes pole veel sel kevadel esimest liblikat näinud, on tagumine aeg nädalavahetuseks maale või matkarajale minna. Ja ehk õhtul lõketki teha, mõistagi selleks ettevalmistatud kohas. On ju üldiselt teada, et inimene võib lõpmatuseni vaadata kolme asja – voolavat vett, töötavat inimest ja põlevat tuld. Vaatad tuld ja mõtled, kui kenasti see on meie esivanemaid läbi aastatuhandete valgustanud ja soojendanud, ja sealsamas – laastanud ning hävitanud terveid linnu ja asulaid. Tasub vaid Käsu Hansu nutulaulu lõppakordidele mõelda ja teha siis tiir tänase „Tardo liina" puitasumites, kus vanemate majade otsaseinu katab tihtipeale kividest üleslaotud tulemüür. Keskaja inimese jaoks oli tuleohutuse tagamine igapäevane painav probleem ning tulekahjud ühed ajastu suurimatest hirmudest, kirjutab selles Horisondis ajaloolane Inna Jürjo. Ja samas oli just tuli see, mis keskaegsele peole suurejoonelisust lisas, sest toonase kombe kohaselt kuulus tulevärk või tõrvikutega tants vääramatult iga tähtsama pidustuse juurde.

Öeldakse, et tuli aitas inimesel targaks saada – et inimese aju sai tõelise kasvuhoo sisse alles siis, kui meie eellased hakkasid toitu lõkkel küpsetama. Nüüd on tark inimene teinud endale targa maja, mis paneb omaniku liginedes tuled põlema ja keerab öösel temperatuuri täpselt nii jahedaks või soojaks, kui majaelanik seda vähegi soovib. Kuid mis veelgi olulisem – tervislikule ja mugavale elukeskkonnale lisaks pakub targas majas elamine võimalust vähendada oma ökoloogilist jalajälge.

Küllap on enamik meist liblikaid kohates juba teada saanud, kas tulemas on kirju või kuldne suvi. Kui suvel mere ääres kõnnite, heitke pilk ka selja taha – kui suur on teie ökoloogiline jalajälg? Ja hoidke ikka silma peal Horisondil, mis aastaringselt uusi teadmisi ja elamusi jagab.

Head lugemist ja ilusat suve! •

ESIKAANE FOTO: ALAMY / VIDA PRESS

EESTI TEADUSTE AKADEEMIA

horisont

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

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

Riho Kinks, vastutav väljaandja
riho.kinks@loodusajakiri.ee

Tellimine: 610 4105,
loodusajakiri@loodusajakiri.ee

Ilmub aastast 1967. 6 numbrit aastas.
Toimetus: Endla 3, Tallinn 10122
tel 610 4107
e-post: horisont@horisont.ee
Vaata ka Horisondi seina Facebookis!

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

ISSN 2228-3471 (e-luger)
Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, 2017
Trükkinud Printall AS

Keskkonnamärgistus
4041 0820
Trükitoode

HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel

ALAMY / VIDA PRESS

Ilmaennustus täpsemaks … mobiilivõrgu toel?

Meteoroloogid ja füüsikud loodavad vihma ennustamiseks üha rohkem kasutada mobiilimastidest saadavaid andmeid.

Kümmekond aastat tagasi näitas Iisraeli Tel Avivi ülikooli teadlane Hagit Messer, et mobiilimastide signaale uurides on võimalik hinnata vihma esinemise tõenäosust. Inseneridele on hästi teada, et õhus olevad veepiisakesed vähendavad signaali tugevust. Messer analüüsis Iisraeli suurlinna ümbruses asuvatest tugimastidest pärit andmestikku, mida mobiilioperaatorid koguvad automaatselt. Saju korral asub võrk vihmapiiskade mõju kompenseerimiseks signaali võimendama, et inimesed telefoni kasutada saaksid. Jälgides, kui palju vihm signaalide levikut takistab, suutsid uurijad kindlaks teha, kus ja kui palju sademeid maha sadas. Ilmaradarite ja sadememõõturite andmetega võrreldes selgus, et need klappisid kenasti mobiiliandmetega.

„Ilmaandmestiku puuduv lüli“

Mobiilivõrkude abil loodavad sünoptikud saada paremaid üleujutuste prognoose ning lisaandmestikku ilmamudelite jaoks. Samuti on sarnane ilmaprognoosimine ahvatlev arengumaadele, kus pole moodsaid ilmaradareid ega põhjalikku sadememõõturite võrgustikku, kuid mobiililevi siiski toimib.

Mobiilivõrkude abil loodavad sünoptikud saada paremaid üleujutuste prognoose ning lisaandmestikku ilmamudelite jaoks.

Tehnoloogiast on üha enam huvitatud ka idufirmad. Aprillis avalikkuse ette astunud ClimaCell reklaamib oma tarkvara kui „ilmaandmestiku puuduvat lüli“. Ameeriklaste firma pole oma algoritmide tausta kusagil avaldanud, samuti pole eelretsenseeritavates ajakirjades ilmunud ühtegi uurimust nende prognooside täpsuse kohta. Ometi lubab ClimaCell, et nende tarkvara abil saab ilmaennustusi teha suisa tänava täpsusega. Väidetavalt kasutab idufirma traadita side signaalide levimisandmeid oma ilmamudeli lisakihina.

Ajakirjas Nature ilmunud uudist luges ka Tartu ülikooli atmosfäärifüüsika meteoroloogia ja klimatoloogia dotsent Piia Post. „Ainult selle pealt, et on näha, kui palju kusagil sajab, ei suuda keegi ennustada, kui palju tulevikus sadama hakkab. See ei ole prognoos, küll aga annab see võimaluse väga täpseks prognoosiks. Ennustusel on alati kaks komponenti. Esiteks algandmed. Kui need on piisavalt täpsed, siis saame väga hästi ilma ennustada. Aga ainuüksi andmetest paraku ei piisa, peab olema ka toimiv ilmamudel. Erafirmadel enamasti ei ole väga häid mudeleid. Väärt ilmamudel põhineb ikkagi teaduslikel uuringutel – selle loomiseks ei piisa pelgalt andmetöötlusest, vaja läheb ka füüsikalisi teadmisi. Loomulikult on tänapäeval ka vabavaralisi mudeleid, aga parimad neist ei ole kahjuks sellised,“ osutab Post.

Radarit ei asenda

Post viitab, et ClimaCelli ilmamudeli kohta pole praegu nende kodulehelt võimalik midagi välja lugeda. „Ilmselgelt on see äritaustaga ettevõte, mis annab suuri lubadusi. Sarnaseid jutte on ka varem olnud, et firmad lubavad ennustada täpsemalt kui ilmaennustuskeskused; ka Google lubas seda mõnda aega tagasi,“ tähendab ta.

Mõtet kasutada ilmaennustamisel mobiilisignaale peab Post siiski väga nutikaks. „Ilmaradari ülalpidamine on kallis. Kui seda liiki infot saab kergemal teel, tasub seda loomulikult kasutada, kuid sedasorti info pole kindlasti nii kvaliteetne kui see, mida saadakse ilmaradarilt. Radariinfo on palju tihedamalt kontrollitud. Samuti on mobiiliandmete töötlemisega kindlasti seotud terve hulk probleeme,“ märgib ta. „Sarnaseid lahendusi on kasutatud ka varem, näiteks GPS-i satelliitide signaali liikumise põhjal tehakse kindlaks, kui palju on õhus veeauru. Seda on aastaid tehtud, ka Eestis.“

Post tõdeb samas, et mobiiltelefone saab kasutada ilmavaatluseks, ja seda võimalust tahavad Tartu ülikooli atmosfäärifüüsikud laiemalt rakendada. „Soovime Eestis välja töötada mobiilirakenduse, mille kaudu saaksid inimesed teada anda, kus sajab. Seda liiki tegevus on ka maailmas väga soositud. Nii NASA-l kui Euroopa suurtel ilmateenistustel on oma vabatahtlike vaatlejate võrgustikud,“ kirjeldab ta. „Sellised vaatlused on vajalikud andmete täpsustamiseks. On väga palju olukordi, mida me radariga tegelikult üldse ei näe. Radar näitab, kus sajab, kuid me ei tea alati täpselt, mida sajab. Näiteks rahesadu pole alati näha. Väga tugeva vihma puhul võib sadu olla ruumis väga ebaühtlaselt jaotunud. Kui on korraga kaks vihmasadu – üks eespool ehk radari pool ja teine tagapool –, siis tagumist sadu näeme hoopis nõrgemana kui see tegelikult on. Talvise lumesaju puhul võivad pilved olla nii madalal, et radarikiir läheb neist kõrgemalt üle. Sellises olukorras on vaja teada tegelikku tõde, mida saab anda ainult maapealne vaatleja kohapealt.“

Sünoptikutele on sellised täpsustavad andmed väga vajalikud. Samuti vajavad taolist andmestikku klimatoloogid, kuna ilmavaatlusjaamu, kus on tööl vaatlusi tegev inimene, jääb üha vähemaks. •

Piret Pappel

EVA SEPPING

Eelmises Horisondis ilmus Eesti kunstiakadeemia doktorandi Eva Seppingu artikkel „Eestlus Venemaa avarustel: külaskäigud Siberi eestlaste juurde". Koos Seppinguga, kes nüüd Siberi eestlastest dokumentaalfilmi väntab, jõudsid ajakirjanumbrid sel kevadel nii Karatusi, Minussinskisse kui ka Ülem-Suetuki külla, kus elavate eestlaste elu-olu artikkel kajastas. Pildil uudistab värsket Horisonti Miina Ülem-Suetuki külast, kelle lapselaps Alla poseeris sinimustvalge lipuga siberlastest kõneleva artikli avapildil. Miina süles istub lapselaps Robert, kelle vanaema on muuhulgas hoolt kandnud, et poisike eesti keelest aru saab ja seda ka rääkida oskab. Siberi eestlaste seas tekitas artikkel kuuldavasti kõvasti elevust: „Tore, et meid ikka Eestis meeles peetakse!"

Vikipeedia sihib miljonit artiklit

Märtsis kuulutati välja plaan tõsta eestikeelse Vikipeedia artiklite arv lähiaastatel üle miljoni. Kuigi selles veebientsüklopeedia keeleversioonis on seletavate tekstidega varustatud märksõnu märgatavalt enam kui ükskõik millises meie omas keeles välja antud trükientsüklopeedias, siis eesmärgist on endiselt puudu tervelt 843 000 artiklit. Mil viisil plaanitakse sihile jõuda?

Projekti „Miljon+" algatajaks on Tartu ülikool, kellel on tänaseks juba ulatuslikud kogemused Vikipeediasse panustamisel. Näiteks sealses loodus- ja tehnoloogiateaduskonnas alustati referaatide asemel vikiartiklite koostamisega juba 2010. aastal. Kuna artikkel Vikipeedias on oma olemuselt rangetele nõuetele vastav standardiseeritud vormiga referaat, siis on vastav asendus toiminud hästi ja leidnud tee järjest rohkematesse õppeainetesse.

Erinevalt tavalisest kirjutisest on vikiartikkel ligipääsetav kõigile huvilistele ja toimib sellisena veebipõhise õppematerjalina. Samuti ei ole tekst staatiline, vaid ajas arenev. „Igaüks saab Vikipeediat muuta" tähendab ikkagi seda, et kõigile huvilistele on avatud võimalus sealset informatsiooni täiendada ja vigade leidmisel neid kiirelt parandada. Nii sõltub selle veebientsüklopeedia maht ja kvaliteet paljuski sellest, kui arvukas on kaastööliste ring.

Tudengid on kahtlemata väärt kaasautorid, näiteks on Tartu ülikoolis ühe aine – loodus- ja täppisteaduste „eesti keele väljendusõpetuse" – raames siiani kuue aasta jooksul kirjutatud kokku 1160 kvaliteetset vikiartiklit.

Kuna küberruumis on kaalukaimaks tugevuse näitajaks klikkide arv, siis võib neid ka siin esile tõsta. Ainuüksi mainitud 1160 loodusteadusliku artikli peale on kuue aasta jooksul klikitud ligi 3,7 miljonit korda.

Ajal, mil õppetööd viiakse järjest enam läbi inglise keeles, on seda vajalikum omakeelsete tekstide arendamine ning kirjutamispraktika pakkumine, et areneks eestikeelne teaduskeel ning säiliks oskus teadusteemadel soravalt väljenduda. Nii ei ole mõistlik jätkata viisil, et suurem osa eestikeelse Vikipeedia sisust ja arendamisest on kanda vaid mõnekümne vabatahtliku õlul. Eesti ülikoolides on ikkagi kümneid tuhandeid tudengeid, kelle suunamine Vikipeedia kaasautoriteks võimaldaks anda tõuke eesti teadus- ja oskuskeele arengusse.

Vikipeedia arendamise projekt „Miljon+" on eelkõige teavituskampaania, mille sihiks on kaasata võimalikult suur osa ühiskonnast. Kutsume üles jagama erialast entsüklopeedilist teadmist Vikipeediasse kas uute artiklite kirjutamise või olemasolevate artiklite täiendamise ja parandamise kaudu.

Et õpilased ja üliõpilased on ühed agaraimad Vikipeedia kasutajad, on loomulik hakata pihta just sellest sihtgrupist. Seda enam, et nii saab jagada asjakohast õpetust teabe usaldusväärsuse kontrollimise kohta ja anda reaalset kogemust ühiskonna jaoks vajaliku projekti edendamise vallas.

Kui 19. sajandi lõpul kogus Jakob Hurt 1400 kaastöölise abil üle 122 000 lehekülje kultuurilooliselt olulist materjali, siis ehk võiks Vikipeedia arendamine olla Hurda töö jätkamine 21. sajandil. Esimesed katsetused on tehtud ja nüüd on vaja vaid tegevust (märkimisväärselt) laiendada. •

Ainuüksi 1160 loodusteadusliku artikli peale on kuue aasta jooksul klikitud ligi 3,7 miljonit korda.

Ivo Kruusamägi, Vikipeedia toimetaja, Tartu ülikooli geenitehnoloogia magistrant

WIKIPEDIA

Erakordne vastupidavus tähendab seda, et eredate õitega ronitaim on tõenäoline kandidaat seemnepanka, mida Marsi-lennule kaasa pakkida.

Kassitapu seemned taluvad vapralt kosmosereisi

Rahvusvahelise kosmosejaama pardal käivad pidevalt katsed taimedega. Maa orbiidil tiirlevate eksperimentide tulemused peaksid andma aimu, milliseid liike saab kosmoses kasvatada ja teistele planeetidele viia. Erakordselt vastupidavaks on osutunud kassitapu seemned, mis suudavad idaneda ka pärast pooleteiseaastast kosmilise kiirguse käes viibimist.

Ajakirjas Astrobiology ilmunud värske uuringu aluseks olnud andmete kogumine algas juba kümmekond aastat tagasi. Siis algas rahvusvahelises kosmosejaamas katse tubaka ja geneetikute lemmiktaime, hariliku müürlooga seemnetega. Need pidid kosmosejaama külge kinnitatud kambris kuni kahe aasta jooksul taluma tugevat ultraviolettkiirgust ja kosmilist kiirgust ning väga suuri temperatuurikõikumisi, mis hävitab enamiku elusolenditest. Kui seemned uuesti Maale jõudsid, prooviti need kasvama panna. Idaneda suutis umbes viiendik kosmoselennu üle elanud seemnetest.

Päikesekaitset pakkuvad flavonoidid

See viis uurijad mõttele, et tõenäoliselt suudavad seemned kiirgusest kahjustatud DNA-d parandada. Selgitamaks, kui palju UV-kiirgust taimeseemned üldse taluvad, korraldati uus katse Maal. Selleks kasutati jälle tubaka ja müürlooga seemneid, lisaks otsustati uurida ka silmatorkavate õitega ilutaime kassitappu. Too liik valiti katsesse suurte ja tugevate seemnete pärast. On teada, et kassitapuseemned võivad idanemisvõimelistena püsida ligemale pool sajandit.

Kõiki katsealuseid seemneid mõjutati suure hulga UV-kiirgusega. Kõige vastupidavamaks osutuski kassitapp. Seemned olid võimelised idanema ka siis, kui neile langenud UV-kiirguse doos ületas keskmises veepuhastusjaamas kasutatavat ligi kuus miljonit korda. Erakordne vastupidavus tähendab seda, et eredate õitega ronitaim on tõenäoline kandidaat seemnepanka, mida Marsi-lennule kaasa pakkida. Vähemalt seemnete kujul peaks see suutma üle elada kosmoseteekonna ning talub tõenäoliselt ka ülihõreda atmosfääriga punase planeedi pinnale jõudvat UV-kiirgust. Usutavasti on kassitapu sitkuse põhjuseks seemnekestades sisalduvad flavonoidid, mis pakuvad seemnele omalaadset looduslikku päikesekaitset.

Uurimus teeb head meelt ka panspermia hüpoteesi pooldajatele. Selle teooria järgi levib elu maailmaruumis taevakehade vahel, enamasti küll mikroskoopiliste eluvormidena. Kui Maal kasvab taim, mille seemned taluvad erakordselt kõrget kiirgustaset, võib sarnaseid visasid organisme leiduda ka mujal.

WIKIPEDIA

Kassitapu seemned

Ensüüm parandab DNA-kahjustusi

Uuringut kommenteerib Tallinna tehnikaülikooli geenitehnoloogia osakonna professor Erkki Truve. „Tegelikult näitab ju artikkel seda, et taimede seemned tolereerivad üleüldse suuri UV-kiirguse doose, lihtsalt kõnealuses katseseerias pidasid kassitapu seemned vastu suurematele UV-doosidele kui müürlooga ja tubaka seemned. Iseenesest ei ole see üllatav. Selline vastupidavus on vähemalt osaliselt tingitud asjaolust, et taimed on paiksed, nad ei saa varju liikuda, kui valguskiirgus väga tugevaks muutub. Seetõttu on taimedes üldiselt väga aktiivne selline ensüüm nagu fotolüaas, mis parandab UV-kiirguse tekitatud DNA-kahjustusi. Eks vähemalt osaliselt on sellest tingitud ka artiklis kirjeldatud suured kiirgustaluvused."

Kas sarnaste uuringute tulemustest saadakse ka selliseid teadmisi, mida saab kuidagi Maa peal rakendada? „Mis puudutab üldiselt kosmoseuuringuid, siis loomulikult on selle käigus saadud tulemused relevantsed ka maapealsete rakenduste jaoks. Me ju tegelikult uurimegi muuhulgas seda, kuidas rekonstrueerida kosmoses maiseid tingimusi edukateks kosmoselendudeks. Lisaks muidugi kõik füüsika, materjaliteaduse, keemia ja muude distsipliinidega seonduv, mis samamoodi on hiljem tähendusrikas ka Maal toimuva jaoks, sest füüsikalised seadused on ju igal pool samad," viitab Truve.

Truve uurimisrühm on Tallinna tehnikaülikoolis uurinud taimede gravitropismi ehk gravitatsioonile reageerimise mehhanisme ning avaldanud tulemused ajakirjas Frontiers in Plant Science. •

Piret Pappel

Euroopa teadusuuringute nõukogust

Euroopa teadusuuringute nõukogu (European Research Council, ERC) tähistas märtsis oma kümnendat aastapäeva. Milliseid tähelepanuväärseid projekte on ERC viimasel ajal rahastanud?

Miks taoline nõukogu üldse loodi? Kuni 2007. aastani polnud Euroopa Liidu edukate teadusuuringute programmide kõrval sellist, mis rahastaks uuringuid vaid kvaliteedinõuetest lähtudes. Tuleb tunnistada, et kõik liikmesriigid ei toetanud esimese hooga taolise rahastamisvõimaluse ideed, ometi algasid eeltööd ERC moodustamiseks juba 2005. aastal ja kahe aasta pärast see ka loodi. ERC suuremahuliste individuaalgrantide suurus võib olla kuni 2,5 miljonit eurot ja ainuke valikukriteerium on uuringute kvaliteet. Tegemist on teadustegevuse põhilise liikumapaneva jõu – uudishimu – toetamisega, kusjuures tegevus võib olla kõrge riskiga, sest taoliste uuringute tulemusi on raske ette ennustada.

Grandi saamise otsustavad eksperdid ja selleks on 22 tippteadlasest koosnev ERC moodustanud 25 kogenud ekspertkogu. 10 aasta jooksul on välja antud üle 7000 grandi, millega on seotud kokku üle 50 000 teadlase. Praegune ERC eelarve aastaiks 2014–2020 on kokku 13 miljardit eurot, aastas seega 1,5–2,2 miljardit.

Arvudest olulisemad on loomulikult tulemused. Alustada võib Nobeli laureaatidest, keda on selle lühikese aja jooksul kogunenud grandihoidjatest kuus. Viimane laureaat oli Ben Feringa, keda tunnustati molekulaarmootorite uuringute eest 2016. aastal. Lisaks veel neli Fieldsi medalit matemaatikas ja palju teisi tunnustusi teadmiste piire nihutavate tulemuste eest.

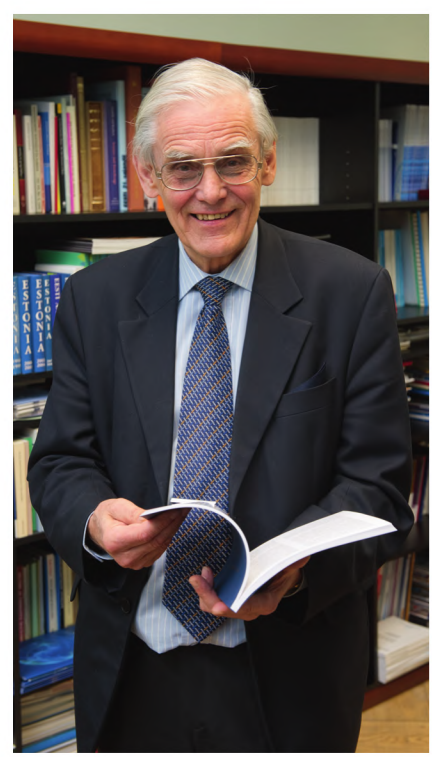
ERC konverentsidel saab kuulda põnevaid ettekandeid, mis annavad tunnistust pühendunud teadlaste ideedest ja tegemistest. Nii räägiti näiteks märtsis Brüsselis korraldatud sünnipäevakonverentsil sellest, kuidas taastada nägemist nanotehnoloogial põhinevate sensorite abil, kuidas koopereeruvad mikroobid, kuidas aru saada sotsiaalsest koostööst (elevantide näitel), kuidas üksikud neuronid peaajus töötavad kui arvutusseadmed, kuidas pinged ühiskonnas võivad põhjustada agressiivset käitumist jne. See on loomulikult vaid murdosa tulemustest, mida võiks üles lugeda.

Paar olulist tähelepanekut. Olen osalenud mitmetel ERC-ga seotud nõupidamistel ja võin täie veendumusega öelda, et ERC on muutnud mentaliteeti Euroopas. Arusaam, et teaduses loeb kvaliteet, on jõudnud ka poliitilistesse arutlustesse. Arusaadavalt on tegemist globaalse hoiakuga. Nii on ERC osaline maailma majandusfoorumitel Davosis ning arendab kontakte samalaadsete organisatsioonidega teistel kontinentidel.

Teiseks: väga tugeva konkurentsi tingimustes paistab olema teatud muster, kuidas saavutada edu granditurul. Kui vaadata grandihoidjate andmeid, siis reeglina on eluloos kirjas: lõpetasin selle ülikooli, sain oma doktorikraadi teisest ülikoolist, olin järeldoktor kolmandas kohas, siis veel kord järeldoktor neljandas kohas ja nüüd töötan viiendas teadusasutuses. Ekspertkogu ei loe otsustamiseks üles neid kohti, vaid töötamine mitmes teadusasutuses kajastub taotluses laia silmaringi näol, mis lubab näha paremini uusi probleeme ja lennukaid lahendusi. See on ka põhjus, miks siiani Ida-Euroopas pole nii palju edukaid ERC grandihoidjaid, nagu Lääne-Euroopas – puudusid ju võimalused selliseks rändluseks ja kogemuste omandamiseks.

Eestis on grandihoidjaid siiani kokku viis. Uued oodatavad tulemused haaravad taimede stressi ja maakera kliima seoseid, bioloogiliste signaalide analüüsi, etnobotaanikat, vähibioloogiat ja mitteliberaalsete sotsiaalsete süsteemide analüüsi. Loodame, et praegustele grandihoidjatele tuleb varsti lisa. On ju palju noori inimesi oma haridusteel õppinud ja töötanud mitmel pool maailmas mainekates uurimiskeskustes ning nende oskus probleeme näha ja uusi sihte seada on väga hea.

Küsimusele, mida andis teile ERC grant, on vastus tihti selline: see andis mulle vabaduse tegeleda minu jaoks maailma huvitavaima probleemiga. Ma lisaksin siia veel juurde, et võrreldes Eestis kehtiva bürokraatiaga on ERC aruandlus tunduvalt lihtsam. Loeb tulemus, mitte aga ostuarvete Exceli tabelisse kandmine. Ja kindlasti jääb igale grandihoidjale Hemingway kuulsaks räägitud tunne Pariisist – teadusuuringute vabadus kui parim teadust edasiviiv jõud on arusaam kogu eluks. •


SCANPIX

Küsimusele, mida andis teile ERC grant, on tihti vastus selline: see andis mulle vabaduse tegeleda minu jaoks maailma huvitavaima probleemiga.

JÜRI ENGELBRECHT
AKADEEMIK
ERC NOMINATSIOONIKOMISJONI LIIGE AASTATEL 2006–2007

FOTO: TTÜ KEEMIA JA BIOTEHNOLOOGIA INSTITUUT

Kohtla-Järve õlitehastest pärit põlevkivifenoolidest saadud unikaalne orgaaniline aerogeel

Tehnikaülikooli keemikud leiutasid uue tõhusa adsorbentmaterjali

Tallinna tehnikaülikooli keemia ja biotehnoloogia instituudi juhtivteaduri Mihkel Koeli uurimisrühmal on viimaste aastatega õnnestunud kohalikust toormest saada unikaalseid aerogeele.

Aerogeel on väga väikese tihedusega, poorne ja madala soojusjuhtivusega materjal, mida saadakse geelist, kui seal asendada vedelik gaasiga. Senini on aerogeeli valmistamiseks kasutatud eeskätt ränioksiidi, kuid samas ka süsinikku, metallide oksiide ning teisi anorgaanilisi ja orgaanilisi ühendeid. Räniaerogeeli kui aerogeelide kõige levinuma alaliigi tootmise miinuseks on aga kulukus ja tekkinud materjali habras struktuur.

Tallinna tehnikaülikooli keemia ja biotehnoloogia instituudi juhtivteaduri Mihkel Koeli uurimisrühm jõudis alternatiivseid võimalusi otsides kohaliku toormeni. Nimelt katsetasid nad aerogeelide tootmist põlevkivifenoolidest, mis pärinevad Kohtla-Järve õlitehastest, ning katsetuste tulemusena saadi unikaalne orgaaniline aerogeel.

„Orgaanilist aerogeeli saab kasutada eelkõige adsorbendina ehk siis materjalina, mis imab endasse kahjulikke aineid ning on seega edukalt rakendatav näiteks looduskeskkonna saasteainetest puhastamisel," selgitab Koel. Virumaa kolledžis hiljuti kaitstud magistritöö tulemused kinnitavad, et selline orgaaniline aerogeel toimib siiani kasutatavatest adsorbentidest umbes 20% tõhusamalt.

Samal ajal uuris Koeli uurimisrühm ka orgaanilisest aerogeelist saadavat süsiaerogeeli. „Süsiaerogeel on teiste süsimaterjalidega võrreldes homogeensem, veelgi poorsem ning suurema pinnaga," osutab juhtivteadur. „Materjali ühtlane struktuur annab sellele olulise eelise kasutamaks seda katalüsaatorina, kuna on senikasutatud ja väärismetallidega rikastatud süsikatalüsaatoritest tunduvalt odavam."

Süsiaerogeelist valmistatud materjalide ja katalüsaatorite kasutusvaldkond ulatub patareidest ja kütuseelementidest elastsete sensoriteni. „Meie head tulemused koostööst Tartu ülikooli elektrokeemikutega süsikatalüsaatorite vallas on äratanud ka keskkonnatehnoloogide huvi nende materjalide vastu. Neid loodetakse kasutada heitvee puhastamisel ravimijääkidest, millega senised puhastusmeetodid enam hästi hakkama ei saa," märgib Koel. **TTÜ / Horisont**

HORISONT KIRJUTAS

50 aastat tagasi

HORISONT 5/1967, LK 20

Esimestes Horisontides ilmub sari maailma kõige vägevamatest saavutustest. Järjekordse Nõukogude Liidu triumfina on seekord esil Moskvasse ehitatav Ostankino teletorn.

„Moskvas, Ostankinos ehitatakse 533 meetri kõrgust televisioonimasti (raudbetoonalus 385 m ja metallantenn 148 m), mis kujuneb maailma kõrgeimaks. Mastiga saab anda saateid vähemalt 150 km kaugusele."
1967. aastal valminud mast hoidis maailma kõrgeima torni tiitlit kuni 1976. aastani. Tänane kõrgeim ehitis – Burj Khalifa – avati Dubai emiraadis 2010. aastal. 160-korruselise hotelli-, elu- ja bürooruumide ning observatooriumiga hoone kõrgus on 828 meetrit.

40 aastat tagasi

HORISONT 5/1977, LK 27

Filoloogiakandidaat Jaak Simm tutvustab murdesõnu kohanimedes.

„Kuigi tuntud pole sõna *katk*, om. katku 'porilomp, soomülgas; soine võsastik'. Kohanimedes esineb sõna aga laialdaselt. Nii näiteks on Rapla murrakualal *Katkumägi* ja *Katkuraba*, Harju-Jaanis *Katkuotsa* heinamaa, *Katkutaguse* põld, *Konnakatku* kraav, *Sauekatku* soo, *Ämmakatku* väli, Järva-Madisel *Katkuots* (põld) jne. [---] Huvitav nimi on Kohtla-Järve lähedal asuval *Suterma* külal (1419 *Suttenhyrmo,* 1542 *Suttehyrm*, 1686 *Sutermo*). Vanad kirjapanekud näitavad, et algselt on küla nimi olnud *Sutehirmu* (lõunaeesti susi 'hunt')."

30 aastat tagasi

HORISONT 6/1987, LK 11

Keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi füüsika-matemaatika professor Ljubov Rebane arutleb teadlase olemuse üle:

„Peale eriala korraliku valdamise pean väga tähtsaks, et inimese tööd saadab huvi ja vaimustus. Ei ole võimalik teha edukalt teaduslikku tööd, kui see tegijat ennast ei huvita, ei kisu kaasa, ei vaimusta, ei rõõmusta tema hinge. Kui keegi leiab: ta lihtsalt peab mõningate asjaolude tõttu töötama teadusasutuses, kuigi teeks parema meelega midagi muud, tuleb nii temale kui teadusasutusele kasuks suundumine muu ameti peale."

20 aastat tagasi

HORISONT 4/1997, LK 2

Päikesesüsteemi erinumbri sissejuhatuses tõdeb Horisondi kauaaegne reaalteaduste toimetaja Rein Veskimäe muuhulgas järgmist:

„Alati on meid huvitanud elu võimalikkus mujal, väljaspool Maad, kas või mikroorganismide näol. Kaugetele universumimandritele meie käsi, jalg ja mõistus eluotsinguil pole veel ulatunud. Seepärast loodame ikka lähimate naabrite, eeskätt Marsi peale. „Igavese eesmärgi" nimel kavatsetakse sinna saata kulgurrobot juba lähiajal. Ja mine tea, vahest juba meie noorem põlvkond ongi inimese Marsi-lendude tunnistaja."
Kosmosetehnoloogia firma SpaceX on lubanud esimesena saata mehitatud missiooni Marsile – aastal 2025.

Hävitus- ja luurelennuk MiG-25

MiG-25 on muuseumides äärmiselt haruldane lennukitüüp, maailmas ainukene tootmises olnud kolmekordse helikiirusega hävitaja ja lisaks skandaalse saatusega lennuk. Eesti lennundusmuuseumis eksponeeritakse seda alates 2016. aastast.

EESTI LENNUNDUSMUUSEUM

2016. aastast saavad kõik huvilised uudistada hävitus- ja luurelennukit MiG-25 Eesti lennundusmuuseumis

Ajaloolisest taustast

Külma sõja ja võidurelvastumise perioodil ehk täpsemalt 1950. aastate lõpuks ja 1960. aastate alguseks oli välja kujunenud olukord, kus NSVL ei suutnud kontrollida oma õhuruumi. USA majanduslik võimsus ja arvukate lennukiehitusfirmade meeletu konkurents sünnitas üha uusi võimekaid lennukeid kõige erinevamate sõjaliste vajaduste rahuldamiseks.

1957. aastal võeti USA-s relvastusse luurelennuk U-2, mille lennulagi – üle 21 km, võimaldas tal karistamatult lennata NSVL-i territooriumi kohal, sest nõukogude hävitajate lennulagi oli oluliselt madalam. Kolm aastat hiljem võeti USA-s kasutusse maailma esimene kahekordse helikiirusega strateegiline tuumapommitaja Convair B-58 Hustler, mis oli kurioossel kombel kiirem kui ükski toonane USA õhujõudude hävitaja. 1962. aastal tegi esmalennu USA ülisalajane luurelennuk A-12 (SR-71), mis võeti relvastusse juba järgmisel aastal. Lennuki tehnilised andmed olid hämmastavad: lennuki maksimaalne kiirus oli 3,2 Machi, mis tähendab, et lennuk võis saavutada 3,2-kordse helikiiruse (3560 km/h), lennukaugus oli 4000 km ja lennulagi 29 km. Eriti rahutuks tegi nõukogude luure aga asjaolu, et väidetavalt võis see lennuk olla üksiti ka hävitaja. Kõige krooniks tegi USA-s 1964. aasta septembris esmalennu kolmekordse helikiirusega strateegiline tuumapommitaja North American XB-70 Valkyrie, mis oli ulmelise väljanägemise ja muljetavaldavate tehniliste parameetritega: maksimaalne kiirus 3,1 Machi (3309 km/h), lennukaugus 6900 km, lennulagi 23,6 km ning maksimaalne stardikaal 246 tonni.

NSVL-i katsed tasakaalu saavutada

Et taastada ja kindlustada kontrolli riigi õhuruumi üle, andis NSVL-i kõrgem juhtkond konstrueerimisbüroodele käsu luua nõukogude õhukaitsevägedele mehitatud lennuk, mille lennulagi oleks 27 km ning mis oleks võimeline lendama kiirusel vähemalt 3000 km/h. Üleskutsele reageerisid Mikojani ja Suhhoi konstrueerimisbürood. Käivitati suuremahulised uurimis- ja katsetööd. 1959. aasta keskpaigas, kui katsetused eksperimentaallennukitega olid jõudnud juba lubavasse faasi, algas hävitus- ja luurelennuki MiG-25 väljatöötamine. Olukorra tegi eriti närviliseks asjaolu, et USA-s anti nii luure- ja hävituslennukite kui ka strateegiliste pommitajate klassis tootmisse järjest uusi lennukitüüpe, mis sundis MiG-25 loomisega kiirustama.

MiG-25 esimene prototüüp Ye-155-R1 oli luurelennuki variant, mis tegi esmalennu 1964. aasta märtsis. Oma väljanägemiselt oli lennuk unikaalne ning oli seda ka sama lennuki järgnevate variantidega võrreldes. Lennuki tiivaotstes paiknesid statsionaarselt 600-liitrised kütusepaagid, tiivatipud olid kallutatud alla ning kere esiosas olid liigutatavad

esitiivad. Järgnevatel mudelitel neist lahendustest loobuti.

MiG-25 juures oli kasutatud NSVL-i teadlaste ja inseneride parimaid teadmisi aerodünaamikas, mootorite tehnoloogias, metallurgias ja inseneritöös. Külma sõja psühholoogilises võitluses tuli oma saavutusi kiiresti demonstreerida ja luua kasvõi pettepilt riigi lennunduse hetkeolukorrast. Esmakordselt näidati nelja MiG-25 prototüüpi (kolme hävitajat ja ühte luurelennukit) ning MiG-25 loomiseks ehitatud eksperimentaallennukeid avalikkusele Domodedovo lennupäevadel, kus need 9. juulil 1967. aastal Moskvast üle lendasid. Sügava saladuskatte all loodud lennukite variantide esitlemisel jäi saladuseks, kas need on juba seeriatootmisse antud. Igal juhul avaldas mitme erineva lennukitüübi demonstreerimine välisekspertidele sügavat muljet.

Milline oli tegelikkus? Luurelennuki MiG-25R (Foxbat-B) tootmine algas Gorki lennukitehases 1969. aastal. Hävituslennuki MiG-25P (Foxbat-A) tootmine käivitus kaks aastat hiljem. MiG-25 tootmine lõpetati 1984. aastal, mil tootmisküpseks oli saanud MiG-25 järglane MiG-31. Kokku toodeti MiG-25 tüüpi lennukeid 1186.

Skandaal – MiG-25 ärandamine Jaapanisse

Läänemaailm sai üksikasjaliku pildi uusimast nõukogude hävitajast ja ühtlasi kogu lennunduse tippsalajasest tehnoloogiast 1976. aastal, kui nõukogude õhukaitse piloot Viktor Belenko maandas oma ülisalajase MiG-25P 6. septembril Jaapanis Hakodate lennujaamas. Tuletame meelde, et hävitaja tootmine oli alanud kõigest viis aastat varem. Koostöös ameeriklastega demonteerisid jaapanlased lennuki ja saatsid selle USA transpordilennukiga C-5A Jaapani uurimiskeskusse, kust see 67 päeva pärast demonteeritult ning täielikult läbiuuritult ja -analüüsitult laevaga NSVL-i tagasi saadeti.

NSVL-ile tähendas see intsident korvamatut kahju: õhukaitses tuli teha arvukaid ja kalleid muudatusi nii lennukite varustuses kui ka infotehnoloogias ning alustada kiirendatud korras töid uue hävitaja loomiseks.

Kokkuvõtteks

1. MiG-25 loomine ja relvastusse võtmine täitis siiski oma eesmärgi. Kuigi MiG-25 jäi oma võimekuselt oluliselt alla SR-71-le, saavutati luurelennukite ja eeskätt ameeriklaste SR-71 eemaletõrjumine NSVL-i õhuruumist.

2. MiG-25 loomisel saavutati spetsiaalselt ettevalmistatud rekordlennukite abil küll eesmärgiks seatud ja väljakuulutatud tehnilised parameetrid, kuid seerialennukite ekspluatatsiooniparameetrid olid siiski madalamad. MiG-25 suutis hoida kiirust 2,8 Machi väga lühikest aega ning püsida kõrgusel 26 km maksimaalselt 2 minutit (SR-71 jaoks oli rutiin lennata kiirusel 3,2 Machi ning kõrgusel 28 km). Lisaks polnud MiG-25 võimeline pidama lähiõhulahingut.

3. MiG-25-st ei saanud küll superhävitajat, mida temast loodeti, kuid tegemist oli siiski üllatava seguga efektiivsetest aparatuurikompleksidest ning lennukist kui relvaplatvormist.

4. Ehkki MiG-25 loomine oli oluline samm ennekõike NSVL-i lennukiehituse jaoks, mängis see kahtlemata olulist rolli kogu maailma lennukiehituse ajaloos, millest annavad tunnistust 29 kiiruse ja lennukõrguse maailmarekordit.

5. MiG-25 sattumine jaapanlaste ja ameeriklaste kätte kiirendas uue lennuki MiG-31 väljatöötamist.

6. Lennuki MiG-25 tehnilised parameetrid ja ka selle puudused andsid ameeriklastele tõuke uue põlvkonna hävituslennukite väljatöötamiseks, mis oleksid samaaegselt kiired ja võimelised pidama lähiõhulahinguid. Sellisteks hävituslennukiteks said õhujõudude F-15 Eagle ja mereväe F-14 Tomcat. •

Mati Meos
Eesti lennundusmuuseumi juhataja

EESTI LENNUPÄEVAD 2017
3.-4. JUUNIL TARTUMAAL
EESTI LENNUNDUSMUUSEUMIS

- VIGURLENNUD (LENNUKID JA PLAANERID)
- LANGEVARJUHÜPPED
- TIIBVARJUD JA LENDAV KAUKAASLANE (KOER)
- LENNUKITE ESMAESITLUSED (F-4 PHANTOM II JA Z-37)
- ÕHUTÕRJERELVADE ESMAESITLUSED (SA 6)
- NOORTE KARJÄÄRINÕUSTAMINE (EESTI LENNUAKADEEMIA JA LENNUNDUSETTEVÕTTED)
- NORDICA TÄHTPÄEVA PIDAMINE LAUPÄEVAL, KONTSERT 16.00
- PILOODIKOOLITUSETTEVÕTETE JA LENNUKLUBIDE TUTVUSTUSED
- LASTENURGAD (TEADUSTOAST, NÄOMAALIJATEST, FOTOBOXIST, BATUUTIDEST KUNI ÕHULOSSSIDENI)
- ATRAKTSIOONID (HÜPPED TORNIST, GÜROSKOOBID, KATAPULT JN)
- VÄLIRESTORANID JA MUUD SÖÖGIKOHAD
- HUVI- JA TUTVUSTUSLENNUD

PROGRAMMI ALGUS MÕLEMAL PÄEVAL
11.00 JA LÕPETAMINE 17.00

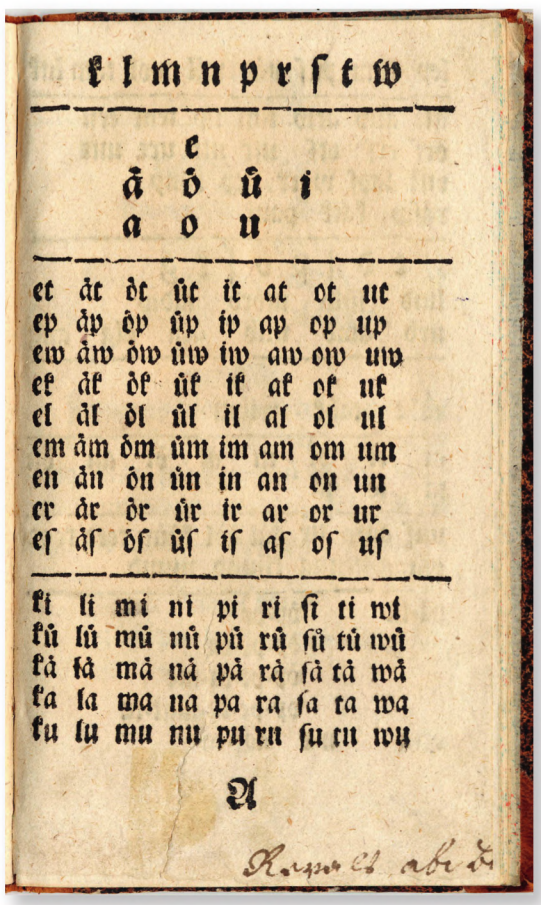
PEAKORRALDAJAD: EESTI LENNUNDUSMUUSEUM, EESTI LENNUAKADEEMIA

WWW.LENNUNDUSMUUSEUM.EE
EESTI LENNUPÄEVAD
EESTI LENNUNDUSMUUSEUM
Eesti Lennuakadeemia
Estonian Aviation Academy

Forseliuse aabits

17. sajandi lõpul leidis eesti ühiskonnas aset oluline muutus – kirikute juurde asutati koolid. Esialgu pidi lugemisoskus olema abiks katekismuse ja kirikulaulude õppimisel, kaugema sihina nägi luteri kirik pühakirja lugemist. Pikemas vaates lõi aga lugemisoskus eeldused suulise kultuuritüübi vahetumiseks kirjalikuga. Seda muutust aitas ette valmistada aabits.

LUNDI ÜLIKOOLI RAAMATUKOGU



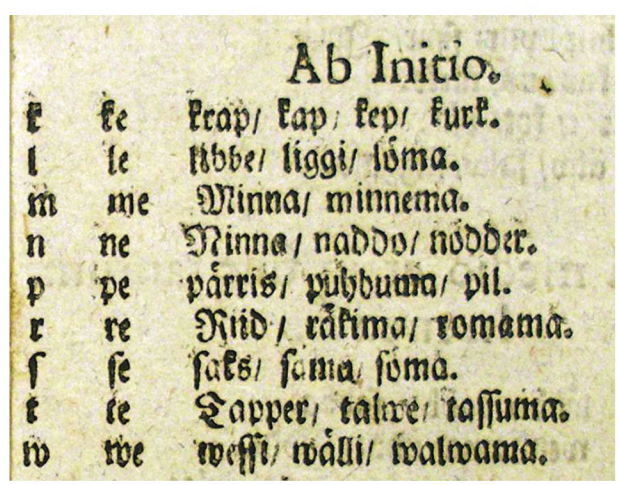
Aabitsa esileht (9×16 cm). Tähed, millega algavad eesti sõnad, ja harjutussilbid

Esimene eesti aabits, mis trükiti arvatavasti 1641. aastal Tallinnas, ei ole säilinud. Kirjalikest allikatest on teada, et ABC-raamatu lugemisosaks oli Heinrich Stahli kirikukäsiraamatust võetud katekismus, aga dokumendid kõnelevad ka sellest, et aabitsast kasvas vähe kasu, kuna polnud ei koole ega koolmeistreid. Teiseks probleemiks oli Stahli kirjaviis, mis võimaldas küll sakslastel eestikeelset teksti suupäraselt ja enam-vähem arusaadavalt ette lugeda, aga eestlastele valmistas veerimisel suuri raskusi.

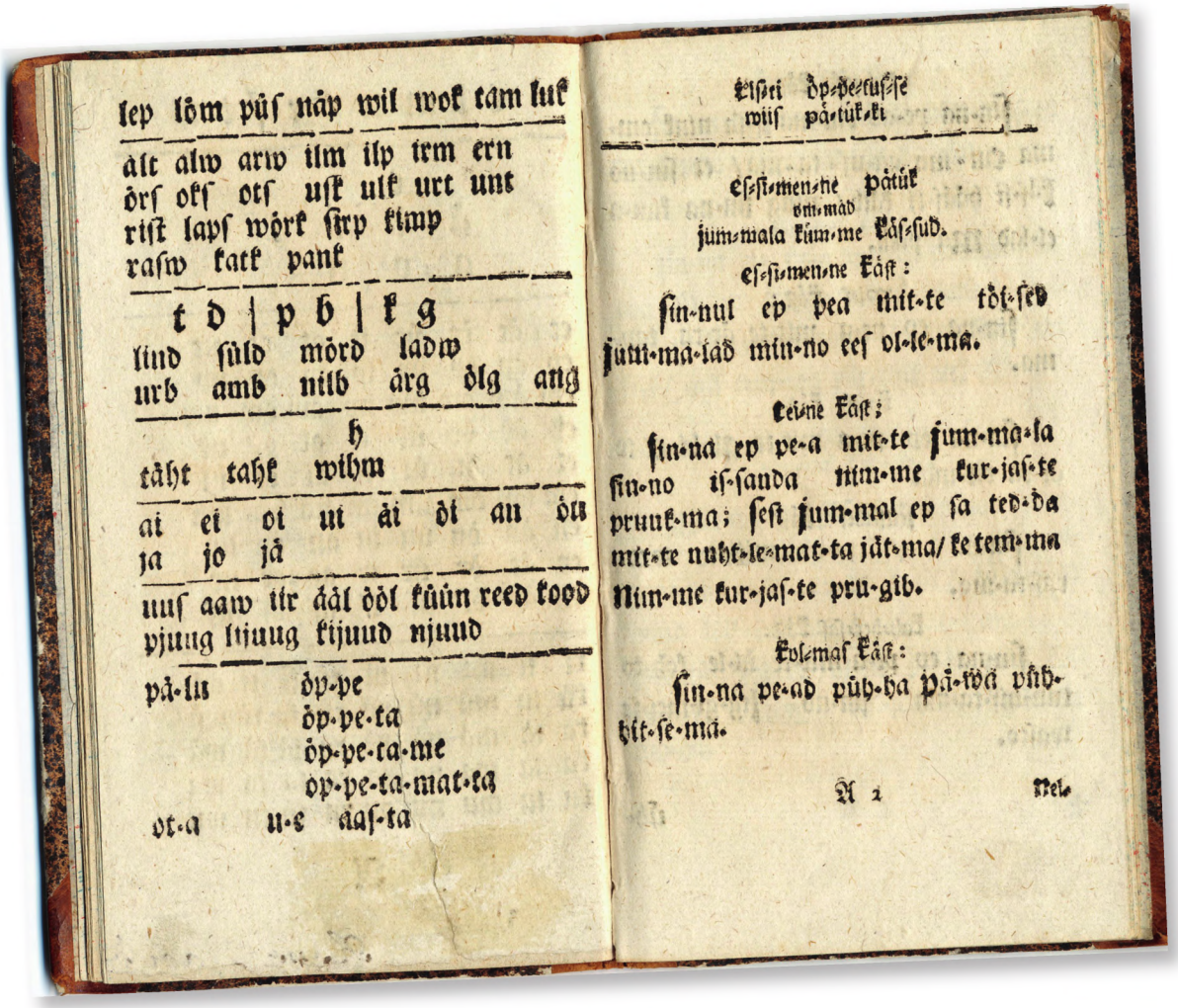
Varaseim säilinud eesti aabits on trükitud 1694. aastal Riias ja see kuulub Lundi ülikooli raamatukogusse. Praegu eksponeeritakse seda väikest (24 lk) rariteetset raamatut Eesti Rahva Muuseumi uuel püsinäitusel. Aabitsast, mille koostas Bengt Gottfried Forselius (eluaastad u 1660–1688), on alles ka üks lõunaeestikeelne eksemplar 1698. aastast. Veel on kummastki säilinud üks 18. sajandil trükitud eksemplar, kõik ülejäänud on „ära loetud".

Forselius koostas aabitsa sedavõrd tavatul moel, et see tekitas omal ajal nii suurt imetlust kui ka ägedat vastuseisu. Et mõista, miks ja kuidas, tuleb alustada algusest. Forselius sündis Harju-Madise pastoraadis, tema kirikuõpetajast isa pärines Västerbottenist Umeåst, ka Bengti ema oli rootslane. Harju-Madise ja Risti moodustasid tol ajal kaksikkihelkonna, mille kogudus koosnes eestlastest, saksa mõisarahvast ning rannakülade ja Pakri saarte rootslastest. Risti kirikus teenis diakonina Kalmarist pärit Gabriel Gabrielsson Herlin, kes abiellus Bengti õega. Bengt õppis arvatavasti Tallinna gümnaasiumis ja seejärel Wittenbergi ülikoolis õigusteadust, aga tema stuudium jäi pooleli. 1683. aasta sügisel avas Herlin Risti kirikumõisas Arul kooli, kus Forselius teda koolmeistrina abistas. Forselius oskas kolme kohalikku keelt ja tudengi tasemel vanu keeli, nii et ta mitte ainult ei mõistnud, kui raske on eesti lastel lugeda saksapärases kirjaviisis raamatuid, vaid otsis ka lahendusi, kuidas õppimist kergemaks teha.

Kõigepealt kriipsutas ta koos Herliniga aabits-katekismusest maha *h*-tähed, millega märgiti pikki vokaale (*mahl*, *kohl*, *pohl*), sest need ajasid eesti lapsi segadusse. Üheskoos tulid nad mõttele kasutada eesti keeles topeltvokaale (*maal*, *kool*, *pool*), nagu tollases rootsi kirjaviisis, samuti tunti puudust *ä*-tähest, mida Stahli kirjaviis ei tunnistanud (nt sõna 'täht' kirjutati *techt*). Nii õpetati talve jooksul 50 rootsi ja eesti poissi raamatust lugema. Järgmisel sügisel õpetas Forselius juba Tartus, kus Liivimaa ülemsuperintendent Johann Fischeri eestvedamisel avati kool eesti koolmeistrite ja köstrite ettevalmistamiseks. Koolis, mida hiljem on hakatud nimetama Forseliuse seminariks, õppis kahe talve jooksul 160 kuni 200 poissi. Forseliuse kõrval tegutses Tartus lugemisõpetajana kaks tema kodukandi noormeest: Jõesuu Toomas Harju-Madiselt ja Uustalu Bengt Ristilt.



Tähenimed, fragment Johann Hornungi grammatikast


lep löm püſ näp wil wok tam luk
ält alw arw ilm ilp irm ern
örſ okſ otſ uſk ulk urt unt
riſt lapſ wörk ſirp kimp
raſw katk pant

t d | p b | k g
lind ſüld mörd ladw
urb amb nilb ärg ölg ang

h
täht tahk wihm

ai ei oi ui äi öi au öu
ja jo jä

uuſ aaw iir ääl ööl küün reed kood
pjuug ltjuug kijuud njuud

pä-lu öp-pe
öp-pe-ta
öp-pe-ta-me
öp-pe-ta-mat-ta
ot-a u-e aaſ-ta

Elſri öp-pe-luſ-ſe
wiiſ pä-tük-ki

Eſ-ſi-men-ne pätük
ütt-mäd
jum-mala kum-me käſ-ſud.

Eſ-ſi-men-ne Käſt:
ſin-nul ep pea mit-te töl-ſed
jum-ma-lad min-no eeſ ol-le-ma.

Teine Käſt;
ſin-na ep pe-a mit-te jum-ma-la
ſin-no iſ-ſanda nim-me kur-jaſ-te
pruuk-ma; ſeſt jum-mal ep ſa ted-da
mit-te nuht-le-mat-ta jät-ma/ ke tem-ma
Nim-me kur-jaſ-te pru-gib.

Kolmas Käſt:
ſin-na pe-ad püh-ha pä-wä püh-
hit-ſe-mä.

A 2 Nel-

Aabitsa teine lehekülg: ühesilbilised sõnad, *b*, *d*, *g* ehk tähed, millega sõnad ei alga, *h*-täht, topeltvokaalid ja silbitamine.

Kolmas lehekülg: katekismuse algus silbitatud tekstiga

Forseliuse aabitsa esialgne versioon pole säilinud, aga sellest on juttu arhiividokumentides. Varaseim teade pärineb 1685. aasta septembrist, kui Forselius tahtis trükkida oma uuendatud kirjaviisiga aabitsat Tallinnas. Mõjukamad sakslastest vaimulikud leidsid, et tuleb jääda harjumuspärase kirjaviisi juurde. Mainitakse „tähestiku tarbetut lühendamist", pikendava *h* asemel vokaali kahekordistamist ning aabitsa „veidrat eessõna". Eessõnas, mida küll 1694. aasta aabitsaeksemplaris ei ole, selgitati arvatavasti uusi õigekirja- ja hääldusreegleid ning õpetamismeetodit. Võib oletada, et üleskerkinud takistuste tõttu trükiti uuenduslik aabits lõpuks Riias. 1688. aastaks oli see ilmunud juba kahes või kolmes muudetud versioonis. Igatahes läbis aabits Tartus tulevaste koolmeistrite peal katsetused nii edukalt, et selles kasutatud ortograafiat pakkus Forselius tallinnaeesti uue testamendi trükkimiseks. Stahli kirjaviisiga harjunud meestele oli see liig mis liig – ja nii vallandus keeletüli, mida kaasaegsed kutsusid tähesõjaks (*Buchstabenkrieg*). Uues aabitsas nähti ohtu seni trükitud raamatutele ja valmimisjärgus piiblitõlkele, aga kardeti ka segadust ja Riia trükikoja konkurentsi, sest varem trükiti põhjaeestikeelsed raamatud Tallinnas. Forseliuse õppemeetodit nimetati „mõmisevaks veerimiseks" ja pandi pahaks tähtede uut moodi nimetamist.

Mõminal lugemine oli iseloomulik häälikumeetodile, mis lähtus tähtede „nimede" asemel nende „häältest" ehk foneemidest. Häälikumeetodi võttis kasutusele reformatsiooniaegne saksa pedagoog Valentin Ickelsamer, 17. sajandil oli aga see õppeviis sama hästi kui unustusse vajunud. Häälikumeetodile viitavad ka uued tähenimed, s.t konsonantide hääldamine tumma *e* abil: *ke-le-me-ne* jne tavapärase *ka-el-em-en* jne asemel. Herlini sõnul olid sellised tähenimed tema ja Forseliuse leiutis. Et aga säärasel moel sujuvalt sõnu välja hääldada, tuli eesti tähestik puhastada tarbetutest „saksa tähtedest". Nõnda oli silbis sama palju tähti kui häälikuid – selles seisneski uue kirjaviisi peamine mõte. Sestap leiamegi needsamad uued tähenimed Johann Hornungi grammatikast (1693). Kui varasemas saksapärases tähestikus oli 28–29 tähte, lisaks suurtähed, mis tuli hakatuseks selgeks õppida, siis Forseliuse aabitsas saadi hakkama 22 tähega. Keerulise kujuga suurtähti polnud aabitsa lugemiseks üleüldse vaja, neid õpiti tundma alles aabitsa lõpus. Lisaks oli kogu aabitsa tekst ehk katekismus silbitatud.

Sangaste pastor Chilian Rauschert kiitis kirjas Forseliusele (20. mail 1687) uue õppeviisi headust: „Enamjagu [õpilasi] õppis tähed ühe tunniga ära, viie nädala pärast ei olnud neil aabitsat enam vaja ning kümne nädalaga oskasid nad üsna hästi lugeda." Koolmeistriks oli Sangastes eespool juba mainitud Uustalu Bengt ehk Bengt Adamson. Forselius ise hindas tulevikku väga optimistlikult, unistades ei vähemast kui üldisest lugemisosku-sest (28. juunil 1687): „Et siis, kui kõik ülearused raskused kõrvaldatud, ei võiks iganes, nagu ma mõtlen, ühtki inimest leiduda, kes lugeda ei oskaks." Aabits, mis tegi lugemaõppimise talulastele hõlpsaks ning mille eeskujul loodi rohkem kui 150 aastaks püsima jäänud eesti kirjaviis, oli esimene samm selle suure unistuse täitumise suunas. •

VAATA LISAKS:
Aivar Põldvee 2011. Viis aabitsat ja Forseliuse õppeviis. *Lugemise kunst*, toimetanud Piret Lotman. Eesti Rahvusraamatukogu toimetised 13, 60–122. Tallinn: Eesti Rahvusraamatukogu.

Aivar Põldvee, Tallinna ülikooli ajaloo, arheoloogia ja kunstiajaloo keskuse vanemteadur

MÄRTS-APRILL KOSMOSEVALLAS

• Muudeti Marsi tehiskaaslase orbiiti:
2. märtsil teatas NASA, et nende Marsi tehiskaaslane MAVEN pidi muutma oma orbiiti, et hoida ära võimalik kokkupõrge Marsi loodusliku kaaslasega Phobos. Selleks suurendati MAVEN-i kiirust 0,4 m/s võrra ning nüüd saabub ta samasse punkti Phobosega 2,5-minutilise ajaerinevusega endise 7 sekundi asemel. MAVEN-i ülesandeks on uurida Marsi atmosfääri ülakihte, ionosfääri ning vastasmõju päikesetuulega.

• Uus Maad seirav satelliit:
7. märtsil startis Kourou kosmodroomilt kanderakett Vega, viies orbiidile neljanda Copernicuse seeria satelliidi Sentinel-2B. Maa seirega tegelema hakkav tehiskaaslane kaalub 1,1 tonni ja selle põhiülesanne on maa- ja rannikupiirkondades metsade ning järvede ja rannikuvee saastatuse jälgimine. Lähikuudel järgneb Vegale veel kaks sarnaste ülesannetega satelliiti.

• Jaapani uus luuresatelliit:
17. märtsil startis Jaapani edelaosas kanderakett H-2A, viies orbiidile luuresatelliidi Radar 5. Põhjuseks Põhja-Korea ballistiliste rakettide jätkuvad stardid. Lisaks luureülesannetele saab seda tüüpi tehiskaaslasi kasutada ka näiteks loodusõnnetuste tagajärgede seirel.

• Dragon tuli ISS-ilt lastiga tagasi:
19. märtsil maandus Vaikses ookeanis Mehhiko ranniku lähedal SpaceX-i taaskasutatav veolaev Dragon, tuues rahvusvahelisest kosmosejaamast ISS Maale üleliigset varustust, jäätmeid ja ligi 1,8 tonni jaama mikrogravitatsiooni tingimustes tehtud eksperimentidest pärit proove. Dragon on hetkel ainus veolaev, mis on suuteline ISS-ist lasti Maale tagasi toimetama. Dragon põkkus ISS-iga 23. veebruaril.

NASA

Thomas Pesquet kosmosejalutuskäigul

• Kosmosejalutuskäik ISS-il:
24. märtsil väljusid ISS-ist avakosmosesse Prantsuse astronaut Thomas Pesquet ning ameeriklane Shane Kimbrough. Astronaudid valmistasid ette ISS-i uusi põkkumissõlmi, mida vajavad uue põlvkonna kosmoselaevad. Kui praegu saab inimesi ISS-i toimetada vaid Vene kosmoselaevaga Sojuz, siis alates 2018. aastas hakkavad mehitatud lende läbi viima ka SpaceX ja Boeing.

• Ajalooline start:
30. märtsil startis Floridas Kennedy kosmosekeskuses SpaceX-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile Luksemburgi firma SES sidesatelliidi SES-10. Ajalooliseks teeb sündmuse fakt, et kanderaketti kasutati esimest korda korduvalt – sama kanderakett startis ka aprillis 2016, lastiks veolaev Dragon. Ka seekord maandati sama kanderakett uuesti, seekord pargasele Atlandi ookeanis. Kui iga uue Falcon 9 start maksab üle 61 miljoni dollari, siis korduvkasutus võimaldab neid kulusid vähendada kuni 30%.

• Inimesed ISS-ilt tagasi:
10. aprillil maandus Kasahstani keskosas kosmoselaeva Sojuz MS-02 maandumiskapsel, tuues Maale tagasi Vene kosmonaudid Sergei Rõžikovi ja Andrei Borissenko ning ameeriklase Shane Kimbrough'i, lõpetades sellega nende 173 ööpäeva kestnud missiooni kosmosejaamas ISS. Kimbrough'i lahkumisega läksid ISS-i komandöri kohustused üle astronaut Peggy Whitsonile, kes on esimene naine sellel ametipostil.

• ISS-ile varustust:
18. aprillil startis Canaveralist neeme õhujõudude baasist kanderakett, viies ISS-i varustamiseks orbiidile Orbital ATK veolaeva. Kui tavaliselt kasutab Orbital ATK selleks oma kanderaketti Antares, siis suurema laadungi (3,5 tonni) huvides oli seekord kanderaketiks United Launch Alliance'i Atlas V. Muuhulgas saabus ISS-i ka uus kasvuhoone. USA esimese astronaudi mälestuseks kandis veolaev seekord nime S. S. John Glenn ning põkkus ISS-iga edukalt 22. aprillil.

NASA

Dragon lähenemas ISS-ile 23. veebruaril

• Uued mehed ISS-ile:
20. aprillil startis Baikonuri kosmodroomilt Sojuz-FG kanderakett, viies orbiidile kosmoselaeva Sojuz MS-04, pardal veterankosmonaut Fjodor Juritškin ning esimest lendu teinud astronaut Jack Fischer. Orbiidile jõuti üheksa minutiga ning ISS-iga põkkuti 6 tundi hiljem.

• Veolaev Hiina kosmosejaama:
20. aprillil startis Hiinas Hainani saarel asuvalt kosmodroomilt Wenchang kanderakett Long March 7, viies orbiidile veolaeva Tianzhou 1. Veolaev põkkus 22. aprillil Hiina mehitamata orbitaaljaamaga Tiangong 2. 2016. aastal veetsid Tiangong 2 pardal 30 päeva kaks Hiina taikonauti.

• Cassini tähelepanuväärne manööver:
26. aprillil suundus alates aastast 2004 Saturni ümber tiirlev kosmosesond Cassini seniuurimata piirkonda – läbilennule Saturni pinna ja tema kõige sisemise rõnga vahelt. Tegemist on suhteliselt kitsa piluga: vahemaa Saturni atmosfääri ja sisemise rõnga vahel on vaid 1900 km. Läbilennu ajal polnud võimalik Cassiniga suhelda, sest selle 4-meetrise läbimõõduga paraboolantenn oli pööratud ettepoole, et kaitsta teadusaparaate võimalike rõngaosakeste eest. Kuna Cassini kütusepaagid olid juba peaaegu tühjad, otsustatigi allesjäänud kütust kasutada selleks mõneti riskantseks, kuid teaduse mõttes äärmiselt huvitavaks manöövriks. 27. aprillil õnnestus side Cassiniga taastada ning saadi rida fotosid planeedi atmosfääri väikestest detailidest. Plaanis on veel 22 läbilendu kuni 15. septembrini, mil Cassini siseneb Saturni atmosfääri.

Jüri Ivask
Horisondi kosmosekroonik

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
469€

Bresser Messier
AR-90 EXOS-1
ø90 mm, F=900 mm
Hea läätsteleskoop stabiilsel alusel
379€

Päikeseteleskoop LUNT
ø alates 50 mm
Põnev astronoomia keset päeva!
alates **1275€**

Bresser Messier
AR-102 EXOS-2 GOTO
ø102 mm, F=1000 mm
Soodne automaatika
949€

LCD puuteekraaniga mikroskoop 40x-1400x
Pealt- ja altvalgustus, AV-väljund.
Sobilik koolile ja uudishimulikule
269€

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

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

Tulekahju patriitsimajas. Paanikas inimesed põgenevad põlevast majast, haarates kaasa majakraami, väärisasju ning päästes lapsi. Puulõige 16. sajandi algusest
ALAMY / VIDA PRESS

INNA JÜRJO

TULI, TULEKAHJUD JA TULEVÄRK KESKAJA EESTIS

Keskaja inimese elu ja tegemised nõudsid igapäevast kokkupuudet tulega: küünlaleek valgustas tuba, leel tehti süüa, kaminatuli andis sooja. Mitmed käsitöölised ja ametimehed, nagu sepad, pagarid, õllepruulijad, klaassepad ja teised, töötasid lahtise tulega. Tuli oli inimese igapäevane abimees, kuid ta oli ka ohtlik hävitaja ning teda kardeti.

Sõja ajal aitas tuli vallutajat tõrjuda ja tagasi lüüa, samas võis vaenlase kuri käsi maha põletada terved külad ja linnad, süüdata vilja põllul ja avada sellega tee teisele kardetud hädale – näljale.

Keskaja igapäevaelus sai tuleohutuse tagamisest painav probleem ning tulekahju oli üks ajastu suurtest hirmudest. Iga inimest õpetati juba maast madalast tulega õigesti ümber käima, ilma ennast ja teisi ohtu seadmata. Sageli piisas vaid väikesest ettevaatamatusest, et hävitav tuli lahti pääseks. Tulekahjusid peeti Jumala viha märgiks või tema saadetud karistuseks. Seepärast tavatseti tulekahjudest kirjutades ikka lisada mõni omamoodi tõrjemaagiline vormel – *Andku jumal, et sellist asja enam ei näeks!* või *Jumal hoidku selle eest, kui tuli süttib*.

Lisaks igapäevasele praktilisele kasutusele oli tulel keskajal veel teisi tähendusi ja rakendusi. Antiikfilosoofiast üle võetud õpetuse järgi oli tuli üks neljast põhielemendist (tuli, õhk, maa, vesi), millest koosnes kõik olev. Nelja elemendi õpetusele tuginesid nii keskaja meditsiin, astroloogia kui ka alkeemia. Tuld kasutati keskajal tõe väljaselgitamisel ordaalides, samuti kohtumõistmisel. Tuli võis olla Jumala karistus, kuid puhastustuli aitas patusel hingel taevariiki pääseda. Rahvausus oli tulel maagiline tähendus, aasta tähtsatel murdepunktidel toodi tänuohvreid ning süüdati lõkkeid. Niisamuti täitis tuli vajadusel kaugele nähtava visuaalse signaali, märguande rolli.

Võitlus tuleohutuse eest

Tuleohutuse tagamine oli probleem eriti linnas, kus inimesed elasid tihedalt koos ning väikesest tulest võis seetõttu kergesti saada suur põleng. Linnavalitsus püüdis mitmesuguste määruste ja eeskirjadega tuleohutust tõsta. Selleks soositi puithoonete asemel kivimajade ehitamist. Näiteks Tallinna 15. sajandi alguse kodanikumäärus sätestas: *Samuti mis siin elumajade kõrvale ehitatakse, see tuleb ehitada kivist*. Mitte vähem oluline polnud elumajade tuleasemete ja korstnate ohutus. Raad nõudis, et nende korrasolekut regulaarselt kontrollitaks. Niisamuti peeti silmas, et linna ei kogutaks tuleohtlikke materjale. Tallinnas ei lubatud küttepuid müürivallile koguda. Vana-Pärnus keelati kodanikel lasta oma õue peale vedada korraga rohkem kui neli koormat küttepuid, alles kui *need on põletatud, siis lasku ta uuesti neli koormat sisse vedada. Kui neid kellegi juures ülemäära leidub, siis tahab raad seda karistada lasta ning puud vaeste heaks ära võtta. Igaüks pangu oma puud väljapoole lepiku juurde ja hoidku ennast kahjude eest.*

Samuti oli karistatav tulega hooletu ümberkäimine või sobimatus kohas tule süütamine. Näiteks ei lubatud teha tuld müürivallile, samuti manitseti, et *mitte keegi ei söandaks lubada ja lasta oma kodakondseid tulega üle tänava jooksma, olgu see sakslane või mittesakslane*. Tallinna Jaani seegi kodukord 15. sajandist nõudis, et *keegi ei tohi pirruga kaugemale minna kui korsten lubab*. Isik, kelle hooletusest tuli valla pääses, pidi selle eest vastutama ning kandma karistust. Tänavavalgustuse puudumise tõttu tuli keskajal pimedas ringi liikuda põleva tõrviku valgel. Seegi kätkes endas tuleohtu, mistõttu kehtisid ranged nõuded tõrviku söestunud osa eemaldamise ehk „nuuskamise" ning kustutamise kohta. Karistuse ähvardusel oli keelatud tõrvikuid kustutada või „nuusata" kusagile vastu lüües. Hõõguvad söed tuli jalge all kustutada.

Kui kusagil puhkes tulekahju, siis anti sellest kellade helistamisega teada ning kõik pidid tule kustutamisse panustama: *ja igaüks peab sinna oma anumaga varmalt ligi tõttama*. Tulekahju puhuks olid vee kandmiseks kasutusel Tallinnas ning küllap ka mujal spetsiaalsed nahkämbrid. Need pidid olemas olema igal heal järjel majapidamisel: *peab olema nahast ämber oma majamärgiga ja kõik majaisandad või majapidajad või mõni nende nimel peavad sinna oma nahkämbriga ilmuma ja seal olema, kuni tuli on lämmatatud ja kustutatud*. Selline vastastikune abistamine oli kõigile linnaelanikele kohustuslik, kõrvalehiilijaid ootas rahatrahv ja väl-

Keskaja igapäevaelus sai tuleohutuse tagamisest painav probleem ning tulekahju oli üks ajastu suurtest hirmudest.

FOTO: JUHAN KREEM

Tallinna raekojast leitud nahkämber, mida kasutati tule kustutamiseks.
TALLINNA LINNAMUUSEUM 92, 69:1

ja võis vabandada ainult haigus. Euroopast on keskajal teateid juba ka esimestest kustutusmasinatest. Näiteks tellis Müncheni raad aastail 1489/1490 Nürnbergist veepritsi tulekustutile. Just Nürnberg oli sel ajal juhtiv keskus tulekustutusvahendite valmistamises.

Tulekahjud

Tulekahjude tagajärjed olid traagilised ja hirmutavad, eriti linnas, kus korraga võis tuleroaks langeda suur osa hoonetest ning hukkuda hulk inimesi. Suured, raskete tagajärgedega tulekahjud olid sündmused, mida ka keskaja kroonikud ei jäta mainimata. Nii kirjutab Balthasar Russow Tallinna tabanud tulekahjust: *1433. aasta 11. mail põles kogu Tallinna linn maha – ühes toomiga, kõikide kirikute ja kloostritega ja kõikide orelite ja kelladega. Sellest tulest süttisid ka kõik aiad ja kuurid väljaspool linna ning põlesid koos hulga rahvaga maha*.

Nagu kroonikute kirjeldustest nähtub, said tulekahjud sageli alguse argistest toimingutest, näiteks toiduvalmistamisest. 1553. aastal pääses Tallinnas Toompeal suur tuli valla ühest lihunikumajast, kus parajasti pruuliti õlut ja pruulimispann oli tulele pandud. Just õllepruulimisest puhkes koletu tulekahju ka Riias, millest esitab värvika kirjelduse kroonik Dionysius Fabricius: *Ahjus aga, kus õlut pruuliti, rippusid mõned käntsakad seapekki, mida peremees suitsutas. Et pruulijad tegid katla alla liiga suure tule, siis pekk süttis ja kerkis leekide võimsal jõul läbi korstna ülespoole. Äkitselt tõusnud tugeva tormiga aga satub tulesäde lähedal asuvasse paika, kus*

ALAMY / VIDA PRESS

Toitu valmistati keskajal lahtise tule peal. Puulõige 16. sajandi algusest (ilmus 1518. aastal Tübingenis välja antud teoses Calendarium Romanum)

riialased tavatsesid oma tõrva hinnata: süttib mõnisada tõrvatünni, mida oli võimatu kustutada, ja see tõi riialastele suure tulekahju, nii et väga paljud majad siis maha põlesid.

Tulekahju võis valla pääseda ka pahatahtlikust süütamisest. Raskelt kannatas süütamiste käes Uus-Pärnu. 1524. ja 1533. aastal põles just süütamisest alguse saanud tulekahjudes mõlemal juhul maha suur osa linnast. 1524. aastal päästsid tule valla kaks teenijatüdrukut, kes varastasid oma emanda ehted ning otsustasid kuriteo varjamiseks maja põlema süüdata. Paraku vallandus sellest kogu linna haaranud suur põleng. 1533. aasta tulekahju kohta vahendab Uus-Pärnu linnaraamat: *Aastal 1533 kesknädalal pärast Exaudit* [28.05], *ja muidu veel mõnel korral selsamal suvel, süüdati meie linn armetult habemeajaja selli ja teenijatüdruku poolt, kelle ostis ära üks preester, Johann Droste nimeks* [—]. *Päästsid tule valla ja põletasid meie linna haledalt maha, raekoja, gilditoa, Karja väravast linnuseni. Inimesi põles ära 34, sakslasi ja mittesakslasi*. Kuid alati ei olnud süütamises mängus inimkäsi, ka välgulöök võis vallandada tulekahju. Näiteks Uus-Pärnu kodaniku Diderich Molleri maja põles esmalt 28. mail 1533. aastal puhkenud tulekahjus ning kaks nädalat hiljem sai veel välgutabamuse.

Tulirelvade kasutuselevõtu tõttu lisandus ohtlike ja kergesti süttivate ainete hulka püssirohi. Juhtus tuleroaks langema hoone, kus hoiti püssirohtu, olid tagajärjed tavalisest kordades hullemad. Uus-Pärnu 1533. aasta tulekahjus haaras tuli ka jõe ääres asunud suurtükitorni: *seal sees oli püssirohtu, see torn lendas õhku, nii et enam teada ei võinud, kuhu ta jäi*. Tuli oli torni juures nii tugev, et läheduses asunud elumajja põlesid kõik elanikud sisse. Pärast iga suurt põlengut oli tarvis hävinu taastada ja see nõudis kulutusi, teisalt lõi see ka uusi võimalusi, ajendades moodsaid stiile ja põhimõtteid järgivaid ümberehitusi. Samuti käis tuleohutuse tõstmine käsikäes üldise heaolu ja elutingimuste paranemisega.

Tuli ja õigusemõistmine

Keskaja kohtupraktikas oli tulel tähtis koht. Nii pidi katsest hõõguva rauaga selguma Jumala otsus kohtualuse suhtes. Kes jäi põletusest puutumata, selle oli Kõigevägevam ise aidanud õigeks mõista. Ordaalide kasutamine küll keelati Lateraani kirikukogul 1215. aastal, kuid sellele vaatamata elas tava kohtupraktikas edasi. Näiteks hiliskeskajast (14. sajandi lõpust või 15. sajandi algusest) pärinevas Läänemaa talurahvaõiguses esineb rauaproov veel täie enesestmõistetavusega. Riia kirikukontsiil keelas 1428. aastal kirikuvande ähvardusel tule- ja veeproovi kasutamise, mis Liivimaa piiskopkondades olevat levinud rohkemgi kui teistes maailma paigus. [—] *et kui kellegi vastu tekib süüdistus mingis kuriteos ning pole küllalt teisi tõendusi, siis sunnitakse elanikke, iseäranis maarahvast (vahel aga ilmuvad nad ka vabatahtlikult) selle tumeda ja kahtluse all oleva kuriteo selgitamiseks alistuma täitsa keelatud tulise raua proovile.* Kirikuvande alla lubati panna nii neid, kes sundisid teisi sellist keelatud ja laidetud kohtumõistmist läbi tegema, kui ka isikuid, kes olid rauaprooviga vabatahtlikult nõus.

Tule hävitavat jõudu kasutati ka kurjategijate hukkamisel. Põletamine määrati karistuseks vaid teatud tüüpi kuritegude eest. Tulesurma saadeti ketserid ja nõiad. Põletati ka sodomiite. Tallinna kohtufoogti märkmetest nähtub, et 1484. aastal mõisteti põhjaliku juurdluse järel tulesurma keegi Mathias. Põletati ka pilastatud lehm. Looma hukkamine koos sodomiidiga pidi aitama kustutada mälestust sellest kõlvatusest, mis koos loomaga oleks edasi elanud. Teiselt poolt pidi see keskajal levinud ebausu järgi ära hoidma libaloomade sünni. Samuti on Eestis karistatud tulega ka lapsetapjaid. 1490. aastal võeti Tallinnas kinni Elsebe, kes oli seegimajas Savi väravate

Keskaja kohtupraktikas oli tulel tähtis koht. Nii pidi katsest hõõguva rauaga selguma Jumala otsus kohtualuse suhtes. Kes jäi põletusest puutumata, selle oli Kõigevägevam ise aidanud õigeks mõista.

juures sünnitanud soovimatu lapse. Naine keeras lapsel kaela kahekorra ja heitis laiba tänavale; karistuseks selle võika teo eest Elsebe põletati.

Keskaja Euroopa õiguspraktikas oli levinud süütajate karistamine tulesurmaga ja põletamist määrati süütamise eest karistuseks Eestiski. 1500. aastal saadeti tulesurma Mustpeade maja süütajad ning sama saatust jagasid 1533. aastal Uus-Pärnus suure põlengu valla päästnud isikud: *Need kolm mõrvarlikku süütajat, need kõik kolm, kes selleks olid [ära] ostetud, mõisteti kohtu poolt süüdi ja põletati kolme posti küljes*. Sellise rikkumise puhul ei halastatud isegi väga noortele, veel teismeeas lastele: *26. augustil* [1559] *põletati Pärnus keegi 13-aastane tüdruk ära, tahtis linna põlema süüdata. Talupoeg, kes ta selleks ära oli ostnud, saadi ka kätte ja põletati ära*.

Huvitav teade pärineb 17. sajandi kroonikult Christian Kelchilt. Tema teab nimelt jutustada, et enne 13. sajandil toimunud sakslaste vallutust olevat Liivimaa põliselanikud tundnud mehe või naise truudusetuse vastu sellist jälestust, *et nad põletasid need, kes sellelt tabati, elusalt ära ja puistasid nende tuha laiali suurtele maanteedele, mistõttu abielurikkumist kutsutakse eestlaste seas praeguseni „Tulli Tö"* [tulitöö], *see tähendab töö, mis on tuld väärt*.

Põletamine määrati karistuseks vaid teatud tüüpi kuritegude eest. Tulesurma saadeti ketserid ja nõiad. Põletati ka sodomiite.

Igal juhul oli tulesurm eriti raske ja julm karistus. Sellise hukkamise tunnistajaks olemine pidi sööbima inimeste mällu ning viima jõhkralt näitlikustatud viisil nendeni sõnumi sellest, millised teod kõigutavad ohtlikult ühiskonna alustugesid ja on võimude poolt kompromissitult hukka mõistetud.

Tuli vaatemängu osana

Kuid tuli pakkus ka nauditavat ja suurejoonelist vaatemängu. Nii oli tulel tähtis koht keskaja pidustustel. Heledalt valgustatud ruum oli luksus, seepärast peeti oluliseks, et peopaik oleks võimalikult hästi ja eredalt valgustatud. Tavaliselt lasti spetsiaalselt peo puhuks valmistada hulgaliselt vahast ja rasvast küünlaid ja tõrvikuid. Sellega tule kasutamine pidustustel aga kaugeltki ei piirdunud. 1522. aastal valisid Tallinna mustpead neli meest – Hynryck Vresselle, Hans Mueteri, Dydryckk Ladthusseni ja Andrewes Warnekeni – enda hulgast vastutusrikkasse ametisse. Nimelt pidid nad vastlajoo-

WIKIPEDIA

Redeli külge seotud anabaptistist Anneken Hendriks põletati Amsterdamis ketserina 1571. aastal. Nimelt uskusid anabaptistid, et laste ristimine on kehtetu, sest inimene peab ise otsustama, kas ta soovib püha sakramenti vastu võtta. Jan Luykeni (1649–1712) illustratsioon 17. sajandist (ilmus 1685. aastal Hollandis kristlastest märtrite kohta välja antud teoses Martelaers Spiegel)

ALAMY / VIDA PRESS

Keskaegse kombe kohaselt tavatsesid linnaelanikud tähtsate pidustuste ajal tõrvikutega tantsida. Maskeraaditants tõrvikutega. Puulõige 16. sajandist

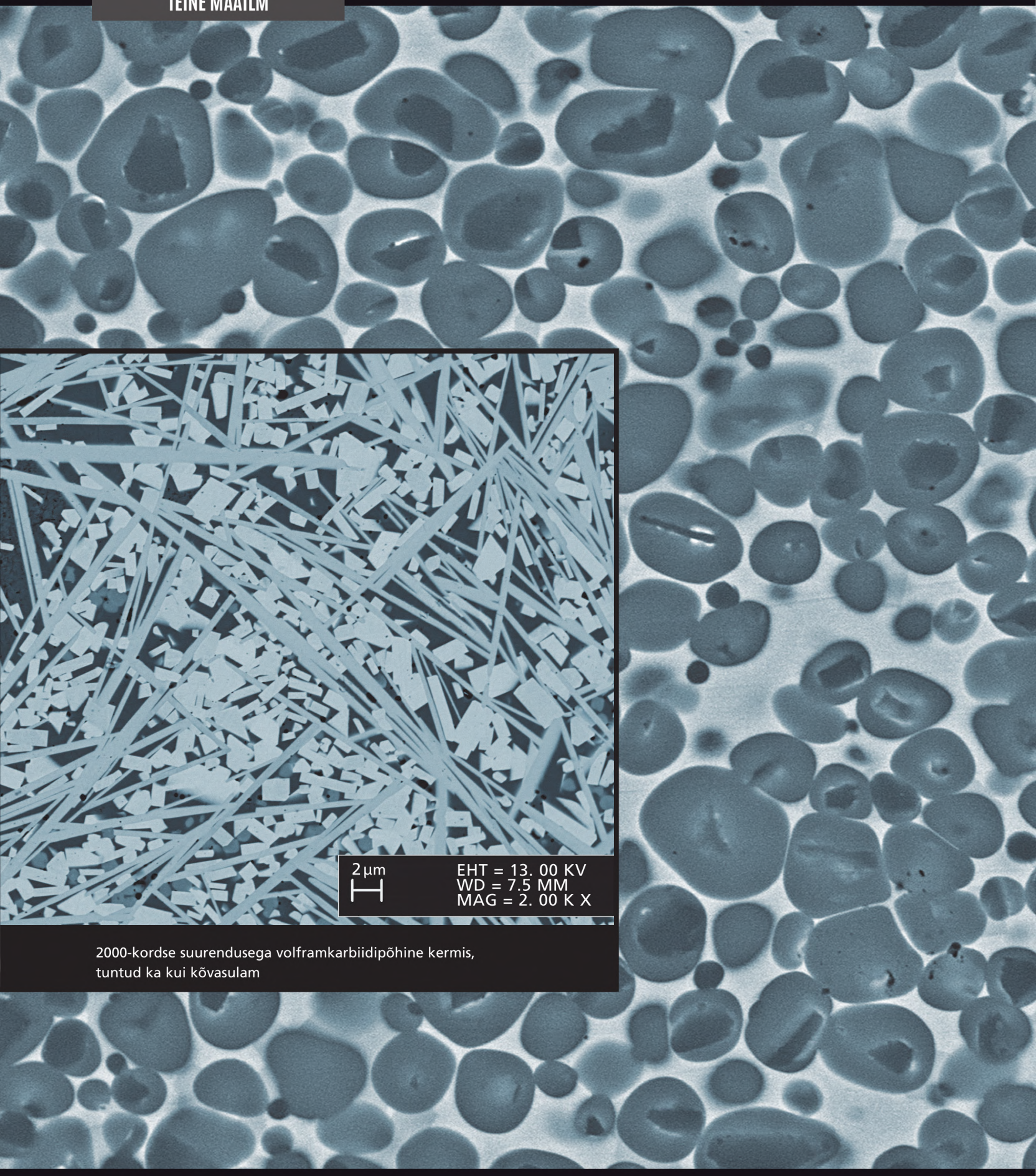
tudel üles astuma tõrvikutantsijatena. Tõrvikutega ja trummidega tantsiti peaasjalikult mööda tänavaid raeplatsile välja. Vastlate ajal linnas tõrvikutega tantsimise komme jõudis Liivimaale Saksamaalt, kus mõnel pool kandsid tantsijad ka maske. Tallinna mustpead ei piirdunud aga tõrvikutega, vaid andsid kroonik Balthasar Russowi sõnul veelgi suurejoonelisema vaatemängu, lausa koos tulevärgiga: *Ja pärast kaubasellide jootude lõppu ajasid nad paastuajal suure, kõrge, hulga roosidega ehitud kuuse turul püsti ja läksid vastu õhtut üsna hilja sinna karja naiste ja piigadega, laulsid ja tantsisid seal esmalt ja süütasid seepeale puu, mis pimedas vägevasti lõõmas. Siis võtsid sellid teineteisel kätest kinni ja hüplesid ja tantsisid paariviisi ümber puu ja tule, kusjuures ka tulevärgimeestel suuremaks toreduseks rakette tuli õhku lasta.*

Tulel oli tähtis koht keskaja pidustustel. Heledalt valgustatud ruum oli luksus, seepärast peeti oluliseks, et peopaik oleks võimalikult hästi ja eredalt valgustatud.

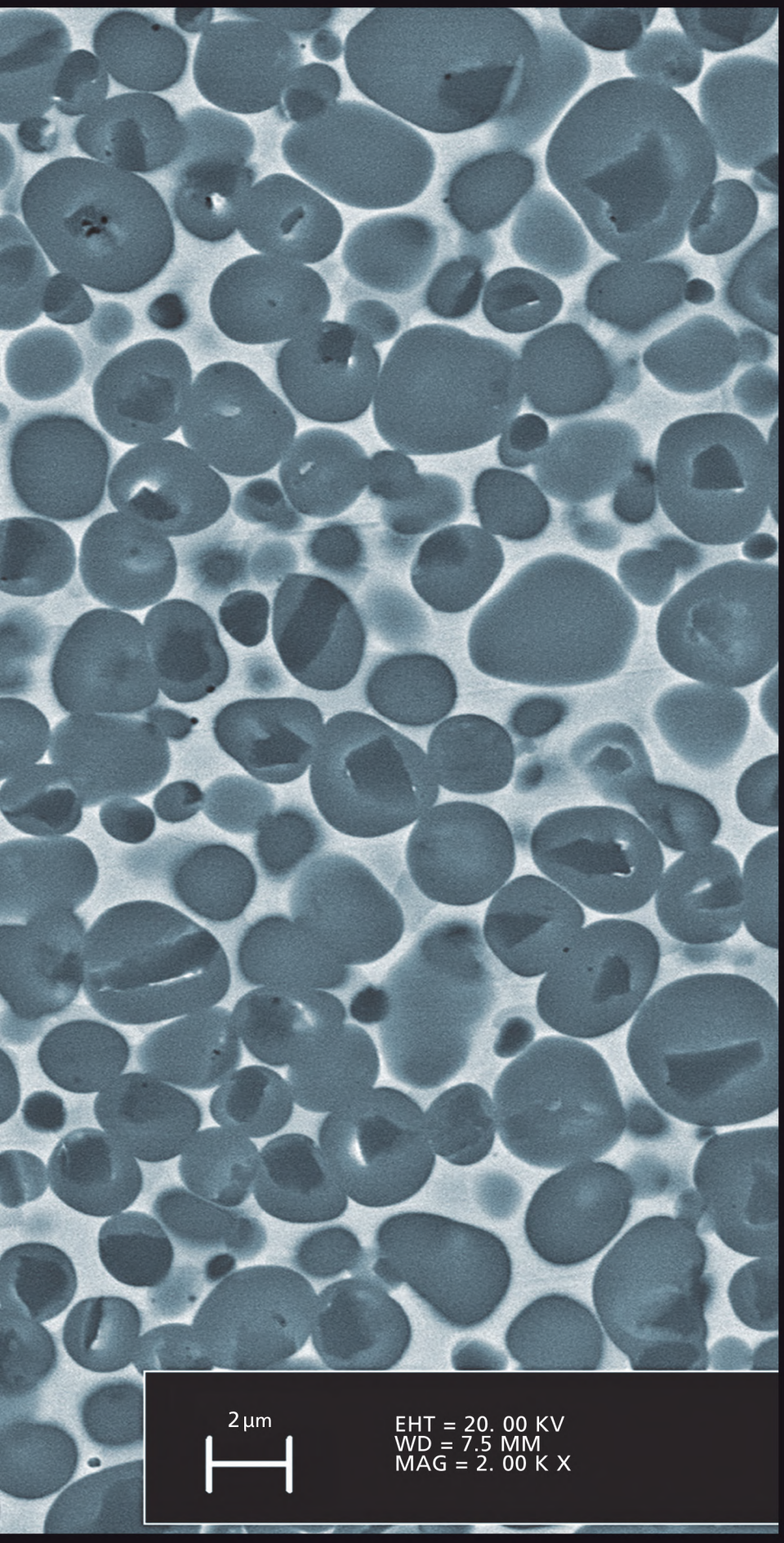
Suurtel kiriku- ja rahvapidudel tavatseti üle maa süüdata lõkkeid, millest samuti kirjutab kroonik Balthasar Russow: *Sest kolmel ööl, püha Johannese, Peetruse ja Pauluse ning Maarja mäkkemineku ööl, ei nähtud linnades, alevites, mõisates ja külades, ilma erandita, muud kui lausa rõõmutulesid tervel maal, kusjuures ka ülilõbusasti tantsiti, lauldi ja kareldi, ja suurte torupillide mängimisega ei oldud kitsi...*

Omapärase tunnistuse sellest, kuidas tulega seotud vaatemänge üha rohkem imetleti ja hinnati, leiab Rootsi riigiarhiivist. Seal on tallel üks pisut asjaarmastajalik maal Narvas 1649. aastal Vestfaali rahu sõlmimise auks korraldatud suurejoonelisest ilutulestikust – see on ilmekas näide, et tõeliselt suuri ja olulisi sündmusi saab ainult tulevärgiga vääriliselt tähistada. •

Inna Jürjo (1969) on Tallinna ülikooli ajaloo, arheoloogia ja kunstiajaloo keskuse vanemteadur, kelle peamine uurimisvaldkond on kesk- ja varauusaja igapäevaelu ja linnaajalugu.



2000-kordse suurendusega volframkarbiidipõhine kermis, tuntud ka kui kõvasulam



Märt Kolnes,
Marek Tarraste

Kermiste mikrostruktuur

Piltidel on kujutatud keeramilis-metalsed komposiitmaterjalid ehk kermised. Täpsemalt on tegemist kermiste mikrostruktuuriga, mis on üles võetud skaneeriva elektronmikroskoobiga (SEM). Suurel pildil on näha titaankarbiidipõhine kermise mikrostrukuur suurendatuna 2000 korda – ümarad „terad“ on titaankarbiid ja hele ala nende vahel on sulametalli tardumisel tekkinud rauapõhine sideaine (maatriks).

Väiksemal pildil on samuti näha 2000-kordse suurendusega volframkarbiidipõhine kermis, tuntud ka kui kõvasulam. Heledad nurgelised terad on volframkarbiid, tume ala on koobaltipõhine maatriks ja näha on ka valmistusprotsessi käigus tekkinud eriskummalised piklikud terad.

Kermistele ja kõvasulamitele on iseloomulik suur kõvadus, mis on isegi karastatud terasest kaks korda suurem. 1920. aastatel anti materjalile hellitav nimi „Wie Diamant“ ehk „WIDIA“, mis tõlkes tähendab ‘nagu teemant’. Tänu suurele kõvadusele on nad ka väga hea kulumiskindlusega ning sellest tingituna kasutatakse neid ekstreemsetes töötingimustes, näiteks mäetööstuses, metallide lõiketöötluses jne.

Piltidel olevad kermised on välja töötatud Tallinna tehnikaülikoolis institutsionaalse uurimistoetuse IUT19-29 raames, mille peamine eesmärk on ekstreemtingimusteks (intensiivne kulumine, kõrged temperatuurid, komplitseeritud mehaanilised koormused, oksüdeeriv/korrodeeriv keskkond) sobivate keraamikapõhiste komposiitmaterjalide, pinnete ja multimaterjalisüsteemide arendamine ja valmistamine.•

FOTOD: VALLO KRUUSER

TARGA MAJA TELGITAGUSTES

Majad ja linnad ei käi koolis ega loe raamatuid. Ometi räägitakse üha rohkem nende tarkusest. Maja või linn ei ole iseenesest targad, nad on täpselt nii targad, kui on neid ehitavad ja kasutavad inimesed. Ja see tarkus ei seisne üksnes liikumisandurites, mis lambipirne sisse lülitavad, vaid küünib sellest palju kaugemale. See tarkus algab arutu raiskamise vältimisest ja ulatub väga väikeste nutikate vidinateni, mis aitavad elu mugavamaks muuta. Tarkadest majadest, nendega seotud võimalustest ja ohtudest rääkis arhitekt ÜLAR MARKIGA Tartu ülikooli inimgeograafia teadur ANTO AASA.

SELLES NUMBRIS: ÜLAR MARK

Oled arhitekt, aga viimasel ajal ei piisa sulle enam „tavaliste“ majade loomisest. Oled hakanud tegelema tarkade linnade ja majadega. Mida see „tarkus" selles kontekstis üldse tähendab?

Küsimus on laiemgi: kuidas kogu linna ja transpordisüsteemi targalt planeerida? Tuleb mõista, mis on linnas oluline ja kuidas neid olulisi asju muuta, et linna targemaks teha. Majade puhul on targa maja peamine põhimõte vähendada ökoloogilist jalajälge. Oluline on, et energiat kasutatakse tõhusalt, ning tähtsal kohal on materjalid, mida majade ehitamisel kasutatakse. Võib ju öelda, et teed puust maja ja see on väga „öko”, aga kui tegemist on punase puuga, mis on toodud Brasiiliast, siis pole sellel ökoloogilise mõtlemisega mingit pistmist. Teisisõnu, ehitussektor peaks muutuma väga täpselt kaardistatud süsteemiks, kus igal materjalil ja detailil on küljes hind, mis kajastaks, millest see tehtud on, millist tehnoloogiat selleks kasutati, kui palju energiat kulus transpordile jne.

Lisaks tuleb targalt korraldada igapäevast energiatarbimist, koos kõikide maa- ja õhksoojuspumpadega, et energiakulu oleks võimalikult väike. Tänane moodne maja on ehitatud ülisäästlikuks. See on õhutihe maja. Õhutihedus seab aga suure vastutuse ventilatsioonile, mis peab olema tehnoloogiliselt väga hästi korraldatud, ning seda kõike peab juhtima automaatika ja infotehnoloogia. Lisaks veel soojuse ja valgustuse reguleerimine. Kõik see tähendab tohutut andurite maailma: niiskus, õhutemperatuur, CO_2. Ja need andurid peavad olema väga paljudes kohtades: üla- ja alakorrusel, köögis, duširuumis.

Ning kolmas asi, ehitamine. Oleme oma maja [Koda] arendamisel sellele väga palju tähelepanu pööranud: kõik toimub ühes kohas ja kontrollitud tingimustes, nagu trükipressiga. Traditsioonilise majaehituse käigus kulub palju aega transpordile: sõidetakse edasi-tagasi, istutakse ummikus, teinekord isegi karbi naelte pärast. Meie läheme tehasest valmis majaga kohale, paneme selle paari tunniga püsti ja ongi valmis!

Kaugemas tulevikus tunneb maja su juba eemalt ära. Edasi sõltub kõik sellest, mida sa uksele öelnud oled.

Teed ka ise tarku maju, mille nimi – Koda – käis juba jutust läbi. Kuidas see mõte üldse sündis?
Täpselt kolm aastat tagasi hakkasime sellest esimest korda rääkima. Saime kokku eesmärgiga ehitada tehases üles oma bränd ning teha seda maksimaalsete standardite ja kvaliteediga. Alguses kirusime, et miks see või teine maja on valesti tehtud. Et väga lihtsalt saaks palju paremini teha! Ja selle kirumise käigus leidsimegi, et meil on nii hea seltskond koos: proovime teha ise väikese näidise ideaalsest majast. Ja proovime teha nii väikese kui võimalik, milles oleks ka hea elada. Hea pidi tähendama aga seda, et kvaliteetne on nii arhitektuur kui ka disain.

Aga eesmärk polnud ju ainult väikese elamispinna loomine?
Eks seejärel hakkasimegi asja uurides endale ülesannet püstitama ja standardeid seadma. Kuna on arvata, et ehitusstandardid muutuvad aastatega järjest karmimaks, siis otsustasime minna praegustest nõuetest kaugemale. Otsustasime, et teeme hästi helikindla, maksimaalselt soojustatud, mugavalt valgustatud maja, ja teeme seda nii hästi, kui suudame.

Maja suurust kavandades juhindusime sellest, kui suur peab olema minimaalne ruum, milles inimene saab elada. Ja see ei tähenda pikali olemist ega istumist, sest sellistes sahtelhotelli kongides inimene elada ei suuda. Inimene ju liigutab: üks võimleb, teine teeb *tai chi*'d, kolmas tantsib, neljandale meeldib lihtsalt käed laiali keerutada. Kui ma kõiki neid asju teha proovisin, siis selgus, et need mahuvad üsna samasse suurusjärku, pluss muidugi muu eluks vajalik, ja selle järgi saigi minimaalne ruum paika.

Siis hakkasime maju võrdlema autodega, odavamatest kõige kallimateni, ja kõrvutasime neid majadega, et vaadata, mida kummalgi puhul sama summa eest saab. Huvitav on see, et autod on alati hästi disainitud, tehnoloogia on töökindel, kõik vastab turvanõuetele. Tekib küsimus, miks on siis majad nii algelised? Peamine põhjus on see, et masstoodang viib hinna alla. Nii sai ka meie tehas algusest peale masstoodangut silmas pidades üles ehitatud.

Konveiertootmine?
Jah, konveier, aga meie majade puhul rohkem trükipressi moodi. Saime aru, et autoga võrreldava disaini ja töökindluse saavutamiseks peab ka meie maja olema masstoodang, ning kõik sai läbi mõeldud sellest lähtuvalt. Disain, tehnoloogia, kvaliteet – kõik on läbivalt sama, aga hind tuleb kordades odavam.

See maja on väga uuenduslik nii energiakasutuse kui ka tehnoloogiate seisukohast. On see tuleviku aimamine? Või on sellise maja aeg juba käes?
Piltlikult öeldes on tulevik minevikku kõvasti sisse sõitnud. Nii linnaplaneerimine kui ka ehitussektor on tohutult konservatiivsed alad. Kuna kõik ehitustooted on väga rangelt sertifitseeritud, siis pole kõige uuemad keemia-, materjali- ning elektroonikatööstuse saavutused ehitusmaailma veel üldse jõudnudki. Sertifitseerimine võib võtta aastaid ja nii on uute toodete turule tulek ülimalt aeglane. Innovatsioon peab algama aga juba maja tellijast ja projekteerijast ning lõpuks peab leiduma ehitaja, kes selle uudse maja valmis ehitab. Vaja on kõigi osapoolte võimekust. Sertifitseerimisele lisandub omakorda bürokraatiamaailm: meil on standardid ja normid, mis on laias laastus pärit eelmise sajandi viie- ja kuuekümnendatest aastatest. Lisaks on eri riikides erinev seadusandlus.

Mõtleme nüüd korra tuleviku peale ja seda just kasutaja seisukohast – mis tulevikumajas koju jõudes juhtuma hakkab?
Kaugemas tulevikus tunneb maja su juba eemalt ära. Edasi sõltub kõik sellest, mida sa uksele öelnud oled: kas ta läheb ise lahti, pead teda puudutama, tegema

ÜLAR MARK

- **Sündinud 12. veebruaril 1968. aastal Tallinnas.**
- **Lõpetas 1987. aastal Tallinna ehitus- ja mehaanikatehnikumi ning 1995. aastal Eesti kunstiakadeemia arhitektuuri osakonna.**
- **Arhitektuuribüroo Mark & Tamm OÜ asutaja (1996), büroode Urban Mark OÜ (2002) ning Allianss Arhitektid OÜ (2009) kaasasutaja ja Kodasema OÜ üks asutajatest (2014)**
- **Aastatel 1999–2008 ja 2014–2017 Eesti kunstiakadeemia arhitektuuri õppejõud.**
- **Aastatel 1999–2002 Narva linnaplaneerimise ameti juhataja ja linna peaarhitekt.**
- **2015. aastast on tegelenud uuendusliku targa maja – Koda – arendamisega. 2016. aastal pälvis väikemaja Koda eest Eesti Arhitektide Liidu arhitektuuripreemia väikeobjektide kategoorias.**
- **Tuntumate tööde seas lisaks väikemajale Koda: Eesti Panga galerii, Tallink Spa Hotel, Silgu tänava eramaja Tallinnas, Narva Kreenholmi planeering jpm.**
- **2006. aastal oli X Veneetsia arhitektuuribiennaali Eesti väljapaneku kuraator ja kaasautor.**
- **Aastatel 2006–2007 Eesti Arhitektide Liidu esimees; kuulub täna liidu eestseisusesse.**
- **Aastatel 2008–2013 Eesti arhitektuurikeskuse käivitaja ja juhataja.**
- **Aastatel 2012–2016 presidendi mõttekoja liige.**
- **Valgetähe IV klassi teenetemärgi kavaler.**
- **Hobid: purjetamine, orienteerumine, lumelauasõit.**
- **Elukaaslane Kärt Tomingas on laulja ja näitleja, peres on täiskasvanud lapsed Roberta, Meri-Kris ja Daniel.**

häält või midagi muud. Isegi näiteks ukselink võib tekkida alles siis, kui omanik ukse juurde jõuab. Tegelikult jõuame kiiresti selleni välja, et maja võib küll olla tehnoloogiat täis, aga selle töölepanekuga eriti ei tegelda. Näiteks sellega, millal mingi tuli põlema läheb või mõni uks avaneb. Oleme selles mõttes veel täiesti lapsekingades. On oht, et tehnoloogia võib meid oma tulede vilgutamise ja uste avamisega üsna kiiresti välja vihastada, eriti, kui me ei saa täpselt aru, miks üks või teine asi juhtub. Seda kõike on muidugi võimalik sättida. Ja tulekski sättida täpselt nii, nagu inimesele endale meeldib, aga ilmselt ei viitsi sugugi kõik sellise seadistamisega tegeleda. Paljud on juba vihastanud, et maja sähmib igalt poolt ja nad ei saa aru, miks – „Tahan lülitit tagasi!" on tüüpiline reaktsioon. Mulle ka meeldib „päris" lüliti, aga teisalt on väga mõnus, kui viskad jalad öösel üle voodiääre ja liikumisanduri signaal käivitab aeglaselt sumeda valguse vannitoani, mis tagasi tulles aeglaselt uuesti kustub. Ilmselt hakkavad tekkima mingisugused kogukondade moodi grupid, kes erinevaid seadistusi looma hakkavad. Näiteks kui olen sportlikum tüüp, siis mulle meeldib, kui kõik natuke rohkem sähmib – tuled süttivad, muusika hakkab mängima; teine on jälle rahulikum ja tahab, et kõik oleks aeglasem ja sumedam...

Usun, et pole kaugel aeg, kus valgusteraapia oma kodus on loomulik maja osa. Maja sisemise rõhu saab määrata vastavalt vajadusele, st igale oma „alpimaja". Hapniku hulga saad ise määrata, kas siis nt perearsti soovituse, sinu pulsi või ajulainete põhjal. Kuna inimene veedab lõviosa oma ajast siseruumides, siis on meil kasutamata suur hulk vahendeid oma tervise parandamiseks.

Kas lõpuks ei teki olukord, kus saab öelda: „Ütle, kui tark on su maja, ja ma ütlen, kui tark sa ise oled"? Palju räägitakse ühiskonnas valitsevast digitaalsest lõhest, mis toodab sotsiaalset eraldatust. Kas tark maja võib selles võtmes omakorda probleeme või vastupidi, lahendusi tekitama hakata?

Tõepoolest, selline lõhe on juba praegu jälgitav kurb tendents. Näiteks räägitakse meil nn sooja- või kütteorjusest. Inimesed, kellel on raha, on nagu ikka võidumehed, sest nemad teevad investeeringu näiteks seitsme aasta peale ette – panevad endale maasoojuspumba või päikesepaneelid. Ja pärast maksavad kütte eest viis korda vähem kui need, kellel seda raha alginvesteeringuks ei olnud. Tihti on see ka teadlikkuse ja hariduse küsimus. Ja ma arvan, et nutikate majade ja tehnoloogiate puhul toimub täpselt sama asi: need, kes oskavad oma maja säästma või hoopiski energiat tootma panna, on võidumehed. Näiteks meie majale päikesepaneeli paigaldades ongi juba tegemist plussenergiamajaga, mis toodab rohkem kui kulutab. Eks selle lõhestumisega ongi halb lugu, ning kohalik omavalitsus või riik peaks seda teadlikult ohjama.

Ülar Mark – uuendusliku väikemaja Koda arhitekt – planeerib (pildil Koda mudelitega) esimest tarka Kodade küla

Sellest saab maksupoliitika küsimus?

Kas just maksupoliitika... Pigem peaks inimesi aitama, nagu kunagi asundustalusid andes, kui riik pakkus tüüpprojekti ja ütles, et ärge rapsige, ärge tehke lollusi, te saate riigilt laenugarantii, kui ehitate maja ettenähtud nõuete kohaselt. Ilma selleta oleks ilmselt paljud ehitanud endale elamiseks mingisuguse suitsusauna, aga projekti järgi tehes said nad riigilt tuge. Selline riiklik tugi peaks ka täna võimaldama uut tehnoloogiat nendele, kes alguses seda ise soetada ei jaksa. Inimeste võrdsed võimalused haridusele, heaolule ja tervisele ongi üks tänapäeva suurimaid väljakutseid, sest tehnoloogia tahab seda vahet aina suuremaks käristada.

Väikemaja Koda on tervislik ja mugav kodu mobiilsele inimesele

Uue tehnoloogia puhul tekib tihti nn mullistumisi: alguses tuleb tehnoloogia, tekivad tohutud ootused, siis pettutakse ja saabub krahh. Kaugel targa maja areng selles mõttes on? On see tsükkel juba läbitud ja asi on päriselt käima läinud?

Ei ole see asi üldse veel päriselt käima läinud. Esimesed ootused targale majale olid kõrged, lisaks lõi telefonide ja arvutite areng mulje, et kõike saabki teha. Kui aga arhitektide seas või ehitussektoris küsima hakata, et saatke mind ühte tarka majja, kus kõik töötab, siis ütlevad ehitajad: meil pole ühtegi sellist. Ja tegelikult ongi sellega palju jama. Just selle pärast, et kogu aeg tehakse uusi lahendusi, mille automaatseks töötamiseks on vaja ühildada väga erinevaid asju: ventilatsioon, elekter, valgustus, tarkvara, klaviatuurid, lülitid... Kõiki neid koos korralikult tööle saada on paras peavalu. Ka meie prototüübiga oli tegemist, et kõik toimima hakkaks. Nüüd kasutame üht Taani toodet, mis maksab, aga vähemalt töötab.

Kõik sensorid, juhtimismoodulid ja muu vajalik on olemas, aga nende koostoime on veel puudulik?

Jah, just! Kõik on olemas, aga probleem on just see koostoime, mis näiteks autodes töötab väga hästi. Autodel on kõik õiges kohas. Näiteks oleme sellist lihtsat asja nagu CO2-andur oma majas neli korda ümber paigutanud, sest anduri asukohast sõltub väga palju. Süsihappegaas teatavasti kihistub: anduri erinev asukoht annab väga erinevaid tulemusi. Lisaks veel see, et kui sul on CO2-andur, temperatuuriandur ja niiskusandur, võivad nad kõik anda sulle vastuolulist infot: üks ütleb, et tuleb kütma hakata, kuna on külm; teine ütleb, et pole vaja kütta, kuna õhus pole inimeste kohalolekut näitavat süsihappegaasi ning niiskusandur jääb kuskile kahe vahele. Ja siis peab see tark masin kõik selle sobiva tarkvara põhjal mingiks tegevuseks muutma. Nii et jah, ainuüksi andurile õige koha leidmine on paras ettevõtmine.

Seda ohtu ei ole, et tarka majja lõksu jääd, või siis et CO_2-andur ei tööta ja...

Ja-jah! Nägin just hiljuti head klippi. Kolm tehisintellekti uurimiseks fondi asutanud meest, Stephen Hawking, Elon Musk ja Bill Gates, on samuti pidevalt hoiatanud tehisintellekti arendamisega kaasnevate ohtude eest. Intervjuus küsiti ühelt neist näidet selle kohta, millega tehisintellekt võib meile tulevikus ohtlikuks saada. Vastus oli, et mõelge oma koduse ventilatsiooni peale: see võib arvuti kaudu määratleda ruumis viibiva inimese ohtlikuks ning selle tulemusena võib arvuti omakorda otsustada, et nüüd tuleb see inimene ära lämmatada. See tähendab, et arvuti viib CO2 taseme maksimumini ja hommikul ei ärkagi perekond üles. Selliseid ohte on teisigi.

Viimase poole aasta moesõna on „tõejärgne". Kas arhitektuuris ja linnaplaneerimises ka „tõejärgsust" kohtab?

Minu arvates on just tõeperiood kätte jõudnud, mitte tõejärgne! Kui sa võrdled tänapäeva 20 aasta taguse maailmaga, siis varem me lihtsalt ei teadnud tõde. Nüüd on tänu internetile kogu seda tõde saanud liiga palju, oleme justkui mürgitunud. Ja mingisugused „kojanarrid" teevad tõe varjamiseks petteliigutusi, nii nagu mustkunstnikud, kes ühe käega imelikult vehivad ja teisega võtavad su rahakoti ära. Õnneks on täna kõik järelvaadatav, nii et tõde peaks ka seeläbi ilmnema. Tegelikult on tõde palju rohkem alasti kui iial varem ja selle kättesaamine on varasemaga võrreldes uskumatult palju lihtsam.

Peame oma targa maja puhul ka nende samade „tõekuulutajatega“ võitlema. Näiteks ütleb keegi jälle: „Energiatõhus maja? Nalja teete?! See on ju kilekott! Mina ei kavatse kilekotis elada! Mina elan vabana ja värskes õhus edasi! Mina olen öko ja ei lähe sellise rumalusega kaasa!“ Tegelikult ei anna ta endale aru, et kui kõik ülejäänud samamoodi teeks, siis maakera ei kannataks seda välja. Siinjuures ei välista

TULEVIK EI OLE KAUGEL...

... ja tegelikult on see juba siin. Elada nii, et kulusid peaaegu pole, on unistuseks, mille poole püüelda. Sense on loonud “tulevikumaja”, milles aastased küttekulud on ca paarsada eurot. Personaalne arhitektuur, mõtestatud siseplaneering ning uudsed tehnoloogilised lahendused tagavad lisaks madalale energiakulule ka suurepärase ruumimugavuse.

ENERGIA-TÕHUSAIM HOONE 2016

“AASTA TEHASEMAJA” KONKURSI AUHIND

sense

Certified consultant

Mina usun, et sel määral, mil ühiskond annab võimu ja jõudu teadlasele ja spetsialistile, muutuvad targemaks ka otsused.

ma looduslähedast eluviisi palkmajas. Meil ei ole muud võimalust, kui säästa, aga need, kes ei taha rääkida suuremast mastaabist, tulevad õiendama, ja nendega on raske. Lisaks on kõik müügimehed valmis kasutama populaarseid sõnu, nagu öko, kultuur, kogukond, CO_2, tervis – peamine, et müüks. Meil oleks vaja rohkem adekvaatseid võrdlusvahendeid, et näha nende sõnade taga tõde.

Kuidas selle taustal üldse linnu tuleks planeerida? Meil räägitakse järjest rohkem osalusdemokraatiast, aga samal ajal toimetavad igal pool lobigrupid või üksikud valjuhäälsed aktivistid.

Mina usun endiselt inimestesse ja ka suurandmete tarka analüüsi, sest selgelt argumenteeritud väidetele peab ka tõsiselt vastama. Ei saa lihtsalt öelda, et minu meelest on see jama. Suurandmete analüüs näitab mustvalgel tõendeid, mis aitavad suuremat pilti kokku panna ja aru saada, mis linnas toimub. Mina usun, et sel määral, mil ühiskond annab võimu ja jõudu teadlasele ja spetsialistile, muutuvad targemaks ka otsused. Seepärast ongi inimeste harimine põhiline, millega tegelema peaks. See, mida me poliitikas näeme, on minu arvates alles algus. Juba praegu juhivad riiki ja organisatsioone suurandmed. Neid kasutatakse aina rohkem, et valijaid ja kliente profileerida ja anda neile, mida nad soovivad. See pöörab kogu poliitika ja otsustusmehhanismid täiesti pea peale. Kuhu täpselt, ei tea, aga juhtivaks saab masside soov, ja see tähendab, et ainult üldine hariduse kasv võib ära hoida fataalseid populistlikke katastroofe.

Mis arhitektuuris järgmise 100 aasta jooksul juhtub?

Ma arvan, et ruumid jäävad paika, nagu nad on – teede ja asustuse struktuur ei muutu peaaegu üldse. Kui majadest rääkida, siis ma arvan, et tehnoloogia, nagu küte ja ventilatsioon, hakkab olema täiesti omaette blokk, mida saab suvalisel hetkel lihtsasti välja vahetada. Säästlikkuse mõttes hakatakse uute majade ehitamisel ilmselt alles jätma vanade majade põhikarkasse. See tähendab, et prügimäele ei lähe kogu maja, vaid karkassile pannakse uued kestad ümber. Jah, tehnoloogia muutub, trepikoda muutub, aga üldiselt jääb maja alles. Mis aga kasvab, on säästlikkus. Kindlasti jäävad alles märgilised hooned ja struktuurid, nii nagu kunsti ikka hoitakse. Sa ei löö ju Estonia teatrit poolemeetrise vatiga üle, et see paremini sooja peaks. Lisaks arvan, et majad ja maapind pannakse tööle energia tootmiseks. Isegi kui meie majale Koda päikesepaneelid katusele panna, toodab ta aasta lõikes rohkem energiat kui kulutab. See, kellel on kasutada maa või hoone, rikastub veel kiiremini, sest lisaks renditulule ja kinnisvara kasvavale hinnale toodab see maja ka sooja, elektrit ja toitu. Seda kõike võimaldab järjest arenev tehnoloogia. Linnaplaneerimises ja avalike ehitiste rajamisel hakkab otsustama rahva hääl ja see hääl on ülekaalukalt vanainimeste oma. Nooruslik uljus ja käreseksikad teravnurkadega majad jäävad tagaplaanile. Näeme ilmselt ümarust ja ohtralt lifte ning panduseid. Samas juhtis indiaanlastel kogukonda just vanade tarkade kogu, äkki muutume meiegi seeläbi hoopis targemaks ja säästlikumaks.

Meil on targad majad ja targad linnad, mille võtmeteemad on hästi korraldatud transport ja säästlik energiakasutus. Samas elame maailmas, kus on igapäevaseks muutunud terrorioht. Näed sa selle mõju ka arhitektuuris ja tänavapildis?

Ikka on muutusi näha. Kui alustame näiteks Euroopa võtmekohtadest, siis Brüsselis on paljud hooned selliselt ümber tehtud, et sinna ei tohiks kunagi kontrollimatult sisse saada: esimese korruse seintes pole klaasi või see on kaitstud müüridega, mis ei võimalda autol esimesele korrusele sisse sõita. Eks ta mõjutab muidugi. Ilmselt hakkavad lähemas tulevikus paremini teenima trellide ja turvakardinate müüjad. Lõuna-Euroopas on turvakardinad juba ammu levinud, nüüd hakkavad need üha rohkem põhja poole nihkuma. Kui läheb nii, nagu pessimistid ennustavad, siis liigume tagasi killustunud feodaalriigi või tänapäeval pigem linnriikide ajastusse, kus linnu ümbritsevad müürid ja nende vahel on eikellegimaa.

Kui tark see maja on, kus sa ise elad?

Mul on eriti tark maamaja (naerab). Nii palju kui ahju puid paned, nii palju sooja saad. Linnas elan nagu tavaline rumal. Tahan seda muuta.

Äkki peaks ka väikemajas Koda kuskil nurgas üks väike puuküttega ahi olema?

Me oleme isegi mõelnud, et nii tore oleks ju kütta väikese kaminaga. Kui proovisime neid mõtteid läbi arvutada, siis selgus, et kahe väikese halu põletamise peale lülituks juba jahutus tööle... ja seda isegi talvel. Nii et põhimõtteliselt tuleks see kamin täiesti isoleerida, nii et soe tuppa ei tuleks. Aga see oleks juba nonsenss.

On sul ka vaba aega ja mis sa sellega teed?

Praegu tegelen purjetamise ja metsaorienteerumisega. Miski peab ju pea tühjaks tõmbama ja purjetamine on selleks parim tegevus. Paar nädalat tagasi tulin aga hoopis lumelauda sõitmast. Selle viimasega on tõtt öelda olnud juba kümme aastat paus. No küll oli hea! •

➔ Ülar Marki mõtteid lugemise kohta vaata lk 61.

Kindral Dragomirovi õnnitlustelegramm keisrile

19. sajandi teise poole tuntuim Venemaa sõjandusteoreetik jalaväekindral Mihhail Ivanovitš Dragomirov (1830–1905) alustas teenistust kaardiväe Semjonovski polgus lipnikuna. 1854. aastal asus ta õppima keiser Nikolai I nimelisse kindralstaabi akadeemiasse, mille lõpetas kaks aastat hiljem kuldmedaliga. Ajavahemikul 1861–1863 töötas Dragomirov akadeemias taktikaõppejõuna, kelle õpilaste hulka kuulus ka tulevane keiser Aleksander III (elas 1845–1894, valitses 1881–1894).

1864. aastal nimetati Dragomirov kaardiväe 2. ratsadiviisi ülemaks ning kaks aastat hiljem esindas ta Preisi-Austria sõja ajal Venemaad vaatlejana Preisi kindralstaabi juures. Vene-Türgi sõja ajal (1877–1878) juhatas ta 14. jalaväediviisi ja osales kuulsates Šipka (mäekuru Bulgaarias) kaitselahingutes, mis kestsid 1877. aasta augustist aasta lõpuni. Dragomirovi diviis hoidis oma positsioone Türgi üksuste vastu neli kuud. Küll sai Dragomirov lahingutes haavata ning kui ta 1878. aastal tervenes, nimetati ta kindralstaabi akadeemia ülemaks. Samal aastal sai ta kindraladjutandiks, mis tähendas, et ta kuulus nüüdsest valitseva keisri (Aleksander II) kaaskonda. Järgmisel, 1879. aastal ilmus Dragomirovi kirjutatud „Taktika õpik".

1889. aastal määrati säravat karjääri teinud mees Kiievi sõjaväeringkonna ülemaks ning aastatel 1897–1903 oli ta Kiievi kindralkuberner. Kõigile senistele tiitlitele ja ordenitele lisaks sai Dragomirovist 1901. aastal Vene impeeriumi kõrgeima aumärgi – Keiserliku Püha Apostli Andreas Esmakutsutu ordeni kavaler.

Ükskord juhtus aga nii, et Kiievi sõjaväeringkonna ülem jalaväekindral Mihhail Dragomirov unustas keisrit tema sünnipäeva puhul õnnitleda. Seda 1890. aasta 10. märtsil, kui keiser Aleksander III sai 45-aastaseks. Käes oli juba 13. märts, kui kindral oma eksimuse ahastusega avastas. Ta juurdles kaua, kuidas tekkinud olukorrast puhtalt välja tulla, ja mõtles enda arvates välja kavala tervitustelegrammiteksti. See kõlas nii: „Juba kolmandat päeva joome koos Kiievi sõjaväeringkonna staabi ohvitseridega Teie Keiserliku Kõrguse terviseks!"

Keiser Aleksander III, kes oli küll karm, kuid huumorimeelega valitseja, vastas Dragomirovile samas toonis: „Tänan! Aeg oleks lõpetada!"

Ei tea, kas kindral Dragomirov tundis vastust lugedes kergendust või ehmatas sellest veelgi enam, kuid asi lahenes. Keiser Aleksander III elas ja valitses veel neli aastat. Kindral Dragomirov elas oma keisrist kauem ja suri 1905. aastal, nii et mõlemal neist jäi nende suureks õnneks nägemata Vene keisririigi hukk 1917. aastal.

Nii keiser Aleksander III kui ka jalaväekindral Mihhail Dragomirov on väidetavalt jäädvustatud Vene kujutava kunsti klassikasse. 1880. aastatel maalitud Ilja Repini maalil „Запорожцы" („Zaporoožlased Türgi sultanile kirja kirjutamas") on piipu suitsetava kasakaatamani modelliks olnud väidetavalt kindral Dragomirov. Samas vahemikus loodud Viktor Vasnetsovi maalil „Богатыри" („Vägilased") on keskmise vägilase modelliks olnud väidetavalt Aleksander III. Igal juhul olid mõlemad – nii keiser kui tema kindral – oma iseloomult ja välimuselt vägilasi meenutavad mehed. •

Jüri Kotšinev, ajaloouurija

WIKIPEDIA

Ilja Repin. „Zaporoožlased Türgi sultanile kirja kirjutamas"

Stiihiline periood Eesti teaduse arengus (1919–1936)

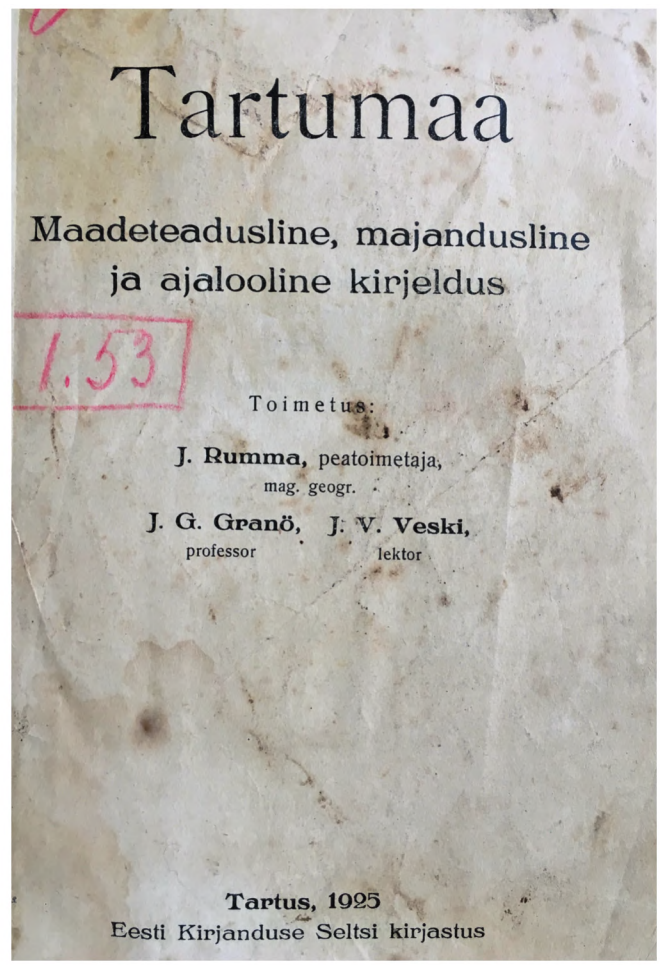
Iseseisva riigi väljakuulutamine ning rahvusülikooli avamine Tartus 1919. aastal lõi esimest korda eesti rahva ajaloos soodsa pinnase rahvusteaduste arenguks.

Probleem seisnes aga selles, et toonane eesti keel ei andnud teaduskeele mõõtu välja. Võimalik, et see oli üks põhjusi, miks paljud eesti teadlased kasutasid oma tekstides järjekindlalt võõrtermineid, mis teeb omaaegsetest tekstidest arusaamise tänaseni väga keeruliseks. Jääb mulje, et mitmed teadlased (nt geograaf Edgar Kant) jagasid toona seisukohta – mida keerulisem, seda teaduslikum!

Leidus aga ka rahvalikumat lähenemist. Kui botaanik Gustav Vilbaste alustas 1930. aastal populaarteadusliku loodusajakirja „Loodusevaatleja" väljaandmist, pidas ta keelekü simust erakordselt tähtsaks. Vilbaste arvates oli esimene eestikeelne loodusajakiri „Loodus" (ilmus 1922–1924) ebaõnnestunud just selle tõttu, et hariduslik vahe kaastööliste ja lugejaskonna vahel oli liiga suur – artiklite autorid kasutasid oma kirjatükkides „[…] säärast sõnastust, millest lugejail oli raske aru saada." Seda tuli uues ajakirjas ilmtingimata vältida.

Üks võimalusi eesti teaduskeele arendamiseks oli selle normimine, mille põhimõtete üle peeti 1920. aastate alguses eesti ühiskonnas tuliseid debatte. Ülikoolis loodi terminoloogiakomisjonid, mis aitasid kirjakeele normimisele tõhusalt kaasa. Suuresti kooliõpetajataustaga Tartu ülikooli õppejõududele oli eestikeelse teadussõnavara loomine koostöös keelemees Johannes Voldemar Veskiga enamasti jõukohane ülesanne. Pealegi pakkus see neile võimaluse süüvida lihtsamini oma eriala kitsamasse uurimisproblemaatikasse. Tulemuseks oli eesti keele üldine areng ning eestikeelsete (kõrg)kooliõpikute väljaandmine. Eesti esimesel omariiklusajal tegutsenud teadlastele võlgneme me seega eesti teaduskeele, mida me täna rahvusvahelise teaduse tagaajamise tuhinas eelkõige loodus- ja täppisteaduste alal küll paraku järjest enam unarusse jätame.

Noore Eesti riigi silmis oli rahvusülikooli peamine eesmärk kooliõpetajate, ametnike ja erialaspetsialistide (arstide, juristide, põllumeeste) koolitamine. Ometi märgiti juba eestikeelse Tartu ülikooli ettevalmistamiseks moodustatud komisjoni esimesel koosolekul 16. mail 1919. aastal, et ülikooli ülesandeks on ka „üldist ja eriti Eesti elu käsitlevat teadust arendada ja edendada". Prioriteetsed valdkonnad olid seega nö rahvusteadused: eesti keel ja kirjandus ning rahvaluule, ajalugu, arheoloogia, etnograafia ning kodu-uurimine (geograafia, geoloogia, botaanika ja zooloogia). Need olid erialad, mida eestlastel oli Vene impeeriumi perioodil olnud peaaegu võimatu teaduslikult arendada. Nüüd laoti nende jätkusuutlikule arengule eesti ülikoolis aga tugev alusmüür – tekkisid uurimistraditsioonid ja väikesed, kuid võimekad töögrupid kitsamate valdkondade uurimiseks. Tartu ülikoolil oli eesti ühiskonna silmis tugev humanitaarne kallak ning ülikooli teadlased olid tuntud rahvusliku joone eest võitlejad.



Rahvusteadlasi ühendas kodu-uurimine, mille eesmärk oli kirjeldada süsteemselt nii looduslikust, majanduslikust, ajaloolisest kui kultuuriliselt aspektist kõiki Eesti maakondi. Kodu-uurimise traditsiooni rajamise taga seisis Tartu ülikooli esimene geograafiaprofessor Johannes Gabriel Granö. Tema eestvõttel valmis 1925. aastal esimene maakondlik koguteos Tartu maakonna kohta

Teadusuuringuteks oli Eestis toona aga raha vähe ning riigil puudus 1930. aastate alguseni selge visioon, millist teadust ta

täpselt vajab. Nii lastigi teadlastel uurida seda, mida nad ise õigeks pidasid. Õigeks pidasid nad aga uurida seda, mille jaoks neile ilma temaatikat ette kirjutamata raha anti – rahvusteadusi ja põllumajandust.

Ehkki õppejõud said ülikooli kaudu riigieelarvest palka, ei nähtud ülikooli eelarves ette vahendeid ülikooli seintest väljapoole jäävate teadusuuringute rahastamiseks. Raha tuli selleks taotleda mujalt ning konkurents oli tihe, mis tekitas rahvusteadlaste seas pidevat nägelust.

Nimelt oli Vene impeeriumis uurimisekspeditsioone ja teaduslikke väljaandeid rahastatud teadusseltside endi kogutud vahenditest, mis laekusid liikmemaksudest, annetustest või siis seltside põhikapitalidest, ning sarnane kord jäi esialgu kehtima ka iseseisvunud Eestis. Tähtsat rolli mängisid seejuures ülikooli juurde registreeritud nö vanad – enne esimest maailmasõda asutatud seltsid: Eesti Kirjanduse Selts, Õpetatud Eesti Selts ja Loodusuurijate Selts. Kui teadlasi otsustati 1920. aastate alguses toetama hakata haridusministeeriumi kaudu, asutati ülikooli juures kibekiiresti mitmeid uusi eesti rahvusteadustega tegelevaid seltse (nt Akadeemiline Emakeeleselts, Akadeemiline Ajalooselts, Akadeemiline Rahvaluuleselts). Seejuures pidi termin 'akadeemiline' rõhutama suuremat teaduslikkust, et saavutada eelist rahajagamisel oma kogumike väljaandmiseks, teaduslike väliuuringute korraldamiseks ning stipendiumite määramiseks.

Ainuüksi endale ministeerium täit rahajagamisevastutust siiski võtta ei söandanud. Samas ei antud otsustusõigust ka ülikooli nõukogule ning uurimisraha hakkas valitsema hoopis 1925. aastal asutatud Eesti kultuurkapital. Erinevalt kirjandusest, muusikast ja kunstist ei olnud teadusel kultuurkapitali juures aga oma allkapitali. Teadust rahastati valitsuse kontrolli alla jäetud osast, mis moodustas 20% kultuurkapitali rahadest (hilisematel aastatel suurenes see 50%-ni iga-aastaste toetuste mahust). Just sellest „potist", mille laialijagamise üle otsustas suhteliselt väike ring inimesi, toetati seltside (populaar)teaduslikke ja rakenduslikke (põllumajanduse arendamisega seotud) tegevusi raamatute (nt koguteose „Eesti" köidete), seltside seeriate ja populaarteaduslike raamatusarjade („Elav teadus" ja „Maailma maad ja rahvad") väljaandmisel ning rahastati ülikooli uute õppehoonete ehitamist ja õppejõudude enesetäiendamist välismaal.

Rahvusteaduste kõrval saavutati Eesti teaduses 1920. ja 1930. aastatel tähelepanuväärset edu põllumajanduse arendamisel, mis oli omariikluse algusajast alates riigi majandus- ja ekspordipoliitika peamine alustala ning sai seetõttu riigilt suuri subsiidiume.

Mis sai aga mitteprioriteetsetest valdkondadest nagu täppis- ja rakendusteadused, mida kultuurkapitali kaudu ei rahastatud (kui jätta arvestamata nende valdkondade esindajatele määratud välissõidustipendiumid)? Selge on see, et nende valdkondade olukord kujunes Tartu ülikoolis rahvusteadustega võrreldes märksa kehvemaks.

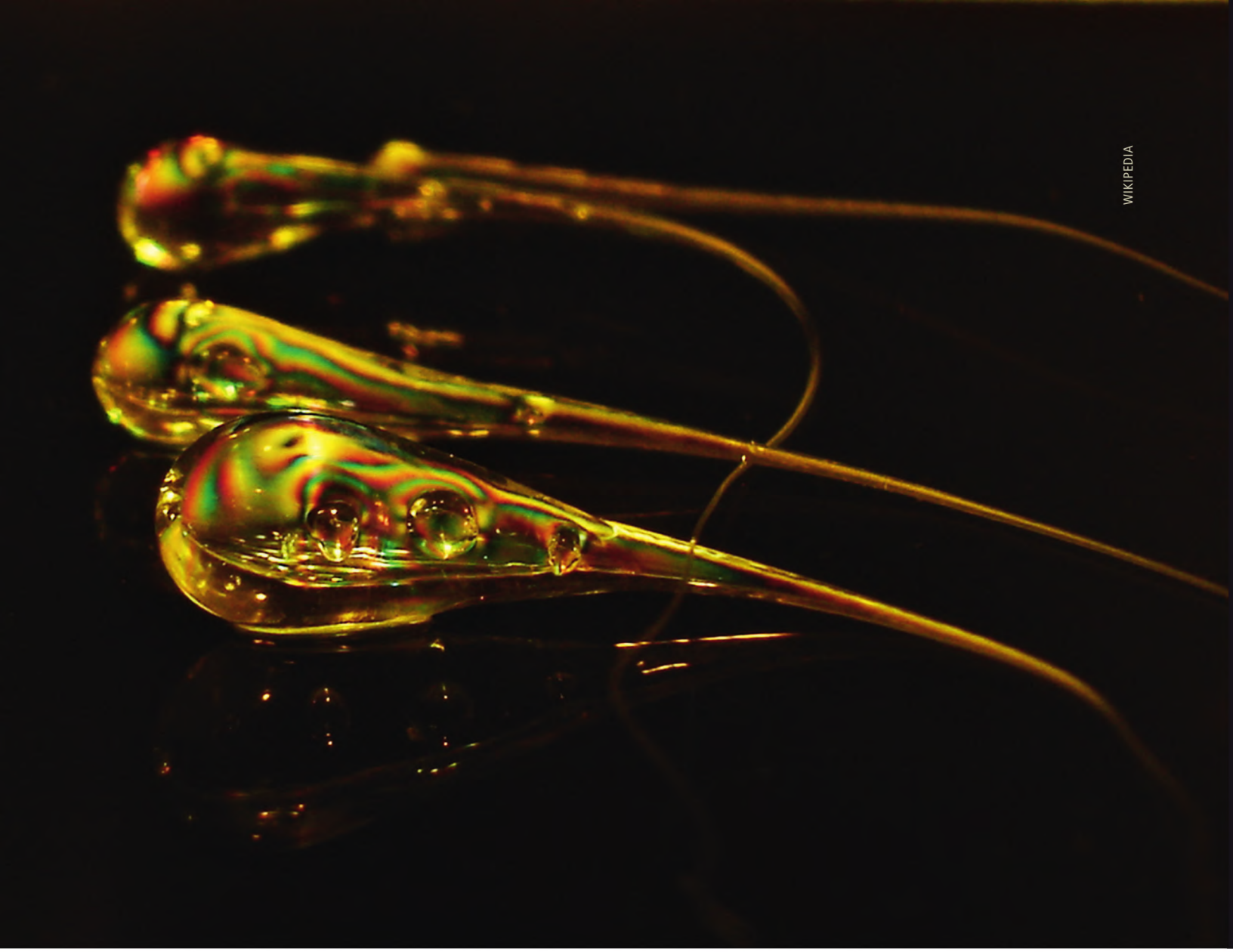
Keiserlikus Tartu ülikoolis olid just täppisteadused olnud kõige silmapaistvamal kohal. Eestlastel selline teadustraditsioon puudus. Kui Lääne-Euroopa riikides oldi 20. sajandi kolmanda kümnendi alguseks väljutud ülikooliteaduse raamidest ja teadustöö keskme moodustasid probleemi- või valdkonnakesksed teadusinstituudid, siis Eesti rahvusülikoolis tulnuks sellist teadust alles rajama hakata. Selleks puudus aga igasugune võimekus nii olemasolevate teadlaste vähesuse, riigipoolse tahte (finantseerimise) puudumise kui ka Eesti tööstusettevõtete suhtumise näol – nii nagu sõjaeelses Vene impeeriumis, olid need nüüdki täielikus sõltuvuses välismaisest tehnoloogiast.

EESTI TEADUSTE AKADEEMIA RAAMATUKOGU

Eesti rahvusliku ajalookirjutuse rajaja Hans Kruus (1891–1976) oli samuti tegev kodu-uurimise alal. Ta toimetas 1938. aastal ilmunud „Läänemaa" koguteost ning juhtis 1958. aastast alates Eesti NSV teaduste akadeemia juurde rajatud kodu-uurimise komisjoni. Aastatel 1931–1940 oli Kruus Tartu ülikooli Eesti ajaloo korraline professor. Ta osales aktiivselt Eesti poliitilises elus ning tegi koostööd erinevate poliitiliste jõududega. Kruusi toimetamisel ilmus koguteos „Eesti. Maa, rahvas, kultuur" (1925), „Eesti ajaloo" kolm esimest köidet (1935–1940) ning koguteos „Jaan Tõnisson töös ja võitluses" (1938)

Muidugi ei tähenda see, nagu puudunuks matemaatika, füüsika, keemia, astronoomia või arstiteaduste õpetamine ja selle juurde käiv teadustöö Tartu ülikoolis sootuks. Kõike seda tehti, kuid vaid professori ja tema assistendi tasemel, ning erinevalt rahvusteadlastest ilma igasuguste töögruppideta. Riigi suhtumine rakendus- ja tehnikateadustesse muutus alles 1930. aastate keskel, mil tähtsustama hakati just nende erialade eelisarendamist, ning see tähistab riiklikult suunatud teaduspoliitika sündi Eesti Vabariigis. •

Erki Tammiksaar, teadusloolane


WIKIPEDIA

2010. aastal osales Tallinna tehnikaülikooli küberneetika instituudi tollane juhtivteadur Hillar Aben USA eksperimentaalmehaanika ühingu aastakonverentsil Indianapolises. Selleks ajaks oli fotoelastsuse laboratoorium juba aastaid osalenud ühes mitteametlikus rahvusvahelises teaduslikus koostöös, mille eesmärk on välja töötada kõrgendatud tugevusega klaase. Rutgersi ülikooli professori Charles Kurkjiani juhitud projekti olulised osalised on ka Purdue ülikooli professor Srinivasan Chandrasekar, Jaapani Shiga prefektuuri ülikooli professor Satoshi Yoshida ja firma Nippon Electronic Glass.

Uuringute käigus sünteesitakse uusi klaasitüüpe, varieerides nende koostisosi. Küberneetika instituudi fotoelatsuse laboratooriumi ülesandeks on seejuures koormatud katsekehade pingeväljade määramine integraalse fotoelastsuse meetodiga – meetod, mis on kasutusel paljudes maailma klaasitehastes, kuna sellega saab määrata läbipaistvates objektides esinevaid pingeid neid purustamata.

Kuuldes, et Aben tuleb USA-sse, kutsus Chandrasekar teda ka Purdue ülikooli integraalsest fotoelastsuse meetodist rääkima. Seal peetud loengu järel võttis Chandrasekar ühest kapist välja väikese konnakullest meenutava pika sabaga klaastilga ja küsis Abenilt, kas selles on võimalik pingeid mõõta.

Selle klaastilga kummaline käitumine oli klaasimaailma lahendamata probleem 17. sajandist saadik. Nimelt on külmas vees karastatud klaastilga peaaegu sfäärilise kuju ja 4- kuni 7-millimeetrise läbimõõduga pea erakordselt tugev ja kannatab isegi kergeid haamrilööke. Kui aga tilga saba sõrmede vahel katki murda, puruneb tilk plahvatuslikult väikesteks klaasitükikesteks.

Aben vastas Chandrasekarile jaatavalt, sest fotoelastsuse laboratooriumil olid selleks ajaks mitmesuguste klaastoodete jääkpingete mittepurustaval mõõtmisel suured kogemused. Juba 2003. aastal fotoelastsuse laborist välja kasvanud OÜ Glasstress valmistab ja müüb üle kogu maailma selleks sobivaid arvutiga juhitavaid polariskoope.

Nõnda otsustatigi alustada kummalise käitumisega klaastilkades esinevate pingete määramiseks teaduslikku uuringut. Sellesse kaasati ka Cambridge'i ülikooli professor Munawar Chaudhri, kes oli koos Chandrasekariga selliste klaastilkade olemust juba uurinud. Kõnealuseid klaastilgad on laiemalt tuntud prints Ruperti pisaratena. Kust selline nimi pärit on?

MARELLA ÕIS JOHAN ANTON HILLAR ABEN

PRINTS RUPERTI PISARATE MÜSTEERIUMI LAHENDAMINE

ÜHE TEADUSPROJEKTI LUGU

Prints Ruperti pisaratena tuntud karastunud klaastilkade kummaline käitumine on kogu maailmas palju tähelepanu pälvinud. Miks on küll nii, et klaastilga pead kergelt haamriga lüües ei juhtu midagi, aga selle saba murdes plahvatab tilk hetkega kildudeks? Eesti teadlased aitasid lõpuks sellele juba 17. sajandist püsinud teaduslikule mõistatusele täpse seletuse leida.

Prints Ruperti pisarate müsteerium

Reini prints Rupert (1619–1682) oli üks 17. sajandi Euroopa värvikatest persoonidest. Ta oli Inglise kuninga Charles I õepoeg, kes tegi märkimisväärset sõjalist karjääri. Inglismaa kodusõjas paistis ta silma eduka väejuhina ning sai kindraliks. Inglismaa-Hollandi sõdades juhtis ta omakorda admiralina Inglismaa laevastikku ning mängis seejuures olulist rolli kogu Inglismaa toonase laevastiku arendamisel. Ühtlasi oli ta ka Kanada kuberner, kelle auks on riigi üks piirkond nimetatud Ruperti maaks. Lisaks kõigele paistis ta silma laialdaste teaduslike huvidega.

WIKIPEDIA

Reini prints Rupert

1660. aastal külastas prints Rupert Põhja-Saksamaa klaasitööstusi, kus talle – arvatavasti Mecklenburgis – tutvustati erilisi klaastilku. Neid klaastilku viis prints Rupert kaasa Inglismaale, kingituseks kuningas Charles II-le. Charles II oli just asutanud Teadusliku Kuningliku Seltsi ning saatis klaastilgad sinna uurimiseks. Sellest ajast peale hakatigi neid nimetama prints Ruperti pisarateks (ingl k *Prince Rupert's Drops*, lad k *ka Lacrimae Vitreae* – klaasist pisarad). Kuigi ka prints Rupert oli kuningliku seltsi liige, hakkas klaastilkasid lähemalt uurima Robert Hooke. Hooke valmistas hulga pisaraid ja uuris nende purunemist. Ta tegi katseid ka teistsuguste klaasist katsekehadega neid kuumutades ja jahutades. 1665. aastal kuningliku seltsi väljaandes avaldatud Hooke'i olulisemad järeldused olid järgmised:

1. Klaasi ruumala vedelas olekus on suurem kui tahkes olekus.
2. Klaastilga osad teevad klaasistumisel läbi kahekordse kahanemise.
3. Hõõguva metalli tilk külmas vees omandab tugeva vetruva struktuuri.
4. Selliselt karastatud klaaspisaras tekib paine ja jõud, millest pisar püüab vabaneda.
5. Pisara kuju, mis takistab selle lagunemist tükkideks, on analoogiline võlvile.

6. Klaaspisarate laialipaiskumine purunemisel tuleneb materjali vetruvusest.

7. Klaaspisara kuumutamine või jahutamine muudab selle struktuuri lõdvemaks ja vähem hapraks.

Selle aja teaduse kontekstis kirjeldasid Hooke'i postulaadid prints Ruperti pisarate käitumist enam-vähem adekvaatselt. Samal ajal oli pingete teooria veel välja arendamata, Hooke'i elastsusteooria põhiprintsiip *ut tensio sic vis* (milline deformatsioon, selline jõud) formuleerimata ning eksperimentaalmehaanika välja kujunemata. Seepärast jäi vaatamata paljudele klaastilkade olemust käsitlenud kirjutistele nende käitumine pikaks ajaks teaduslikult põhjendamata. Seda nimetati koguni 17. sajandi suurimaks teaduslikuks müsteeriumiks.

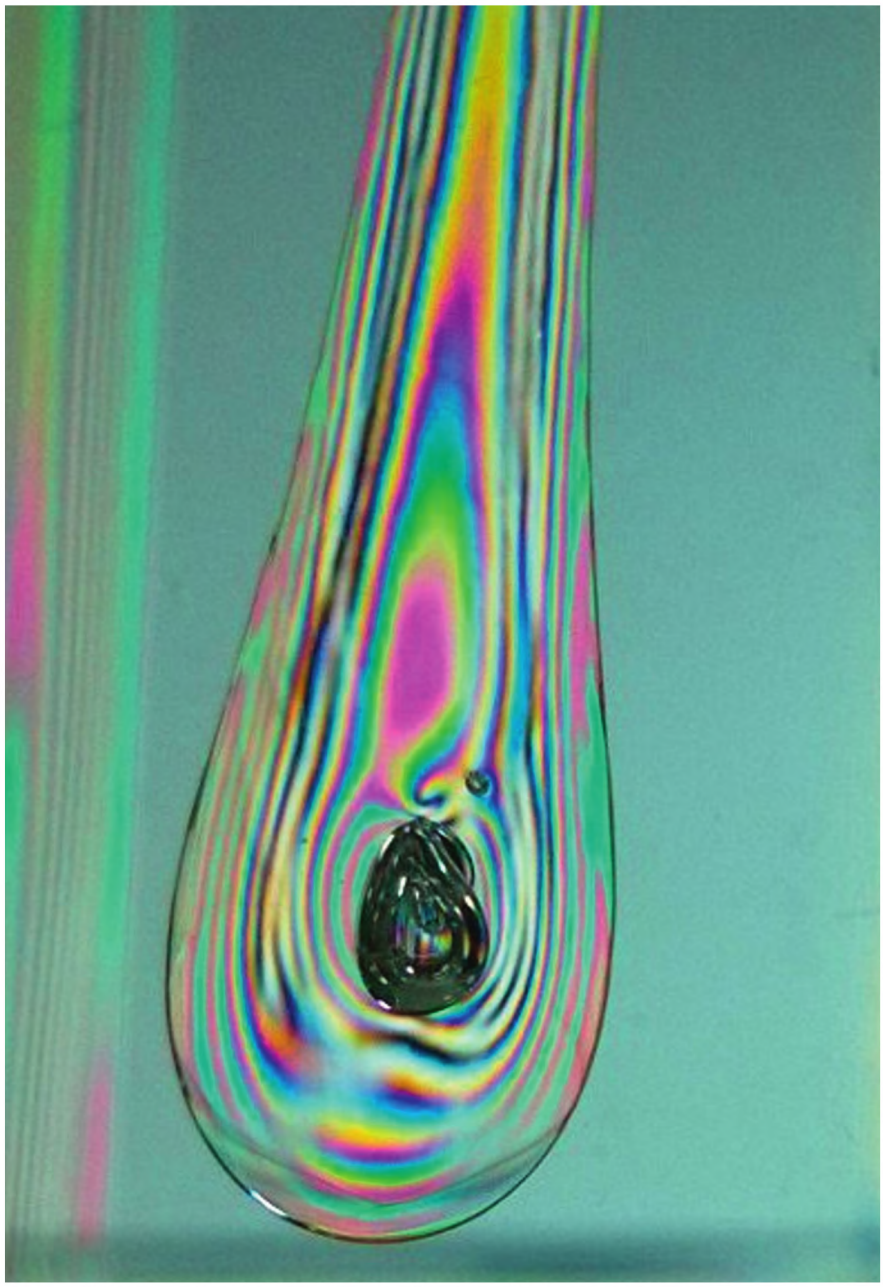
Arvestatav edasiminek toimus pisarate uurimisel 1990. aastatel, kui Chandrasekaril õnnestus koos Chaudhriga tilkade purunemisprotsessi ülikiire kaameraga filmida. Töö käigus püüdsid mehed määrata ka klaastilkade jääkpingete suurust: tilgad lõigati pooleks ja lõikepinda koormati indentoriga, mõõtes klaasis tekkivate praude suurust. Selline purustav meetod aga ei andnud usaldusväärseid tulemusi.

Müsteeriumi selgitamine

Kaasaegne meetod ruumilistes läbipaistvates objektides pingete mõõtmiseks on integraalne fotoelastsusmeetod, mis on mittepurustav ja kasutab tomograafia põhimõtteid. Seda meetodit kasutades asutigi prints Ruperti pisarate müsteeriumit lahendama.

Klaastilkades olevate pingete mõõtmiseks valmistati lubi-liivklaasist kaheksa katsekeha, osad Cambridge'is ja osad Tallinnas. Tilkade pea läbimõõt jäi vahemikku 6–8 mm ja saba läbimõõt 0,3–0,5 mm. Valguse murdumise vältimiseks asetati need immersioonivanni. Mõõtmised teostati OÜ Glasstressi arvutiga juhitavas polariskoobis AP-07. Katsetulemuste tõlgendamisel kasutati integraalse fotoelastsuse algoritme.

Just kõrgete survepingete vöö tilga pea välispinnal selgitabki nende erakordset tugevust.



APPLIED PHYSICS LETTERS, VOLUME 9, ISSUE 23

Ringpolariskoobiga tehtud fotol on näha klaastilga sisemisi pingeid näitavad interferentsiribad. Tume laik tilga pea keskel on tühimik. Kuuma klaastilga langemisel külma vette algab klaasistumine tilga pea välispinnalt. Kui pea seesmine osa püüab jahtudes kahaneda, takistab seda klaasistunud pea väline osa. Nii tekivad seesmises viskoosses osas tõmbepinged, mille mõjul võivadki klaasi sisse tekkida praod ja tühimikud.

Selgus, et survepinged olid klaastilkade välispinnal väga kõrged, ulatudes 600 megapaskalini (mis on võrreldav olukorraga, kus ühel ruutsentimeetril on 6-tonnine koormis). Seejuures oli survetsooni paksus ligikaudu 0,8 mm. Just see kõrgete survepingete vöö tilga pea välispinnal selgitabki nende erakordset tugevust.

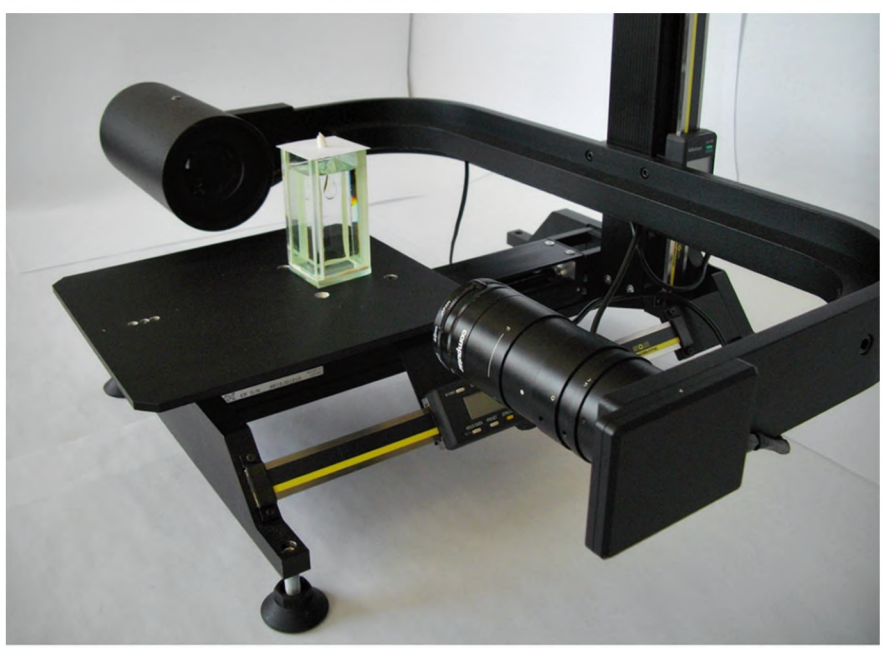
Saba pinnal olid survepinged aga veelgi suuremad, ulatudes 700 megapaskalini.

Klaastilga plahvatuslikku purunemist saba murdumisel saab seletada järgmiselt. Kõrgete pikisurvepingetega saba läbilõikamisel vabaneb lõikepind hetkeliselt kõrgetest survepingetest. Seda saab tõlgendada kui lõikepinna koormamist dünaamiliste pikipingetega, mis sarnanevad jääkpingetega, kuid on tõmbepinged. Selline löökkoormis tekitab pikipingete laine, mis levib lõikepinnast mõlemas suunas ning põhjustab tilga saba ja hiljem ka

KAADER PORTAALI YOUTOUBE ÕPPEVIDEOSEERIA „SMARTER EVERY DAY“ KLIPIST

Kaader portaali Youtoube õppevideoseeria „Smarter Every Day“ klipist: kui saatejuht Destin Sandlin naksab näpitsatega klaastilga saba katki, plahvatab see hetkega pisikesteks kildudeks

TTÜ KÜBERNEETIKA INSTITUUT



Polariskoop AP-O7 koos katsekehaga immersioonivannis

pea purunemise. Silindrilise kujuga klaasobjektide jääkpingete teooriast on teada, et jääkpingete puhul kehtib nn summa reegel ($\sigma_z = \sigma_r + \sigma_\theta$ ehk telgpinge on võrdne radiaal- ja rõngaspingete summaga). Kuna radiaalpinge on klaastilga välispinnal 0, siis esinevad seal telgpingetega võrdsed rõngaspinged. Nii on tilga saba läbilõikamisel vallanduv lööklaine kahe pingekomponendiga, mis mõlemad on tõmbepinged. Plahvatuslikku purunemislainet saatva laialipaisatud klaasosakeste pilve tekitavad positiivsed rõngaspinged, mis põhjustavad kildude tsentrifugaalse hajumise.

Kirjeldatud katse tulemused lahendasidki täielikult ligi kolm ja pool sajandit püsinud prints Ruperti pisarate müsteeriumi. Olgu märgitud, et mehaanilise käitumise poolest prints Ruperti pisaratele sarnased objektid võivad tekkida ka tulise laava tilkadest, kui väljapurskunud piisad karastuvad külmas õhus.

Prints Ruperti pisarate plahvatuslik purunemine juba tühise prao tekitamisel sabas on kujundina inspireerinud paljusid tuntud mõtlejaid. Näiteks USA poliitik Daniel Webster (1782–1852) väitis kord nõnda: „Ameerika Ühendriigid on nagu hiigelsuur

Plahvatuslikku purunemislainet saatva laialipaisatud klaasosakeste pilve tekitavad positiivsed rõngaspinged, mis põhjustavad kildude tsentrifugaalse hajumise.

prints Ruperti pisar, mis juhul, kui selle otsast on eemaldatud väike tükike, puruneb aatomiteks.“ Websteri seisukohtale oponeeris omakorda kirjanik Ralph Waldo Emerson: „Tegelikkus on täiesti erinev. Inimesed on lojaalsed ja seaduskuulekad. Nad eelistavad korda ja neil ei ole kalduvust allumatuseks või ülestõusuks.”

Sigmund Freud kirjutab aga 1921. aastal ilmunud teoses „Massipsühholoogia ja mina-analüüs”: „Juhi kaotamine ühel või teisel põhjusel ja temale etteheidete tegemine tekitab paanika [–], grupi liikmete omavahelised sidemed kaovad nagu ka nende sidemed oma juhiga. Grupp puruneb tolmuks nagu prints Ruperti pisar, kui selle saba maha lõigatakse.“ •

VAATA LISAKS:
2016. aasta detsembris Applied Physics Lettersi veebilehel ilmunud prints Ruperti pisarate pea erakordset tugevust selgitav artikkel „On the extraordinary strength of Prince Rupert's Drops“, autorid Hillar Aben, Johan Anton, Marella Õis, K. Viswanathan, Srinivasan Chandrasekar ja Munawar Chaudhri.

Marella Õis (1990) on Ericsson Eesti AS-i insener. Bakalaureusetöös uuris klaasi pinna kriimustamisel tekkivate pragude sügavuse sõltuvust klaasi karastuspingetest.

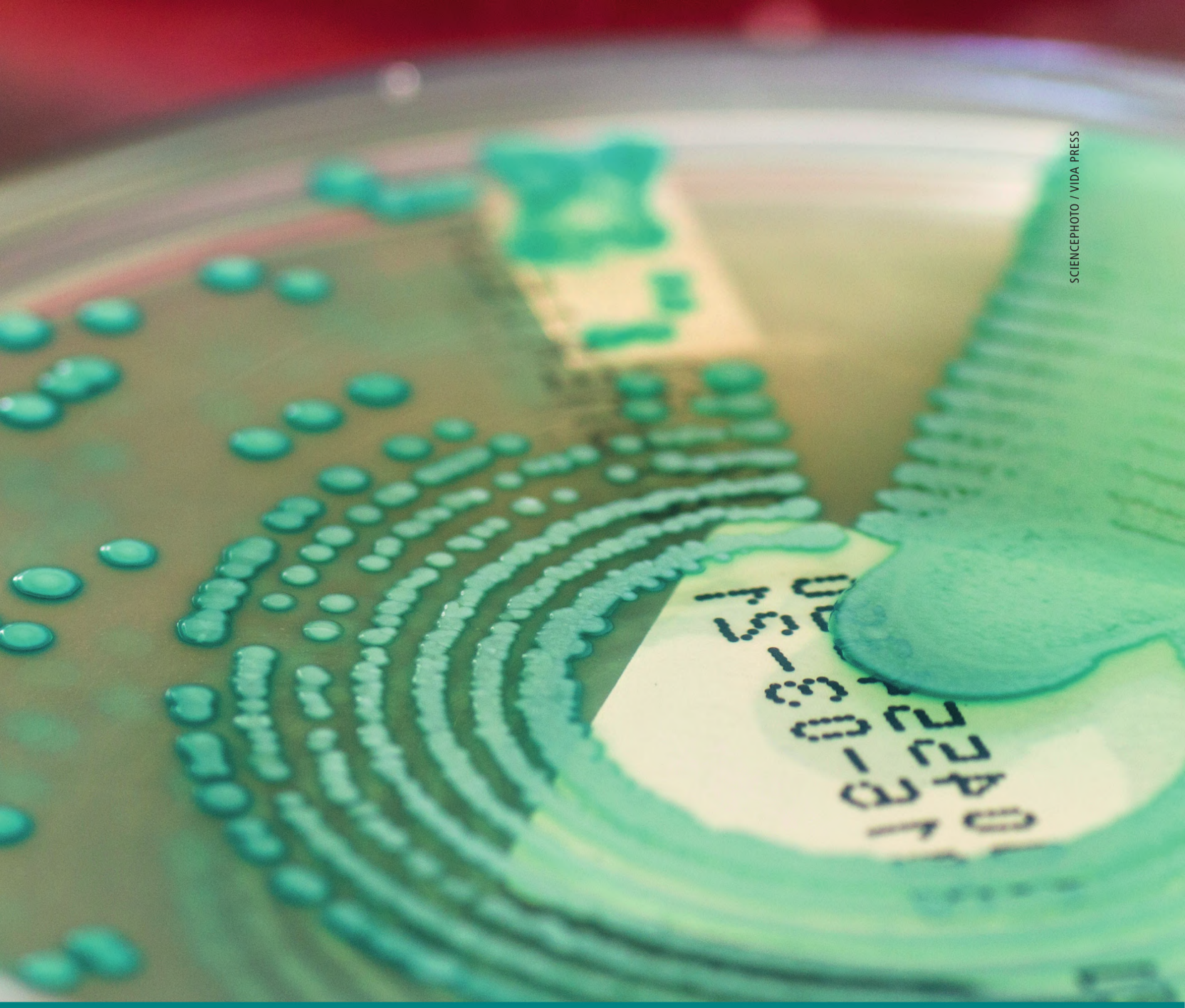
Johan Anton (1973) on Tallinna tehnikaülikooli loodusteaduskonna küberneetika instituudi tahkisemehaanika labori vanemteadur ja OÜ Glasstress tegevjuht. Doktoritöös uuris jääkpingete määramist telgsümmeetrilistes karastatud klaastoodetes integraalse fotoelastsusmeetodiga. On välja töötanud originaalse hajunud valguse polariskoobi SCALP, mis on praegu laialdaselt kasutusel nii arhitektuuriliste klaaside kui ka autoklaaside jääkpingete mõõtmisel. 2009. aastal pälvis teadustöö eest riikliku teaduspreemia.

Hillar Aben (1929) on tehnikateadlane ja akadeemik, Tallinna tehnikaülikooli loodusteaduskonna küberneetika instituudi tahkisemehaanika labori konsultant ning OÜ Glasstress juhatuse liige. Tema välja töötatud integraalne fotoelastsumeetod on üleilmselt kasutusel keeruka kujuga klaastoodete (torud, elektripirnid, pudelid, veiniklaasid jne) pingete mõõtmisel. Teadustöö eest on pälvinud kahel korral riikliku teaduspreemia – 1994. ja 2009. aastal.

Metitsilliiniresistentse
Staphylococcus aureuse kultuur toitealusel

ÜLAR ALLAS JA TANEL TENSON

MIDA TEHA ANTIBIOOTIKUMI-RESISTENTSUSEGA?



SCIENCEPHOTO / VIDA PRESS

Maakera asustab umbes miljon bakteriliiki. Nendest vaid 10–20 on inimesele spetsialiseerunud patogeenid. Veel tuntakse ligi 500 liiki, mis samuti võivad inimesel teatud tingimustes haigusi põhjustada. Antibiootikumide avastamine muutis maailma ja kinkis lugematule arvule haigetele elu. Varasematel aegadel palju ohvreid nõudnud bakterite põhjustatud vaevused muutusid ravitavateks. Paraku on möödunud aastakümnete liigne ja väär antibiootikumide kasutamine põhjustanud ravimiresistentsuse plahvatusliku leviku. Paljud teadlased peavad hetkel maailmas valitsevat olukorda tõsiseks. Arvatakse, et igal aastal sureb maailmas ravimiresistentse nakkuse tõttu 700 000 inimest. Sama tendentsi jätkumisel võib aastal 2050 hukkunute arv ulatuda juba 10 miljonini aastas.

Kohe pärast antibiootikumide kasutuselevõttu meditsiinis nähti ka resistentsete bakterite teket. Tüüpiliselt kulub antibiootikumi turulejõudmisest kliinilise resistentsuse kirjeldamiseni 5–10 aastat. Esialgu ei peetud seda probleemiks, kuna resistentsuse tase oli madal ning uusi ja tõhusaid ravimeid avastati pidevalt juurde. Olukorra kriitilisust hakati tajuma 1980. aastate teisel poolel, mil paljude patogeenide resistentsuse tase kerkis hüppeliselt. Lisaks hakkas levima multiresistentsus, mille puhul mikroobi genoom sisaldab mitmeid resistentsusgeene.

Ohtlikud pahalased

Staphylococcus aureus kuulub inimest asustavasse normaalsesse mikroobikooslusesse, kuid teatud juhtudel võib ta oma peremehel haigusi põhjustada. Tegemist on väga plastilise patogeeniga, mis juba 1940. aastail „õppis" penitsilliini lagundama. Resistentsuse leviku tõttu hakati selle bakteri vastu 1960. aastail penitsilliini asemel kasutama metitsilliini. Juba aasta hiljem tekkis aga ka metitsilliiniresistentne *S. aureus* (MRSA). Enamasti saadi MRSA-nakkus haiglatest, näiteks operatsioonijärgselt. Alates 1990. aastaist muutus see tõsiseks probleemiks. MRSA-nakkus levib tihti üle kogu organismi ja muutub väga ohtlikuks. Mõnedes USA haiglates moodustas MRSA tase 40–50% kõikidest *S. aureus*'e infektsioonidest, põhjustades rohkem surmasid kui HIV ja tuberkuloos kokku. Ainukeseks sobilikuks ravimiks jäi vankomütsiin. Ehmatusega avastati 1996. aastal, et tekkinud on paksenenud rakuseinaga vankomütsiiniresistentne *S. aureus*. Kuna bakterid võivad omavahel hõlpsasti geene vahetada, siis kardeti, et tekib mõlema antibiootikumi suhtes resistentne ravimatu tüvi. Õnneks seda siiski ei juhtunud. Praeguseks on olukord leebunud, sest haiglates on rangete hügieenimeetmetega õnnestunud *S. aureus*'e esinemissagedust alandada. Samuti on MRSA vastu kasutusele võetud uued aktiivsed ravimite klassid.

Paraku on päevavalgele ilmunud uued resistentsed pahalased. Üks neist on eriti resistentne tuberkuloosibakter, mis avastati alles 2005. aastal, kuid praegu põhjustab juba 450 000 nakkusjuhtumit üle maailma. Kõigile tuntud soolekepike *Escherichia coli* pole paljude meelest hirmuäratav, kuid ometi on tegu sagedase kuseteede põletiku ja sepsise põhjustajaga. Kahjuks on *E. coli* muutunud aastatega mitmete ravimite suhtes tundetuks. Sagedased on ka hingamisteede haigusi põhjustavate *Klebsiella pneumoniae* ja *Pseudomonas aeruginosa* multiresisentsed vormid.

Viimasel ajal tuntakse muret ka ravimiresistentse *Neisseria gonorrhoeae* leviku pärast. Esialgu raviti gonorröad penitsilliiniga, kuid hiljem on ravimiklasse resistentsuse tekkimise tõttu mitu korda vahetatud. Praegu kasutatakse gonorröa puhul kahe antibiootikumi segu. Kui resistentsus neist emma-kumma suhtes peaks levima, muutub haigus raskesti ravitavaks. See kõlab ehmatavalt, sest gonorröasse nakatub igal aastal 78 miljonit inimest.

Resistentsus on vältimatu

Penitsillini avastaja Alexander Fleming hoiatas resistentsuse leviku eest juba 1945. aastal. Resistentsuse teke on antibiootikumide tarbimise vältimatu kaasnähtus. See on üks parimaid näiteid käimasolevast evolutsioonist. Paljud kasutuses olevatest antibiootikumidest on sünteesinud looduslikud mikroorganismid. Arvatakse, et looduslikud antibiootikumid on 2 miljardit aastat vanad. Sama vana on ka looduslik resistentsus, sest muidu ei saaks antibiootikume tootvad mikroobid elada iseenda poolt toodetavate ühendite seas. Resistentseid baktereid on leitud 4 miljonit aastat puutumatuna seisnud koobastest ja 30 000 aastat vanast igikeltsast. Ometigi pole kahtlust, et pärast antibiootikumide kasutuselevõttu on resistentsuse levik mitmekordselt kiirenenud. Keegi ei tea, millised on selle kaugeleulatuvad ökoloogilised ja evolutsioonilised tagajärjed.

Pärast antibiootikumide kasutuselevõttu on resistentsuse levik mitmekordselt kiirenenud. Keegi ei tea, millised on selle kaugeleulatuvad ökoloogilised ja evolutsioonilised tagajärjed.

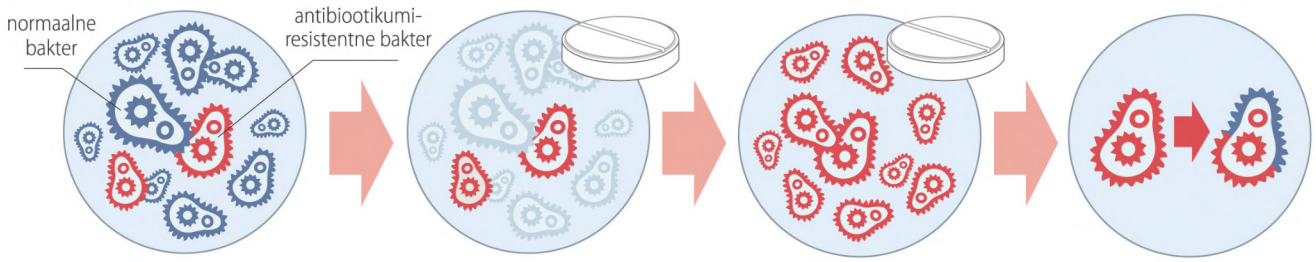
Iga kord, kui tarbime antibiootikume, toimub meie kehas resistentsete bakterite selektsioon. Bakterid teevad DNA sünteesi käigus aeg-ajalt vigu. Need vead põhjustavad mutatsioone bakteri geenides. Muuhulgas võib tekkida selliseid mutatsioone, mis muudavad bakteri teatud antibiootikumi(de) suhtes resistentseks. Kui võtame antibiootikume, vabaneme tundlikest bakteritest, kuid resistentsusgeene omavad „superbakterid" jäävad ellu ning jätkavad paljunemist. Lisaks võivad bakterirakud ka omavahel resistentsusgeene vahetada. Seda nähtust nimetatakse horisontaalseks geeniülekandeks. Tuntakse kolme horisontaalse geeniülekande mehhanismi. Neist esimene on konjugatsioon, mille käigus bakterid vahetavad DNA-d rakkudevahelise kontakti kaudu. Teiseks mehhanismiks on transformatsioon, kus bakterid omastavad keskkonnast surnud bakterite DNA-d. Kolmandaks võimaluseks on transduktsioon, mille puhul toimub DNA ülekanne baktereid nakatavate viiruste (bakteriofaagide) vahendusel. Geeniülekanne teeb võimalikuks resistentsusgeenide kiire leviku nii sama bakteriliigi piires kui ka erinevate liikide vahel.

Loomakasvatus neelab suuri antibiootikumikoguseid

Antibiootikume kasutatakse loomakasvatuses ravimina, profülaktilise vahendina haiguste ennetamisel ja kasvustimulaatorina. Antibiootikumide kasvu stimuleeriv toime avastati pooljuhuslikult. 1940. aastate lõpul märkasid New Yorgi lähistel Hudsoni jõest forelle püüdvad õngitsejad, et kalad muutuvad iga aastaga aina suuremaks. Neid jutte kuulis bioloog Thomas Jukes, kes töötas sama jõe ääres asuva keemiakompanii Lederle Laboratories heaks. Kompanii tootis tetratsükliinide hulka kuuluvat aureomütsiini. Esialgu arvasid Jukes ja tema kolleeg Robert Stokstad, et kalade kasvu põhjustab jõkke lekkiv vitamiin B12, mis on aureomütsiini tootmise kõrvalprodukt. Lootuses leida tõhusat kasvufaktorit, viisid Jukes ja Stokstad läbi katseid äsjakoorunud tibudega. Üllatusega leidsid nad, et väike kogus toidule lisatud aureomütsiini kiirendas tibude kasvu kuni 25%. Parajasti oli sõjajärgne aeg ning otsiti võimalusi, kuidas toota rohkem toitu. „Sel avastusel on kahanevate ressursside ja kasvava elanikkonnaga maailmas inim-

Kuidas antibiootikumiresistentsus tekib?

Antibiootikumiresistentuse korral on mikroobid võimelised antibiootikumide toimele vastu panema.



Suur hulk baktereid, kellest mõned on antibiootikumiresistentsed

Antibiootikumid tapavad nii haigust põhjustavad bakterid kui ka keha asustava normaalse bakterikoosluse

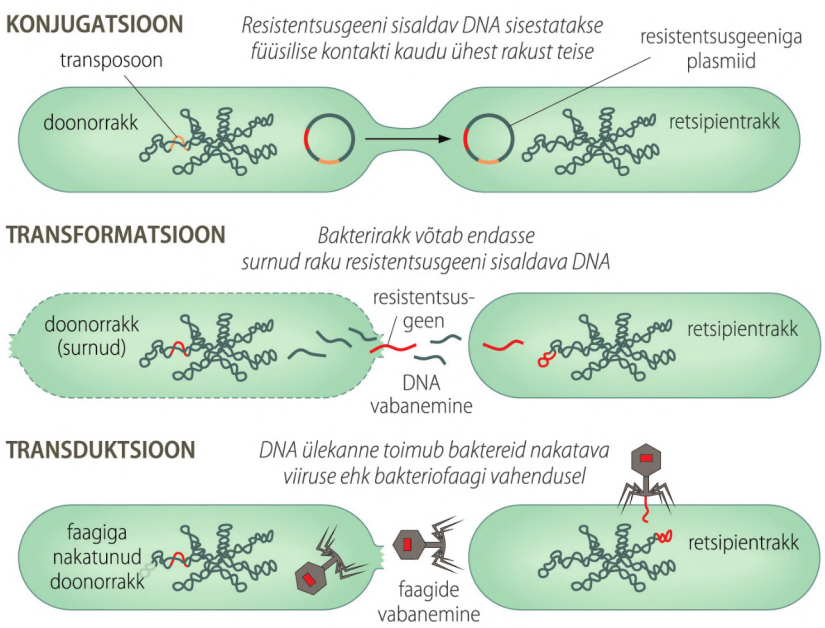
Resistentsed bakterid jäävad antibiootikumi juures-olekul ellu ja paljunevad

Bakterid võivad omavahel resistentsusgeene vahetada. See kiirendab resistentsuse levikut

PNS INFOGRAAFIKA

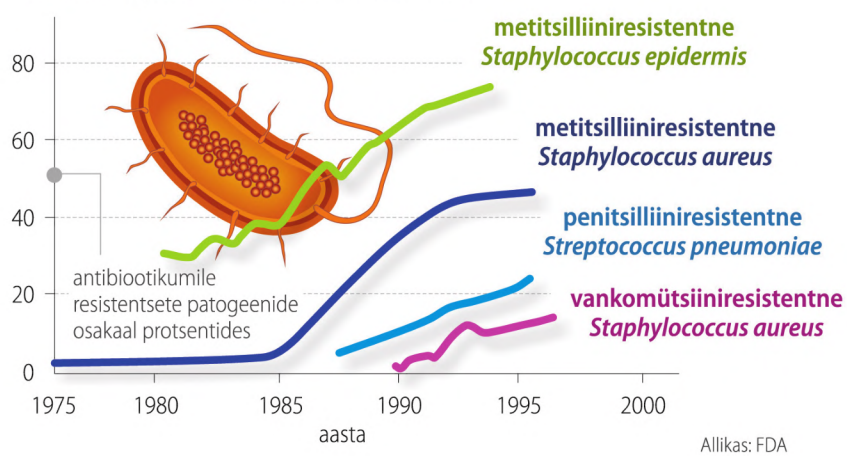
Horisontaalse geeniülekande mehhanismid

Nähtust, kus bakterirakud omavahel resistentsusgeene vahetavad, nimetatakse horisontaalseks geeniülekandeks.



Antibiootikumiresistentsuse levik

Joonisel on kujutatud Ameerika Ühenriikide andmeid.



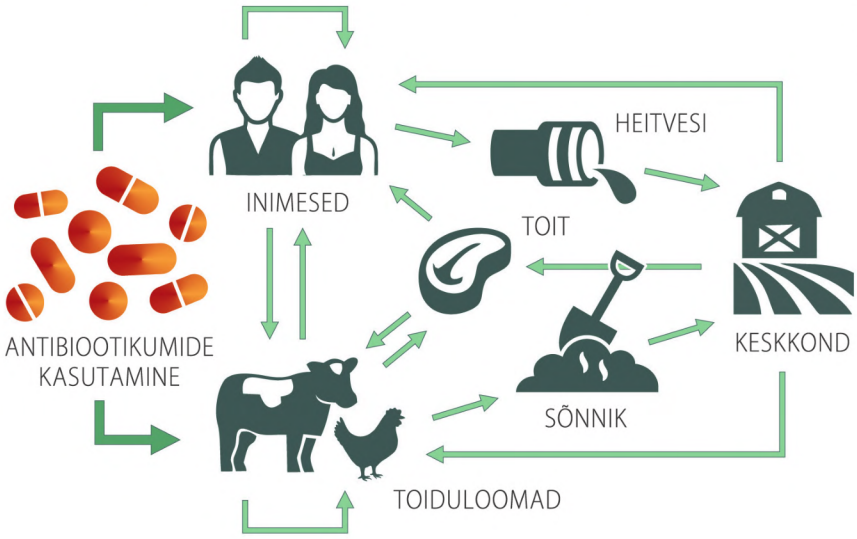
Allikas: FDA

Loomakasvatusele kulub koguseliselt märksa rohkem antibiootikume kui meditsiinile ja suur osa antibiootikumi-resistentsusest tekib intensiivse loomakasvatuse tulemusel.

konna ellujäämiseks tohutu tähtsus," ütles Stokstad 1950. aastal antud intervjuus.

Antibiootikumid põhjustavad ümberkorraldusi soolestiku bakterikoosluses. Usutakse, et selle tulemusena omastab organism rohkem toitaineid, mis omakorda soodustab kiiremat kasvu. Sama fenomeni on märgatud ka inimlaste puhul, kes saavad sageli antibiootikumiravi. 1950. aastail muutusid antibiootikumid loomaja linnukasvatuses igapäevaseks söödalisandiks. Paraku kaasnes sellega pidev uute resistentsete bakterite selektsioon. 1969. aastal koostati Suurbritannias nn Swanni raport, milles rühm teadlasi soovitas vähendada loomadele antibiootikumide söötmist. 1986. aastal lõpetas Rootsi esimese riigina antibiootikumide kasvustimulaatorina kasutamise. Euroopa Liidus jõustus sama otsus aastal 2006. Ometigi pole loomakasvatusele kuluvate antibiootikumide kogus Euroopa Liidus oluliselt vähenenud, sest tõusnud on profülaktiline kasutamine. Sealjuures erinevad kasutamismäärad riigiti üle kümne korra. Heaks eeskujuks on Taani ja Holland, kus antibiootikumide kasutamist on edukalt kärbitud,

Antibiootikumiresistentsuse levimise teed



PNS INFOGRAAFIKA

ALAMY / VIDA PRESS

ilma et tootlikkus oleks vähenenud. Enamikus maailma riikides on antibiootikumide kasutamine kasvustimulaatorina jätkuvalt lubatud. Näiteks USA-s neelab loomakasvatus umbes 80% kõikidest tarbitavatest antibiootikumidest ja teraapiaks kulunud ravimikogused moodustavad sellest vaid väikese osa.

Pole olemas usaldusväärseid andmeid selle kohta, kui palju antibiootikume kulutatakse maailmas praegu põllumajandusele. Hinnanguliselt juhivad riikide edetabelit Hiina, USA, Brasiilia, Saksamaa ja India. Pole kahtlust, et antibiootikumide kasutamine kasvab lähiajal jõudsalt. Aastaks 2030 suureneb see prognooside kohaselt 67% ja kahekordistub paljudes riikides. Märkimisväärne tõus tuleb eelkõige keskmise ja madala sissetulekuga riikide arvelt. Maailma rahvaarv ja elatustase kasvavad ning kasvab ka nõudlus loomse valgu järele. See tähendab, et loomi hakatakse kasvatama rohkem. Samuti on muutumas karjakasvatuse praktika, sest väikesed karjad on asendumas suurtega. Kui suures karjas tekib nakkusoht, tuleb epideemia ärahoidmiseks ravimit anda kogu farmile, mis omakorda tõstab kasutatavaid ravimikoguseid. Aastas toodetakse ja tarbitakse maailmas 175 000 tonni antibiootikume. Milline kogus on jätkusuutlik, pole teada.

Resistentsuse ringlus

Loomakasvatusele kulub koguseliselt märksa rohkem antibiootikume kui meditsiinile ja suur osa antibiootikumiresistentsusest tekib intensiivse loomakasvatuse tulemusel. Massiliselt kasutatakse antibiootikume ka akvakultuurides. Suuri antibiootikumikoguseid ja ohtralt resistentseid mikroobe on leitud näiteks Kagu-Aasia kalatiikidest.

Leidub piisavalt tõendeid selle kohta, et antibiootikumide kasutamine loomakasvatuses mõjutab inimeste tervist. Kõige rohkem söödetakse loomadele makroliide, penitsilliine ja tetratsükliine, mida kasutatakse ka inimeste ravimisel. See suurendab ohtu, et ravi nendesse klassidesse kuuluvate antibiootikumidega võib ebaõnnestuda.

1976. aastal uuriti ühe USA kanafarmi töötajate soolestiku bakterikooslust ja leiti palju tetratsükliiniresistentseid baktereid. Samas farmis kasutati tetratsükliini kanade kasvustimulaatorina. Seega tõestati, et ravimiresistentsed mikroobid võivad loomadelt üle kanduda inimesele. Kui 1980. aastail hakati USA linnukasvatuses kasutama kinoloone, kasvas ka inimestelt leitud kinolooniresistentsete bakterite hulk.

Ülekandumine võib toimuda ka toidu kaudu. Hiljutine uuring näitas, et üle poole USA poodidest kogutud kalkunilihaproovidest sisaldas ravimiresistentseid baktereid. Taimetoitlasedki pole kaitstud, sest toidutaimede väetamiseks võidakse kasutada resistentseid baktereid sisaldavat sõnnikut. Lisaks võib sõnnikus leiduda antibiootikume või nende laguprodukte, sest 75–90% antibiootikumidest ei imendu soolestikus, vaid väljutatakse kehast uriini ja väljaheidetega. Sel viisil leiavad ravimid koos soolestikubakteritega tee keskkonda. Pole ime, et resistentsusgeene on leitud isegi joogiveest. Eestis pole olukord eriti probleemaatiline, sest meie tingimustes lahjeneb reovesi piisavalt. Küll aga leidub

Juba väikesed inimtegevuse tulemusena keskkonda sattunud ravimikogused mõjutavad baktereid, võimendades mutatsioonide tekke ja geeniülekande toimumise sagedust, mis omakorda kiirendab resistentsuse teket ning levikut.

Ainulaadne ja mitmekülgne koostis!

LACTO SEVEN®

Seitse kasulikku piimhappebakteritüve ja inuliin sinu organismi heaks.

Soolestiku mikrofloora tasakaalu hoidmiseks ja taastamiseks

- Antibiootikumikuuri ajal ja järgselt
- Reisil olles
- Seedeprobleemide korral
- Piimasuhkru *(laktoosi)* talumatuse korral
- Immuunsüsteemi tugevdamiseks

maailmas piirkondi, kus vesi on nii hinnaline, et taimede kastmiseks kasutatakse puhastatud reovett. Standardid niisutamiseks kasutatavale reoveele on aga alles väljatöötamisel.

Ravimiresistentsus tekib kõikjal, kus kasutatakse palju antibiootikume, kaasa arvatud haiglates. Resistentsust tekitab ka antibiootikumide hooletu tootmine. Hiinas ja Indias, kus toodetakse lõviosa maailma ravimitest, ei hoolita kahjuks alati keskkonna saastumisest. Mõnda aega tagasi selgus, et India linnas Hyderabadis asuvatest tehastest lekib hiiglaslikke ravimikoguseid. Ainuüksi kinoloonide hulka kuuluvat tsiprofloksatsiini lasti iga päev vette koguses, millest piisaks üle 40 000 inimese ravimiseks. Nende tehaste läheduses paiknevates veekogudes toimub aktiivne resistentsete bakterite selektsioon ja levik.

Tänaseks on teada, et resistentsete bakterite selektsioon toimub juba väga väikeste antibiootikumikoguste juures. Juba väikesed inimtegevuse tulemusena keskkonda sattunud ravimikogused mõjutavad baktereid, võimendades mutatsioonide tekke ja geeniülekande toimumise sagedust, mis omakorda suurendab resistentsuse teket ning levikut.

Reisimine kiirendab levikut

Igal aastal käib üle miljardi inimese lennureisil. Samuti liiguvad riigist riiki kõikvõimalikud põllumajandus- ja loomakasvatussaadused. Koos inimeste, loomade ja kaupadega reisivad ka haigusi tekitavad ja ravimiresistentsed mikroobid. Kui külastame riike, kus ravimiresistentsuse tase on kõrge, siis võime sealt endaga kaasa tuua resistentseid mikroobe. Väga sageli levivad resistentsusgeenid toidu kaudu.

2015. aasta novembris teatati antibiootikum kolistiini suhtes resistentse soolekepikese leidmisest Hiinas. Kiiresti oli sama resistentsusgeen levinud juba rohkem kui 30 riiki ja kandunud üle ka teist liiki bakteritele. Kolistiin on väga oluline preparaat, kuna seda kasutatakse viimase abinõuna nende nakkuste puhul, mis teistele ravimitele ei allu. See on näide eriti kiirest resistentsuse levikust globliseerunud maailmas. •

MIDA SAAME RAVIMIRESISTENTSUSE VASTU TEHA?

Ravimiresistentsus on väga kompleksne probleem, millega tegelemine eeldab valitsuste, rahvusvaheliste organisatsioonide, teadlaste, loomakasvatajate, arstide ja patsientide omavahelist koostööd. Vaja oleks tegevusplaani, et mitte leida end maailmast, kus lihtne nakkus osutub vähkkasvajast saatuslikumaks. Resistentsuse tekkimine on vältimatu, kuid selle levimise pidurdamiseks ja olukorra parandamiseks on võimalik teha nii mõndagi:

- **Vähendada vajadust antibiootikumide järele**

Bakterite põhjustatud haigusi on sageli võimalik vältida. Siis pole vaja ka antibiootikume võtta ning ravimiresistentsuse tekke oht väheneb. Haiguste levikut aitavad vältida lihtsad abinõud, näiteks käte pesemine, vaktsineerimine ja toidu ohutu käitlemine. Samuti tuleb tagada juurdepääs puhtale veele ning rajada kaasaegsed reoveesüsteemid.

- **Parandada infektsioonikontrolli haiglates**

Haiglates aitab ravimiresistentsete nakkuste esinemist vähendada hügieeninõuete täpne järgimine. Ühtlasi tuleks regulaarselt jälgida resistentsuse taset. Kogutud andmete alusel saab välja töötada strateegiaid resistentsuse leviku piiramiseks.

- **Antibiootikumide õigem kasutamine meditsiinis**

Veel mõned aastakümned tagasi julgustasid ravimifirmad arste rohkem antibiootikumikuure määrama, et äri hoogustada. Ka patsiendid nõudsid arstidelt imerohtude väljakirjutamist. Tänaseks on mitmetes riikides läbi viidud kampaaniad arstide ja patsientide teadlikkuse suurendamiseks. Näiteks Belgias aitas kampaania seitsme aastaga vähendada antibiootikumide väljakirjutamist 36%. Euroopa riikide seas varieerub antibiootikumide kasutamine kuni 3,5 korda ning resistentsuse leviku tase järgib sama mustrit. Vähem kasutavaid riike (sh Eestit) võib seada teistele eeskujuks.

Tänapäeval saab paljudes riikides antibiootikume osta retseptivabalt ja nende kasutamine aina kasvab. Ühe elaniku kohta tarbitakse neid kõige rohkem USA-s, Indias ja Hiinas. Paraku ei ole umbes pooltel haigusjuhtudel antibiootikumidest kasu. Sageli püütakse nendega kergekäeliselt ravida viirushaiguseid või malaariat. Mõnikord ebaõnnestub ravi seetõttu, et ravikuur jäi liiga lühikeseks või doseeriti ravimit valesti.

- **Antibiootikumide kasutamise vähendamine loomakasvatuses**

Mõistlik on lõpetada antibiootikumide kasutamine kasvustimulaatorina. See praktika jätkub paljudes suure rahvaarvuga riikides ja ei lõpe ilmselt enne vastavate seaduste jõustumist. Olukorda võib muuta mõjukate korporatsioonide käitumine. Alates 2017. aasta märtsist müüb McDonalds üksnes kanaliha, mille tootmisel pole kasutatud inimeste ravis kasutatavaid antibiootikume. Selline otsus avaldab arvatavasti mõju ka teistele toidukettidele. Mitmed intensiivse loomakasvatusega maad, näiteks Taani ja Holland, on suutnud antibiootikumide kasutamist vähendada. Seevastu Itaalias ja Hispaanias on see jätkuvalt kõrge. Kogemus kinnitab, et kui loomade kasvutingimused muuta optimaalseteks, siis lisavad antibiootikumid tootlikkusele üsna vähe. Vaktsineerimise ning sanitatsiooni- ja hügieeninõuete järgimisega on võimalik vähendada ka antibiootikumide profülaktilist kasutamist.

- **Uute ravimite ja diagnostiliste testide väljatöötamine**

Antibiootikumidest on kasu vaid siis, kui haigusetekitaja on neile tundlik. Seega on vaja arendada diagnostikat ja seda julgemalt kasutada. Resistentsete nakkustega võitlemiseks vajame uusi antibiootikume. Kuna bakterid muutuvad mõne aja möödudes tundetuks ka uute ravimite vastu, tuleks neid kasutada vaid äärmise vajaduse korral. Üha enam tuntakse huvi ka alternatiivsete ravivõimaluste vastu, kuid need vajavad enne kasutuselevõttu veel uuringuid. Uute antibiootikumide väljatöötamisest oli juttu Horisondi eelmises numbris. •

ÜLAR ALLAS (1977) on Tartu ülikooli doktorant, kes uurib antibiootikumide toimemehhanisme ja antibiootikumiresistentsust. Tuntud ka kui DJ Smaddy, raamatute „Eestimaa imed" ja „Seitsme imega ümber maailma" autor.

TANEL TENSON (1970) on biokeemik ja mikrobioloog, Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudi antimikroobsete ainete professor. Ühtlasi molekulaarse rakutehnoloogia tippkeskuse juht. Tema teadustöö põhiteemaks on valkude biosünteesi mehhanismid, antibiootikumid ja antibiootikumiresistentsus.

AARE PUUS

MART KIVASTIK

KIRJANIK

BBB

On kaks asja, millest ma olen unistanud: üks neist on ajamasin, aga see on liiga tavaline. Sõidust lapsepõlve unistavad peaaegu kõik. Nutt tuleb peale, kui mõtled, kui vana oled. Kui saaks korraks veel seitseteist?! Kes ei tahaks nooreks tagasi? Nii et sellega ei üllata. Teine põnev asi oleks kunstimasin. See kõlab natuke keeruliselt, umbes nagu Garini hüperboloid, aga pole hullu, tegu on mõõtmisaparaadiga, mis teeks selgeks, kas tegu on kunstiga või ei. Seda on vaja. Eile õhtul tuli meie klubisse Promenaadiviis Martti Ruus, arhitekt ja kunstnik, üks Tartu julgemaid tulevikuplaneerijaid, kelle üks projektidest on Tartu kohal hõljuv monorelss. Martti võttis õlle ja siis pahvatas, et põhiline, mis teda kunsti puhul häirib, on see, et seda ei saa mõõta! Täiesti tõsi. Mind häirib see juba ammu. Spordis on kõik absoluutselt selge, sentimeetrid ja kilod ja sekundid, nendega ei saa vaielda. Kahjuks pole kogu sport sama puhas. Äsjase meistrite liiga veerandfinaali Bayerni ja Real Madridi vahel keeras kohtunik kihva, et mitte hullemini öelda. Otsustas võidu anda hispaanlastele, ei tea mis hea pärast, aga kunstielus on see igapäevane trikk! Võitja otsustavad kohtunikud, mille põhjal, ei tea.

Kuigi saaks pöörduda teaduse poole. Meil on kirjandusteadus, filmiteooria ja isegi teatriteadus. Võiks arvata, et kui on häda käes ja kunsti vaja mõõta, näiteks kuulutada välja aasta parim raamat, etendus või film, siis minnakse vastava ala teadlase juurde ja lihtsalt küsitakse, kes oli parim? Midagi sellist ei toimu. Moodustatakse žürii, kes võidumeeste arvates on suurepärane, aga nende meelest, kes auhinda ei saa, on see koostatud alati võitjate sõpradest ja sugulastest. Need muidugi annavad auhinna omadele ära nagu naksti. Miks mitte? Oscarite jagamisel on alati tohutu jama sellega, kas on piisavalt arvestatud mustade, latiinode, lesbiliste, naiste ja teiste vähemustega. Kusjuures juudid on pigem võidumehed, ma ei ütle seda kuidagi kadedalt, juudid ongi head, aga kui nad vähegi teise maailmasõja teemal filmi teevad, siis Oscar on nende. Kapp on mehikesi täis, meil pole ühtegi, kuigi kannatasime samamoodi. Kui oleks filmihindamise mõõdupuu, siis ei saaks Spike Lee õiendada, et mustadele tehakse liiga. Heidame koos pilgu mõõdupuule ja asi on selge.

Kunagi ammu võtsin ma osa ülikooli vene keele olümpiaadist. Žüriis oli teiste hulgas filosoof Leonid Stolovitš, keda kahjuks enam ei ole, aga tookord küsis ta mult vene keeles, kas tool on kunst. *Javljaetsa li stul iskustvom?* Ka tookord kargas mulle pähe, et siis on, kui kunstnik selle teeb. Küsimus on ainult selles, kes on kunstnik. Arutasime asja ja tulemuseks oli idee sellestsamast kunstimõõtmise masinast. Aluseks võiks võtta näiteks Babeli novelli, Beethoveni „Für Elise“ või Bertolucci „Konformisti“, igaühelt midagi – need kolm B-d on üleüldiselt tunnustatud kunstiks ja neist tuleks välja kurnata või tihendada, ma tõepoolest ei tea, kuidas, kunsti etalon. Isegi selle hädapärase omavalmistatud etaloniga saab esialgu kõik ära mõõta, nii et Martti Ruus oleks rahul, Spike Lee oleks rahul. Me kõik oleks! Ja saaks ehk mõne asja kuidagigi heaks teha.

Ma räägin neist, keda ei tuntud ära eluajal, kes surid vaesuses ja tundmatuses, nagu Schubert, van Gogh ja teised. Räägitakse, et Schubert oli nii vaene, et sõi ainult saia, aga sai ju head ei tee, ja Van Gogh ei müünud ühtegi tööd, nii et lõikas masenduses endal kõrva ära. Aga kui oleks olnud see masin?! Ma arvan, et asjad oleks olnud teistmoodi. Schubertil oleks olnud aega lõpetada oma sümfoonia ja Van Gogh oma kuulsal autoportreel oleks välja näinud nagu iga teine normaalne inimene, kahe kõrvaga. Selle masina vastased oleks muidugi kõik need grafomaanid, šarlatanid ja muidu teesklejad, kes on olnud hädised kunstnikud. Aga mis teha, Vesipruulide aeg saab läbi. Kenderiga oleks selge ja lõpeks ära see mõttetu vaidlus pärast kino, oli hea film või ei olnud. Masin ütleb. •

TOOMAS TAMMARU: LIBLIKAD VAJAVAD RAIESMIKKE

HELEN ROHTMETS-AASA

Liblikate värvi- ja mustriküllane rüü ning nõtke lend on paelunud arvukate kunstnike ja kirjanike meeli ning innustanud loodushuvilisi liblikavõrku haarama, et õppida neid imepäraseid putukaid lähemalt tundma. Tartu ülikooli entomoloogiaprofessor TOOMAS TAMMARU on liblikate vastu huvi tundnud lapsepõlvest peale – juba nelja-aastase poisikesena pani ta aluse kollektsioonile, kuhu kuulub tänaseks enam kui 2000 põhjapoolkera parasvöödet asustavat suurliblikaliiki. Liblikatega töötab Tammaru tänaseni, uurides ülikoolis nende tiivuliste näitel putukate evolutsioonilist ökoloogiat.

Kapis kasvanud puriliblikas. Eestis seda liiki looduses ei leidu

FOTOD: LAURI KULPSOO

„Evolutsiooniline ökoloogia on uurimisvaldkond, mis otsib vastuseid küsimusele, miks on loomad ja taimed sellised, nagu nad on, ja elavad nii, nagu nad elavad. Teisisõnu püüame me aru saada, millised looduslik valiku surved on nende välimuse ja eluviisi kujunemist suunanud, ning esitame selleks erinevaid miks-küsimusi. Miks on putukad nii suured, nagu nad on? Miks nad söövad just neid taimi? Miks nad on sellist värvi?" selgitab Toomas Tammaru ning võtab sõrmede vahele putukaökoloogi peamise töövahendi – väikese kaanega plastpurgi, mille sees kasvatatakse liblikaröövikuid.

Kas suurem on kasulikum olla?

Tammaru kolleegide hoole all kasvab suviti Tartu ülikooli entomoloogia laboris korraga mitu tuhat röövikut, keda tuleb iga kahe päeva tagant uute taimetükkidega sööta ning igapäevaselt kaaluda. Eesmärk on välja selgitada, millised tegurid mõjutavad liblikate kasvukiirust ja kehasuurust. „Laborikatsed näitavad, et suurematel isenditel on rohkem järglasi, millest võib järeldada, et suurem on kasulikum olla. Seega peaks looduslik valik suuremat kehasuurust justkui soosima, aga ometi ei muutu liblikad looduses aasta-aastalt suuremaks. See tähendab, et peab olema mingi loodusliku valiku surve suurem olemise vastu. Üks viis sellele probleemile lähenemiseks on uurida liblikaröövikute kasvukõverat ja vaadata, kaua suuremaks kasvamine aega võtab," selgitab professor Tammaru. „Kuna kasvukiirus varieerub röövikutel vähe – looduslik valik ei ole seda ei eriliselt kiiremaks ega aeglasemaks muutnud – seisneb peamine risk täiendavas ajakulus, mida suuremaks kasvamine nõuab. Kui röövik kasvab kauem, siis tähendab see kohe, et ta on pikemat aega lindudele eksponeeritud ja süüakse tõenäolisemalt enne nukkumist ära."

Suremuse mõõtmiseks kasutavad entomoloogid välikatseid, mis on aidanud muuhulgas vastata küsimusele, kas suurem röövik on lindudele meelepärasem saak. „Kleepisime puulehtedele kärbsenukkudest meisterdatud kunströövikuid, mis olid erineva suurusega – kokku oli neid 4000 – ja vaatasime iga nelja päeva tagant, millised neist on ära söödud. Leidsime, et viie sentimeetri pikkuse rööviku risk ära söödud saada on kordades suurem kui ühe sentimeetri pikkusel. Siit ilmneb peaaegu et piisava tugevusega valikusurve seletamaks putukate väikeseid kehamõõtmeid."

Välitöödele ajab entomoloogi ka vajadus hankida laborisse uusi röövikuid – püüda kinni emaseid liblikaid, kes teadlastele uurimistöö tarbeks piisavalt muneksid. „Liblikaliikide valiku määrab see, millistega neist on probleemi seisukohalt mugav töötada, aga ka asjaolu, milliseid meil õnnestub kätte saada. Küll eelistame alati liike, mille röövik ei talvitu," räägib Tammaru, kes on kasutanud senises uurimistöös eelkõige ööliblikaid – vaksikuid ja viljapuu-tupslasi.

Sugupuu-uuringud

Olulise andmeallikana kasutavad liblikate evolutsioonilist ökoloogiat uurivad teadlased tänapäeval fülogeneesi- ehk evolutsioonilise põlvnemise puud, mida pannakse DNA-uuringute põhjal kokku professor Tammaru kõrvaltoas. „Fülogeneesiuuringute kaudu saab välja selgitada, kuidas on erinevad liigid omavahel suguluses. Kui päevaliblikate fülogenees on meile juba enam-vähem teada, siis ülejäänud liblikad, ning võib öelda, et ka valdav osa teisi putukaid, on alles süstemaatiliselt läbi uurimata. Tegelikult teame me sellest, kuidas liblikad omavahel sugulased on, ikkagi veel väga vähe," räägib ta ja märgib, et uute, DNA-põhiste meetodite kasutuselevõtt on kõvasti kõigutanud seniseid teadmisi ööliblikate süstemaatikast. „Ööliblikate kahest suuremast sugukonnast, vaksikutest ja öölastest, on viimaste sugupuu läinud põhjalikule ümbertegemisele."

Lainelist kirivaksikut (näpus) on Toomas Tammaru leidnud vaid ühe korra

Binokulaarmikroskoobi all mõõdetakse muuhulgas liblikamune ning selle abil saab ka nuku sugu määrata

DNA-järjestuse põhjal kokku pandud fülogeneesipuud kasutab Toomas Tammaru ise eelkõige selleks, et uurida ökoloogi huvitavate tunnuste evolutsioonilisi seoseid. „Näiteks oleme fülogeneesipuud kasutades näidanud, et polüfaagsed vaksikuliigid – need, kes ei toitu röövikuna ühest, vaid mitmest erinevast taimeliigist –, on monofaagsetest ehk ühest taimeliigist toituvatest vaksikutest suuremad."

Miks on liblikad nii ilusad?

Kuidas aga seletada päevaliblikate seas valitsevat värvi- ja mustriküllasust? „Kui liblikas on mingisugust värvi, siis on selge, et see on signaal kellelegi. Küsimus on, kellele," selgitab Tammaru ja jätkab: „Vastus on, et eelkõige kiskjale, sest liigikaaslasi tunnevad liblikad ära mitte värvi, vaid lõhnade järgi. On erinevaid võimalusi, mida liblikad värvide kaudu kiskjale öelda tahavad. Näiteks on päevapaabusilma tiibadel suured silmad lindudele hoiatuseks – tibudega tehtud katsed on näidanud, et linnud kardavad neid instinktiivselt, söövad kõrvalt teisi liblikaid, aga jätavad päevapaabusilmad puutumata. Eredaid värve linnud seevastu otseselt ei karda. Siin tuleb mängu selline nähtus nagu aposematism – paljud liblikaliigid signaliseerivad ereda värvusega linnule oma mürgisust või halba maitset. Linnud õpivad ära, millise värviga see seostub, ning jätavad seda värvi putuka puutumata," räägib entomoloogiaprofessor, kelle sõnul näivad silmatorkava värvi ja mustriga liblikad teadvat, et linnud neid ei puutu. „Näiteks Ameerikas elutsev suur ja värvikirev, aga mürgine monarhliblikas on sedavõrd kindel, et keegi teda süüa ei taha, et laseb end õie pealt kätte võtta. Eestis on sarnase käitumisega mürgised verikireslased, keda saab samuti kahe näpuga püüda, ning millegipärast ei taha linnud süüa ka kapsaliblikaid ja nende sarnaseid tegelasi, kes ei tee midagi selleks, et neid näha poleks. Nende tiivad on nii altkui pealtpoolt valged, nii et neid on õiel hästi näha, nad lendavad suhteliselt aeglaselt ega peida end ööseksi ära. Kui poleks põhjust, miks linnud nende söömist väldivad, oleks neil evolutsiooni käigus välja kujunenud välimus ja käitumine, mis muudab nad kiskjatele vähem nähtavaks," arutleb Tammaru ja toob näiteks koerliblika, kelle tiibade alaküljed on kaitsevärvusega, nii et tiivad kokku pannud liblikas jääb suisa märkamatuks.

Paljud liblikaliigid signaliseerivad ereda värvusega linnule oma mürgisust või halba maitset.

Liblikaküllased raiesmikud

Liblikate evolutsioonilise arengu kõrval uurivad Tartu ülikooli entomoloogid liblikate ökoloogiat. Muuhulgas selleks, et olla kursis looduskaitsealuste päevaliblikaliikide olukorraga ning selgitada välja, millistes elupaikades on liblikatel hea elada. „Paljude päevaliblikate lemmikelupaik on ajalooliselt olnud poollooduslik karjamaa, mille taimestikku mõjutavad vaid mõned lehmad. Mäletan oma lapsepõlvest, et Eesti oli selliseid karjamaid täis. Tänaseks on poollooduslike niite kogu Euroopas ja Eestiski järjest vähemaks jäänud. Samas tuleb järjest juurde metsaraiesmikke ja nagu uuringud näitavad, sobivad need päevaliblikate elupaigaks suurepäraselt – enamik Eesti niiduliblikaliikidest saab raiesmikel väga hästi hakkama," räägib entomoloogiaprofessor. Nii võib just raiesmikes, mis kattuvad puude mahavõtmise järel kiiresti mitmekesise niidutaimestikuga, näha poollooduslike niitude kadumise järel peamisi „päevaliblikareservaate". „Vanas metsas päevaliblikaid ei ela ning ka ööliblikatest saavad seal hakkama vaid vähesed. Küll on liblikatele oluline tuulevari, nii et suured lageraied neile ei sobi. Väikesed, mõne hektari suurused raiesmikud on liblikatele aga parimad elupaigad, mida me üldse tahta oskame," selgitab Tammaru. Nii nagu elus üldse, on ka looduskaitses tema arvates olulisim mitmekesisus. „Meie looduskaitseideoloogia on väga pruunkaru- ja must-toonekurekeskne – kaitsta oleks vaja justkui ainult suurt ja vana metsa. Putukate mitmekesisus on aga seda suurem, mida laigulisem on maastik. Oluline on, et seal leiduks võimalikult erinevas vanuses metsa, mille vahele on pikitud lagedaks raiutud paiku – nii värskeid kui ka veidi vanemaid raiesmikke."

Liblikanuku tervist näitab „saba liputamine“

Punalaik-haavasuru

Sellises kapis röövikud kasvavadki

Kirju liblika suvi

Kuna enamikul Eestis elutsevatest liblikaliikidest kattub arengutsükli pikkus ühe aastaringiga, peab enamus liblikaisendeid mingis arengujärgus põhjamaise talve üle elama. Kas ilma soojenemist jääb ootama muna, röövik, nukk või valmik, on Toomas Tammaru sõnul liigiti erinev. Küll on rangelt paigas, et igal liigil talvitub alati üks ja seesama arengujärk. Enamik siinsetest päevaliblikatest saadab talve mööda röövikuna, väiksem arv nuku ja munana, ning veelgi vähem valmikuna – Eesti ligemale sajast päevaliblikaliigist talvitub siinmail valmikuna vaid kaheksa. Seejuures on valmikuna talvituvad liblikad esimesed, kes kevaditi kohe lume sulamise järel talvekorterist välja poevad. Rahvapärimuse järgi saavat esimesena nähtud liblika järgi ennustada, milliseks kujuneb eelseisev suvi. „Koerliblikas ja lapsuliblikas on valmikuna talvitujatest kõige tavalisemad ja varajasemad liigid, nii et selle järgi oleks justkui kõige tõenäolisem saada kirjut ja kuldset suve. Kapsa- ja naeriliblikad tulevad välja alles mais, nii et esimesena valget liblikat nähes võib arvata, et oled kevademärkide otsimisega juba mitu nädalat hiljaks jäänud," muigab professor Tammaru ja möönab samas, et ka emasel lapsuliblikal on üpris hele rüü, mis võib kergesti „valge liblika suvele" viidata.

Päikesekiirtes küütlevate päevaliblikate kõrval ilmuvad esimeste soojade ilmade saabudes välja ka arvukad ööliblikad, kes on samuti valmiku või nukuna talve üle elanud. „Viisin aprilli esimestel päevadel püünised metsa ja loendasin kokku 11 liiki ööliblikaid. Aprillis on liblikaisendeid sageli isegi rohkem liikvel kui mai keskel või südasuvel, sest nad tahavad enne puude lehtimist ära lennata ja muneda, nii et röövikud saaksid koorumise järel kohe värskeid puulehti süüa," kirjeldab Tammaru kevadist ööliblikaelu. „Aga kui neid ise pimedas püüdma ei lähe, siis neid ei näe ka," möönab ta.

Puudus on liblikahuvilistest

Kuidas on mõjutanud Eesti liblikafaunat kliimasoojenemine? Teadaolevalt on kahe-kolmekümne aastaga Eestisse juurde tulnud *ca* 40 suurliblikaliiki ning kadunud – Eestist põhjapoole nihkunud – veidi vähem kui kümmekond. „Kliimasoojenemine on elurikkuse seisukohast suur probleem. Eriti tõsine on see piiratuma areaaliga liikide jaoks, kes elutsevad näiteks kusagil Lõuna-Euroopa mägedes – kui seal kliima muutub, siis surevad nad lihtsalt välja. Siin metsavööndis, mis on suur ja lai, on neil võimalik esialgu põhja poole nihkuda," räägib entomoloogiaprofessor.

Putukate mitmekesisus on seda suurem, mida laigulisem on maastik

Liblikate arvukuse jälgimiseks korraldatakse Eestis iga-aastaseid seireid. „Päevaliblikaseireks käiakse igal suvel paarinädalaste vahedega läbi 11 kindlaksmääratud rada. Ööliblikate puhul töötavad valguspüünised. Haruldaste liikide jaoks on aga väga olulised amatööridest liblikakogujatelt saadud andmed, mida me süstemaatiliselt kogume, avaldame ja andmebaasi kanname," selgitab ta. „Mure on aga selles, et amatööre – näiteks tõsiselt liblikatega tegelevaid kooliõpilasi – enam eriti juurde ei tule. Kui kaovad liblikakogujad, kaovad aga ka andmed liblikafaunas toimuvate muutuste kohta," räägib Toomas Tammaru ja toonitab, et on valmis algajate liblikahuviliste küsimustele alati vastama, neid juhendama ja aitama, et liblikate uurimine Eestis mingil juhul ei katkeks. „Kooliõpikust võib jääda mulje, et me teame loodusest ja liblikatest juba kõike, aga see mulje on vägagi petlik. Bioloogia ei ole veel kaugeltki valmis, siin jätkub tööd ja uurimist aastasadadeks.". •

AIN KALLIS

ILM JA SPORT

Küll ilm mehest mehe teeb, ütleb eesti, täpsemalt Karja kandi vanasõna. Et 2020. aasta juulis-augustis toimuvate Tokyo olümpiamängude ajaks valiti aasta palavaim aeg, pole keeruline järeldada: küllap on need mängud mõeldud inimvõimete igakülgseks proovilepanekuks.

Pea veerandsajast suveolümpiapaigast on mitmed kuulsad kuumuse poolest: Atlanta (maksimaalne õhutemperatuur ületas mängude ajal 37 °C), Mexico City, Ateena ja Soul. Sydney mängudel, mis küll peeti septembris, kevadkuul, mõõdeti rekordilähedaseks õhusoojuseks 34,5 kraadi. Põhjamaade sportlastele olid kaugelt enam kontimööda mängulinnad Helsingi, München, Moskva või London.

Kes tahab spordis tänapäeval edu saavutada, ei saa alati lootma jääda vaid iseendale (näiteks väledaile jalgadele). Üha enam pööratakse tähelepanu varustusele, riietusele ning ilmaoludele. Mitte alati ei lähtuta suurvõistluste planeerimisel koha kliimast, sageli arvestatakse hoopis pealtvaatajate puhkuseaegadega. Moskva olümpiamängudeks valmistumisel analüüsiti aga saja aasta suvekuude ilma ning määrati kindlaks mängude ajaks optimaalne aeg.

Atlanta olümpiaad 2004. aasta augustis sattus olema kuumimas paigas maakeral – mitmel päeval tõusis

2012. aasta Londoni olümpiamängude naiste maratoni kostitas ilmataat paduvihmaga

õhutemperatuur kaugelt üle +30 °C. Juba avatseremoonial langesid inimesed kokku, kannatasid isegi külalised subtroopilistest maadest. Mõnel päeval olevat pidevalt olnud tunne kui leiliruumis.

Õuest katuse alla

Ka Melbourne'i olümpiamängude avatseremoonial tuli ette kuumarabandusi, hiljem kujunes peamiseks nuhtluseks aga tuul, mis rebis katki isegi pühamast pühama olümpialipu nööri!

Suvealadest on kõige ilmatundlikumad purjetamine, kergejõustik, golf, tennis jne. Õnneks on hulk alasid, näiteks korv- ja võrkpall, viidud katuse alla. Poole sajandi eest peeti aga Eesti meistrivõistlusi võrkpallis Tõnismäel Kalevi mänguväljakul. Tugevad tuuleiilid tegid vahel palliga, mis tahtsid. Lõbus oli vaid pealtvaatajail... Nüüd on need alad ilma tujude eest kaitstud. Isegi rannavollet mängitakse juba saalis „liivakastis"!

Kindlasti on rõõmsad ka ujujad: nemad ei pea enam võistlema meres, nagu esimestel mängudel Ateenas 13-kraadises vees (aprillis!), või jões, nagu Pariisi olümpiamängudel.

Kui mõnel alal ilm mõjutab tulemusi või pealtvaatajate hulka, siis vahel on välistingimustes toimunud võistlustel esinenud lausa traagilisi juhtumeid. Näiteks 1979. aastal tabas Inglismaal välk 11 jalgpallurit, üks neist sai ohtlikke põletushaavu. 1976. aastal lõi USA-s pikne pikali kuus golfimängijat.

Wimbledoni tennisemeistrivõistlustel on arenenud sündmused dramaatiliselt mitte ainult väljakuil, vaid sageli ka nende kohal. Mõned näited. 1985. aasta turniiri avapäeval lõi välk peaväljaku juures lahti suure krohvitüki, mis maandus vaid õnneliku juhuse tõttu pääsenud pealtvaatajate sekka. Nädal hiljem helistati Briti ilmateenistusest – läheneb tugev torm (huvitav, kas soovitati kiiremini mängida?). Vaevalt jõuti väljakud katta, kui 20 minutiga tuli taevast alla 38 mm vihmavett (pool meie juulikuu sademetest). Ainult pealtvaatajad said märjaks. Järgmisel, 1986. aastal tabas välk sealsamas Jimmy Connorsit, kes pääses õnneks šokiga.

Traavivõistlusi peetakse üpris ohtlikuks alaks. 1955. aasta juulis said kaks pealtvaatajat surma ja 45 vigastada Inglismaal Ascotis, küll mitte hobuste läbi: seekord tabas välk metallreelingut, millest ohvrid kinni hoidsid.

Kõhnade edu

Kergejõustikuvõistlustel on kõige tapvamaks ilmanähtuseks palavus ning kõrge õhuniiskus, segada võivad aga nii vihm kui ka tuul.

Lõuna-Aafrika vabariigi füsioloogi Timothy Noakesi hinnangul saavutavad soojades maades toimuvatel olümpiatel vastupidavusaladel – näiteks pikamaajooksudes – edu vaid kõhnad, alla 60 kilo kaaluvad atleedid. Atlanta mängude maratonijooksu võitja Josiah Thugwane (Lõuna-Aafrika vabariigist) kaalus ainult 45 kilogrammi. Hõbemedalimees Lee Bong-ju Lõuna-Koreast oli sama raske.

Maratonijooksja Jane Salumäe pidi Atlantas mäletatavasti katkestama, sest ei saanud kaduvaid veevarusid täiendada. Kui neljal Venemaa sportlasel avastati sealsamas dopingu (bromataani) jälgi, siis oli nende õigustus – ainet kasutati rohuna immuunsüsteemi tugevdamiseks, et vastu panna kuumusele ja niiskusele.

Maraton on üleüldse üks ohtlik ala. Meenutagem vaid, kuidas lõppes esimene selle distantsi läbimine aastal 490 eKr!

Muide, eelnimetatud dr Noakes väidab, et puudub selge seos kuumarabanduse ning organismi veepuuduse vahel. Hoopis liigne veejoomine võib olla ohtlik. Samuti ei toovat kasu teine võte, mida maratoonarid kasutavad – märgade käsnade asetamine kaelale ja näole. Los Angelese olümpia maratoni võitja Alberto Salazar uuris asja USA armee kuumuseuuringute instituudis, kust talle soovitati taolist nippi mitte kasutada. „Külma vee šokk suleb nahapoorid," ütles Salazar. „Teie toodate hulgaliselt soojust, ei saa aga seda eemaldada. Tulemuseks on ülekuumenemine."

2020. aasta juulisse-augustisse plaanitud Tokyo olümpiamängud võivad kardetavasti kujuneda kuumimaks. Näiteks 2015. aasta augustis püsis palavus linnas 38 kraadi lähedal üle nädala ning 70% suhtelise õhuniiskuse juures tundsid inimesed end nagu saunas 63 °C juures. Kuumarabanduse tõttu hukkus linnas vähemalt tosin inimest. Võrdluseks – eelmine olümpia Tokyos 1964. aastal peeti oktoobris, mil keskpäevane õhusoojus jääb 20 °C kanti.

Tennist on peetud igati aristokraatseks alaks. 2014. aasta Austraalia lahtistel meistrivõistlustel katkestati mängud aga alles siis, kui õhukuumus tõusis 43,3 kraadini. Mängijad siunasid korraldajaid pidevalt. Turniiri meditsiinipealik aga tõrjus kaeblejaid: „Inimkond arenes välja Aafrikas suure kuumuse käes joostes ja antiloope küttides." Seega – suu pidada ja edasi mängida!

Talvetaadi spordilembusest

Kõik Eesti suusahundid ja uisuilvesed teavad hästi, et nende talvised tegemised sõltuvad ilmast. Kohe meenuvad Tartu suusamaratonid. Palju aastaid on need jäänud ära enamasti lumepuudusel, harva pakase tõttu. Pärast esimest maratoni 1960. aastal on sõit pidamata jäänud 14 korral, pooled neist on aga peetud lausa ideaalsetes tingimustes. Seevastu põhjapoolsema Vasaloppeti maratone polevat aga kunagi vahele jäänud, kuigi vahel on sooja ilma tõttu juba stardikoridoris laiunud järved.

Ilmastiku kapriisidega on pistmist igal taliolümpial. 1932. aastal Lake Placidis suusahüppajad lausa plartsatasid vette ning suusamaraton käis sõna otseses mõttes üle kivide ja kändude. 1992. aastal Albertville´is tuli laskesuusatajail võistelda väga vesisel rajal. Meie Urmas Kaldvee kommenteeris siis, et „rada oli nagu käsn", ning lisaks sellele võistlust häirinud tiheda udu tõttu tuli tal „panna umbes".

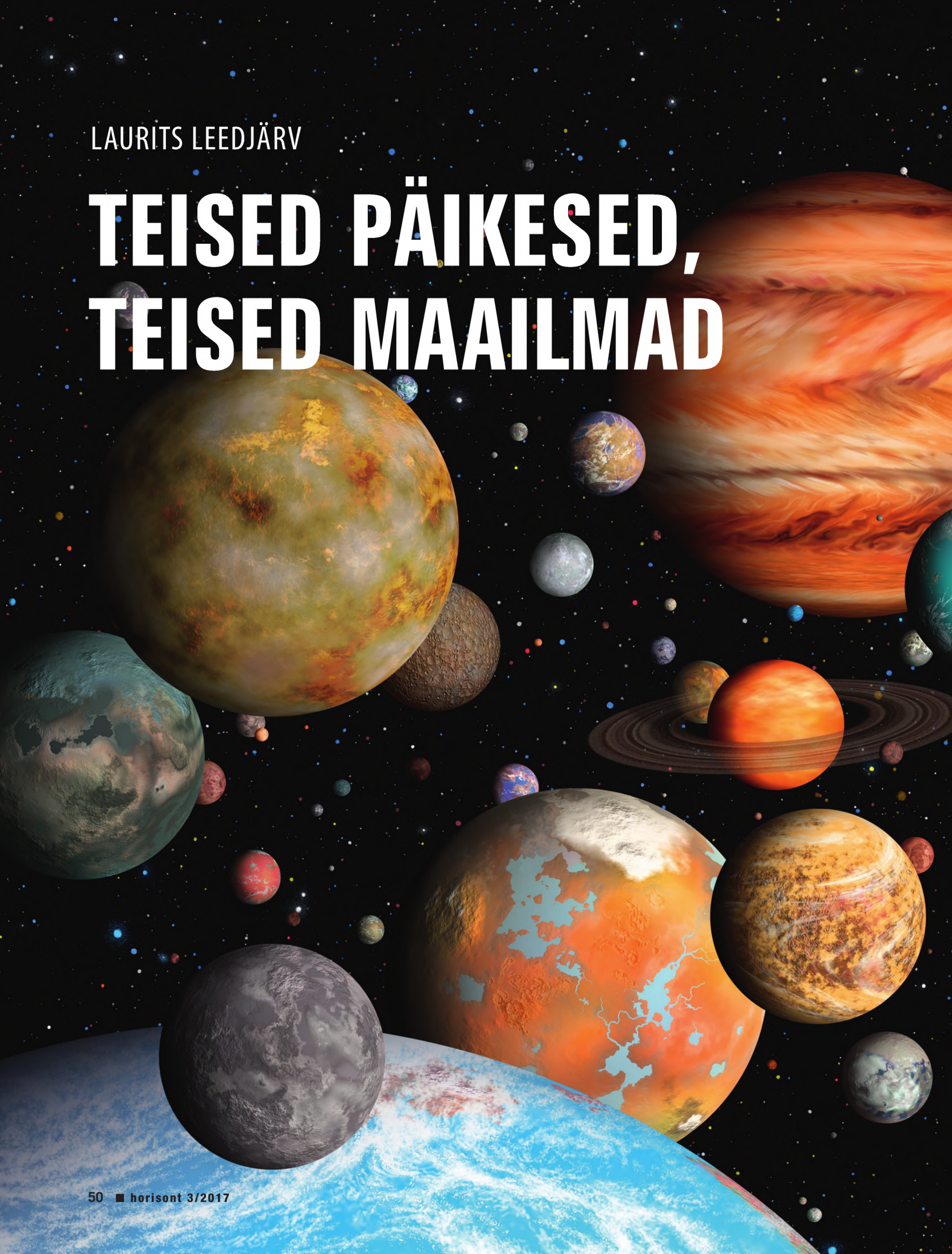
Nagano olümpial 1998. aastal tuli mäesuusatamise starte kolmteist korda edasi lükata. Sportlased piinlesid päevi vihma, tormi, äikese, udu, jäite ja muude ilmanähtuste meelevallas. Pingelist olukorda kirjeldas tabavalt üks Venemaa telereporter: „Põnevusega ootame naiste laskesuusatamise teatevõistlust. Kõike võib ette tulla, kui kokku saavad kaks väga muutlikku nähtust – Jaapani ilmastik ja naised!"

Ei ole halba ilma heata. 2008. aasta maailmakarika etapil Otepääl oli sandi suusailma üle õnnelik Jaak Mae, kes enda sõnutsi sai teise koha just tänu raskele vesisele rajale. Soomlaste leerist kostis seepeale tõdemus, et „eestlased on säärasel rajal edukad, sest on naistekandmise võistlustel harjunud läbima veetõkkeid". •

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

LAURITS LEEDJÄRV

TEISED PÄIKESED, TEISED MAAILMAD



Küllap on küsimus teiste maailmade võimalikkusest inimkonda huvitanud hiljemalt sellest ajast saadik, kui saadi aru, et Maa on üks paljudest kosmoses hõljuvatest taevakehadest. Giordano Bruno pidi oma julge kosmoloogilise mudeli – kosmos on lõpmatu, tähed on teised päikesed, mille ümber tiirlevad teised maad, ja neidki on lõpmata palju – eest maksma kallist hinda. See mudel andis aluse ühele neist süüdistustest, mis viisid ta tuleriidale. Tänapäeva astronoomid on paremas seisus, neilt lausa oodatakse põnevaid uudiseid teistest planeetidest. Ühest viimasest – tähe TRAPPIST-1 ümber tiirlevast seitsmest Maa-sarnasest planeedist – kirjutas eelmises Horisondis Mihkel Kama. Küsimusele, kas ka väljaspool Maad meiesuguseid olendeid leidub, me aga täna veel vastata ei oska.

Kunstniku nägemus eriilmelistest eksoplaneetidest

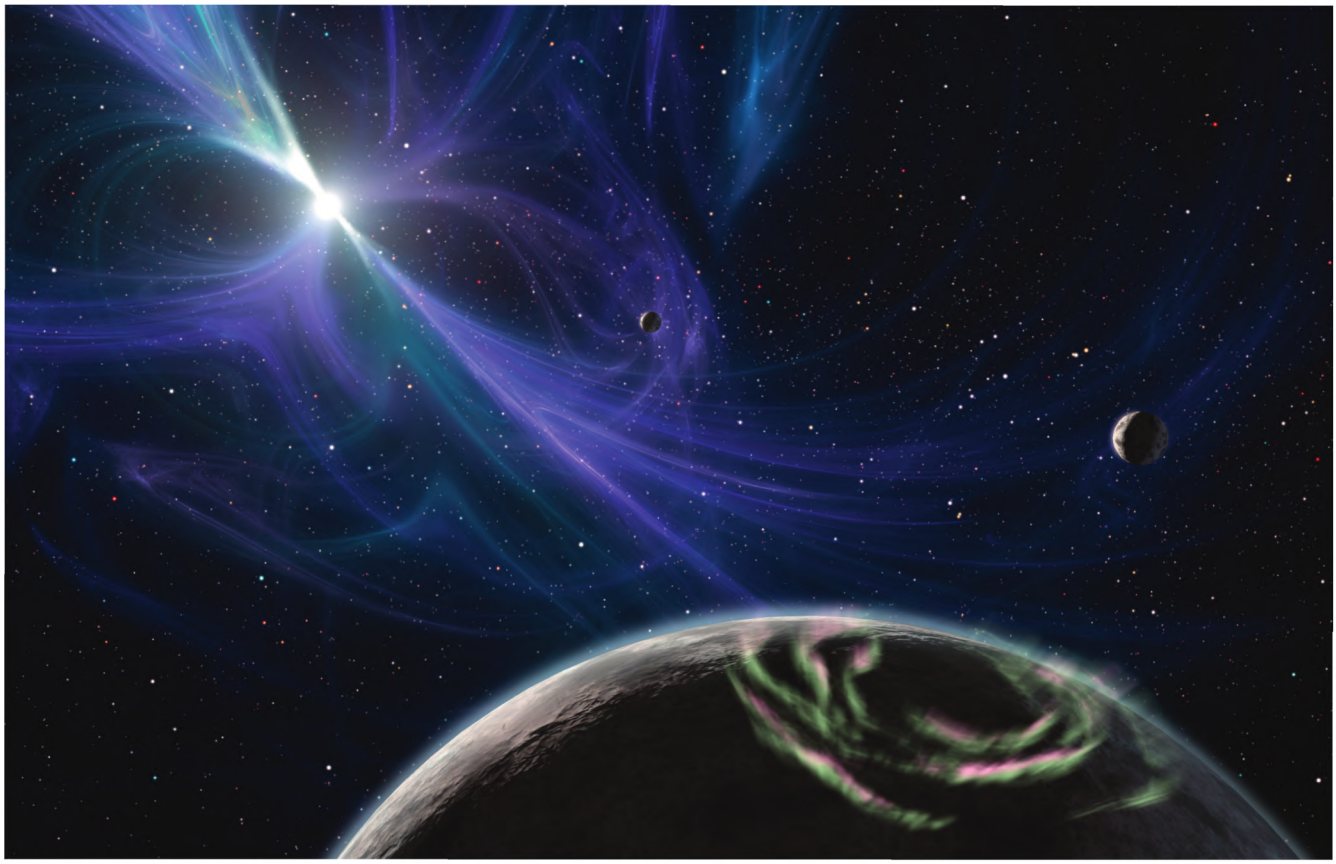
VIDA PRESS/SCIENCEPHOTO

Teadusajakirjas Nature ilmus 9. jaanuaril 1992 artikkel kahe planeedi avastamisest pulsari PSR 1257+12 ümber, autoriteks Poola päritolu Pennsylvania ülikooli professor Alexander Wolszczan ja Kanada päritolu USA raadioastronoom Dale Frail. Wolszczan on tähelepanu pälvinud ka sellega, et on tunnistanud oma tegevust kommunistliku Poola julgeolekuteenistuse informaatorina, aga see šokeeris astronoomilist üldsust hoopis vähem kui planeetide avastamine sealt, kus neid kuidagi ei tohiks olla.

Ootamatud ja oodatud planeedid

Pulsar on ju supernoova plahvatuses tekkiv kiiresti pöörlev ülitihe neutrontäht. Supernoovana plahvatavad aga suure massiga tähed, mille elu on nii lühike, et tõenäoliselt ei jõuaks nende ümber planeedid tekkidagi, või kui siiski tekivad, siis vaevalt neist pärast tähe hiigelplahvatust midagi järele jääks. Seetõttu näib tõepärasem, et planeedid on tekkinud pärast supernoova plahvatust, mille käigus on neutrontähe ümber jäänud pöörlev gaasi- ja tolmuketas, mis sarnaneb planeeditekke ketastega tavaliste tähtede ümber. Ketta aeglane pöörlemine on aga omakorda probleem ja nii on teise võimalusena välja pakutud hüpotees, et supernoovana plahvatanud tähel oli kaaslane, millest suurem osa aurustus, aga midagi jäi üle ka planeetide moodustumiseks. Igal juhul on planeedid pulsarite ümber senini haruldased, neid on enam-vähem kindlalt teada vaid viis, lisaks mõned kaheldavad. Praeguste teadmiste järgi on planeete umbes ühel protsendil teadaolevatest pulsaritest. Seega on tegemist omamoodi „nišitootega“ – inimesi huvitavad pigem ikka planeedid päikesetaoliste tähtede ümber.

Nende n-ö päris eksoplaneetide avastamine on samuti fikseeritud kuupäeva täpsusega. 6. oktoobril 1995 andsid Genfi ülikooli astronoomid Michel Mayor ja Didier Queloz teada planeedist G spektriklassi tähe (selline on ka meie Päike) 51 Pegasi juures. Planeedil, mis sai tähiseks 51 Peg b, on massi umbes poole Jupiteri jagu ja ta on oma ematähele nii lähedal, et aasta ehk täistiir ümber tähe kestab vaid 4,2 maist ööpäeva. Võib arvata, et tähe lähedal on väga kuum, ja nii hakati selliseid hiideksoplaneete edaspidi nimetama „Kuu-



NASA

Kunstniku nägemus ümber pulsari PSR B1257+12 tiirlevatest planeetidest

madeks Jupiterideks“. See, et paljud esimesed eksoplaneedid just seda tüüpi olid, polnudki nii väga juhuslik, vaid tulenes otseselt planeetide avastamise võimalustest ja meetoditest.

Silm ei näe…

Teadaolevate eksoplaneetide arv muutub kiiresti. 2017. aasta 19. aprilli seisuga oli see 3608, lisaks paar tuhat kandidaati, mille staatus ilmselt peagi kinnitatakse. Ühtegi neist ei ole aga ükski inimene oma silmaga ega ka teleskoobiga näinud. Kuidas me neist siis teame ja kas võime nende olemasolus kindlad olla? Kui usaldada järeleproovitud füüsikaseadusi ja teaduslikku meetodit, mis eeldab tulemuste korratavust ja kontrollitavust, siis probleemi pole. Teleskoobifotodel eksoplaneete tähe heleda valguse paistel näha ei ole, aga kaudsed meetodid nende tuvastamiseks on usaldusväärsed.

Esimesed eksoplaneedid avastati nn dünaamilisel ehk radiaalkiiruste meetodil. Tähe ümber tiirlevad planeedid panevad ka ematähe võbelema. Rangelt öeldes liiguvad nii planeedid kui täht ümber süsteemi masskeskme. Mida suurem on planeedi mass ja mida lähemal see on tähele, seda suurem on ka tähe liikumine – viimast on võimalik tähe spektrijoonte perioodiliste nihkumiste järgi kindlaks teha. Kui täht läheneb maapealsele vaatlejale, nihkuvad spektrijooned lühemale lainepikkusele ehk sinise laineala poole ning eemalduva tähe spektris esineb punanihe. See on füüsikas ammu tuntud Doppleri efekt, mida igaüks võib kogeda näiteks helilainete puhul, seistes maantee ääres ning võrreldes läheneva ja eemalduva auto mürina helikõrgust. On loomulik, et kuumad Jupiterid liigutavad oma ematähte rohkem ja radiaalkiiruste meetodil on kõige lihtsam leida just seda tüüpi planeete. Mõõtmiste täpsus on aga järjest kasvanud ning praeguseks saavutatud 1 m/s lubab avastada ka üsna Maa-sarnaseid planeete.

Praeguste teadmiste järgi on planeete umbes ühel protsendil teadaolevatest pulsaritest.

Kõige rohkem eksoplaneete on seni leitud fotomeetrilise ehk varjutuste meetodiga. Küllap nii mõnedki mäletavad 2016. aasta 9. mai pärastlõunat, mil üle Päikese ketta liikus väike must täpp – planeet Merkuuri vari. Päikese heledus langes selle tõttu umbes 0,01% võrra, aga kui näiteks TRAPPIST-1 juures oleks olnud mõni vastava tehnika ja teadmistega varustatud vaatleja, oleks ta võinud üleminekut tuvastada. Just sellise täpsuse on maapealsed astronoomid neid väikesi musti täppe otsides saavutanud. Tõsi küll, selleks tuleb teleskoop viia kosmosesse, väljapoole Maa atmosfääri segavat mõju. Kõige tuntumat sedalaadi projekti, Keplerit, tutvustame allpool lähemalt, enne aga veel lühidalt mõnest eksoplaneetide detekteerimise meetodist.

Gravitatsiooniliste mikrolääätsedena toimivaid tähti on astronoomid otsinud üle paarikümne aasta. Kui suhteliselt lähedane täht satub mõne väga kauge tähega peaaegu ühele joonele, võib ta selle kauge tähe valgust mõne päeva või nädala jooksul gravitatsioonilääätsena võimendada: tähe heleduse graafikule ilmub väike küür. Kui nüüd selle lähema tähe ümber juhtub tiirlema planeet, tekitab see küürule omakorda väikese väljaulatuva sälgu. Tundub, et sellise kolme keha joondumise tabamiseks peab küll suur õnn olema, aga tänu tähtede tohutule arvule on sel viisil siiski praeguseks leitud 52 ekso-

Kõige rohkem eksoplaneete on seni leitud fotomeetrilise ehk varjutuste meetodiga.

planeeti. Erinevalt dünaamilisest või fotomeetrilisest meetodist ei saa aga selliseid avastusi uuesti kontrollida.

Midagi on siiski võimalik ka otse näha, õigemini digipildile salvestada. Kui koronograafiks kutsutava seadme abil õnnestub tähe valgus blokeerida, võib pildile saada peamiselt tähest kaugemal tiirlevaid suure massiga planeete, mis võivad väljutada nõrka infrapunast kiirgust. Tänu maapealsete suurte teleskoopide (ESO VLT, Gemini, Subaru) uutele kaameratele on nüüdseks eksoplaneetide kataloogis (http://exoplanet.eu) juba üle 80 planeedi, millest on saadud otsekujutisi.

Paljutõotav on ka astromeetriline meetod, mille realiseerimist oodatakse ESA (Euroopa kosmoseagentuuri) kosmoseteleskoobilt Gaia. Siin tehakse samuti kindlaks planeetide „nügimisest" tingitud ematähe liikumine, aga mitte spektri, vaid lihtsalt tähe kujutise asukoha muutuste põhjal. Selliseid mõõtmisi on võimalik teha ainult kosmosest ja Gaia tööperioodi lõpuks 2019. aastal loodetakse nii avastada tuhandeid uusi eksoplaneete.

On veel teisigi tehniliselt keerukaid ja seni suhteliselt marginaalse tähtsusega viise eksoplaneetide avastamiseks. Varjutuste ja Kepleri juurde tagasi pöördudes teeme aga väikese kõrvalepõike ajalukku.

Naissaare poisi leiutis

Astronoomid olid kaua aega hädas suuremate taevaalade pildistamisega. Teleskoopide vaateväli oli väga kitsas ja sellegi piires saadi korralikud kujutised vaid keskosas, teleskoobi optilise telje lähedal. 1930. aastal pakkus Hamburgi observatooriumi vabakutseline kaastöötaja Bernhard Voldemar Schmidt (1879–1935) välja uudse optilise süsteemi, mille peamised elemendid olid sfääriline peapeegel ja selle ette paigutatud erilise kujuga läätsed ehk korrektsiooniplaat. Korrapealt laienes kasutatav vaateväli 4–5 kraadini. Esimesed Schmidti tüüpi teleskoobid ehitati juba enne teist maailmasõda. 1948. aastal läks Californias Palomari mäel käiku 1,22-meetrise avaga teleskoop, millest on saanud üks kuulsamaid Schmidti kaameraid. Selle nüüdseks filantroop Samuel Oschini auks nimetatud teleskoobiga pildistati enam kui 2000 fotoplaadile Palomari taevaülevaade, mis enne digifotode ajastut oli astronoomide peamine taevaatlas ja infoallikas. Muuhulgas leiti 21. sajandi algul Palomari Schmidti abil Pluuto-taolised Sedna ja Eris, mis oli peamine ajend Pluuto degradeerimisel kääbusplaneediks.

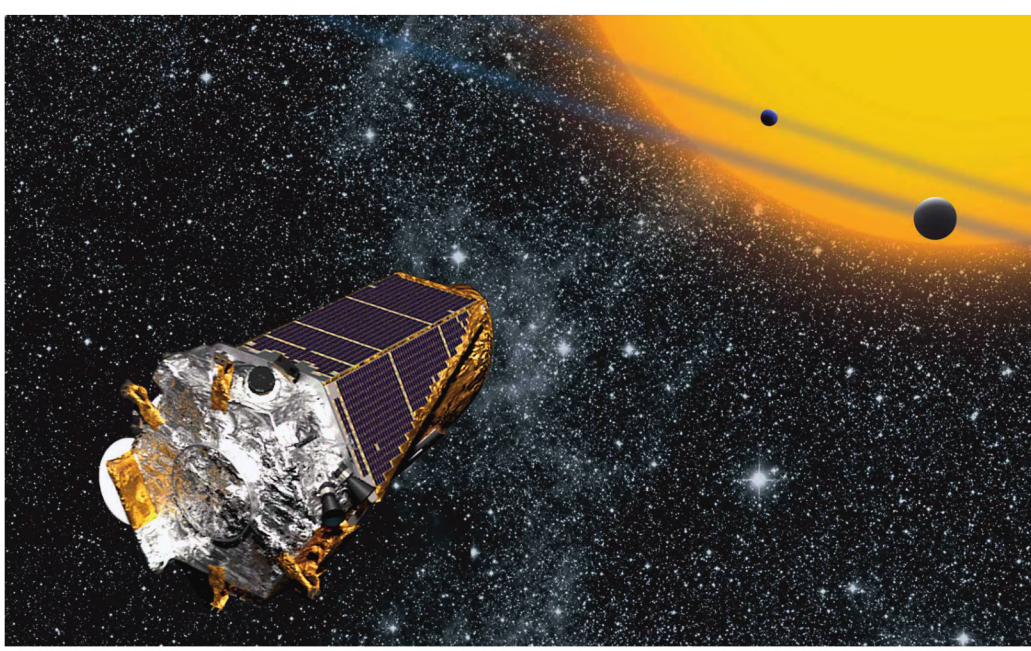
Paljud Horisondi lugejad kindlasti teavad, aga olgu siin üle korratud, et Bernhard Schmidt on päris meie mees, sündinud Tallinna külje all Naissaarel. Tema esivanemate hulgas oli sakslasi, rootslasi ja eestlasi, kodune keel oli eesti keel. Uudishimulikul poisil juhtus 15-aastasena isetehtud lõhkeainet katsetades õnnetus, mille käigus ta kaotas parema labakäe. See ei takistanud aga Schmidti saamast tunnustatud optikuks, kes oma ainsa terve käega valmistas Saksamaal suurepäraseid peegleid ja läätsesid. Oma leiutisele Schmidt patenti ei taotlenud, ta suri 1. detsembril 1935 üksiklasena ja on maetud Hamburg-Bergedorfi obervatooriumi aia kõrvale. Schmidti teleskoopi või kaamerat teavad aga kõik maailma astronoomid, selle modifikatsioone ja edasiarendusi leidub paljudes maapealsetes observatooriumides ja kosmoseteleskoopides, neid kasutatakse Maa tehiskaaslaste jälgimiseks. Kuidagi on niimoodi juhtunud, et Eesti astronoomide töösuundades pole laia vaateväljaga Schmidti teleskoop tingimata vajalikuks osutunud, ja nii leiduvad lähimad meie kuulsa poja leiutised Riia lähedal Baldones ning Turu lähedal Tuorlas. Võime aga uhked olla, et Schmidti tüüpi kaamera abil on tänaseks leitud tuhandeid eksoplaneete.

Kepler ja Schmidt kohtuvad kosmoses

1990. aastatel ei olnud veel selge, kas ja kui palju Maa-taolisi planeete võiks teiste tähtede juures leiduda ja kas nende poolt tekitatud tähevarjutusi saab usaldusväärselt jälgida. NASA aktsepteeris alles teadlaste viienda sellesisulise ettepaneku ning hakkas 2002. aastal ehitama kosmoseteleskoopi Kepler, mis sai nime kuulsa astronoomi, planeetide liikumise seaduste avastaja Johannes Kepleri (1571–1630) järgi. Küll aga oli asjaosalistele algusest peale selge, et parim optiline süsteem suurema taevaala pidevaks jälgimiseks on Schmidti oma. See kindlustas vaateväljа umbes 105 ruutkraadi, mis katab kogu taevast 0,25%. Vaatlemiseks valiti ala Linnutee tasandi lähedal, Luige, Lüüra ja Draakoni tähtkujude piirimail ehk suunas, kuhu Päike oma tiirlemisel ümber Linnutee galaktika keskpunkti liigub. Vaadeldavaid tavalisi ehk peajada tähti on selles väljas umbes 150 000, neist omakorda üle 90 000 spektriklassist G ehk Päikesele kõige sarnasemaid.

Kepleri tööülesandeks oli jäädvustada need 150 000 tähte iga 30 minuti tagant, suruda saadud info maksimaalselt kokku (visates välja suure osa taevafooni sisaldavaid nö ülearuseid

NASA



Kepleri teleskoobiga on leitud üle 2000 eksoplaneedi

2015. aasta sügisel sattus kogu maailma meedia elevusse ühest teadusartiklist, mis saadeti avaldamiseks Suurbritannia Kuningliku Astronoomiaseltsi kuukirja. Selles oli juttu Kepleri poolt vaadeldud tähe KIC 8462852 (KIC = Kepler Input Catalogue) iseäralikust käitumisest. Artikli esimeseks autoriks oli USA astronoom Tabetha Boyajian – seetõttu nimetatakse kõnealust tähte ka Boyajiani või Tabby täheks – ning see baseerus tööl, mida teeb hulk vabatahtlikke oma koduarvutite taga. Nimelt uuritakse Kepleri tähtede heleduskõveraid ehk ajalise muutumise graafikuid ka käsitsi, õigemini visuaalselt, sest inimsilm võib koostöös ajuga märgata selliseid iseärasusi ja nüansse, mida arvuti ei oska klassifitseerida. Veebilehel www.planethunters.org võib igaüks proovida, kas ta leiab mõne eksoplaneedi tekitatud tähevarjutuse – või siis midagi muud huvitavat. Just viimasesse rubriiki näib kuuluvat KIC 8462852, mis juba mainitud artikli alapealkirja järgi on saanud ka teise, veidi kahemõttelise tähise: WTF star – lausest „Where's the flux?" ('Kuhu kadus kiirgusvoog?').

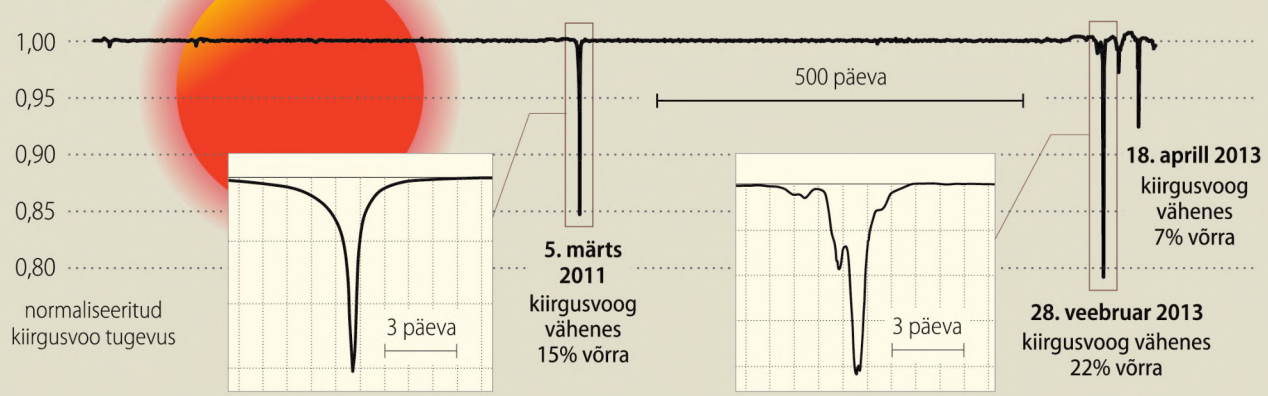
Tõepoolest, erinevalt eksoplaneetide üleminekust, mille puhul tähe kiirgusvoog nõrgeneb 0,01–1% võrra, leiti sellel tähel 5. märtsil 2011 nõrgenemine tervelt 15% võrra ning 28. veebruaril 2013 koguni 22% võrra. Kui oletada selliste ühe päeva ringis kestvate tuhmumiste kordumist umbes kahe aasta tagant, oleks võinud midagi oodata ka veebruaris 2015, aga siis Kepler oma juhtmootorite probleemi tõttu enam esialgset taevaala ei vaadelnud. Tänavu kevadel peaksid sellele iseäralikule tähele olema suunatud paljud maapealsed teleskoobid.

Tegelikult ei ole selles ju esmapilgul midagi iseäralikku: spektriklassi F täht, Päikesest veidi massiivsem (1,43 Päikese massi) ja kuumem (6750 K pinnal). Aga ei ole ühtegi head loomulikku põhjust, miks peaks tähe kiirgus järsku niimoodi nõrgenema. Tõsi, päris noorte tähtede puhul – aga KIC 8462852 selleks ei kvalifitseeru – võib vahel midagi sarnast ette tulla, kui ümbritsev tolmupilv tähele langeb. Sel juhul peaks tähel olema tugevnenud infrapunane kiirgus, aga seda ei ole KIC 8462852 juures nähtud. Sama probleem tekib oletusega, et tähe ümber on planeedihakatiste kokkupõrkel tekkinud pilv. Kõige tõepärasem tundub praegu seletus, et tähte ümbritseb komeetide pilv – midagi sellist nagu meie Päikesesüsteemi Õpik-Oorti pilv –, mida aeg-ajalt häirib üks teine täht ja millest märkimisväärne osa seetõttu meie huviobjektile langeb, tekitades lühiajalise tähevarjutuse. Aga nii 22% heleduse langust seletada tundub ikka väga küsitav.

Niikaua kui paremat seletust pole, võiks sobida ka astronoom Jason Wrighti poolt pakutu: KIC 8462852 juures elab supertsivilisatsioon, kes on oma tähe ümber ehitanud Dysoni sfääri – megastruktuuri mingitest energiakogujatest, mis püüavad kinni tähe energia ja suunavad selle neid ehitanud olendite käsutusse. SETI raadioteleskoobid pole esialgu mingeid tehislikke signaale tabanud…

Muidugi on ette võetud ka tähe KIC 8462852 käitumise pikem ajalugu. Ühe uurimuse järgi näis tähe heledus olevat viimase saja aasta jooksul pidevas langustendentsis ja võrreldes 1890. aastaga vähenenud 16% võrra. Mitmed teised teadlased on aga selle tulemuse ümber lükanud. Üks põhjalikumaid vanade fotoplaatide uuringuid, kus osales ka Tartu observatooriumi noor astronoom Taavi Tuvikene, näitas, et tähe heledust võib viimase sajandi jooksul konstantseks lugeda 3-protsendilise täpsusega. Leiti ka üks võimalik tuhmumine 24. oktoobril 1978, mille järgi saadi nende võimaliku kordumise perioodiks 738 päeva. •

Kepleri tähe KIC 8462852 heleduskõver



PNS INFOGRAAFIKA

piksleid) ning saata kogutud andmed kord kuus 12 gigabaidina maapealsesse andmetöötluskeskusse. Seal sõelutakse pooleldi automaatselt, pooleldi inimeste abiga välja võimalikud varjutused, mis osutavad planeetidele. Nii kolm ja pool aastat järjest. Tihe jälgimine on vajalik, sest varjutus kestab tavaliselt vaid mõne tunni ja võib korduda päevade, kuude või isegi aastate pärast.

Kepler startis 7. märtsil 2009, jõudis õnnelikult temale määratud orbiidile ning pärast nõutavat testimist ja seadistamist (mille käigus juba saadi teaduslikult huvitavaid andmeid) hakkas detsembris 2009 täitma oma programmi, mis pidi kestma 2012. aasta keskpaigani. Töö käigus selgus, et saavutatav fotomeetriline täpsus jääb oodatule siiski veidi alla ning kevadel 2012 otsustas NASA pikendada Kepleri tööd 2016. aastani, kindlustamaks tulemuste maksimaalset kvaliteeti. Peagi algasid hädad. 14. juulil 2012 ütles üles üks neljast

juhtimismootorist. See veel Kepleri asendi stabiilsena hoidmist ei takistanud. Kui aga 11. mail 2013 keeldus töötamast ka teine juhtimismootor, ei olnud enam võimalik Keplerit oma sihtmärgil hoida. Kuni augustini üritasid NASA insenerid mootoreid taaskäivitada, kuid siis olid nad sunnitud alla andma – Keplerile tuli leida uus tegevusviis ja -eesmärk. Selleks sai jätkumissioon K2, mille käigus vaadeldakse taevast valitud alades ekliptika lähedal. Heleduse mõõtmine 30-minutilise intervalliga annab huvitavat infot paljude astronoomiliste objektide kohta, olgu need siis asteroidid, komeedid, muutlikud tähed – eriti supernoovad – või lihtsalt peajada tähed, mille eest planeedid läbi lähevad: K2 on avastanud üle 40 uue eksoplaneedi.

Kõigele vaatamata võib Keplerit pidada suureks õnnestumiseks. Võimalust mööda kontrollitakse kõiki Kepleri avastatud planeedikandidaate teiste meetoditega, eelkõige radiaalkiiruste mõõtmisega spektroskoopilistest vaatlustest. Seetõttu võtab lõplik kinnitamine aega ja teadaolevate eksoplaneetide arv suureneb vahel hüppeliselt. Kui näiteks jaanuaris 2015 anti teada 1000. Kepleri planeedist, siis 10. mail 2016 avalikustati korraga 1284 uut avastust. Selle loo kirjutamise ajal läheneb Kepleri poolt leitud ja kinnitatud eksoplaneetide arv 2400-le ning üle 2000 kandidaadi ootab veel kinnitamist. Oleks vast liiga enesekeskne väita, et kõik see sai võimalikuks vaid tänu Bernhard Schmidtile, aga võime ikkagi uhkust tunda, et sellise ajaloolise seose kaudu osaleb Eesti otsingutes, mis tõenäoliselt saavad 21. sajandi astronoomia üheks peamiseks teemaks.

Tulevikutuuled

Küllap on Eesti astronoomidel ka tulevikus eksoplaneetide kohta oma sõna öelda. Noored talendid Mihkel Kama ja Mihkel Pajusalu on juba algust teinud. Ei saa ju kõrvale jääda uurimissuunast, mis on paarikümne aastaga tõusnud väikesest nišist peavoolu. Vaatlusandmete kogumisel jääb oluline roll kosmoseaparaatidele, sest Maa atmosfäär seab paratamatult oma piirangud. Nii Euroopa kosmoseagentuur ESA kui USA NASA plaanivad juba 2018. aastal orbiidile saata uued väikesed spetsialiseeritud missioonid. NASA TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) kavatseb Kepleri tööd laiendada kogu taevale, aga vaatleb ainult 200 000 suhteliselt heledat tähte Päikese läheduses. Loodetakse leida vähemalt 1600 Maast mitte väga palju erinevat planeeti, lisaks ka arvukalt gaasilisi hiidplaneete. Huvitavamad leiud saavad omakorda 2018. aastal startiva suure James Webbi kosmoseteleskoobi (JWST) uurimisobjektideks.

ESA läheb esialgu teist teed. CHEOPS (CHaracterising ExOPlanet Satellite) võtab ette heledamad tähed, mille juures on juba teada Maa- kuni Neptuunisuuruste planeetide olemasolu, ning üritab võimalikult täpselt määrata planeetide masse, raadiusi ja tihedusi, et teha järeldusi planeetide ja nende atmosfääride ehituse kohta ning sedakaudu täpsustada nende tekke teooriat. Ka CHEOPS söödab huviäratavamad objektid ette JWST-le või maapealsele Euroopa ülisuurele teleskoobile E-ELT (läbimõõt 39 m, peaks valmima 2024). ESA järgmine samm on suurejoonelisem: PLATO (PLAnetary Transits and Oscillations, stardiaastaks plaanitud 2024) ühendab teatud mõttes nii Kepleri, TESS-i kui CHEOPS-i eesmärke, aga kõrgemal tasemel. 24 väikest teleskoopi koos kaameraga kindlustavad vaateväljа 2250 ruutkraadi, mida pildistatakse iga 25 sekundi tagant. See ei ole üks fikseeritud taevaala, vaid 6,5 aasta jooksul loodetakse üle käia 10–50% kogu taevast. Uurimise tulemusena peaks leitama arvukalt uusi eksoplaneete, eriti Maa-taolisi, sellisel kaugusel ematähest, kus võiks leiduda vedelat vett. Nii sagedane heleduse registreerimine annab olulist infot ka tähtede võnkumiste kohta, mis omakorda lubab arendada tähtede siseehituse ja evolutsiooni teooriaid.

PLATO peaeesmärgiks on vastata küsimusele, kui levinud on Maa-taolised planeedid ja kui paljud neist on sobivad elu väljaarenemiseks. Siit jääb veel samm järgmise küsimuseni: kas mõnel neist planeetidest leidub inimesega sarnanevaid elusolendeid? Keegi ei tea, kui pikk või aeganõudev see samm on. Iga uus teadmine eksoplaneetide kohta toob meid vastusele veidi lähemale. Lõpuks ehk polegi tähtis, kas elu kandev Maa ja Päikesesüsteem on meie Galaktika ja kogu universumi mastaabis täiesti tavaline nähtus või on meie olukord ja tingimused siiski kuidagi erilised, mida mujal naljalt ei leidu – selle, „harukordse Maa“ hüpoteesi kinnituseks saab tuua arvukalt teaduslikke argumente. Meile on igal juhul oluline mõista oma kohta kosmoses ning hoida oma kosmoselaeva Maa heas korras. •

ESO

Tšiilisse ehitatav Euroopa ülisuur teleskoop E-ELT

LAURITS LEEDJÄRV (1960) on astronoom, Tartu observatooriumi vanemteadur, tähefüüsika osakonna juhataja. Uurinud kaksiktähti, nende ehitust ja evolutsiooni ning tähtede rolli universumis.

B
BIOLOOGIA

ANDRES AINELO, SULEV KUUSE

ÜLE POOLE SAJANDI EESTI BIOLOOGIAOLÜMPIAADI

Sel õppeaastal peeti Eesti bioloogiaolümpiaadi juba 56. korda. Võistlus läks lahti veebruari alguses, kui 459 õpilast kokku 89 koolist üle Eesti lahendasid kahe tunni jooksul piirkonnavooru teoreetilisi ülesandeid. Nende tulemuste põhjal selgusid lõppvoorus osalejad: üldpingerea parimad ja lisaks iga maakonna ning Tallinna, Tartu, Pärnu, Kohtla-Järve, Narva ja Sillamäe tublimad noored bioloogid – kokku 68 loodushuvilist.

Lõppvoor toimus napilt kuu aega pärast esimest jõukatsumist. Juba märtsi esimesel nädalavahetusel kogunesid õpilased Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituuti. Enne ülesannete kallale asumist kuulati traditsioonilist avaloengut, mille seekord pidas diplomaat ja bioloog ning Eesti bioloogiaolümpiaadi veteran Toomas Tiivel teemal „Miks ma arvan, et bioloogiharidus on üks kõige paremaid haridusi“.

6 tundi katsetamist

Seejärel oligi aeg asuda esimese võistluspäeva pingelisema osa juurde. Õpilased jagunesid rühmadesse ning kokkuvõttes tuli igal rühmal teha neli praktilist tööd: kokku kuus tundi katsetamist, kaks kahe- ja kaks pooleteisetunnist ülesanneteplokki.

Botaanika praktikumis oli vaja mikroskoobis vaadelda taime ristlõike preparaati ning ka ise taimest üks preparaat valmistada. Lisaks pidid võistlejad oskama kasutada taimemäärajat, et tuvastada herbaariumieksponaat. Samuti oli tarvis tunda erinevaid samblike vorme.

Mahukas praktilises loomaanatoomia ja -süstemaatika töös tuli osata määrata liike, seekord erinevaid linde. Edasi vaadeldi mikroskoobis putukate suiseid ning otsustati, millisele putukarühmale need kuuluvad. Tutvuti ka ühe lihtsama meetodiga erinevate liikide põlvnemispuu koostamiseks. Näidisandmestiku põhjal pidi iga võistleja koostama fülogeneetilise puu.

Viimaks tuli oma käeosavus proovile panna räime uurimisel ja lahkamisel. Muu hulgas oli vaja määrata isendi sugu, tuvastada erinevad organid, teha neist preparaadid ja hinnata vesinikperoksiidi lagundava katalaasi-nimelise ensüümi aktiivsust.

Ensüümidele keskendus ka taimefüsioloogia praktikum, kus võistlejatel tuli uurida taimest pärit ensüümi peroksüdaasi. Esmalt pidid võistlejad ise nisuidandite lehtedest vedelas lämmastikus uhmerdades ensüümi eraldama ning seejärel mõõtma saadud lahusest peroksüdaasi aktiivsuse.

Biokeemia praktikumis mõõdeti värvusreaktsiooni abil lahuste suhkrusisaldusi. Esmalt oli õpilastel meetodi kalibreerimiseks vaja valmistada ja mõõta mitmeid teadaoleva suhkrusisaldusega lahuseid. Saadud seost kasutati glükoositableti ja mee suhkrusisalduse mõõtmiseks.

Tublimatest tublimad

Raske eksperimendipäev lõppes õpilaste jaoks õhtul veidi enne kella üheksat. Žürii töö läks aga edasi,

FOTOD: SULEV KUUSE

Botaanika praktikum, kus oli vaja näidata ka head taimemääraja kasutamise oskust

suuremalt jaolt sai õppelaboritest praktikumide jäljed koristatud ning alata võis tööde hindamine. See tegevus kulges tavapäraselt öösse, tulemused said lõplikult paika varahommikul kella nelja ajal.

Pühapäeval ootas õpilasi kaks keerukamate teooriaülesannete vooru. Niipea kui esimesed vastuselehed laekuma hakkasid, asus žürii neid parandama. Tänu hästi ühtlustatud ülesannete formaatidele ja juba mitmendat aastat lihvitud IT-lahendusele oleme suutnud muuta parandamistöö kiireks ja sealjuures ka täpseks. Kaks žüriiliiget sisestavad sõltumatult iga võistlustöö vastused arvutisse, kus punktisummad automaatselt välja arvutatakse.

Kuniks žürii pärast vastamisaja lõppu paberivirnade digikujule viimise ja hiljem juba lõplike paremusjärjestuste selgitamisega tegeles, oli õpilastel võimalik külastada Tartu ülikooli loodusmuuseumi või Ahhaa keskust. Seejärel koguneti taaskord auditooriumisse ja kuulati entomoloogia professori Toomas Tammaru lõpuloengut „(Roheline) bioloogia ei ole valmis“. Tulevastel olümpiadistidel tasub sellest meeles pidada, et tänapäeval ei saa rääkida eraldi „rohelisest“ ja „valgest“ bioloogiast – bioloogia muutub üha enam erinevate distsipliinide ja valdkondade sünteesteaduseks.

Eesti bioloogiaolümpiaadi viimane vaatus oli parimate väljakuulutamine. Kuna võistlusvoorusid oli palju ning eraldi peeti ka arvestust klasside lõikes, jagus auhindu mitmetele. Olümpiaadi üldvõitjaks tuli Richard Luhtaru Hugo Treffneri gümnaasiumi (HTG) 10. klassist, kes saavutas parima tulemuse ka biokeemia ja taimefüsioloogia eksperimentides ning praktikumide koondarvestuses. 11. klassi võitja oli Airon Oravas Tallinna reaalkoolist (TR). 12. klassi parim, samuti teooriavooru ja botaanika praktikumi võitja, oli Kaarel Hänni (TR). Loomaanatoomia praktikumi parimaks kuulutati sama kooli õpilane Robert Sepp, taimefüsioloogias jagasid Richardiga esikohta Teet Saar ja Andreas Must (mõlemad TR). Žürii eriauhinna sai tänavu ainus gümnasistidega mõõtu võtnud 9. klassi õpilane Kaarel Kivisalu (TR) ning Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi eriauhinna igati positiivse suhtumise eest pälvis Kilingi-Nõmme gümnaasiumi õpilane Allan Rist.

10. klasside esikolmikusse kuulusid Richard Luhtaru (HTG, õpetaja Saima Kaarna), Andreas Must (TR, õpetaja Kertsi Veskimets), Kirke Joamets (HTG, õpetaja Saima Kaarna). 11. klasside esikolmik oli: Airon Oravas (TR, õpetaja Kersti Veskimets), Maria Bograya (Kohtla-Järve Järve vene gümnaasium, õpetaja Krista Piir), Martti Vanker (HTG, õpetaja Saima Kaarna). 12. klassides olid parimad: Kaarel Hänni (TR, õpetaja Kersti Veskimets), Frida Laigu (Gustav Adolfi gümnaasium, õpetaja Helina Reino) ja Teet Saar (TR, õpetaja Kersti Veskimets).

Lõplike tulemuste põhjal kutsuti 14 parimat õpilast Tartusse aprilli alguses toimunud treeninglaager-valikvõistlusele. Koolituse ja eksamitulemuste põhjal pandi kokku Eestit tänavu rahvusvahelisel bioloogiaolümpiaadil (IBO) esindav võistkond, kuhu kuuluvad Kaarel Hänni ja Carel Kuusk (mõlemad Tallinna reaalkoolist) ning Aaro Kristjuhan ja Meeri Jürgenson (mõlemad Hugo Treffneri gümnaasiumist). Suve hakul ootab neid ees mitmepäevane treeninglaager Tartu ülikooli auditooriumites ja laborites ning 25. juulil asuvad nad Suurbritannias Warwickis lahendama 28. IBO küsimusi ja ülesandeid. •

Biokeemia praktikumis oli vaja mõelda, mida täpselt küsitud on

Teooriavoor peale 9-tunnist praktikumide võistluspäeva tõi kas une peale või naeratuse suule. Nuputamist jagus igale maitsele

PANE END PROOVILE KÜSIMUSEGA BIOLOOGIAOLÜMPIAADI LÕPPVOORUST!

Looduses on grupp taimeliike, mille õied on tihtipeale sinistes või kollastes toonides. Õite kuju on väga varieeruv – huulõielistest ja liblikõielistest korvõielisteni välja. Õitel on UV-kiirguses näha erinevaid mustreid. Õied enamasti lõhnavad ning nii nektari kui õietolmu produktsioon on väga varieeruv. Nektari koostises domineerib sahharoos, õietolmus erinevad valgud.

Kes võiksid olla selliste taimede peamised tolmeldajad?

A. linnud (nt koolibrid)
B. ööliblikad
C. mesilased
D. mardikad
E. imetajad (nt nahkhiired)

õige vastus: C

Andres Ainelo, 56. Eesti bioloogiaolümpiaadi gümnaasiumi toimkonna liige, Tartu ülikooli doktorant
Sulev Kuuse, 56. Eesti bioloogiaolümpiaadi žürii esimees, Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi vivaariumi juhataja

Tampoonide, termokaamera ja interneti leiutamine

Sõjalistel eesmärkidel on loodud palju uudseid lahendusi. Algselt militaarotstarbelisi esemeid on ajapikku tulnud kasutusele ka tsiviilelus. Vastupidiselt levinud arvamusele ei ole militaarinnovatsioon andnud meile ainult relvi.

VIDA PRESS / ALAMY

Termokaameras on nähtav soojuskiirguse pilt

19. sajandil võttis USA sõjavägi kasutusele tampoonid. Puuvillast tehtud antiseptilisi tampoone kasutati kuulihaavast tekkinud verejooksu peatamiseks. Kuigi tampooni kasutusala on aja möödudes laienenud, kasutavad USA sõdurid neid algsel otstarbel tänapäevalgi.

Omaette suureks edasiminekuks sõjanduses oli sünteetilise kummi kasutuselevõtt. Seoses teise maailmasõja ja selle tarbeks valmistatud tehnikaga kasvas nõudlus kummi järele kiiresti. USA-s kummi tootmine riigistati ja sõjaajal tegeles sellega üle viiekümne tehase. Seda, et kumm mängis viimases ilmasõjas olulist rolli, kinnitab ilmekalt strateegiline pommitamisoperatsioon nimega Pointblank, mille käigus liitlased pommitasid suuri kummivabrikuid Saksamaal ja Itaalias.

Tänapäeval toodetakse sünteetilist kummi ligi 12 miljonit tonni aastas. Kummi kasutusala on lai, varieerudes vettpidavatest jalatsitest kuni raketikütuse koostisosani välja.

Soojus nähtavaks ja infovahetus kiiremaks

Kui tavalised kaamerad töötavad nähtava valguse lainepikkustel, siis termokaamera on projekteeritud „nägema“ soojuskiirgust. Selle tulemusel saab uuritavast objektist teha termopildi.

Termokaamera abil on võimalik näha inimesi ja asju nii pimedas kui näiteks tihedas udus. Sellised kaamerad loovad pildi või video kõigest, millest eraldub ümbritsevaga võrreldes erinev hulk soojust. Termokaamera sarnaneb olemuselt öövaatlusseadmega, kuid erinevalt viimasest ei sõltu selle töö valguse olemasolust.

Esimesed termokaamerad loodi sõjalis-taktikalistel eesmärkidel 1950.–1960. aastatel. Täna kasutavad lisaks sõjaväelastele termokaamerat ka päästjad, sest sellega on võimalik üles leida rusude alla mattunud või metsa eksinud inimesi. Ühtlasi rakendatakse termokaameraid näiteks majade soojustamisel ja meditsiinis.

Korraliku termokaamera hind on üsna krõbe – odavamad kaubandusvõrgus saadaval olevad seadmed maksavad 3000 eurot. Professionaalsete kaamerate hind küündib aga kümnetesse tuhandetesse eurodesse. Samas saab 2016. aasta veebruaris müügile tulnud termokaameraga varustatud telefoni Cat S60 osta vaid 600 euro eest.

1960. aastatel alustati aga USA-s interneti väljatöötamist. Külma sõja oludes tekkis strateegilise infovahetuse kiirendamiseks tungiv vajadus ühendada standardsesse ja töökindlasse võrku kaitse- ja sõjandusvaldkonnas töötavad arvutid. 1987. aastal avati võrk kõigile soovijaile ja selle avalikuks nimeks sai internet. Sealt alates hakkas internet plahvatuslikult levima – üksteise järel hakkasid sellega liituma erinevad USA piirkonnad ja ka teised maailma riigid.

Teemal, mis on internet ja kuidas seda kasutada, ei pea pikalt peatuma, sest internetti kasutab praegu maailmas igapäevaselt enam kui kaks miljardit inimest – neist üle 800 000 Eestis. •

Mathis Bogens
teaduskeskus AHHAA

Vt ka Horisondis 6/2016 ilmunud artiklit „Maailmasõdade pärand ühiskonnale“.

Rubriiki veab SA teaduskeskus AHHAA
www.ahhaa.ee

Andres Tarand, Ain Kallis
EESTI TORNAADOD
280 lk
Varrak, 2017

Varraku kirjastuse „Rohelise Eesti" sarjas, kus 2015. aasta märtsis ilmus minugi pilveraamat, üllitati äsja Andres Tarandi ja Ain Kallise raamat Eesti tornaadodest. Selle eelesitlus toimus juba 23. märtsil ilmateenistuses tähistatud meteoroloogiapäeval.

Omajagu tabavalt võtab raamatu olemuse kokku selle tutvustus: „Seda raamatut ajendas kokku panema kaks asjaolu. Esimene neist oli see, et tornaadode näol on tegemist loodusnähtusega, mida hästi kätte ei saa ega kotti ei pane. Mõtleme selle all ta kirjeldamist standardiseeritud statistiliste parameetritega. Teine asjaolu on tõsiasi, et elame oma naabrite lätlastega koos maanurgas, kus keeristormide kirjeldamine ja uurimine on olnud maailmas võrdlemisi esirinnas, kultuuri järjepidevus ajaloo heitlikkusest tulenevalt aga mõnevõrra katkendlik. Niisiis pani meid tööle ennekõike huvi, mida toetas kohustus eelkäijate ees. Raamat tornaadodest on väga kollektiivne looming, mis hõlmab ajavahemikku aastatel 1745–2015."

See rohkete illustratsioonidega raamat on maiuspala igale ilmahuvilisele, iseäranis neile, keda huvitab ilma kurjem pale. Kindlasti on see väärtuslik, et mitte öelda asendamatu andmeallikas igaühele, kes huvitub tornaadodest.

Enam kui poole raamatu sisust võtavad enda alla läbi aja Eestis ja selle lähiümbruses vaadeldud ja kirjalikesse allikatesse talletatud keeristormide kirjeldused, mis sisaldavad pealtnägijate meenutusi. Lisaks on kõik kirjeldatud keeristormid kokku koondatud eraldi tabelisse.

Samas on raamatu sissejuhatavas osas lähemalt lahti kirjutatud ka tornaadode uurimise ajalugu, keskendudes eeskätt Baltikumile, ning tornaadode tekkepõhjused.

Mida põnevat mulle raamatust silma jäi? Meeldejääv on kindlasti raamatu tuuma moodustav ajalooline ülevaade keeristormidest, mis on pikitud huvitavate seikadega. Huvitavad on ka pisipeatükis „Viheliku mitu nime" välja toodud kõikvõimalikud sõnad, mida kasutatakse või on Eestis kasutatud õhukeeriste nimetamisel ja kirjeldamisel – eriti näiteks *merejänes* ja *ebajalg*. Kõigi teiste hulgast väärivad esile tõstmist Lii Teäre kirjeldatud üleelamised 1985. aasta augustis möllanud Haanja trombi hävitustöö ajal ning samuti on väga huvitav 1987. aasta juulis Väinamerel nähtud vesipüksiseeria juhtumianalüüs.

Huvipakkuv on tornaadode klassifikatsioon, mis hõlmab igasuguseid õhukeeriseid alates mesotsüklonaalsetest tornaadodest kuni pagikeeriste ehk gustnaadodeni välja. Kõik õhukeerised ei olegi hävitavad, sest on ka „malbeid", nagu näiteks tolmukeerised ehk tolmukuradid (mida võib kuumadel suvepäevadel tihti kohata kuivadel freesturbaväljadel) ning nõrgemad maa- ja vesipüksid.

Tornaadode statistikast koorub välja fakt, et aegade jooksul on märtsis ja novembris meil kummaski kuus registreeritud vaid üks tornaado. Detsembris, jaanuaris ja veebruaris pole aga esinenud mitte ühtki, ehkki tornaadode tekkega seostuvat äikest ja rünksajupilvi on olnud ka talvekuudel.

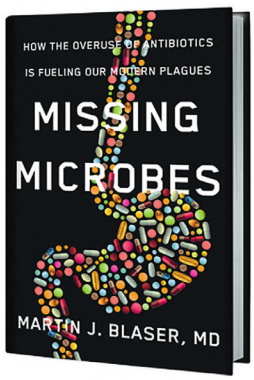
Keeristormide kirjelduste põhjal võib näha, et just vanimad kirjeldused ja juhtumid on enamasti olnud ka kõige karmimate tagajärgedega. Kuidagi ei saa ma aga mööda minna 2012. aasta juuli lõpus Jõgevamaal Umbusi lähedal möllanud tornaadost, mille jälgi käisin koos Ain Kallisega lähemalt uurimas. Isegi kuu aega hiljem leidsime sealt umbsõlmedes puuvõrasid ja ühe kännu, mille tornaado oli sõlme keeranud. Omaette märkimisväärne on 1998. ja 2001. aasta trombirohkus: kui esimese puhul on Tarandil kirja saanud 9, siis viimase korral koguni 10 tornaadovaatlust.

Aprillis Tallinnas Solarise Apollo raamatupoes toimunud tornaadoraamatu esitlusel oli kohal ka Nissist pärit Tiiu Belimova, kes meenutas 2002. aasta juuli hakul Keilas tuuseldanud tornaado ajal kogetut. Minu arvates on see tornaado siiski vastuoluliste tõlgendustega sündmus. Ma pole üldsegi veendunud, et tegu oli tornaadoga, millena seda kirjeldatakse, vaid see võis vabalt olla ka erakordselt intensiivne pagi, nn allapuhe (*downburst*) ehk „mikrotorm" (nagu on seda tõlkinud meteoroloog Milvi Jürissaar), mis võib jätta mulje tornaadost. Allapuhe on oma olemuselt väga tugev külma õhu juga, mis laskub rünksajupilvedest ja paiskub aluspinnaga kokku puutudes igas suunas laiali. Kuna sel juhul võib puhangulise tuule kiirus ulatuda kuni 30 m/s, kaasnevad sellega suured purustused.

Kuigi tornaadoraamat on väga mahukas (kokku 280 lk) jäi autorite sõnul teosest veel niivõrd palju materjali üle, et selle põhjal võiks kirjutada mitu bakalaureuse- ja vähemalt ühe magistritöö. •

Jüri Kamenik, meteoroloog, Tartu ülikooli loodusgeograafia doktorant

RAAMAT BAKTERITEST



MISSING MICROBES
HOW THE OVERUSE OF ANTIBIOTICS IS FUELING OUR MODERN PLAGUES
Martin J. Blaser
274 lk
Oneworld, 2014

„Missing microbes" on raamat bakteritest. Mikroorganismid on eksisteerinud Maal üle 3,5 miljardi aasta. Kui vaadata elu arengut meie planeedil 24-tunnisel skaalal, siis ilmuks inimene (*Homo sapiens*) välja alles 2 sekundit enne südaööd! On mõtlemapanev, et mikroobideta ei saaks inimene süüa ega hingata, kuid ilma inimeseta saaksid peaaegu kõik mikroobid suurepäraselt hakkama. Raamat aitab mõista bakterite kahesust – ühe ja sama liigi bakterid võivad olla meile vajalikud ja kaitsvad, kuid ka põhjustada ohtlikke nakkushaigusi. Tuleb tõdeda, et looduses, sh inimeses, ei ole seosed lihtsad, mustvalged ega headhalvad, vaid määratud tasakaalu ja kooseksisteerimise võime kaudu – omavahelisest võitlusest tulemusliku koostööni.

Polegi lihtsalt kokkusattumus?
New Yorgi ülikooli inimese mikrobioomi projekti HMP (Human Microbiome Program) juht, mikrobioloogia professor Martin J. Blaser tutvustab oma raamatus mitmeid olulisi teaduskatseid ja meditsiinistatistikat, jagab isiklikke kogemusi, esitab näideteks üllatavaid seoseid ja võrdlusi, küsib küsimusi ja arutleb, kuid ei kiirusta vettpidava tõestusmaterjalita hinnanguid andma.

Me elame maailmas, kus kasvab kiiresti selliste haiguste nagu astma, diabeedi, rasvumise ja toiduallergiate esinemissagedus. Blaseri arvates ei ole see lihtsalt kokkusattumus: kõigi nende tõbede ühine nimetaja on eluliselt vajalike bakterite hävimine laia toimega antibiootikumide tarvitamise tagajärjel. Raamat otsib vastust küsimusele, mis juhtub, kui miljoneid aastaid meiega koos arenenud ja eksisteerinud keeruline mikroobikooslus, mis mängib tähtsat rolli nii ainevahetuse, immuunsüsteemi kui vaimse tervise käekäigus, lühikese aja jooksul märgatavalt muutub.

Blaser on mures ka keisrilõike populaarsuse kasvu pärast. Loomulik sünnitus ei ole kunagi aseptiline – emalt kandub lapsele üle last kaitsev mikrobiota ning beebi neelab sünnitusteedes olevaid baktereid, mis satuvad koos piimaga lapse seedetrakti. See protsess ei ole juhuslik. Need bakterid on inimese immuunsüsteemi esimesed treenerid, kes õpetavad vahet tegema vajaliku ja ohtliku vahel. On hämmastav, et juba kolmandaks eluaastaks on inimese soolekooslus organiseerunud ja sarnaneb täiskasvanu omaga. Just sel ajal arenevad välja ka lapse ainevahetus ning immuun- ja närvisüsteem, luues aluse kogu järgnevaks eluks. Elu algus on kui „avatud aken", see on aeg, mis mõjutab kõige rohkem meie tulevikku. Tänapäeval sünnib paljudes riikides ilma oluliste näidustusteta suur osa (40–80%) lapsi keisrilõikega. Nende laste mikrobiota ning regulatsioonisüsteemide väljakujunemine erineb loomulikust. Paradoksaalsel kombel kaasnevad meditsiini arenguga uued ohud ning paljud tänased otsused mõjutavad järgmisi põlvkondi.

Mikrobioloogias ja meditsiinis on Alexander Flemingi avastatud penitsilliin pöördelise tähtsusega, antibiootikumid on päästnud sadade miljonite inimeste elu. Samas oleme kaotanud palju meile kasulikke mikroorganisme. 1950. aastatel hakati väikesi (subkliinilisi) antibiootikumide doose kasutama farmiloomadel ja -lindudel kasvustimulaatorina. Samasuguse efektiga on antibiootikumravi inimese puhul. Asjaolu, et tänased lapsed on sageli oma eelkäijatest pikemad ja tüsedamad, on kindlasti seotud ka muutustega meie seedetrakti mikrobiootas.

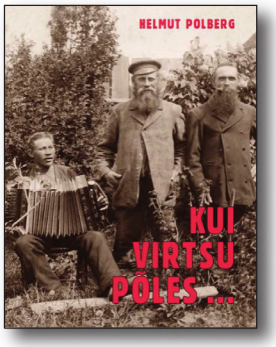
Korrelatsioon ei pruugi veel olla põhjuslik seos
Blaser on üle 30 aasta oma teadlaskarjäärist uurinud iidset bakterit *Helicobacter pylori*, mis on sadu tuhandeid aastaid elanud inimese maos, kuid on hakanud viimase poolsajandi jooksul inimese elukeskkonna ja harjumuste muutumisega välja surema. *H. pylori* seost maohaavandite ning -vähi ohuga näitasid Barry Marshall ja Robin Warren (2005. aasta Nobeli meditsiinipreemia laureaadid) ning sellest ajast „ravitakse" *H. pylori*'t antibiootikumidega. Blaseri teadustöö aga näitab, et *H. pylori*'l on organismis erinevaid ülesandeid, näiteks maohappe sekretsiooni reguleerimine või immuunsüsteemi toimimisele kaasaaitamine. *H. pylori* hävitamise hind võib olla refluks- või mõni teine söögitoruhaigus, samuti on leitud seoseid diabeedi ja astmaga.

Kas teadsite, et antibiootikumid tõstavad vastuvõtlikkust nakkuste, eriti *Salmonella spp* suhtes? Enam kui 60 aasta tagused katsed näitasid, et antibiootikumi saanud hiired nakatusid salmonellaga juba 33 000 korda väiksema doosi korral kui antibiootikumi mittesaanud hiired, sarnast tendentsi kinnitavad ka inimkatsed. Me ei tea, milline on sadade miljonite inimeste ja miljardite antibiootikumidooside kumulatiivne ehk kuhjuv toime. Antibiootikumide kasutamine viirushaiguste puhul, mille vastu need ei aita, kiirendab ravimiresistentsete tüvede selektsiooni, mis on suurim antibiootikumidega seotud oht. Tänases maailmas tapavad resistentsed patogeenid tuhandeid inimesi, levides väljapoole haiglaid ning ületades riigipiire ja ookeane.

Blaser tunnistab, et kriitilises olukorras on antibiootikumid siiski vältimatud. Massilisel ja mõtlematul antibiootikumide kasutamisel on aga liiga kõrge hind. Autor on optimistlik ja loodab, et muutused tulevad kiiremini, kui me arvame ning päästavad meid suuremast katastroofist. Juba praegu on arendamisel spetsiifilised kitsa spektriga ravimid ning kiired diagnostilised testid patogeenide täpseks määramiseks. Me seisame ristteel, oma laste ja lastelaste nimel peame tegutsema targalt. Tulevikupildina kirjeldab Blaser, kuidas iga imik saab juba sünnitusmajast kaasa personaalse, oma soolekooslusele vastava bakterikokteili soovituse.

„Missing microbes" on kaanest kaaneni põnevust täis, (kaasa) mõtlema panev, hirmutavalt veenev õpetus seostest elusloodusses ja võimalikest abinõudest antibiootikumide talve vastu – vältimaks olukorda kus loodus on meid üle kavaldanud ja antibiootikumid enam tavaliste nakkushaiguste vastu ei aita. •

Signe Adamberg, Tallinna tehnikaülikooli keemia ja biotehnoloogia instituudi vanemteadur, mikrobiolooog



HELMUT POLBERG
KUI VIRTSU PÕLES...
159 lk
Virtsu Arenguselts, 2016

Hanila vallast pärit raamatugraafik Helmut Polberg kogus juba kooliajal kodukandi ajalugu ja rahvapärimust. Üleskirjutatud rahvaluule ja murdesõnad saatis Emakeele Seltsile, etnograafilised esemed Eesti Rahva Muuseumile, aga neid jagus ka Hanila ja Virtsu muuseumile. Polberg lõpetas kaua koostatud ja viimistletud raamatu käsikirja 2009. aastal. Raamat koosneb valdavalt seniavaldamata tekstidest ja paljudest ajaloolistest fotodest. Viimased olid Polbergi suurim kirg. Tema suureks teeneks oli näiteks Hanila kandi päevapiltniku Karl Tähe klaasnegatiivide kogu päästmine ja säilitamine.

Raamatukaante vahele talletatud kodulooline materjal on pärit eeskätt Hanila ja Karuse kihelkonnast, üht-teist leidub ka Varblast ja Lihulast.

Polbergi kolleeg ja hea sõber Heinz Valk märgib raamatu eessõnas, et mõnele noorele lugejale võivad Polbergi tekstid tekitada kohati peamurdmist. „Tema kasutatud rahvalikud väljendid ja murdesõnad ei ole ühe ropsuga mõistetavad. Nii nagu ka Helmuti eneseväljenduse eripära, mis tükati on nii napp, et lause koosneb vaid ühest sõnast või kus eesti grammatikareegleid on rikutud igal viisil. Ent see on raamatu üks võlusid. Kes need iseärasused endale selgeks teeb, saab suure naudingu osaliseks," osutab Valk. •

TEADUS KOLME MINUTIGA
Koostaja Ebe Pilt
208 lk
Argo, 2017

Rahvuskultuuri pole olemas omakeelse teaduseta. Omakeelse teaduse vundamendiks on omakorda populariseerimine. „Teadus tähendab mitte ainult uute ja oluliste teadmiste saamist, vaid ka nende kommunikeerimist teistele. Selle määratluse viimane sõna annab mõtte esimestele. Kommunikatsioon ei ole lihtsalt eetrisse paisatud bittide, sõnade, piltide, visioonide ega strateegiate valang. See saab tegelikkuseks alles siis, kui sõnum on mõtestatult vastu võetud," võib lisada veel Eesti teaduste akadeemia presidendi Tarmo Soomere kuldsed sõnad.

Aga kuidas oma teadustööd populariseerida nõnda, et sellest saaks ka iga vanaema aru? Just sellele suurele küsimusele raamatust vastuseid leiabki.

Kogumikku on koondatud teaduste akadeemia korraldatud konkursi „Teadus kolme minutiga" ühtekokku 32 doktorandi võiduloengud. Nii mõnegi lühiettekande autorid on juba Horisondi lugejatelegi tuttavad kirjutajad.

Raamatu lugemisel on soovitatav käepärast hoida ka ruutkoodilugejaga nuhvel: esile tõstetud ettekannete juurest viivad lingid videosalvestisteni ning tööde juurde kuuluvate helifailide, animatsioonide ja lisamaterjalideni. Raamatu lõpuosas on eraldi välja toodud asjatundlikud näpunäited, kuidas teadustööd mitteteadlastest koosnevale publikule tutvustada. •

VALLO KRUUSER

SELLES NUMBRIS: ÜLAR MARK

LUGEMISELAMUS

Minu viimased lugemiselamused on pooleliolevad elamused. Olen selline mitu-korraga-lugeja, kokku saab justkui interneti hüperteksti. Üks raamatuhunnik on maal, teine linnas. Maal on pooleli Saul Bellow' „Augie Marchi seiklused", mis räägib juutide elust Ameerikas. Raamatu algus on üsna segane ja pöörane, lõpp ootab mind alles ees. Eks ta kuulub nende raamatute hulka, mis pole päris minu heinad, aga ehk arendab minus midagi. Mul pole kombeks raamatuid pooleli jätta, eks suvel on aega jätkata. Praegu on ta teistega koos hunnikus, aga küllap ma ta varsti läbi loen.

Linnahunnikus on Umberto Eco „Eilse päeva saar" ja Paul Kerese „Mälestusi. Materjale. Kirju". Nagu Eco raamatutes ikka, on selleski läbisegi nii ajalooline, inimlik kui ka jumalik tarkus. Selles raamatus lisandub boonusena meresõit ja avastamata saared, mis on mind ikka tõmmanud. Olen Paul Kerese nimelises malekoolis käinud ja maletajana seal täiesti põrunud, aga huvi selle mehe isiku ja elu suhtes on alles.

Viimaste aastate raamatud, mida ma käest panna ei saanud, on aga kõik Haruki Murakami kirjutatud. Lugesin hoolikalt läbi kõik eesti keelde tõlgitud teosed ja mõned ingliskeelsedki. Neis on mingi fluidum, mis kohe kaasa haarab ja enam lahti ei lase, meeldib või ei. Mainimata ei saa jätta ka „Bhagavadgītāt". Kunagi Indias reisides lugesin seda asukohamaa kohustusliku kirjandusena ja läinud talvel lugesin selle uuesti läbi. Need pühad tekstid on justkui aastatuhandete tarkuse kontsentraat, mis annab arusaamise, et inimesed ei ole paari tuhande aastaga sugugi muutunud ega muutu ilmselt ka järgmise tuhandega. •

Ülesanded 25 täringuga

Täringupokker ehk *yahtzee* on täringumäng, milles mängijad üritavad saada erinevaid kombinatsioone viie täringu silmadest. Kombinatsioonide puhul täringute järjekord oluline ei ole. Tuntuimad kombinatsioonid, mida kasutatakse alljärgnevates ülesannetes on:

5Ü – Viis ühesugust (kõigil täringutel on peal ühepalju silmi).
PT – Pikk Tänav (täringutel on viis järjestikust silmade arvu).
LT – Lühike Tänav (täringutel on neli järjestikust silmade arvu).
TM – Täismaja (kolm ühesugust ja kaks teistugust silmade arvu).
4Ün – Neli ühesugust, üks neist erinev; silmade summa täringutel n.
3Ün – Kolm ühesugust, neljas ja viies ülejäänutest erinevad; silmade summa täringutel n.

Ülesandeks on täita 5x5 tabel täringu silmadega nii, et tulemusena saaksime ridadesse ja veergudesse nõutavad kombinatsioonid. Alljärgnevas on toodud näiteülesanne ja selle lahendus.

	TM	3Ü22	LT	4Ü21	PT
3Ü27					
LT					
PT					
4Ü17					
4Ü22					

	TM	3Ü22	LT	4Ü21	PT
3Ü27					
LT					
PT					
4Ü17					
4Ü22					

Loomulikult ei pea ülesande lahendajad ostma omale 25 täringut ja neid pildistama. Iga ülesande lahendusena võib teele saata ka 5×5 tabeli, mis on täidetud numbritega ühest kuueni.

	4Ü9	LT	3Ü22	PT	3Ü8
3Ü17					
LT					
5Ü					
4Ü14					
PT					

	4Ü26	LT	4Ü18	5Ü	3Ü11
PT					
TM					
LT					
3Ü16					
3Ü19					

	3Ü10	PT	4Ü18	LT	4Ü22
3Ü12					
LT					
4Ü26					
3Ü14					
PT					

	3Ü10	TM	3Ü19	PT	4Ü18
3Ü9					
3Ü22					
LT					
3Ü15					
3Ü14					

2. vooru ülesannete vastused

1) 38+21=59
2) 47+35=82
3) 14+56=70
4) 316+254=570
5) 839+104=943 Hüpoteetilised lisavõimalused: 055+464=519 059+484=543 ja 095+484=579.
6) 98+78+74=250

Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. juuni 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.

Teise vooru tulemused

Teise vooru ülesannetes tuli leida arvud, mida esitati katkisel digitaaltablool. Tablool esitatud arvud olid ilma koma ja miinusmärgita, seega naturaalarvud. Kahe- ja kolmekohalised naturaalarvud nulliga ei alga. Paraku saab digitaaltabloodel naturaalarve esitada ka nii, et esimesel kohal on null. Siit tekkis viienda ülesande puhul teatav vastuolu ülesannete sõnastuse lõpulausega: „Kõigil ülesannetel on üksainus lahend". Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja kuus punkti teenisid Arne Hannus, Juhan Idnurm, Aavo Irval, Vladimir Jaanimägi, Kalle Kulbok, Aarne Kurjama, Toomas Lausmaa, Sven Oidjärv, Marko Orav, Allar Padari, Silver Rebenits, Meelis Reimets, Jüri Ruut, Margot Sepp, Anti Sõlg, Ants Talumaa, Kuldar Traks, Alo Tuttenpal, Toomas Tõnissoo ja Kevin Väljas. Viienda ülesande puhul märkasid vastuolu Kalle Kulbok, Marko Orav ja **Arne Hannus**. Viimane võitis ühtlasi vooru auhinna, sest pakkus sellele ülesandele välja kolm täiendavat lahendit.

Vooru võitja saab kingituseks raamatu sarjast „Looduse raamatukogu". Sarjas ilmunud raamatutega saab tutvuda www.loodusajakiri.ee ja eelistustest saab teada anda toimetuse telefonil 610 4105 või loodusajakiri@loodusajakiri.ee.

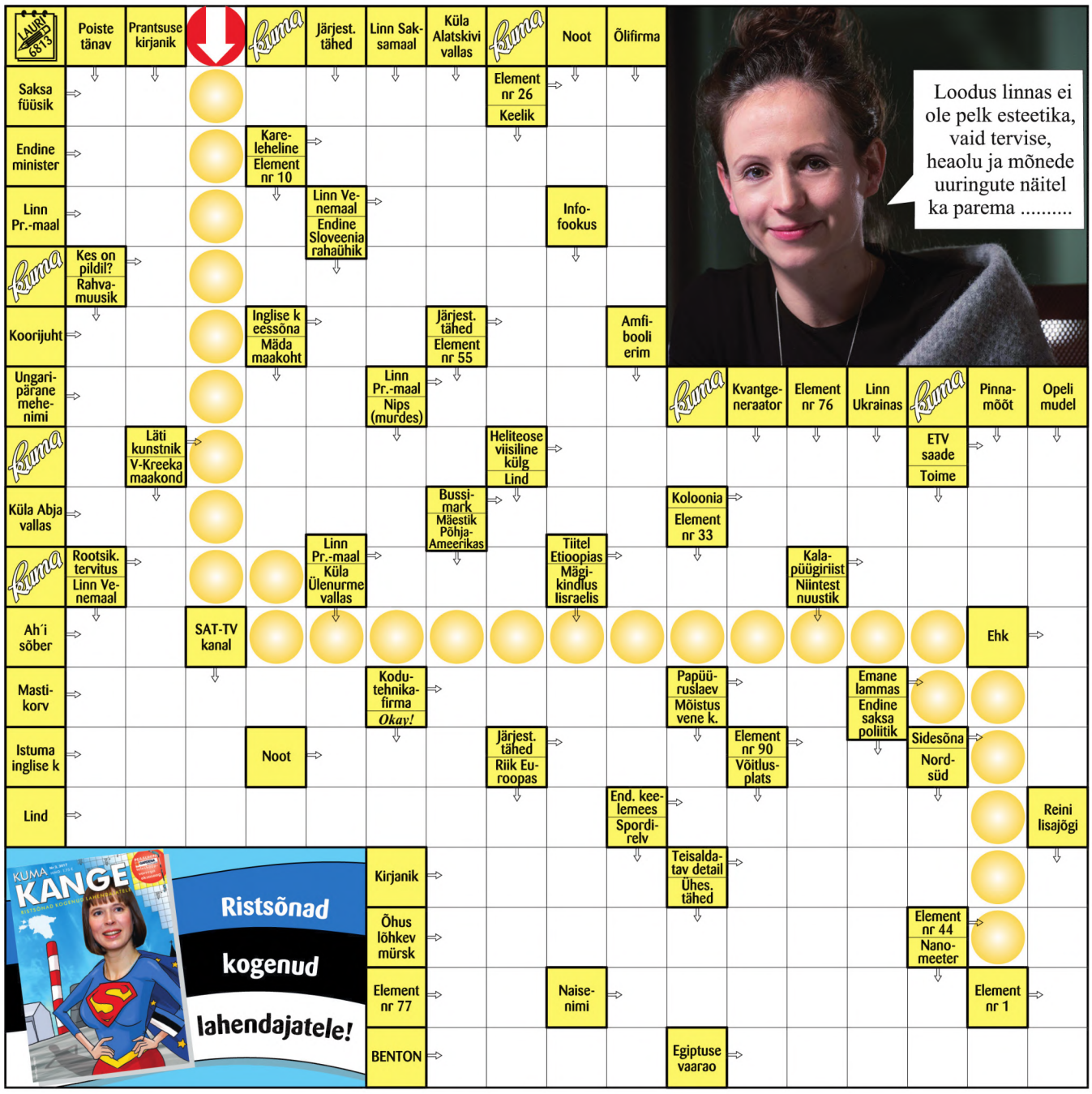
Vaata veebilehelt

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

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

RISTSÕNA

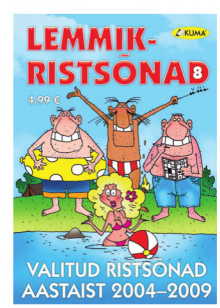
➔ Vastuseid ootame aadressil horisont@horisont.ee või Endla 3, Tallinn 10122.



Lahendajate vahel läheb loosi „Lemmikristsõnade“ aastatellimus.

Eelmise ristsõna õige vastus „Kunstnikuna teen ma omamoodi teadust, minu stuudio on TUNNETUSLIK LABORATOORIUM“ viitab ehtekunstnik Tanel Veenre mõtisklusele eelmises Horisondis.
Loosi tahtel sai „Kuma Kange“ aastatellimuse TIIU TOOMITS Kloogalt.

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



Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK
eelmises numbris:

„Eestlus Venemaa avarustel: külaskäigud Siberi eestlaste juurde“, autor Eva Sepping. Pole lugenud? Osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

1 **Millises linnas** asub fotol nähtav naiskunstnike rahvusmuuseum?

2 See kunstnik on maalinud palju erinevaid müütide ja piibli kangelannasid. Tema 57-st maalist 49-l esinevad naised peategelastena või vähemalt meestega võrdsetes rollides. Oma autoportreel on ta kujutanud end lautomängijana. **Kellest on jutt?**

3 Selle ka ühe riigi kunagisel rahatähel kujutatud kunstniku maal kannab üsna pikka pealkirja „Ilu, juhitud Mõistuslikkusest, tõrjub meelepahaga tagasi Meeletuse ahvatlusi“. **Kes on see kunstnik?**

FOTOD: WIKIPEDIA

4 Pablo Picasso on loonud 58 teosest koosneva maaliseeria, kus ta on oma isikupärasel moel kujutanud kõrgseltskonna daame. **Millise kunstniku teosest sai Picasso inspiratsiooni oma maaliseeriale?**

5 Sellel fotol on näha nii kunstnik kui ka tema autoportree aastast 2005. Kunstniku kohta on öeldud: „Ta näeb välja nagu blond Miss Worldi finalist ja maalib nagu vindunud akadeemik“. **Kes on see kunstnik?**

MÄLUSÄRU 2/2017 VASTUSED

1. Fraseri (Kgari) saar
2. Vilnius
3. Dolomiidid
4. Altamira koobas
5. Sitsiilia

● Mälusäru auhinnaraamatu „Tehisintellekt. Loomadest ja masinatest“ saavad loosi tahtel Mati Raag, Toomas Tõnissoo ja Merike Priedenthal.

Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

VASTA JA VÕIDA RAAMAT!
Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut „Reisile lastega. Rohkem seiklusi, vähem sekeldamist“ kirjastuselt KOOLIBRI.

➔ Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmiklugu.

VASTUSEID
ootame 15. juuniks 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

SINA PUHKAMA

MINA NIITMA

NR. 1
MÜÜDUIM TOODE ALATES 1995. AASTAST

Tegele asjadega, mis Sulle päriselt meeldivad ning muru saab niidetud. Uskumatu, kas pole?
Husqvarna Automower® on vastupidav ja töökindel robotmuruniiduk kuni 5000 m² suuruste murupindade niitmiseks. Ta on võimeline vaikselt navigeerima keerukatel aladel ja kitsastes läbikäikudes ning tuleb edukalt toime ka ebatasaste pindade ja kuni 45% kallakutega. Tulemuseks on ideaalselt niidetud roheline muruvaip minimaalse pingutusega.
Kui soovite oma muruhoolduse viia uuele tasemele, külastage lisainfo saamiseks veebilehte husqvarna.ee.

HUSQVARNA AUTOMOWER® 450X

kuni 5000 m² suurusega aedadesse • 59 dB(A) • 13.9 kg • maks. kallak tööpiirkonnas 45%

€3999
KOOS KÄIBEMAKSUGA

LISAGE VAID NUTITELEFON JA JUHTIMINE ON TEIE KÄTES

Automower® Connect annab teile täieliku kontrolli robotniiduki üle teie nutitelefoni kaudu. Saate anda käivitamis-, peatumisja parkimiskäske, reguleerida seadeid, võtta vastu teateid ning varguse korral jälitada kõikjalt niiduki asukohta. Mudelil 450X on Automower® Connect juba standarvarustuses. Teistel, 300/400 seeria mudelitel on Automower® Connect saadaval lisavarustusena.

Available on the App Store
GET IT ON Google play

Husqvarna®
TEGUDEKS LOODUD

Puhka Helsingis ja merel!

Kuigi Helsingi on lähedal, tasub naabrite juurde ka vahel terveks ööks jääda.
Äsja täielikult renoveeritud ja tõeliselt stiilne **Radisson BLU Seaside hotell** asub sadama ja kesklinna vahel ning teeb põhjanaabrite pealinna ahvatlused lihtsasti kättesaadavaks.

Mõnus merereis MS Finlandia pardal ja **öö Radisson hotellis** koos **hommikusöögiga alates** 69€

Broneerimine ning lisainfo www.eckeroline.ee

eckeroline.ee

ECKERÖ LINE
MÕNUSALT TALLINNAST HELSINGISSE